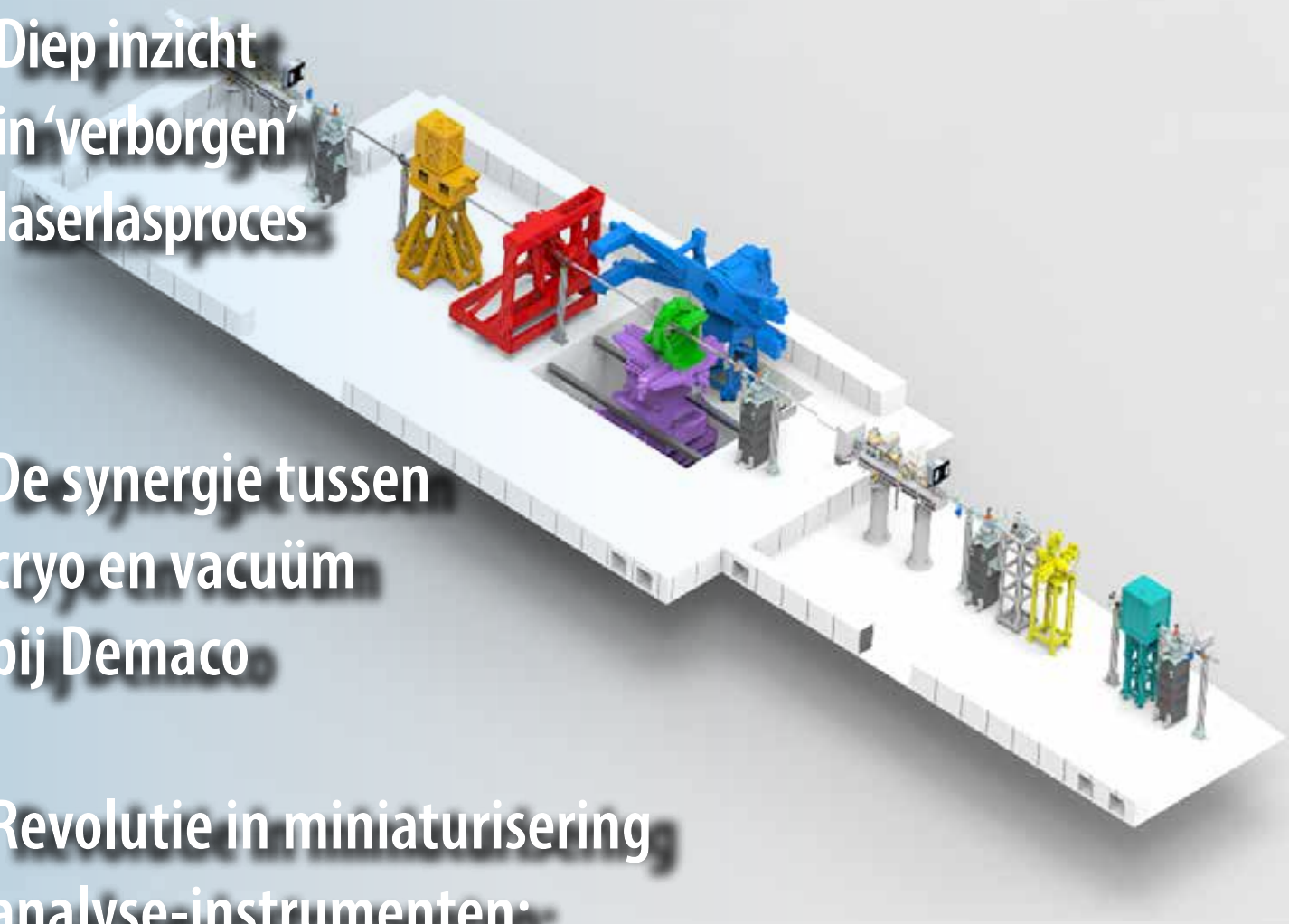
NEVAC blad

jaargang 63 nummer 3 december 2025

NEDERLANDSE VACUÜMVERENIGING



Diep inzicht in 'verborgen' laserlasproces

De synergie tussen cryo en vacuüm bij Demaco

Revolutie in miniaturisering analyse-instrumenten: hoog vacuüm in MEMS

Verenigingsgegevens

Ereleden
L.G.J.M. Hassink
† G. Ikkink
† Prof.dr. J. Kistemaker
† Ir. J.H. Makkink
Prof.dr.ir. S.J. van der Molen
Th. Mulder
Dr.ir. E.P.Th.M. Suurmeijer
Prof.dr. J.F. van der Veen
Dr.ir. J. Verhoeven

Bestuur
Freek Molkenboer, voorzitter
Adrie Mackus, vicevoorzitter
René Erkelens, penningmeester
Pieter Heidema, secretaris

Verenigingssecretariaat
Pieter Heidema
secretaris@nevac.nl

Ledenadministratie
René Erkelens
penningmeester@nevac.nl

Penningmeester NEVAC
IBAN: NL50 INGB 0001 8515 29
o.v.v. penningmeester NEVAC
René Erkelens
penningmeester@nevac.nl

Contributies
Contributie € 30,- per jaar
Studenten/promovendi € 5,- per jaar
Bedrijfsleden € 175,- per jaar

Inlichtingen over opleidingen en examens
Thom Bijsterbosch
(Settels Savenije)

Vacuümboeken uitgegeven onder auspiciën van de NEVAC:

Kijkje in de keuken

Het is een kleine twee jaar geleden dat ik toetrad tot de redactie van dit blad, hoogste tijd dus om het voorwoord eens te verzorgen. Maar als we het dan toch over toetreden tot de redactie hebben, kan ik bij deze weer een nieuw redactielid welkom heten. Met Jens Emmerich hebben we er een mooie aanvulling uit Belgische hoek bij. Ik zal hem niet verder introduceren, dat doet hij zelf in de rubriek 'Stel je voor.'

Als redactie proberen we het blad te vullen met leuke en interessante artikelen met een sterke focus op vacuümtechniek, waarbij we de leesbaarheid voor een breed publiek hoog willen houden. Volgens mij is dat ook deze keer mooi gelukt met een aantal interessante technisch-wetenschappelijke artikelen. Zeker ook leuk is de insidersvisie vanuit het perspectief van de cursisten Fabian en Jurriën, die onlangs (zeer) succesvol de NEVAC-cursus Elementaire Vacuümtechniek hebben afgerond.

Daarnaast hebben we een mooi verslag van de excursie naar Demaco afgelopen oktober. Het bezoek heb ik als een leuke en leerzame dag ervaren. Ik heb zelf namelijk ooit een groot MBE-systeem in een van onze labs bij TNO geïnstalleerd en beheerd. Een belangrijk onderdeel is de cryogene techniek die wordt toegepast om de vacuümkwaliteit tijdens het proces te garanderen, terwijl epitaxie-opdampcellen tot soms 2.000 graden worden opgestookt. Dit cryogene deel van de opstelling was geheel verzorgd door Demaco, maar ik heb in die tijd nooit een keer daadwerkelijk bij hen in de keuken kunnen kijken.

De wens van het NEVAC-bestuur is om weer meer in de spreekwoordelijke keuken te gaan kijken bij bedrijven, instituten, labs, enzovoort, middels NEVAC-excursies. Dus houd de agenda, in dit blad en op de website, in de gaten, want die excursies zijn zeer de moeite waard, zo hebben we bij Demaco mogen ervaren.

Tot slot nog een aankondiging. De volgende NEVAC-dag zal plaatsvinden op vrijdag 5 juni 2026 bij VSL in Delft. Dit belooft wederom een mooie dag te worden, inclusief een kijkje in de keuken van het nationale metrologie-instituut – een aanrader, dus zet het alvast in je agenda.

Rest mij nog een ieder veel leesplezier toe te wensen met deze editie van het NEVAC blad.

René Koops
Redactielid NEVAC blad

Inhoud

2 Van de redactie
Kijkje in de keuken

4 Diepgaande inzichten in het 'verborgen' laserlasproces
Overgenomen uit 'Vakuum in Forschung und Praxis'

9 Hoog vacuüm in MEMS
Revolutie in miniaturisering van analyse-instrumenten

14 De synergie tussen cryo en vacuüm
Verslag van NEVAC-bezoek aan Demaco

18 Beste geslaagden EVT-examen
Fabian Lubben (RUG) en Jurriën vermeulen (Urenco)

21 Van het bestuur
NEVAC-dag 2026 en meer

22 Stel je voor
Jens Emmerich

25 Nieuws

27 Agenda

14 Rondleiding tijdens het NEVAC-bezoek aan Demaco.

Cover
Bundellijn P61A van het Petra III synchrotron, met de afgeschermde optische kast die dient als experimentele zone voor laser-röntgenexperimenten; lees het artikel op pag. 4 e.v. (Beeld: DESY en Helmholtz-Zentrum Hereon)

Colofon

Uitgever
NEVAC
www.nevac.nl

Redactie
Jens Emmerich
Rients de Groot
Aart Kleyn
René Koops
Hans van Eerden (eindredacteur)
redactie@nevac.nl

Grafische vormgeving en druk
Snep

ISSN 0169-9431

Abonnement (voor niet-leden)
Binnenland € 100,- per jaar
Buitenland € 150,- per jaar

Advertentie-exploitatie
NEVAC
René Erkelens
penningmeester@nevac.nl

Kopij
Inzenden naar redactie@nevac.nl.

Lidmaatschap en abonnement
Opgeven bij de ledenadministratie, penningmeester@nevac.nl.

Vergoeding kopij
Artikelen in het Nederlands over vacuümtechniek en haar toepassingen in wetenschap en industrie worden door de redactie zeer op prijs gesteld. Voor studenten en promovendi is een vergoeding beschikbaar van € 250,- per gepubliceerd artikel.

Verschijningsdata 2026
April / September / December

Sluitingsdatum kopij
NEVAC blad 2026 nr. 1:
6 maart 2026

Diepgaande inzichten in het 'verborgen' laserlasproces

Intense röntgenstraling uit het vacuüm stuit op lasergeïnduceerde dynamiek

Hoe ziet het er van binnen uit wanneer twee metalen met een laser worden verbonden? Röntgenstraling uit een synchrotron geeft onderzoekers nu een ongekend kijkje in dit verborgen proces. In het PETRA III-synchrotron in Hamburg analyseren zij met hogesnelheidscamera's de dynamische processen rond laserlassen – met name de vorming en het gedrag van dampcapillairen, poriën en smeltbewegingen. Dit is gebaseerd op een complex samenspel van laserstraling en intense synchrotronstraling, die uitsluitend wordt gegenereerd onder ultrahoog vacuüm in de elektronenversneller.

Nikolaus Fecht (vakjournalist)

Laserlassen is onmisbaar geworden in de moderne productie – of het nu gaat om batterijcontacten voor e-mobiliteit, ultradunne koperverbindingen in de micro-elektronica of verbindingen van geavanceerde lichtgewicht materialen. Hoewel het proces wijdverbreid is, is er weinig bekend over de exacte fysische processen die zich in de laszone afspelen. Hoe ontstaan dampcapillairen, poriën of scheuren precies? Welke interacties beïnvloeden de laspenetratiediepte en de materiaalsamenstelling? Een interdisciplinair onderzoeksteam onder leiding van het Fraunhofer Instituut voor Lasertechnologie (ILT) en RWTH Aachen University, beiden gevestigd in Aken (D), onderzoekt deze vragen met behulp van een unieke combinatie van lasertechnologie en synchrotronstraling. Daarbij zijn ook betrokken DESY in Hamburg, het Duitse nationale laboratorium voor hogeenergiefysica, en Helmholtz-Zentrum Hereon, dat onder meer materiaalonderzoek uitvoert voor milieuvriendelijke technologie en duurzame energie.

Van ultrahoog vacuüm naar atmosferische laserbewerking

De combinatie van lasergebaseerde materiaalbewerking en synchrotronstraling vereist een zeer complexe experimentele opstelling, zoals die gerealiseerd is bij de P61A-bundellijn van het PETRA III-synchrotron (Figuur 1). De röntgenstraling wordt gegenereerd door tien 2-meter-lange Wiggler-magneten, die zorgen voor een continue spectrale verdeling (witte bundel) in het energiebereik van 20 tot 200 keV. Die wordt geproduceerd in de ringvormige elektronenversneller onder ultrahoog vacuum bij een druk van ongeveer 10^{-9} mbar en via bundelgeleidende vacuümkanalen naar de experimentele ruimte geleid (Figuur 2).

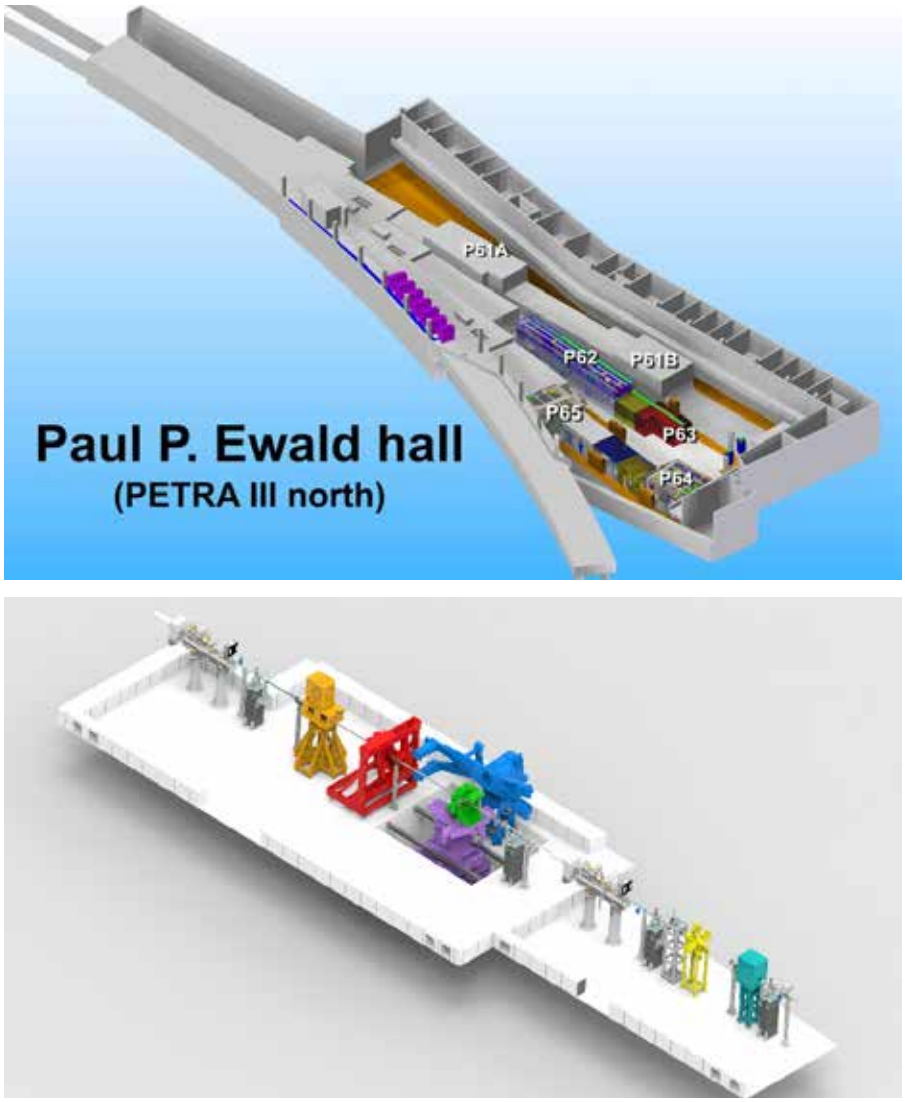
De overgang naar de experimentele ruimte, die bij atmosferische druk werkt, vindt plaats via een berylliumvenster dat zowel vacuümdicht is als zeer transparant voor röntgenstraling. De weg die de straling onder atmosferische omstandigheden aflegt, is slechts enkele centimeters lang en is, vanwege de hoge fotonenergie, vanuit stralingsfysisch perspectief niet kritisch – zelfs niet bij maximale energieën van 200 keV.

Laserbewerking vindt ook plaats bij atmosferische druk, meestal met behulp van een IPG YLR-4000 fiberlaser (2.000 W, 1.070 nm), die via glasvezelkabels in de afgeschermde zone is ingekoppeld (Figuur 3). Een robotgestuurd handlingsysteem positioneert het monsterplaatje met hoge precisie binnen het focusgebied van beide bundels, wat een exacte uitlijning van het lasereffect en de röntgenanalyse mogelijk maakt.

Uitwisseling artikelen

NEVAC en zusterorganisatie Deutsche Vakuum-Gesellschaft (DVG) zijn overeengekomen om meer te gaan samenwerken en kennis te delen. Dat doen ze onder meer door publicaties uit hun verenigingsbladen, respectievelijk NEVAC blad en Vakuum in Forschung und Praxis, over te nemen en (na vertaling) te plaatsen, uiteraard met toestemming van de betreffende auteur(s).

In dit nummer van het NEVAC blad het tweede overgenomen artikel:
Nikolaus Fecht, "Tiefe Einblicke in den Schweißprozess", *Vakuum in Forschung und Praxis,* vol. 37 (3), pp. 24-28, 2025.



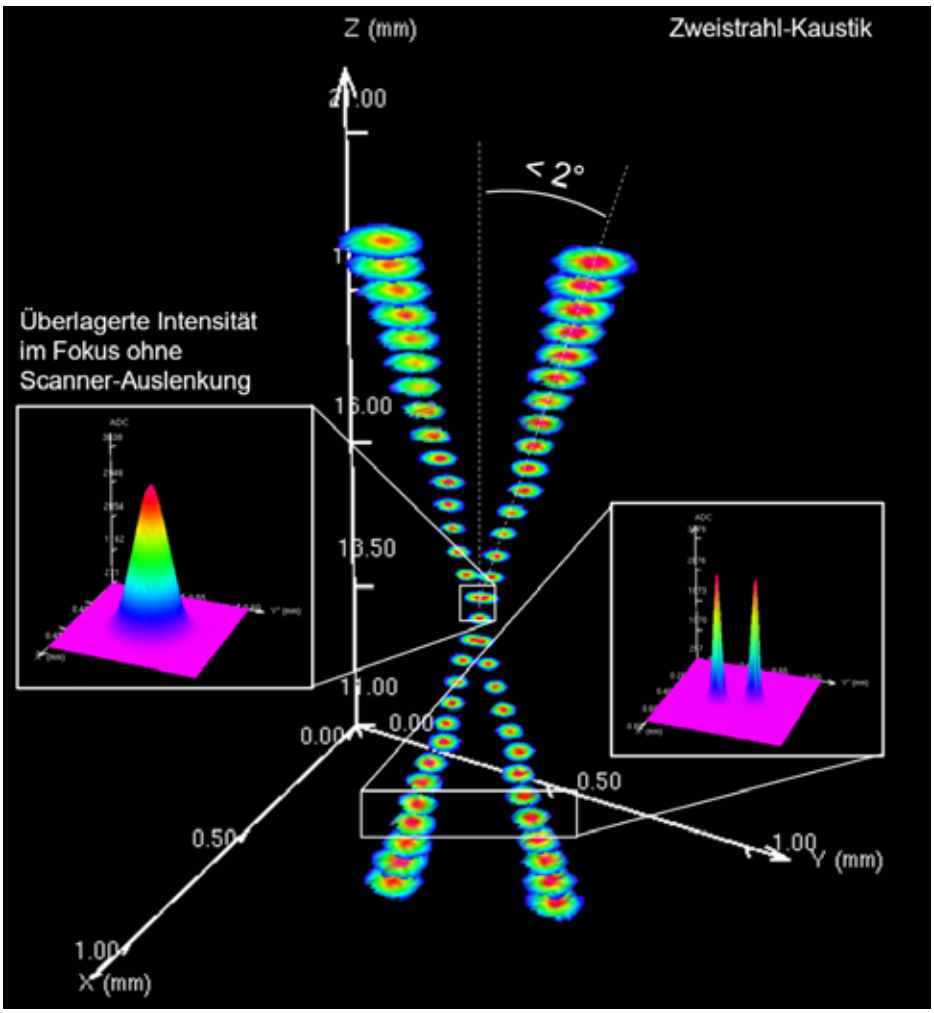
Figuur 1. Grafische weergave van de zes meetsecties in de Paul E. Ewald-hal, die deel uitmaakt van Petra III, afdeling Noord. Onder: bundellijn P61A, met de afgeschermde optische kast die dient als experimentele zone voor laser-röntgenexperimenten. De röntgenstralen passeren een berylliumvenster vanuit het ultrahoge vacuüm (ongeveer 10^{-9} mbar) naar de atmosferische experimentele ruimte. (Beeld: DESY en Helmholtz-Zentrum Hereon)

Een belangrijk onderdeel van het detectieproces is de scintillator (bijvoorbeeld GaGG:Ce of LuAG), die de röntgenstralen omzet in zichtbaar licht. Dit licht wordt vastgelegd door hogesnelheidscamera's met snelheden tot 50.000 fps (frames per seconde). Om de beeldkwaliteit en het contrast te optimaliseren, worden speciale filtermaterialen zoals grafiet of koper gebruikt, afhankelijk van de energie, het materiaal en de dikte van het monster. De testkamer zelf is beschermd tegen verstrooide straling met enkele centimeters lood en extra roestvaststaal. Vanwege de thermische belasting bij hoge röntgenenergieën wordt de scintillator gekoeld met vloeibare stikstof. In nauwe samenwerking met DESY en industriele partners werken de onderzoekers aan verbeterde koelconcepten op basis van thermisch geleidende diamantsubstraten.

Focus op dampcapillair

Het onderzoek richt zich op een kleine, cilindervormige holte die zich in het smeltbad vormt door materiaalverdamping: het zogeheten dampcapillair. De vorm, stabiliteit en dynamiek ervan beïnvloeden de kwaliteit van de las aanzienlijk – bijvoorbeeld door de indringdiepte of de neiging tot porievorming. Omdat een capillair slechts enkele tienden van een millimeter groot is en een extreem korte levensduur

Figuur 2. Experimenteerhal van het PETRA III-synchrotron in Hamburg. De infrastructuur met metersdikke betonafscherming en meerdere bundelpaden maakt lasergebaseerde processen en real-time röntgenanalyse mogelijk onder extreme straling. (Foto: DESY/D. Altrath)



Figuur 3. Twee overlappende laserstralen in het nabij-infrarood (1.070 nm) moduleren nauwkeurig de energietoevoer tijdens het lassen. Bij het PETRA III-synchrotron wordt zichtbaar hoe dit de vorm van het dampcapillair en het stromingsgedrag van de smelt beïnvloedt. (Beeld: Fraunhofer ILT)

heeft, was het gedrag ervan tot nu toe zeer moeilijk te observeren en analyseren.
Het gebruik van het PETRA III-synchrotron voor het onderzoek vereist enorme logistieke en personele middelen: de bundeltijd is zo beperkt dat deze jaren van tevoren moet worden aangevraagd. Voor elke meetcampagne moet ter plaatse een volledig laserlaboratorium worden ingericht – inclusief het transport en de afstelling van alle componenten – en een 24/7 operatie worden geregeld.

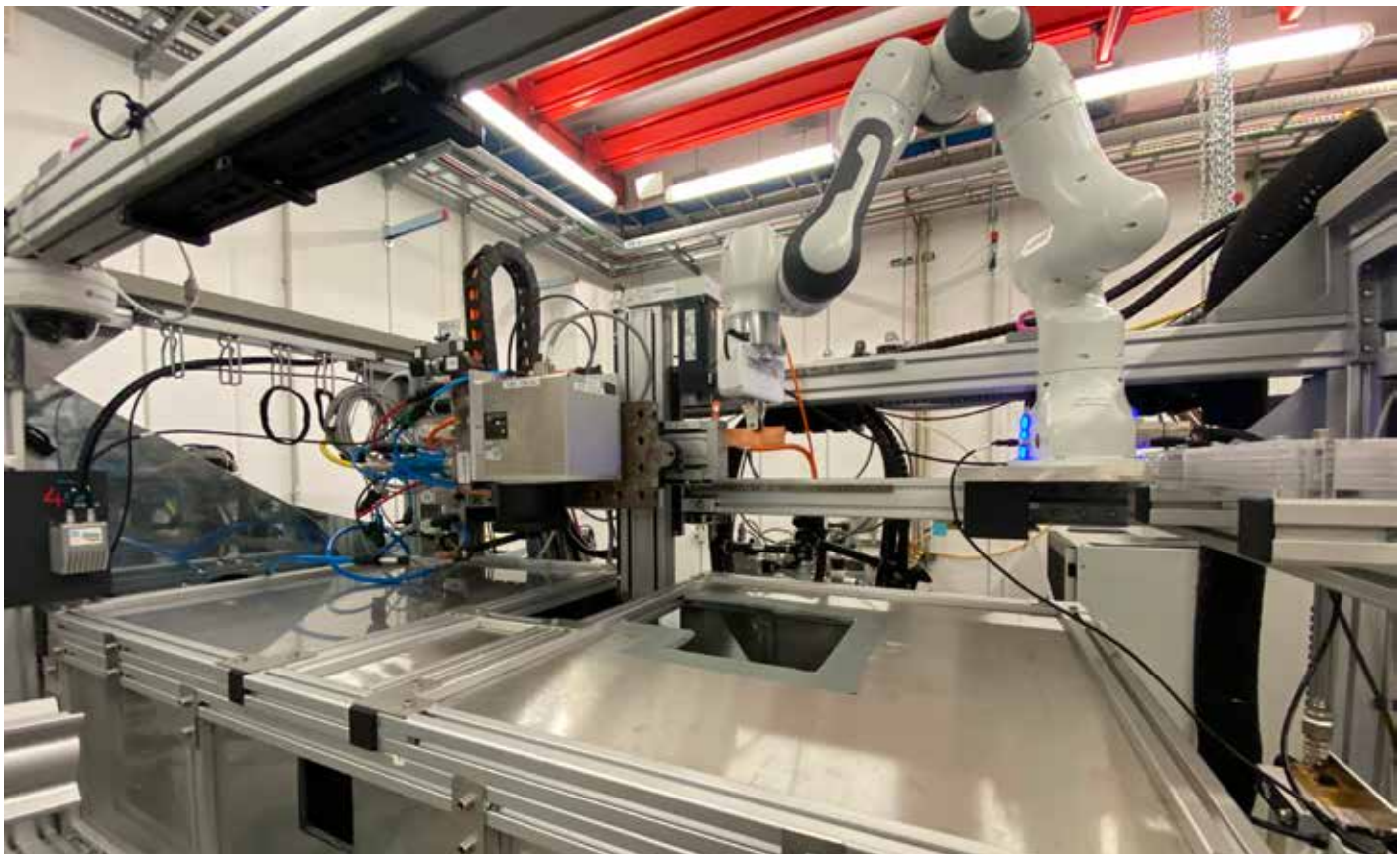
De meetcampagnes zelf worden gekenmerkt door extreem hoge eisen aan de deelnemende consortia: de opstelling omvat laser- en optische systemen, stralingsafgeschermde behuizingen, speciale scintillatoren, hogesnelheidscamera's met framesnelheden tot 50.000 fps en geavanceerde koel- en filtertechnologie. De beeldkwaliteit hangt sterk af van de optimale keuze van camera, filtermaterialen en scintillatordikte, vooral bij sterk absorberende materialen zoals koper of nikkel.
Een van deze onderzoeksconsortia is het initiatief 'Laser meets Synchrotron', waaraan onder meer Fraunhofer ILT, RWTH Aachen University, DESY en andere universiteiten deelnemen. De eerste experimenten werden uitgevoerd op de P07-bundellijn met framesnelheden tot 18.000 fps. De nieuwe P61A-bundellijn heeft aanzienlijk hogere energieën en framesnelheden tot 50.000 fps mogelijk gemaakt, evenals het onderzoeken van multilaag- of dikke monsters. Aluminium-kopersandwichcomposieten en andere complexe materiaalsystemen werden geanalyseerd met behulp van real-time beeldvorming (Figuur 4). Hier komt synchrotronanalyse in beeld: het doorslaggevende voordeel ervan ligt in de extreem hoge helderheid, coherentie en framesnelheid waarmee zelfs de kleinste materiaalveranderingen in tijd en ruimte kunnen worden waargenomen. Dit wordt mogelijk gemaakt door röntgenstraling die wordt gegenereerd in kilometerslange vacuümbuizen en wordt geleid door meterdikke betonnen afscherming. Alleen onder deze omstandigheden kunnen complexe processen zoals smeltbewegingen of de dynamiek van poriën en dampcapillairen in real-time en met micrometernauwkeurigheid worden bestudeerd.

Van experimentele doorbraak tot industriële implementatie

De combinatie van lasergebaseerde lasprocessen en synchrotronanalyse met hoge resolutie opent nieuwe mogelijkheden voor gerichte procesbeheersing en materiaalontwikkeling. De deelnemende onderzoeksgroepen zijn van plan de methodologie de komende jaren verder te verfijnen – met name door nog hogere framesnelheden (boven 100 kHz) te gebruiken, nieuwe filter- en koeltechnologieën te testen en extra sensoren te integreren, bijvoorbeeld voor akoestische of spectrale procesbewaking.
Een ander doel is het onderzoeken van materiaalsystemen die tot nu toe moeilijk te lassen waren, zoals nikkellegeringen, gecoate substraten of multilaag-koper-aluminiumcomposieten. De verkregen data zullen niet alleen bijdragen aan de optimalisatie van bestaande processen, maar ook de basis vormen voor simulatiestrategieën in de lastechnologie. De experts maken gebruik van kunstmatige intelligentie (AI) om de grote beelddatasets te analyseren: met behulp van AI-ondersteunde methoden willen ze veranderingen in het smeltbadgedrag in een vroeg stadium detecteren en koppelen aan de respectievelijke procesparameters (Figuur 5). Dit creëert een nieuw type procesbesturing waarin beeldvorming, simulatie en besturing naadloos samenwerken, waardoor de productie nog stabieler en efficiënter wordt.

Stralingsbron voor ultrasnelle inkijkjes

De P61A-bundellijn op PETRA III werd oorspronkelijk ontwikkeld voor in-situ materiaalkundige experimenten met metaalmonsters. De bundel biedt een bijzon-



Figuur 4. Experimentele opstelling bij bundellijn P61A: een laserstraal valt loodrecht op het werkstuk, terwijl een lateraal invallende synchrotronstraal het monster binnendringt. Scintillatoren (bijvoorbeeld GaGG:Ce) zetten de röntgenstraling om in licht, dat wordt vastgelegd met hogesnelheidscamera's (tot 50.000 fps). (Afbeelding: RWTH Aachen University, leerstoel Lasertechnologie)

der brede en hoogenergetische röntgenbundel in het bereik van 20 tot 200 keV, die ook geschikt is voor sterk absorberende materialen zoals staal, nikkel of koper. Voor de laserexperimenten werd een speciaal aangepaste opstelling vanuit Aken naar de experimenteerruimte vervoerd. De kern ervan is een lasergebaseerd lasproces, waarvan dampcapillaire structuur, smeltbad en porievorming worden vastgelegd door een systeem van snelle fasecontrastcamera's – een methode die zelfs de kleinste dichtheidsverschillen in het materiaal visualiseert door minimale afbuigingen van de synchrotronstraling om te zetten in hoge-resolutie-beeldgegevens.

De experimentele opstelling bestaat uit een lateraal invallende synchrotronbundel, een gefocusseerde laserbundel en een gevoelig detectorsysteem (Figuur 4). Een belangrijk onderdeel is het scintillatorkristal, dat de onzichtbare röntgenstraling omzet in zichtbaar licht. Afhankelijk van het materiaal en de stralingsenergie worden verschillende filters, kristaldiktes en cameratypen gebruikt. Het hele apparaat is ondergebracht in een stralingsafgeschermde behuizing van enkele centimeters lood om de veiligheid van het team te garanderen.

De beeldgegevens worden vastgelegd met hogesnelheidscamera's (Figuur 5) en vervolgens geanalyseerd met behulp van speciaal ontwikkelde algoritmen (Figuur 6). De uitdaging ligt niet alleen in het vastleggen van de extreem snelle processen, maar ook in het beheer van de enorme hoeveelheden data – elk experiment genereert meerdere terabytes aan ruwe data, die vervolgens worden geëvalueerd met behulp van AI-ondersteunde methoden.

Materiaalcombinaties voor e-mobiliteit gezocht

Een belangrijk doel van het huidige onderzoek is het creëren van realistische omstandigheden voor industriële toepassingen. Hoewel de eerste experimenten werden uitgevoerd met dunne aluminiumplaten, maakt de nieuwe bundellijn nu onderzoek naar dikkere materiaalcombinaties mogelijk – tot lagen van enkele millimeters dik. De analyse van sandwichstructuren, zoals die van aluminium en koper, is nu ook mogelijk.

Zo werden monsters van AW6082 (een zeer sterke aluminiumlegering met goede lasbaarheid) en CuSn6 (een koper-tinlegering met hoge sterkte en goede geleidbaarheid) met verschillende geometrieën onderzocht – waaronder dubbele stompe lassen met een asymmetrische structuur. Door verhoogde röntgenenergie, geoptimaliseerde filtertechnologie en nauwkeurige lasermodulatie te combineren, was het mogelijk om het gedrag van de smelt bij verschillende energiedichtheden te visualiseren. De beelden lieten voor het eerst in real-time zien hoe het dampcapillair en het smeltbad vervormen onder veranderende laserparameters, hoe poriën zich vormen en hoe verschillende materialen zich in het smeltbad mengen.

De superpositie van verschillende golflengtes is bijzonder interessant, bijvoorbeeld een blauwe laser (450 nanometer) en een stralingsbron in het nabij-infrarood (NIR, 1.070 nanometer). Zulke superposities van laserstralingsbronnen beïnvloeden de vorm van het dampcapillair aanzienlijk. Deze gerichte modulatie van de energie-input opent nieuwe vrijheidsgraden voor procesontwerp, aldus de onderzoekers.

De resultaten zijn dus niet alleen bedoeld voor fundamenteel onderzoek, maar zullen op de lange termijn ook worden toegepast in industriële verbindingsprocessen – bijvoorbeeld om de porositeit, de laspenetratiediepte of de energie-efficiëntie in veeleisende verbindingen met meerdere materialen te optimaliseren. Verschillende meetcampagnes bij PETRA III staan al gepland.

Blik in de toekomst

'Laser meets Synchrotron' is nog maar het begin. In de komende jaren wil het onderzoeksteam de methode verder ontwikkelen en toepassen op nieuwe materialen – waaronder moeilijk te lassen legeringen, gecoate componenten en gevoelige microstructuren. Ze plannen specifieke testseries om de vorm van het lascapillair nauwkeurig te beïnvloeden en typische defecten zoals poriën of onstabiele smeltbaden direct tijdens het proces te detecteren.

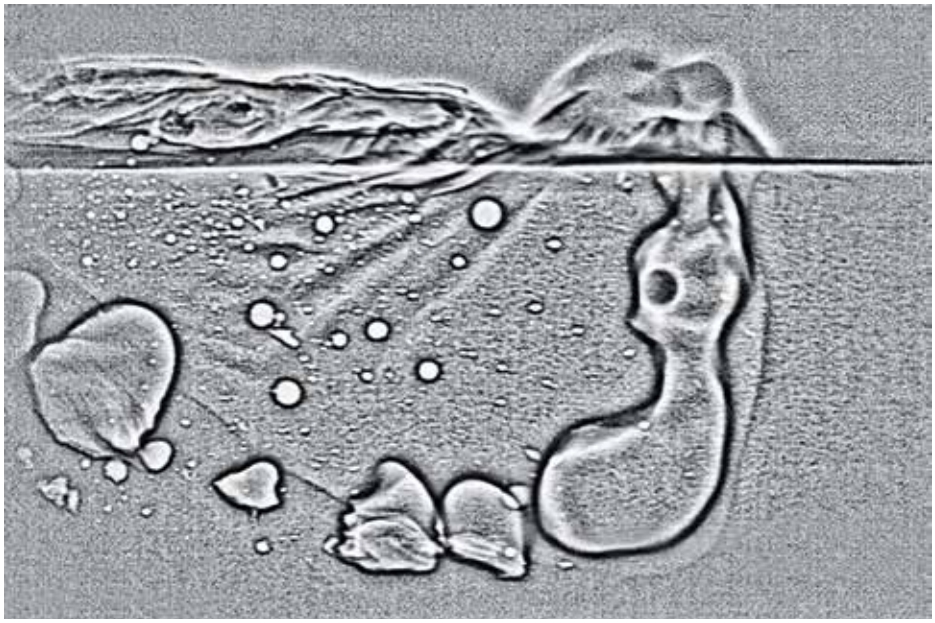
Nauwe samenwerking met industriele partners zoals Audi, Bosch en Denso zorgt ervoor dat de verkregen inzichten direct worden vertaald naar praktische toepassingen. De eerste optimalisaties in de productie van batterijcontacten zijn al geïmplementeerd, wat heeft geleid tot een vermindering van de porositeit en een toename van de elektrische geleidbaarheid – cruciale factoren voor de actieradius en veiligheid van elektrische voertuigen.

De experts richten zich ook op ontwikkelingen in de analyse van grote beelddatasets: met behulp van AI-ondersteunde methoden willen ze veranderingen in het smeltbadgedrag al vroeg detecteren en koppelen aan de respectievelijke procesparameters. Dit creëert een nieuw type procesbesturing waarbij beeldvorming, simulatie en besturing naadloos samenwerken, waardoor de productie nog stabieler en efficiënter wordt.

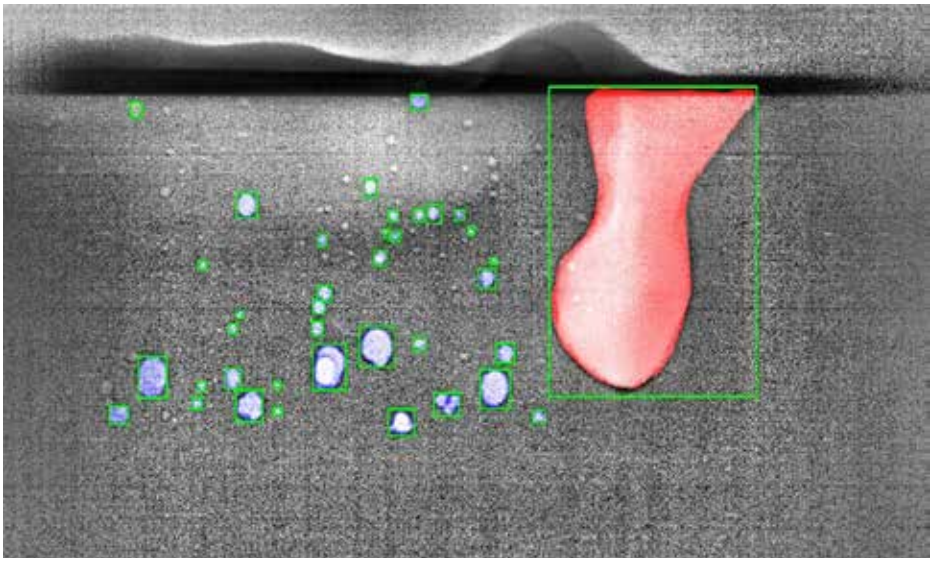
Samenwerking en vooruitzichten

Het project is gebaseerd op nauwe samenwerking tussen universiteiten, onderzoeksinstituten en de industrie. Naast het Fraunhofer ILT en de RWTH Aachen University zijn partners zoals DESY, Forschungszentrum Jülich en talloze bedrijven betrokken. Samen stimuleren ze de ontwikkeling van nieuwe verbindingstechnologieën die niet alleen de productkwaliteit verbeteren, maar ook bijdragen aan duurzamere en grondstofefficiëntere productieprocessen

Figuur 5. Beeldverwerking. (Bron: RWTH Aachen University, leerstoel Lasertechnologie)



(a) Hoge-resolutie real-time afbeelding (fasecontrast) van een dampcapillair in het smeltbad van een aluminium-koperlegering: de resulterende reeks afbeeldingen (tot 50.000 fps) toont micrometernauwkeurige veranderingen in de capillaire vorm, smeltstroming en porievorming onder industriële lasomstandigheden.



(b) AI-gestuurde algoritmen analyseren automatisch de beweging van dampcapillairen en poriën in hogesnelheidsbeelden. Hierdoor kunnen relevante procesverschijnselen uit meerdere terabytes aan beelddata worden gedestilleerd en gekoppeld aan de betreffende procesparameters.

Hoog vacuüm in MEMS

De Technische Universiteit van Wrocław in Polen voert samen met partnerinstellingen al tien jaar onderzoek uit gericht op de ontwikkeling van geminiaturiseerde vacuümanalyse-instrumenten. De nadruk ligt in dit artikel op MEMS-gebaseerde elektronenmicroscopen en MEMS-röntgenbronnen, maar ook andere oplossingen zoals gasanalyseapparaten, waaronder massa- en plasmaspectrometers, worden besproken.

Auteurs
Tomasz Grzebyk, Michał Krysztof, Piotr Szyszka, Marcin Białas, Paweł Urbaski, Jakub Jendryka, Jan Sobków, Paweł Knapkiewicz en Jan Dziuban zijn verbonden aan de afdeling Microsystemen van de faculteit voor Elektronica, Fotonica en Microsystemen van de Politechnika Wrocławska (Wrocław University of Science and Technology) in Polen.
Contactpersoon is associate professor Michał Krysztof.

michal.krysztof@pwr.edu.pl
k71.pwr.edu.pl (Engelse versie aanstaande)
src.space (Space Research Center van de faculteit)

Inleiding

Het in beeld brengen van oppervlakken van samples, het onderzoeken van de materiaalsamenstelling van vaste stoffen en vloeistoffen, en het bestuderen van de samenstelling van gasmengsels behoren tot de meest uitgevoerde en beproefde analysetechnieken in wetenschap en industrie. Meestal worden dergelijke onderzoeken echter uitgevoerd in gespecialiseerde laboratoria, met behulp van grote, zware en zeer dure instrumenten: elektronenmicroscopen, massaspectrometers, chromatografen en röntgenfluorescentiesystemen (XRF).

Stel je eens voor dat dergelijke instrumenten geminiaturiseerd zouden kunnen worden tot de grootte van een mobiele telefoon, waardoor hun omvang, gewicht en productiekosten zouden dalen. Dan zou hun toepassingsgebied veel groter worden en zou bijna iedereen er toegang toe hebben. In plaats van het sample naar het laboratorium te brengen, zou het 'miniatuurlaboratorium' overal mee naartoe kunnen worden genomen om een sample ter plaatse te onderzoeken. Denk aan een elektronenmicroscoop op elke schoolbank in de biologieles, detectoren die in klaslokalen de samenstelling van de atmosfeer of in fabrieken de gevaarlijke stoffen die ze produceren onderzoeken, draagbare XRF-systemen op stortplaatsen om waardevolle metalen te zoeken, of analyse-instrumenten aan boord van nanosatellieten in een baan om Mars of op een helikopter in de Mars-atmosfeer. Dit zou een revolutie zijn zoals die we ook zagen met de ontwikkeling van computers, die eerst enorm veel ruimte in beslag namen in slechts een paar instellingen wereldwijd, en nu, dankzij halfgeleidertechnologie, in ieders broekzak zijn te vinden.

Lijkt dit vooruitzicht onrealistisch of ver weg? Het is, dankzij onderzoek in onze groep, al gaande. De afgelopen jaren heeft ons team een uniek vakgebied ontwikkeld, namelijk sterk geïntegreerde vacuümmicrosystemen. Om deze te produceren, gebruiken we MEMS-technieken (micro-elektromechanische systemen), bekend van de ontwikkeling van micromechanische miniatuursensoren zoals accelerometers en gyroscopen, die in een breed scala aan alledaagse apparaten worden gebruikt. Met behulp van vergelijkbare technologieën en dezelfde materialen (voornamelijk silicium en glas) produceren we miniatuurequivalenten van de meeste van bovengenoemde analytische instrumenten: een miniatuur-MEMS-elektronenmicroscoop [1, 2], een MEMS-röntgenbron voor XRF-systemen [3, 4], een MEMS-massaspectrometer [5] en een MEMS-plasmaspectrometer [6]. Al deze MEMS-chip-oplossingen zijn helemaal innovatief en meten doorgaans enkele millimeters bij enkele millimeters en wegen niet meer dan een paar gram – tot nu toe hebben ze geen concurrenten in de literatuur of op de markt.

Voor hun miniaturisatie moesten talloze fysische en technische uitdagingen worden opgelost, met name het probleem van het creëren van vacuüm in een zeer klein volume. De meeste conventionele instrumenten zijn zo groot vanwege het gebruik van complexe vacuümsystemen. We hebben dit probleem opgelost door een miniatuur

vacuümpomp te integreren, die enkele jaren geleden door ons team is ontwikkeld. Bovendien houdt ons team zich niet alleen bezig met de productie van de chips zelf; we ontwerpen en bouwen ook de elektronische systemen die de chips aandrijven en aansturen [5, 6, 8], evenals de software die de metingen automatiseert en de resultaten visualiseert [2]. Dit stelt ons in staat om volledig functionele systemen te creëren. We gaan van concept tot apparaat in een universitaire setting.

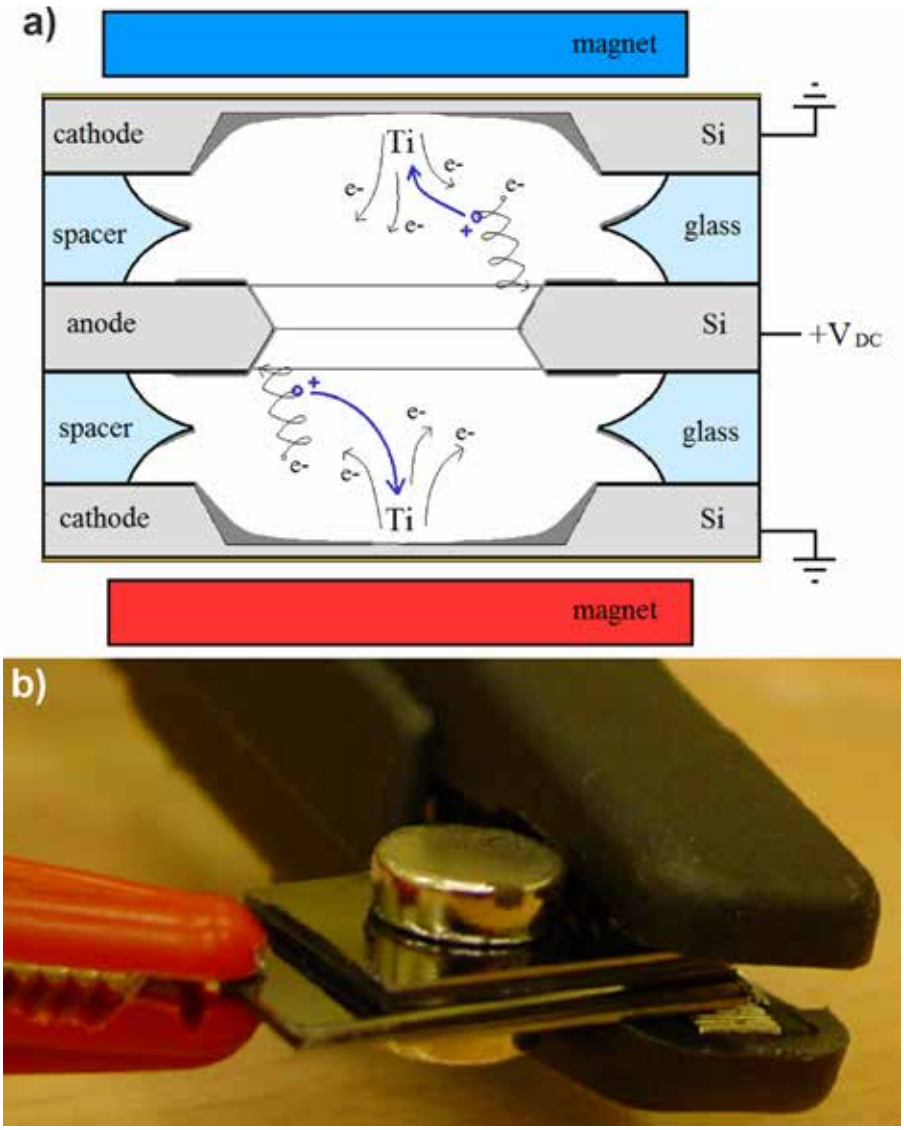
MEMS-hoogvacuümmicropomp

De MEMS-vacuümpomp is gemaakt van silicium en glas, net als de rest van de instrumenten, en maakt gebruik van dezelfde technologische processen, waardoor hij volledig compatibel is. Hij bestaat uit twee vlakke kathodes en een anode ertussen, allemaal gescheiden door glazen afstandhouders [7]. Deze elektroden vormen een configuratie gebaseerd op een Penning-architectuur. Het magnetische veld wordt geïntroduceerd door twee kleine permanente magneten die aan weerszijden van de structuur zijn geplaatst. De baan van de elektronen is zeer lang ondanks de kleine afstanden tussen de elektroden, waardoor ze gasdeeltjes efficiënt ioniseren, zelfs in hoog vacuüm. De pomp maakt het mogelijk om een vacuüm van 10^{-7} mbar te genereren en te stabiliseren, wat voldoende is voor de werking van alle bovengenoemde apparaten.

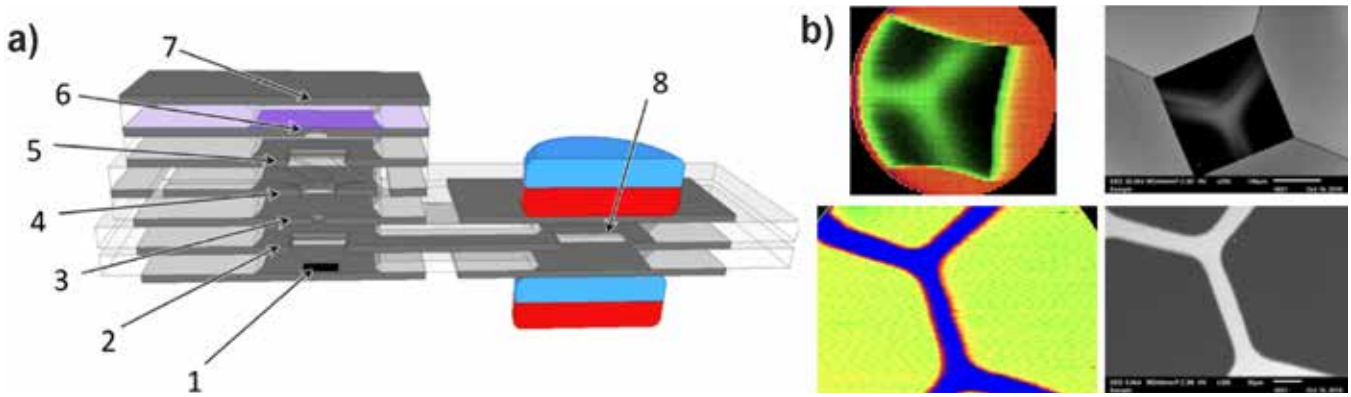
Miniatuur-MEMS-SEM

Er is wereldwijd nog geen equivalent ontwikkeld voor een volledig geïntegreerde miniatuur-MEMS-SEM (scanning elektronenmicroscoop). In Figuur 2 is te zien dat de grootte ongeveer 1.000 keer kleiner is dan die van de reeds compacte commerciële microscopen. De miniatuurmicroscoop bestaat uit een elektronenbron, een elektronenoptische kolom, een bundelfocusserings- en scansysteem, een dun siliciumnitridemembraan waarop het sample wordt geplaatst, en een geïntegreerde vacuümmicropomp (Figuur 3). Belangrijk is dat het apparaat een vacuüm in stand houdt, wat noodzakelijk is voor de goede werking van het elektronenbundelsysteem, terwijl het sample zelf zich 'buiten' bevindt (!). Er is geen extra voorbereiding nodig, wat een ander voordeel is ten opzichte van conventionele elektronenmicroscopen. Dit maakt bijvoorbeeld naadloze studie van biologische samples, waaronder bacteriën en micro-organismen, in hun natuurlijke omgeving mogelijk. Er zijn ook verschillende signaaldetectiemethoden ontwikkeld die het mogelijk maken om beelden vast te leggen op basis van terugverstrooide (back-scatter) elektronen die door het sample worden geabsorbeerd en door zowel het membraan als het sample, evenals het omringende gas, worden doorgelaten.

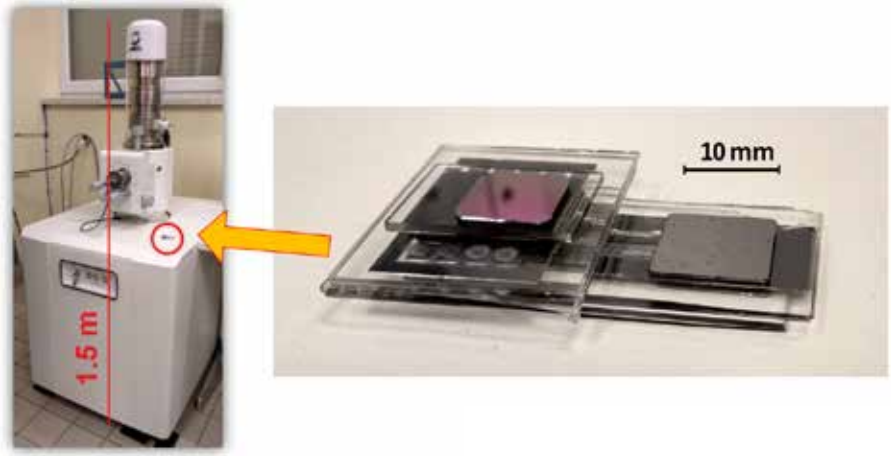
Op basis van de onderzoeksresultaten konden we de belangrijkste theoretische prestatieparameters van het modelapparaat bepalen. Het kleinste emissieveld van de siliciumemitter is 100 nm, terwijl de gebruikte elektronenlens met vierkante opening een 3,5-voudige reductie van de elektronenbundelspot mogelijk maakt (d.w.z. tot minder dan 30 nm). De octupool die voor de bundelregeling wordt gebruikt, heeft een scangevoeligheid van ongeveer 0,43 µm/V voor een elektronenbundel met een energie van 4 keV en een octupool-sample-afstand van 1 mm. Dit kan worden omgezet naar een scanstap van 27 nm, waardoor de geschatte theoretische resolutie van het ontworpen apparaat lager zou kunnen zijn dan 50 nm. Hoewel dit niet zo'n hoge resolutie is als bij commerciële SEM's, is het aanzienlijk beter dan voor optische microscopie.



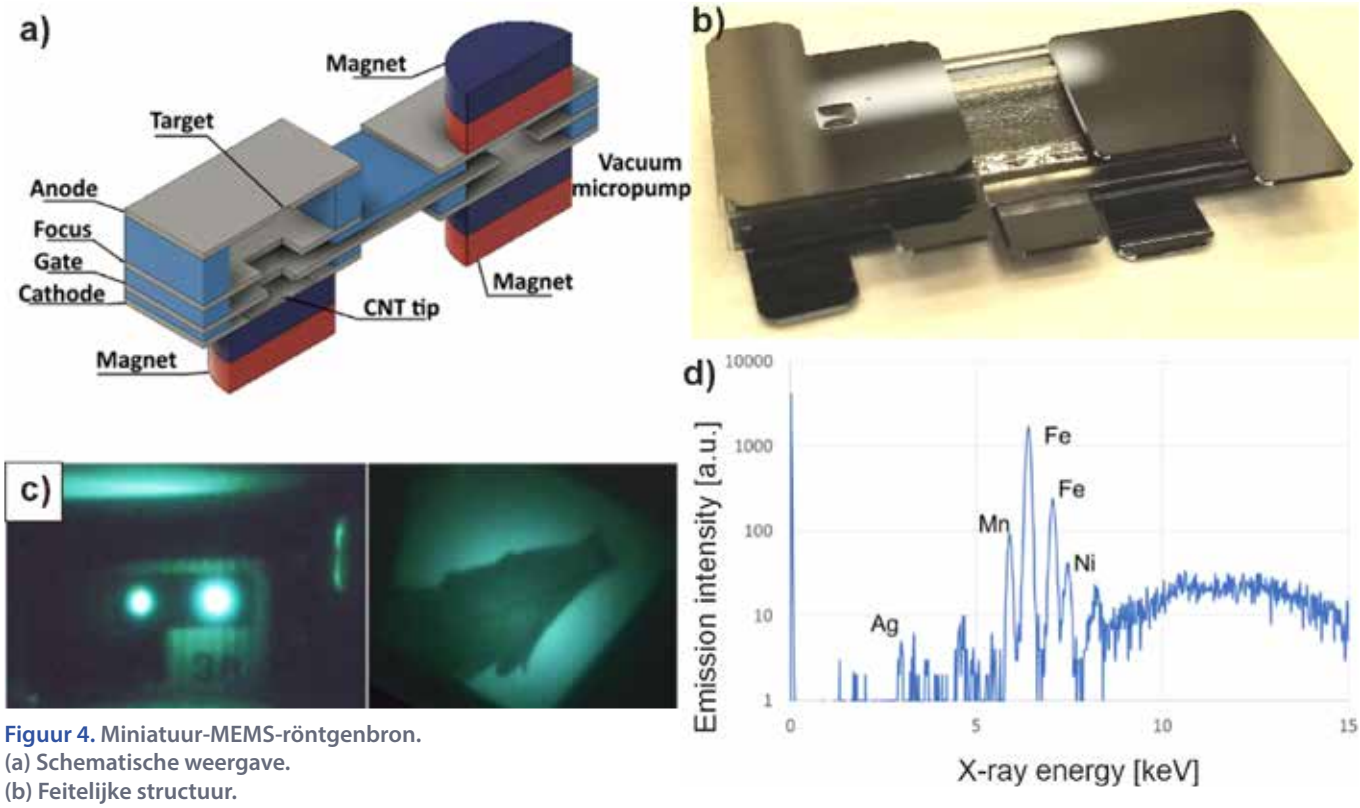
Figuur 1. MEMS-hoogvacuümmicropomp.
(a) Schematische weergave. (b) In een laboratoriumklem.



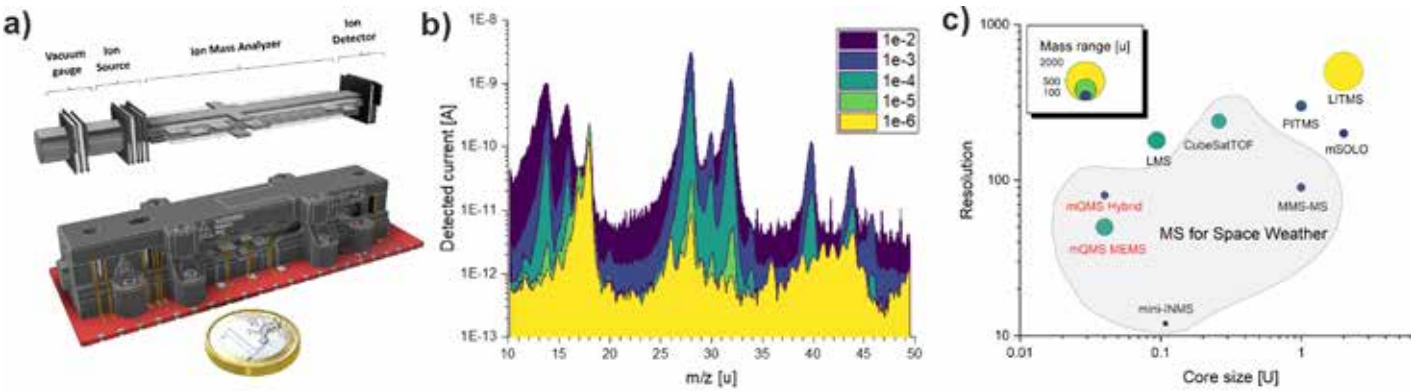
Figuur 3. Schematisch diagram van een miniatuur-MEMS-SEM (scannende elektronenmicroscoop): 1) kathode, 2) gate-elektrode, 3) focusserende elektrode, 4) octupool, 5) detector voor verstrooide (back-scatter) elektronen, 6) anode met een membraan (detector voor geabsorbeerde elektronen), 7) detector voor doorgelaten elektronen, 8) vacuümmicropomp. Rechts een vergelijking van beelden verkregen door de MEMS-SEM (links in kleur) en de referentie-JEOL (rechts in grijs).



Figuur 2. Vergelijking van de afmetingen van elektronenmicroscopen: de commerciële JEOL JSM IT-100 (links) en de miniatuurversie, ontwikkeld in Wrocław.



Figuur 4. Miniatuur-MEMS-röntgenbron.
(a) Schematische weergave.
(b) Feitelijke structuur.
(c) Röntgenfoto die ermee gemaakt is.
(d) XRF-spectrum van hematiet.



Figuur 5. Miniatuurmassaspectrometer.
(a) Schematische weergave.
(b) Voorbeeld van massaspectra bij verschillende gasdrukken.
(c) Vergelijking met andere spectrometrie-oplossingen voor in de ruimte, met resolutie in molecuulmassa (dimensieloos) afgezet tegen volume van de spectrometer (zonder elektronica), in CubeSat-eenheid (10 cm x 10 cm x 10 cm). Zie de legenda voor de afkortingen.

Legenda

- LMS: lasermassaspectrometer
- CubeSatTOF: CubeSat time-of-flight massaspectrometer
- PITMS: Peregrine ion-trap massaspectrometer
- LITMS: lineaire ion-trap massaspectrometer
- MMS-MS: miniatuur magnetische-sector massaspectrometer
- MSolo: Mass Spectrometer Observing Lunar Operations
- mini-INMS: miniatuur ionenneutrale massaspectrometer

De hier beschreven miniatuur-quadrupool-massaspectrometers:

- mQMS Hybrid: hybride uitvoering
- mQMS MEMS: MEMS-versie

MEMS-röntgenbron

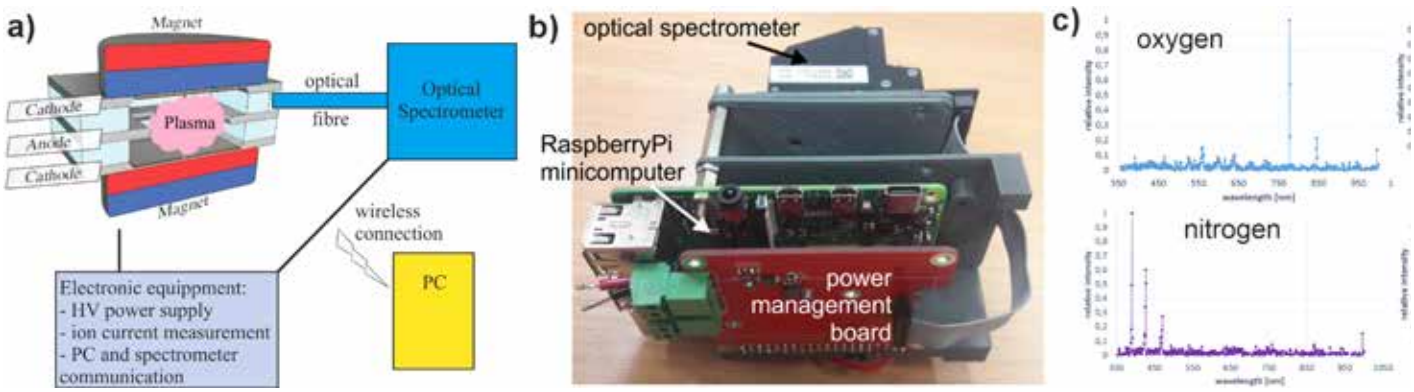
Miniaturisering van röntgenbronnen biedt tal van voordelen en potentiële toepassingen, variërend van compacte beeldvormingssystemen en stationaire röntgentomografen, via medische therapieën tot de eerder genoemde draagbare XRF-systemen voor materiaalanalyse. Er is al onderzoek in deze richting gedaan in Amerikaanse en Aziatische centra, maar in onze groep werd de eerste bron ontwikkeld die volledig met MEMS-technologie was gebouwd. Het ontwerp lijkt enigszins op een elektronenmicroscoop, bestaande uit een multi-laagchip van siliciumglas (Figuur 4). Het bevat een elektronenemitter, een elektronenoptische kolom met elektrostatische en magnetische lenzen, een transmissietarget en een MEMS-micropomp. In dit apparaat raken elektronen, uitgezonden door de veldemissie-elektronenbron aan het uiteinde van de elektronenoptische kolom, een target gemaakt van een dun siliciummembraan (zuiver of gecoat met een extra metaallaag). Bij het raken van het target verliezen ze energie, die wordt omgezet in straling.

Er werd vastgesteld dat door een juiste selectie van de versnelspanningen/-voltages op de afzonderlijke elektroden, en van het type en de dikte van het targetmateriaal, het resulterende röntgenspectrum kan worden afgestemd op specifieke toepassingen. Het gebruik van laagenergetische straling is ideaal voor het verkrijgen van nauwkeurige fluorescentiespectra en het bestuderen van de materiaalsamenstelling van een willekeurig sample. Ruimtevaarttoepassingen (bijvoorbeeld het bepalen van de samenstelling van maanregoliet, de verweerde laag materiaal op het oppervlak) lijken bijzonder interessant, waarbij het gewicht en de afmetingen van het instrument tot de belangrijkste voordelen behoren.

MEMS-massaspectrometer

Een van de grootste uitdagingen in de hedendaagse ruimtevaarttechniek is de miniaturisatie van onderzoeksinstrumenten. Hoe kleiner en lichter de apparaten, hoe goedkoper en flexibeler satellietmissies worden. In deze geest ontwikkelde onze universiteit 's werelds kleinste massaspectrometer, ontworpen voor gebruik in de ruimte (Figuur 5). Dit instrument luidde een nieuw hoofdstuk in van de geschiedenis van de universiteit en haar samenwerking met de European Space Agency (ESA). Dit was het eerste project waarin de universiteit het voortouw nam in een door ESA gefinancierd project voor MEMS-gebaseerde massaspectrometrie. Het succes ervan maakte de weg vrij voor latere projecten, zoals het Space Weather Nanosatellites System-project. We zijn onlangs ook uitgenodigd om deel te nemen aan het ESA Space Rider System-programma, waarin ons instrument deel gaat uitmaken van de nieuwe Europese Space Shuttle.

Een massaspectrometer is een uiterst gevoelig analytisch instrument waarmee gasmoleculen kunnen worden 'gewogen' en onderscheiden op basis van hun massa en lading (m/z). Dit stelt ons in staat om de samenstelling van de atmosfeer nauwkeurig te bepalen, zelfs van een zeer dunne atmosfeer, zoals de ijle atmosfeer in een lage baan om de aarde. Dit is precies wat onze miniatuurspectrometer gaat bestuderen. De meetgegevens zullen onder meer helpen bij het updaten van modellen van de aerodynamische meesleepweerstand, die de beweging van satellieten beïnvloedt. In de praktijk betekent dit nauwkeurigere baanvoorspellingen en



Figuur 6. MEMS-gloei-ontladings-optische-emissiespectrometer (glow-discharge optical emission spectrometer).
(a) Schematische weergave.
(b) Gerealiseerde instrument.
(c) Voorbeelden van spectra.

een verlenging van de operationele levensduur van satellieten, die momenteel tot 30-50% van hun geplande levensduur verliezen door veranderingen in de atmosferische dichtheid die de huidige NOAA SWPC- en NASA DAS-modellen niet voorspellen.

MEMS-plasmaspectrometer

Het nieuwste miniatuuranalyseapparaat is een MEMS-plasmaspectrometer. Het maakt gebruik van een constructie-opbouw met gasionisatie/gasontlading met een aangesloten optische spectrometer. Geïoniseerde gassen geven licht, ze 'gloeien', en produceren karakteristieke lijnen in het emissiespectrum. Door registratie van de 'kleur' van het plasma door een optische spectrometer en na de juiste signaalverwerking kan men in slechts een seconde de volledige samenstelling van de atmosfeer bepalen. Een model van het gerealiseerde apparaat, met een ionisatiecel, spectrometer, besturingselektronica en data-acquisitie- en analysecircuits, kan worden geïntegreerd in een compacte behuizing (Figuur 6), die slechts 1 dm3 ruimte in beslag neemt, waardoor het geschikt is voor plaatsing op een drone of zelfs een Marshelikopter.

Conclusie

Dankzij het behalen van alle belangrijke mijlpalen aan onze universiteit – zoals het bouwen van micro-geïntegreerde veldemitters, het integreren van microkolommen en het ontwerpen van een hoogvacuüm-micropomp – kunnen we nu volledig functionele MEMS-gebaseerde vacuümanalyse-apparaten creëren. Zoals hierboven beschreven, zijn in de loop der tijd verschillende van deze apparaten ontwikkeld, van eenvoudige geïntegreerde elektronentriodes tot röntgenbronnen, elektronenmicroscopen en zelfs massaspectrometers. De aanpak die we hebben gebruikt, is nu openbaar beschikbaar, zodat anderen met dezelfde methode elektronen- of ionengebaseerde instrumenten kunnen bouwen. Dit kan deze apparaten gemakkelijker toepasbaar en toegankelijker maken en mogelijk zelfs de weg vrijmaken voor massaproductie.

Referenties

[1] M. Krysztof, *et al.*, "A concept of fully integrated MEMS-type electron microscope", *Technical Digest of 27th International Vacuum Nanoelectronics Conference IVNC 2014*: July 6-10, 2014, Engelberg, Switzerland, pp. 77-78.

[2] M. Białas, *et al.*, "Signal detection and imaging methods for MEMS electron microscope", *Ultramicroscopy*, 244 (2023), 113653.

[3] P. Urbanski & T. Grzebyk, "MEMS-Compatible X-Ray Source", *Journal of Microelectromechanical Systems*, 33 (5) (2024), 508-510.

[4] P. Urbański, P. Szyszka & T. Grzebyk, "Towards Miniaturized XRF Systems: a MEMS X-ray Source for Space Exploration", *EUROSENSORS 2025, 37th European Conference on Solid-State Transducers*, Wroclaw, Poland, Sept. 7th-10th 2025, pp. 50-51.

[5] P. Szyszka, et al., "MEMS quadrupole mass spectrometer", *Sensors & Actuators B: Chemical*, 411 (2024), 135712.

[6] P. Knapkiewicz, T. Grzebyk & J. Dziuban, "The sensor for H2 content measurements in hydrogenated gaseous fuel", *22nd International Conference on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications (PowerMEMS 2023)*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 11-14 December 2023, pp. 27-29.

[7] T. Grzebyk, A. Górecka-Drzazga & J. Dziuban, "Glow-discharge ion-sorption micropump for vacuum MEMS", *Sensors and Actuators A: Physical*, 208 (2014), pp. 113-119.

[8] M. Krysztof, *et al.*, "Fabrication and characterization of a miniaturized octupole deflection system for the MEMS electron microscope", *Ultramicroscopy*, vol. 225 (2021), 113288.

De synergie tussen cryo en vacuüm

Op 24 oktober verwelkomde Demaco Holland NEVAC-leden in Noord-Scharwoude voor een inspirerend bedrijfsbezoek. Tijdens het programma kregen de deelnemers inzicht in de rijke geschiedenis van Demaco, de nieuwste ontwikkelingen in vacuümisolatie voor cryogene toepassingen, en een rondleiding door de productieafdeling.

Het eerste NEVAC-bedrijfsbezoek sinds tijden trekt een kleine twintig NEVAC-leden naar Demaco in Noord-Scharwoude, net boven Alkmaar. Het bedrijf telt 150 medewerkers en bouwt infrastructuren voor het transport en de toepassing van industriële gassen bij extreem lage temperaturen. Daarnaast heeft het internationaal opererende bedrijf een webshop voor onder meer vacuümcomponenten, vacuümpompen en drukmeters. Ronald Dekker, tot vorig jaar eigenaar en nu nog als adviseur aan het bedrijf verbonden, verwelkomt het bezoek en introduceert de onderneming.

Theo Dekker startte de onderneming als landbouwmechanisatiebedrijf.

Demaco in Noord-Scharwoude.

Historie - van landbouw naar hightech

Demaco (Dekker Machines en Constructie) werd in 1960 door Theo Dekker opgericht als landbouwmechanisatiebedrijf en ontwikkelde zich al gauw tot jobber en machinebouwer. Op zoek naar onderscheidend vermogen kwam midden jaren tachtig cryogene technologie op het pad van Demaco en in 1989 volgde vacuümtechnologie als tweede specialisatie. In 1996 nam Ronald Dekker, die begonnen was als manager van de cryogene afdeling, het bedrijf over van zijn vader. Al gauw werd de machinebouw gestaakt en kwam de focus volledig op cryo en vacuüm te liggen. Door intensieve contacten met de drie TU's in ons land werd de kennis op dit gebied gestaag uitgebouwd.

Door de overname van de service voor Varian vacuümpompen verbreedde de basis en met vertegenwoordigingen van meerdere merken cryogene en vacuümapparatuur bouwde Demaco een volwaardige catalogus op voor de handelstak, met inmiddels meer dan 50 partners en 10.000 artikelen. In antwoord op de resulterende groei gingen na de eeuwwisseling de twee Noord-Hollandse vestigingen op in nieuwbouw in Noord-Scharwoude.

In 2009 trad Rob Groenendijk aan als mede-eigenaar en CEO, zodat Ronald Dekker zich kon concentreren op internationalisatie, klanten en techniek. Tien jaar

later moest hij noodgedwongen, door het overlijden van Groenendijk, de CEO-rol weer op zich nemen. In 2022 deed hij echter definitief een stapje opzij, ten gunste van nieuwe CEO Niels Beers, en vorig jaar verkocht hij zijn bedrijf, vanwege de strategische focus op waterstof en de slechte financierbaarheid van overdracht binnen de familie, aan het Amerikaanse OPW. Demaco is nu onderdeel van de business unit OPW Clean Energy Solutions, samen met bedrijven als ACME, Rego, SPS en CPC-Cryolab.

Bedrijfsprofiel

Dirk Pootjes, manager Vacuüm sinds de start van de vacuümactiviteiten in 1989, geeft vervolgens een overzicht van de activiteiten van Demaco. Naast verkoop van hoog-vacuümcomponenten en standaardartikelen zijn er speciale projecten voor cryogene leidingen en systemen, vacuümkamers en cryo/vacuüm-systemen. Voorbeelden zijn een ontgassingsopstelling voor TNO en automatische vulinrichtingen voor de koeling van MBE-opstellingen (voor moleculaire bundelepitaxie), voor Riber, DCA en Varian. In deze projecten verzorgt het bedrijf engineering, productie, installatie en service. Thermische statische isolatie, met behulp van vacuüm, is een belangrijk specialisme van Demaco, met name voor transportleidingen voor vloeibaar gemaakte extreem koude gassen zoals stikstof, waterstof en helium, en de bijbehorende equipment om deze vloeibare gassen te conditioneren.

Afpompset voor het hervacumeren van vacuümgeïsoleerde cryogene leidingen en systemen.

Klandizie kwam van KEMA, technische universiteiten, farma- en voedingsmiddelenbedrijven en producenten van vloeibaar gas. Later kwamen daar onder meer grote deeltjesversnellers bij, zoals CERN (Genève), DESY (Hamburg) en Fermilab (VS). Zo heeft het bedrijf bijvoorbeeld al 35 jaar ervaring met vloeibaar waterstof en staat het daarmee nu uitstekend gepositioneerd voor de energietransitie, waarin een belangrijke rol voor waterstof lijkt weggelegd. Aanvragen van bedrijven als Airbus, Daimler en Shell illustreren dat, aldus Potjes. Aan de hand van diverse projecten demonstreert hij tot slot de synergie tussen cryo en vacuüm. Een voorbeeld was een project voor SRON in Groningen. Dat betrof een vacuümsimulatiekamer met verschillende koelplaten voor het testen van satellieten voordat ze worden gelanceerd.

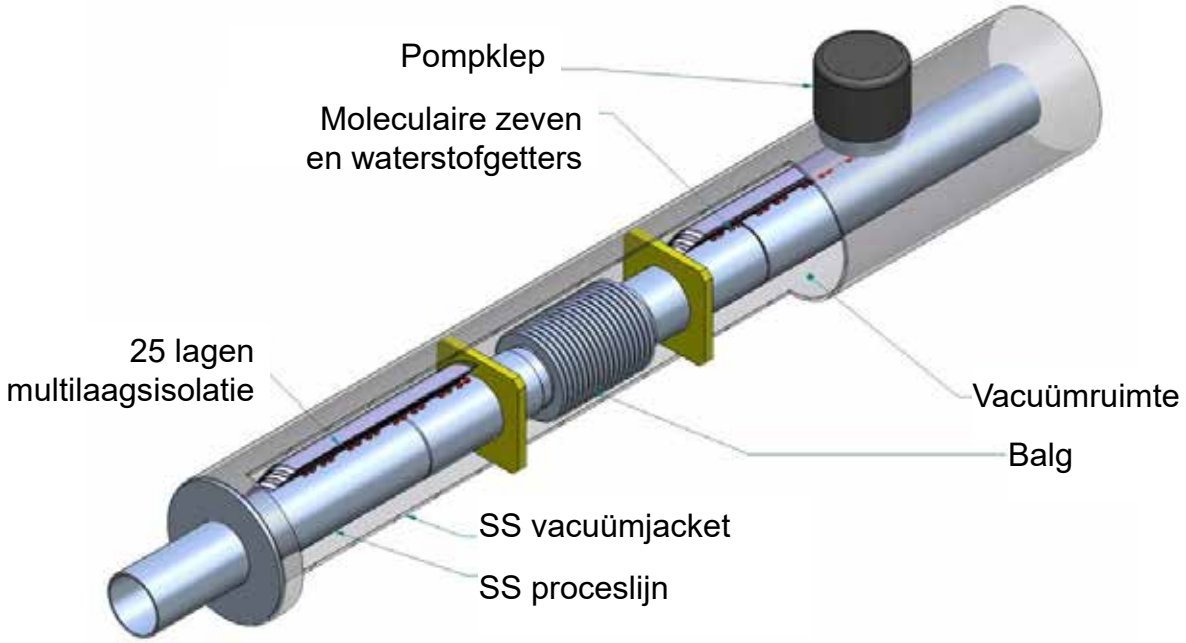
Project van Demaco voor SRON: vacuümsimulatiekamer met koelplaten voor het testen van satellieten bij SRON. Binnen 24 uur moet er 10^{-6} mbar vacuüm worden bereikt. Uitdaging was de flexibele koelinfrastructuur voor vloeibaar stikstof in combinatie met de voorzieningen voor het eenvoudig in- en uitrijden van het testobject.

Een buitenbeentje in het projectportfolio zijn ontzuringsinstallaties voor oude boeken. Na onderdompeling in een zuurbad moeten de boeken drogen/ontzuren in een vacuümkamer. Zo'n installatie staat onder meer bij het Nationaal Archief in Emmen. Demaco bouwt er nu compacte skids voor, zodat het geheel in een container past voor een mobiele installatie.
Uitdagingen bij het ontwerpen en bouwen van cryo/vacuümsystemen liggen onder meer in de energie-efficientie van het uitstoken van leidingen voor vacuümreinheid. Demaco gebruikt daarvoor nu industriële föhns en die zijn verantwoordelijk voor 90% van het (piek)energieverbruik van het bedrijf. Pootjes nodigt de bezoekers uit om mee te denken over energie-efficiënte oplossingen. Bijzondere aandacht is er voor verbeterprocessen om overtollige energie te hergebruiken en het verkorten van de tijd voor het uitstoken van de leidingen.

Massale inzet van energieverslindende föhns voor het uitstoken van leidingen. Demaco nodigde de NEVAC-leden op bezoek uit om mee te denken over energie-efficiënte oplossingen.

Statische vacuümisolatie

Na de lunch gaat Marco Roos, manager engineering, dieper in op statische vacuümisolatie. Dat reduceert de warmte-inlek bij cryogene transportleidingen met een factor 200 en werkt ruim vijftien keer beter dan schuimisolatie. Bij 10^{-3} mbar functioneert het al prima, alleen wordt voor een langere standtijd vaak een dieper vacuüm aangebracht. Onder genoemde druk is straling de belangrijkste vorm van warmte-inlek, reden waarom de leidingen worden voorzien van een stralingsschild met multilaagsisolatie. Dat kan aluminiumfolie met glaspapier zijn of mylar (polyesterfolie met isolatielaag); voordeel van de eerste optie is de hogere uitstooktemperatuur (230 °C vs. 150°C)



Opbouw van een vacuümgeïsoleerde cryogene transportleiding.

Het vacumeerproces begint met het al genoemde uitstoken onder vacuüm. Dat duurt een dag, waarna het vacumeren wordt voortgezet totdat een zodanig niveau wordt bereikt dat de retentiedruk na 24 uur $2x10^{-4}$ mbar bedraagt. Het hele proces neemt vijf dagen in beslag. In de loop der tijd kan het vacuüm verslechteren door waterstofbrosheid en uitgassing van het buismateriaal en de multilaagsisolatie. Om die reden worden waterstofgetters en moleculaire zeven toegevoegd. Ook kunnen lekkages optreden ten gevolge van vermoeiing of cryolekken; zwakke plekken zijn de balgcompensatoren die het krimpen en uitzetten van de leidingen bij grote temperatuurveranderingen moeten opvangen. Uiteindelijk kan hervacumeren nodig zijn, eventueel met uitstoken, regenereren van moleculaire zeven en toevoegen van nieuwe getters. Een uitdaging die Roos tot slot in de groep gooit, is het lektesten volgens ISO 9712, level 2. Trainingen daarvoor komt hij alleen in Frankrijk en Duitsland tegen, terwijl hij graag een passende certificering in Nederland zou willen vinden.

De vacumeeropstelling ('vacuümkar') bevat een Edwards scroll-voorvacuümpomp, een Pfeiffer turbomoleculaire pomp, een ScienceProbe vacuümafsluiter en een Pfeiffer druksensor.

Automatisering van het vacumeerproces

Tester Allyn van Nooijen neemt het stokje over met een presentatie over het automatiseren van het vacumeerproces in het 'föhn-project'. Belangrijkste doel is enegiebesparing op de inzet van de föhns. Voor de investering in de eerste fase van ruim vier ton, in regelaars, sensoren en aansluitingen, is uiteindelijk een terugverdientijd van 4,3 jaar berekend en een jaarlijkse energiebesparing van ruim 480 MWh per jaar, wat goed blijkt voor een CO_2-emissiereductie van 240 ton/jaar. Bijvangst is dat het geluidsniveau in de hal bij vol bedrijf van de föhns met 13% is afgenomen. Deze investering draagt zo niet alleen bij aan kostenbesparing, maar ook aan Demaco's duurzaamheidsdoelstellingen.

In fase 2 staat automatisering van de vacumkar op de agenda, met elektropneumatische hoog-vacuümkleppen, PLC-besturing van de pompen en de sensor, diagnose en monitoring van pompen en sensoren, en aansturing op eindwaardes, niet op vaste eindtijden. Fase 3, tot slot, gaat over automatisering van de retentietesten. Einddoel van de hele exercitie is een vacumeercyclus van vier dagen, oftewel 20% tijdsbesparing. Uitdagingen liggen vooral in de slecht verpompbare gassen waterstof en helium, en water (vanwege de vorming van waterstofbruggen). Van Nooijen vraagt zijn toehoorders daarom hoe Demaco het verpompen van de problematische restgassen kan versnellen. Ook wil hij weten waar ze vacuümtechnisch verder nog tegenaan kunnen lopen. Uit de groep komt het voorstel om tijdens het uitstoken een purge door de buis te laten lopen, waarmee het slecht verpompbare gas kan worden meegevoerd.

Een van de groepen tijdens de rondleiding, met links Bart Broersen en rechts vooraan Dirk Pootjes.

Voorbeelden en video's

Een rondleiding in drie groepen door de productieruimte toont vervolgens het brede gamma van standaardproducten en speciale projecten bij Demaco. Accountmanager/salesengineer Bart Broersen sluit daarna het inhoudelijke programma af met een presentatie over Demaco's onderscheidende kwaliteiten, core business (vacuümgeïsoleerde cryogene transportinfrastructuur), projectaanpak (van kleine onderdelen en systemen tot grote samenwerkingen) en markten.

Van Demaco's markten is wetenschappelijk onderzoek wel een van de belangrijkste, zo blijkt uit de voorbeelden die Broersen geeft van projecten bij:

- Fermilab, het 'Amerikaanse CERN';
- GSI FAIR, de faciliteit voor antiprotonen- en ionenonderzoek van GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt (D);
- ETpathfinder, het onderzoekslab voor de Einstein Telescoop, het Europese zwaartekrachtobservatorium dat mogelijk ondergronds in het Nederlands-Belgisch-Duitse grondgebied wordt gebouwd. Onderzoekspartners zijn onder meer de universiteiten van Maastricht en Twente.

De video's die Broersen ter illustratie wil afspelen, weigeren dienst – zoals wel vaker in een Powerpoint-omgeving. Het zijn (scan de QR-code voor de link):

- Demaco Helum: Profiel van Demaco als partner voor cryogene infrastructuur en systeemintegratie.

- Demaco Branch Box: Distributiestation voor transport van 4-K helium naar verschillende takken van de SUPER FRS-versneller van GSI FAIR. De box is uitgerust met zo'n 50 kleppen, een subkoeler en een afkoel-/opwarmcircuit. Hij is tevens uitgerust met talrijke flowsensoren, een purge-paneel en een beveiliging die het helium veilig kan afvoeren naar een retourcircuit in geval van expansie.

- Demaco ETpathfinder: Cryogene vloeibare-stikstofinfrastructuur (twee cryogene systemen voorde universiteiten van Maastricht en Twente), inclusief ontwerp, productie en installatie vanvacuümgeïsoleerde leidingen en speciaal ontworpen subkoelers die vloeibare stikstofkunnen koelen tot circa 68 K.

Succesvol bezoek

Zo wordt een succesvol bezoek afgesloten. Dirk Pootjes bedankt namens Demaco het bezoek voor de interesse en het meedenken, terwijl NEVAC-voorzitter Freek Molkenboer dank zegt aan Demaco voor de warme ontvangst. Het bezoek bood NEVAC-leden niet alleen een kijkje achter de schermen bij een innovatieve onderneming, maar ook waardevolle inspiratie voor toekomstige samenwerking en kennisdeling. Met het bezoek heeft de NEVAC een begin gemaakt met wat hopelijk een mooie nieuwe traditie wordt voor iedereen die persoonlijk lid is. Een tweede bedrijfsbezoek is al in voorbereiding; nader bericht volgt.

www.demaco-cryogenics.com

Fabian Lubben (Rijksuniversiteit Groningen) en Jurriën Vermeulen (Urenco)

“Opeens had ik het door, plots zag ik het licht”

De hoogste examenscore die dit jaar op de cursus Elementaire Vacuümtechniek (EVT) werd behaald, was 9,7. Dat gebeurde niet door één cursist, maar door twee kandidaten: Fabian Lubben, instrumentmaker aan de Rijksuniversiteit Groningen, en Jurriën Vermeulen, operator bij Urenco Nederland.

Sinds corona is thuiswerken niet meer uit het professionele leven weg te denken. Dat is natuurlijk vooral zo bij mensen die een kantoorbaan hebben. Maar ook in technische werkplaatsen heeft deze evolutie de gang van zaken veranderd. “Onze klanten hebben tijdens de pandemie zelf met Inventor leren werken, een computerprogramma dat wij gebruiken voor technische ontwerpen. Dat moesten ze, want ze zaten thuis. Nu brengen klanten voor een niuwe opdracht vaak een ruw basisontwerp mee dat ze zelf met Inventor hebben gemaakt. Dat maakt het wat makkelijker voor ons, want zo weten we beter en sneller wat ze juist willen. Op die manier heeft corona dus ook ons werk wat vergemakkelijkt.”

Instrumentmaker Fabian Lubben in de werkplaats van de Technische Facultaire Dienst aan de RUG.

Instrumentmaker

Aan het woord is Fabian Lubben (21), instrumentmaker bij de Technische Facultaire Dienst – zeg maar de technische werkplaats – van de faculteit Science & Engineering van de Rijksuniversiteit Groningen (RUG). Hij is gespecialiseerd in verspaningswerk voor apparaten en onderdelen die door onderzoekers of studenten van de faculteit worden gebruikt. Zijn ‘klanten’ kunnen uit heel verschillende

domeinen komen, van biologie tot nanotechnologie (vlakbij Lubben's werkplaats op de campus ligt bijvoorbeeld NanoLab Groningen). "Meestal komen ze bij ons met een idee of concept van wat ze nodig hebben. Dat moeten wij dan gaan maken. Maar het kan ook gebeuren dat we aanpassingen moeten doorvoeren aan bestaande apparaten of onderdelen. Soms zijn onze klanten zelf al onderlegd in technisch 3D-tekenen. Dan kunnen we snel met hun ontwerp aan de slag. Maar vaak blijken de zaken toch complexer te liggen en moeten we samen bekijken wat gewenst is, wat mogelijk is, in welke omstandigheden alles moet functioneren ..." Mede daarom omschrijft Lubben zichzelf en zijn zes collega's liever met de ambachtelijke term instrumentmakers. "We maken echt dingen. Dat is meer dan enkel metaalbewerking."

Basisbegrip van vacuüm

Het is Lubben's eerste job – hij is dan ook nog jong. Twee jaar geleden, nadat hij was afgestudeerd als werktuigbouwkundige (optie Verspaningstechniek) op een school in Drachten, begon hij bij de Technische Facultaire Dienst. Toch zat hij al gauw opnieuw in de schoolbanken. Dit voorjaar volgde Lubben immers de cursus Elementaire Vacuümtechniek (EVT). Dat deed hij samen met enkele collega's van zijn werkplaats, waardoor NEVAC besloot de cursus op de Groningse campus te geven. "Ik vond het leuk en interessant. Dat ik daarom ook zo'n goede score behaalde? Nou, ik durf van mezelf te zeggen dat leren me wel makkelijk afgaat. Al hielp het ook wel dat ik collega's heb die de cursus al eerder hadden gedaan. Ik had dus al een zeker basisbegrip van vacuüm."

Geleerd en afgeleerd

Lubben maakt geen volledige vacuümopstellingen (zoals vacuümkasten), maar wel onderdelen daarvoor of instrumenten die in vacuüm worden gebruikt. "Ik vond bijvoorbeeld de uitleg over drukpompen en drukmeters heel nuttig. Welke drukken meet je met welke meters? En welke drukken kun je behalen met deze en gene pomp? Dat soort vragen."

Of hij misschien ook iets heeft afgeleerd? Ik let er nu op dat ik stukken meteen schoonmaak als ik met een bepaalde handeling klaar ben. We gebruiken bijvoorbeeld vaak koelvloeistof. Vroeger liet ik die op het eind van een dag soms zitten, want de dag nadien had ik voor de volgende handeling toch opnieuw koelvloeistof nodig. Maar als dat product opdroogt, blijft er een dunne oliefilm achter. En als die film later verdampt, kunnen de deeltjes het vacuüm contamineren. Dus maak ik stukken nu na elke handeling telkens schoon met een sopje."

Houdt ontwerpsoftware zoals Inventor eigenlijk rekening met vacuümomstandigheden? "Dat valt eerlijk gezegd wat tegen, vacuümaspecten moeten we meestal zelf implementeren. Onderdelen zoals geventileerde bouten zitten niet in de bibliotheek van het programma. En die tekenen we dan ook niet. We duiden op het ontwerp gewoon aan dat er op bepaalde plekken iets niet-standaard zit. Zo lossen we dat op."

Dankzij de cursus voelt Lubben zich beter uitgerust om vragen van klanten over vacuüm te beantwoorden. "Dat kan gaan over welke materialen we het beste kunnen gebruiken, welke stoffen kunnen vervliegen, wat wel en wat niet mag worden blootgesteld aan vacuüm ... Maar een vacuümexpert zou ik mezelf nog niet noemen. Ik blijf instrumentmaker."

Verrijking van uranium en stabiele isotopen

Vanuit Groningen trekken we zuidwaarts, naar Twente. De andere beste EVT-cursist van dit jaar werkt niet aan een universiteit maar bij een bedrijf. De activiteiten van Urenco, dat zijn Nederlandse vestiging in Almelo heeft, springen in het oog. De core business van het Brits-Duits-Nederlandse consortium is de productie van verrijkt uranium, dat als splijtstof wordt gebruikt in kerncentrales wereldwijd. Maar het bedrijf heeft

Jurriën Vermeulen (middenvoor, zwart jack) te midden van zijn collega's bij Urenco.

nog andere nucleaire activiteiten, het produceert onder meer isotopen voor medische toepassingen (radiotherapie, diagnostiek), maar ook voor bijvoorbeeld quantumcomputers.

Jurriën Vermeulen (33) is nu ongeveer anderhalf jaar bij Urenco in Almelo. Daarvoor werkte hij acht jaar lang in de chemische sector. “Dat was heel interessant, maar op de duur begonnen de ploegendiensten, met ook veel nachtploegendienst en weekendwerk, door te wegen. Ik had behoefte aan een 9-to-5-job. Hij werkt als operator op de afdeling Stable Isotopes van Urenco Nederland. Die isotopen zijn dus niet radioactief, maar ze worden wel met vergelijkbare apparatuur aangemaakt als waarmee het uranium wordt verrijkt. “Verrijking gebeurt in gascentrifuges, of dat nu om uranium gaat of om stabiele isotopen. Voor de veiligheid, maar ook omdat we vaak met kleine hoeveelheden gas werken, staan de centrifuges onder hoog vacuüm.”

Het hele vacuümplaatje

De Twentenaar had al kennisgemaakt met vacuümtechnologie tijdens zijn opleiding Procestechniek (in Groningen), maar bij Urenco werd er van hem verwacht dat hij de EVT-cursus zou volgen. “Je moet hem doen in je eerste jaar, het is een voorwaarde voor een vast contract.” Door die verplichting ontvangt NEVAC heel vaak cursisten van Urenco. Of omgekeerd, want omdat Vermeulen niet de enige cursist was van zijn bedrijf dit jaar (het waren er een kleine tien), kwam NEVAC de cursus in Almelo geven.

De cursus verschafte Vermeulen inzicht in wat vacuüm nu echt is. “Ik wist natuurlijk wat het was, ik had al met lage vacuüms gewerkt, in grote industriële installaties. Maar bij Urenco werken we met kleine installaties en zeer hoge vacuüms. Nu zie ik het plaatje van de paar atomen en moleculen die daarin nog aanwezig zijn. De theorie van de cursus combineerde dus mooi met de praktijk van mijn werk hier. Ik begrijp nu veel beter wat er precies gebeurt als ik bepaalde handelingen doe.”

Hoewel de cursus werd gedoceerd als theorie, had die toch ook een praktische inslag. “Je leert over de basis, heel algemeen: zo werkt een heliumzoeker, zo werkt een scrollpomp ... Fijn vond ik dat er interactie was. De lesgevers polsten vaak naar voorbeelden uit onze praktische werkervaring, waarop ze dan verder ingingen.”

Vermeulen was verrast dat hij zo’n hoge score haalde op het examen. “Het duurde best lang voordat ik het hele plaatje zag, dat ik het echt begreep. Bij momenten had ik weinig vertrouwen in een goede afloop. Maar na bepaalde oefeningen en lessen, en ook feedback van medecursisten, had ik het opeens door.” Lachend: “Ik zag plots het licht.” Of hij zich ook aan de vervolgcursus, Vacuümtechniek (VT), wil wagen, weet hij nog niet. “Ik focus me nu weer op trainingen en verdere verdieping binnen ons bedrijf. We volgen hier een leertraject dat vier à vijf jaar kan duren. Het is een engagement dat we met Urenco aangaan.”

Nucleair, quantum en medisch

Nederland wil zoals bekend nieuwe kerncentrales bouwen. En ook in het buitenland is er een renaissance van kernenergie bezig. Merkt Vermeulen daar iets van? “Ja, we zijn hier alvast flink aan het uitbreiden. Er worden twee nieuwe productiehallen gebouwd en er komen veel nieuwe medewerkers bij – dat merken ze dus ook bij de NEVAC-cursus.” Ook zijn afdeling breidt uit, een gevolg van toepassingsgebieden die in de lift zitten. “We maken onder meer germanium-76, een isotoop waarmee de qubits van sommige quantumcomputers worden gemaakt. Dat is allemaal heel hightech.” Vermeulen vermeldt nog een ander isotoop, iridium-191, waar hij ook aan werkt en best trots op is. “Wij maken het als stabiel isotoop aan, waarna het buiten Urenco wordt omgezet naar radioactief iridium-192. Dat wordt gebruikt voor het bestralen van kanker. Door de deeltjes heel plaatselijk bij een tumor te plaatsen, wordt enkel die bestreden en blijft het gezonde weefsel eromheen goed.”

NEVAC-dag 2026 en meer

Op 5 juni 2026 hopen wij veel leden te ontmoeten tijdens onze jaarlijkse ledendag. Dit jaar vindt de NEVAC-dag plaats bij VSL in Delft. Wouter Stiphout organiseert deze dag samen met zijn collega's. Tijdens de afgelopen NEVAC-dag gaf hij al een presentatie over het belang van goede kalibratie en de activiteiten van VSL. Zoals gebruikelijk zal er ook een rondleiding zijn, waarbij de projecten van VSL worden gepresenteerd.

Figuur 1. Deelnemers aan IUVSTA-workshop 109 over vacuüm en cryogeen, afgelopen november in Maastricht.

Sprekers

Het bestuur nodigt samen met VSL de sprekers uit voor de NEVAC-dag. Ons doel is een mooi en divers programma samen te stellen. Omdat wij nooit volledig zicht hebben op alle ontwikkelingen in Nederland op vacuümgebied, nodigen we onze leden uit om voorstellen voor sprekers in te dienen. Suggesties kunnen worden gestuurd naar *voorzitter@nevac.nl*.

Binnenlandse excursies

Het verslag van de eerste binnenlandse excursie in lange tijd vindt u in deze editie (zie pag. 14). Met uitzondering van de penningmeester was het gehele bestuur aanwezig; wij zijn zeer tevreden over het verloop van de dag. We werken aan nieuwe excursies en zullen deze via de NEVAC-website en per mailing aankondigen.

Prijs voor beste vacuümtechnicus

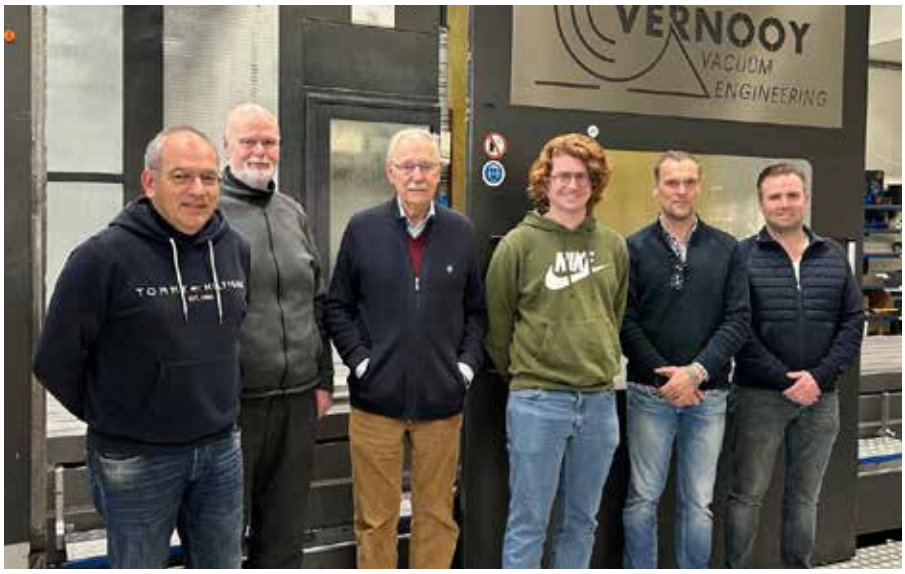
Tijdens de laatste algemene ledenvergadering (ALV) kwam de vraag op of er een prijs moet komen voor de beste vacuümtechnicus. Het bestuur staat hier positief tegenover, maar ziet ook een uitdaging: hoe beoordeel je dit objectief? Wij ontvangen graag advies van onze leden en zullen dit onderwerp bespreken tijdens de komende ALV.

IUVSTA

Op 17 september is de nieuwe driejarige bestuurstermijn van IUVSTA gestart. Naast NEVAC-bestuursleden die actief zijn in het IUVSTA-bestuur, hebben we nu ook vertegenwoordiging in bijna alle divisies, waaronder Thin Film, Surface Science, Plasma en natuurlijk Vacuum. Dit vergroot de kans om door IUVSTA ondersteunde workshops naar Nederland te halen. Alleen dit jaar zijn er al twee workshops in Nederland georganiseerd die over vacuüm gingen: workshop 102 over ultra-clean vacuüm (februari, in Delft) en workshop 109 over vacuüm en cryogeen (november, in Maastricht, zie Figuur 1).

Werk- en beroepenveld

De Opleidings- en Examencommissie van de NEVAC houdt haar vergaderingen sinds kort bij bedrijfsleden om voeling te houden met het werk- en beroepenveld. Zo is de commissie al op bezoek geweest bij Pfeiffer Vacuum Benelux en Vernooy Vacuum Engineering (Figuur 2).



Figuur 2. De Opleidings- en Examencommissie van de NEVAC op bezoek bij Vernooy Vacuum Engineering.

Stel je voor: Jens Emmerich

Hij kwam voor het eerst in aanraking met vacuüm toen hij nanobuizen probeerde te maken tijdens zijn doctoraat aan de KU Leuven (BE). Sinds vorig jaar is hij bij azbil Europe in België als international sales engineer betrokken bij vacuümtoepassingen. "Ik zorg dat klanten niet in een vacuüm zonder feedback terechtkomen." Inmiddels heeft hij de NEVAC ontdekt en zich enthousiast aangemeld als redactielid voor het NEVAC blad. Jens Emmerich stelt zich voor.

Sinds september 2024 werkt Jens Emmerich als international sales engineer bij azbil Europe in Sterrebeek (BE), onderdeel van de Japanse azbil Corporation. "Of zoals ik het ook graag noem: matchmaker tussen producten, industriële processen en betrokken partijen. De ambitie is om samen met klanten nieuwe producten te ontwikkelen en bestaande processen continu te verbeteren. Ik help onder meer klanten in de halfgeleider-, farmaceutische en automatiseringssector om hun processen zo soepel, betrouwbaar en veilig mogelijk te laten verlopen."

Van scheikunde naar bio

Zijn academische reis begon in het pittoreske Marktheidenfeld (DE). "Ik werd op school niet bepaald geboeid door bètavakken als natuurkunde, wiskunde of scheikunde. Maar dit is tegen het einde van mijn middelbaar onderwijs veranderd. De logische keuze bleek toen om scheikunde in München te gaan studeren. Met mijn diploma op zak ben ik in 2008 om professionele en privéreden in Leuven (BE) beland, om daar mijn onderzoekstraject bij de bio-ingenieurs voort te zetten."

Kennisdeling en samenwerking

Van R&D-laboratoria tot proefprojecten bij klanten in allerlei markten en voor diverse toepassingen, Emmerich heeft het allemaal gezien en gedaan. Vanaf 2012 werkte hij als R&D-engineer aan klimaatvriendelijke technologieën in de kalkindustrie om de CO2-voetafdruk in deze sector naar beneden te brengen en nieuwe bouwmaterialen te commercialiseren. Daarna volgde in 2018 een carrière in de technische verkoop en business development in de tape-industrie. "Ook hier lag de focus op kennisdeling en samenwerking: met klanten nieuwe manieren bedenken en testen die zouden leiden tot nieuwe verbindingen van materialen, duurzamere productieprocessen en producten."

Jens Emmerich: "Als je bezig bent met de ontwikkeling en verbetering van nanomaterialen en mogelijke toepassingen daarvan, ben je zonder vacuüm snel verloren."

Nanobuizen

Tijdens zijn doctoraat aan de KU Leuven kwam Emmerich voor het eerst in aanraking met vacuüm. “Daar probeerde ik met veel liefde – en geduld – nanobuizen te maken. Om te kunnen zien of er uiteindelijk nanobuizen werden verkregen, had ik verschillende analytische toestellen nodig, zoals SEM, TEM, enz. Verder was het de bedoeling om de nanomaterialen te modificeren. Daar kwam in de periode 2008-2012 de ondersteuning van de groep van professor Detavernier (UGent) en hun expertise op het vlak van ALD (atoomlaagdepositie, red.) goed te pas.”

Geen vacuüm zonder feedback

Tegenwoordig bij azbil Europe heeft hij ook te maken met vacuüm. “Alles draait hier om precisie, betrouwbaarheid, duurzaamheid, minimalistisch en functioneel design. Of het nu gaat om controllers, massastroomregelaars, drukregelaars of lekdetectie: vacuüm en gerelateerde toepassingen spelen vaak een cruciale rol. Ik heb een luisterend oor voor marktontwikkelingen en klantvragen, geef technisch advies, help bij integratie en zorg dat klanten niet in een vacuüm zonder feedback terechtkomen.”

Zonder vacuüm snel verloren

Emmerich heeft een diepe waardering voor de rol die vacuüm speelt in moderne technologie en wetenschap. “Zeker omdat de gewone mens – en ik zou mezelf tot het einde van vorig jaar tot deze categorie rekenen – niet echt stilstaat bij wat in ons dagelijks leven allemaal afhangt van vacuüm.

Als je bezig bent met de ontwikkeling en verbetering van nanomaterialen en mogelijke toepassingen daarvan, ben je zonder vacuüm snel verloren. Het blijft voor mij zeker een onvergetelijke ervaring om na het testen van een nieuwe syntheseroute telkens opnieuw aspecten en eigenschappen van kleine deeltjes zichtbaar te kunnen maken, ... dankzij analytische toestellen en vacuüm.”

NEVAC blad

Recent kwam de NEVAC op zijn pad. “Ik geloof dat kennis delen, samenwerking, zich zelf continu verder ontwikkelen en opnieuw uitvinden erg belangrijk zijn. Wat vacuüm en bijhorende toepassingen betreft is mijn gereedschapskist nog vrij leeg, als ik me met heel wat oude rotten in het vak vergelijk. Maar ik ben nieuwsgierig. Daarom ook mijn interesse in NEVAC-activiteiten en mijn toetreding tot de redactie van het NEVAC blad, omdat vacuümtechniek een vak is waarin nauwkeurigheid, nieuwsgierigheid en samenwerking centraal staan. Ik wil graag mijn eigen kennis verdiepen, maar ook bijdragen aan de bredere gemeenschap waarin onderzoekers, technici en bedrijven (over landsgrenzen heen) elkaars ervaring benutten om innovatie te bevorderen. De voortdurende zoektocht naar continue verbetering sluit goed aan bij mijn manier van werken: bijdragen aan de uitwisseling van ideeën en gedachten door mee te werken aan het NEVAC blad, dat de kwaliteit en dynamiek van het vakgebied weerspiegelt.”

Confessies en contacten

Emmerich heeft gelijk een interessante suggestie voor het blad. “Een rubriek ‘Vacuümconfessies’ lijkt me een leuk idee: anonieme verhalen over vacuümblunders, gevolgd door de les die eruit geleerd werd. Want laten we eerlijk zijn, we hebben allemaal wel eens een slechte dag. Verder zie ik kansen om met zusterorganisaties meer contacten te leggen. Op deze manier zouden we resources efficiënter kunnen inzetten en met enige regelmaat meer te weten komen over wat er in andere landen speelt. Dat zou de industrie in zijn geheel een sterkere rol in Europa moeten geven.”

Persoonlijke noot

Tot slot heeft Emmerich nog een persoonlijke noot. “Naast mijn werk zet ik me in voor sociale rechtvaardigheid via vrijwilligerswerk bij de Belgische Rode Kruis en de ONE Campaign (een internationale campagne- en lobbyorganisatie voor armoedebestrijding en gezondheidszorg, red.). Want of het nu gaat om vacuümtechniek of mensenrechten: het draait altijd om verbinding, precisie en het juiste drukniveau om dingen gedaan te krijgen.”

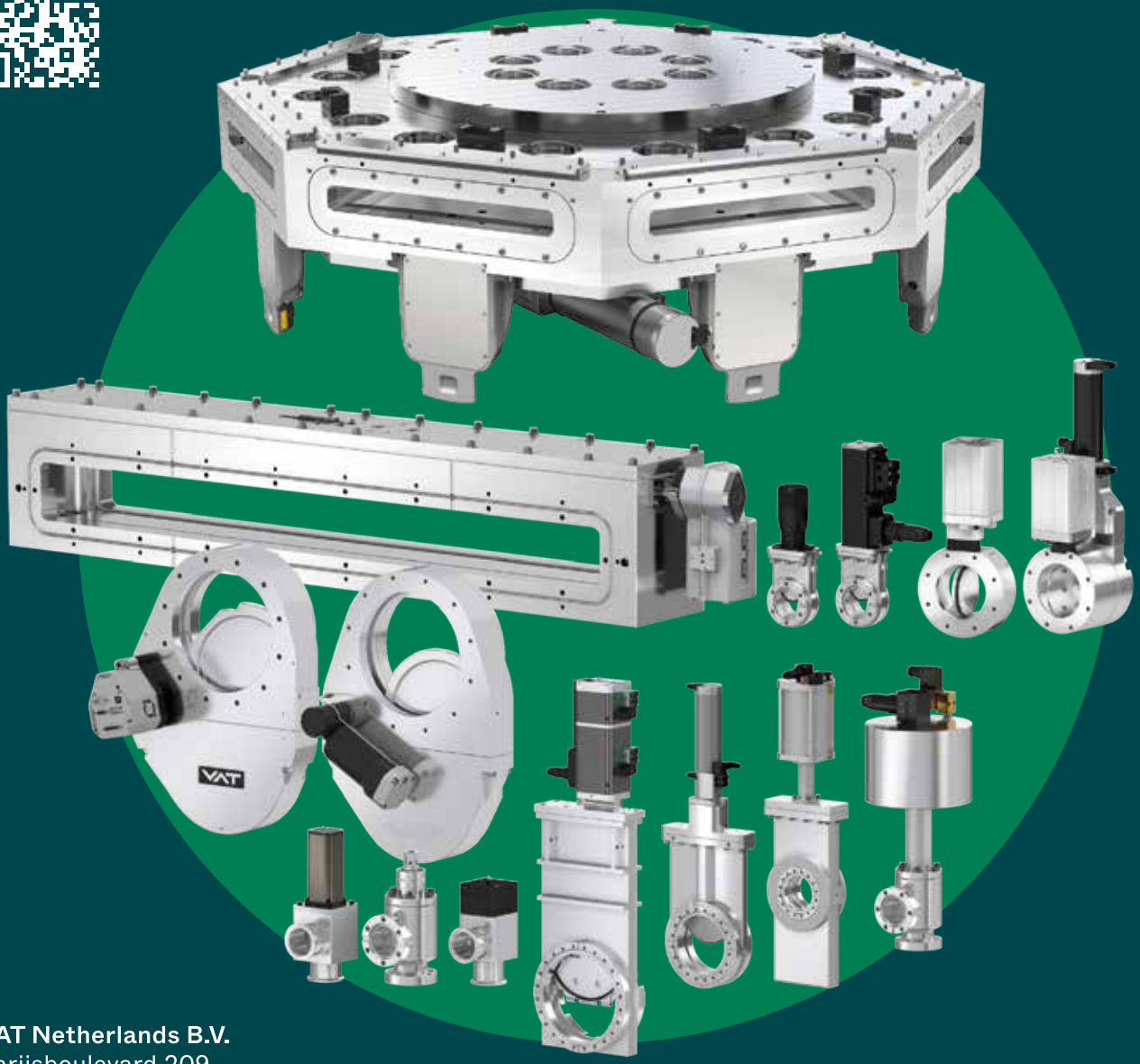
Passion. Precision. Purity.

We change the world with vacuum solutions

As the world's leading supplier of high-end vacuum valves, VAT empowers innovation worldwide – from cutting-edge valves to expert global service. We serve the semiconductor, displays, photovoltaics and vacuum coating industries as well as the industrial and research sector.

Get in touch with us and let's innovate together.

vatgroup.com



VAT Netherlands B.V.
Parijsboulevard 209
3541CS, Utrecht
Netherlands
T +31 85 877 0718
nl@vatgroup.com

Voorgeconfigureerde R&D-vacuümpakketten

Pfeiffer Vacuum+Fab Solutions, onderdeel van de Busch Group, biedt een reeks voorgeconfigureerde pakketten voor R&D-toepassingen, ontworpen voor een snelle, betrouwbare en probleemloze installatie. Elk R&D-pakket combineert vacuümpompen, regelaars, kabels en accessoires tot een complete oplossing. Deze aanpak kan de tijd verkorten die moet worden besteed aan het zoeken naar afzonderlijke componenten en zorgt ervoor dat alle onderdelen compatibel zijn voor een betrouwbare werking. De pakketten zijn geschikt voor een breed scala aan toepassingen in R&D en aanverwante sectoren. Om het selectieproces te vereenvoudigen, biedt Pfeiffer Vacuum+Fab Solutions een online vacuümcalculator aan. Er is keuze uit vier verschillende pakketlijnen.

Het scrollvacuümpomppakket is ontworpen voor het grove tot middelhoge vacuumbereik en bevat een olievrije HiScroll-vacuümpomp, netsnoer en uitlaatdemper – voor een stille en trillingsvrije werking in standaard laboratoriumomgevingen. Een uitgebreide versie van dit pakket met een geïntegreerde druksensor en regeleenheid maakt het mogelijk het energieverbruik te optimaliseren en tegelijkertijd de vacuüm-niveaus continu te bewaken.

Voor toepassingen in het hoge tot ultrahoge vacuümbereik combineert het turbopomppakket een HiPace-turbomoleculaire vacuumpomp met een bijpassende voorpomp, elektronische besturing, interfacekabels en bevestigingsmateriaal. Het is bedoeld voor hoog- en ultrahoogvacuümtoepassingen met flexibele integratiebehoeften, zoals dunnefilmdepositie.

Het HiCube Neo-pakket biedt een compacte, mobiele oplossing met een geïntegreerde turbopomp, voorpomp, regelsysteem en behuizing. Verkrijgbaar als tafel- of staande uitvoering biedt het een complete oplossing voor toepassingen met hoog en ultrahoog vacuüm, zoals restgasanalyse.

Ten slotte biedt het meetpakket nauwkeurige drukmeting over een breed vacuümbereik, inclusief een vacuümmeter, regeleenheid en alle benodigde kabels voor directe installatie en gebruik.

www.pfeiffer-vacuum.com
www.buschgroup.com

ACCLON TECHNOLOGIES

Dé professional voor vacuümpompen & gloveboxen

Nijverheidsweg 34 | NL-3274 KJ HEINENOORD | +31 (0) 85 273 7267 | www.acclon.nl | info@acclon.com

Schone events

Komend voorjaar staan er weer enkele interessante events gepland op het gebied van reinheid en contamination control. Zo is op donderdag 12 februari de tweede editie van de VCCN Cleanliness Day 2026. Dit event vindt weer plaats op de High Tech Campus in Eindhoven. Het programma bestaat uit lezingen en presentaties over actuele ontwikkelingen, best practices en innovatieve technieken op het gebied van cleanliness en contaminatiebeheersing. Sprekers komen onder meer van Nikhef, Apleona, Brookhuis, Fastmicro, Meilink, AAE en ASML. Zij zullen ingaan op de aanpak van de belangrijkste productreinheidsaspecten, deeltjesreinheid van productoppervlakken, cleanliness in de supply chain, clean assembly en nog veel meer. Verder is er een bedrijvenmarkt.

Ruim twee maand later, op donderdag 23 april, is het Clean Event in de Koningshof in Veldhoven. Het event staat in het teken van grip op reinheid en contamination control in het gehele maakproces en verbindt professionals uit de keten rondom industriële reinheid. Ze kunnen er leveranciers ontmoeten van industriële schoonmaakdiensten, -systemen en -producten gericht op natte, thermische, mechanische en speciale reinigingsprocessen en -toepassingen, en cleanrooms en benodigdheden.

www.vccn.nl
www.mikrocentrum.nl/nl/cleanliness/clean-event

Impressies van de geslaagde eerste editie van de VCCN Cleanliness Day, afgelopen maart op de High Tech Campus in Eindhoven.

Agilent Leak Detectors

Stability and Performance in Any Leak Detection Application

Agilent's range of leak detection solutions ensure the safety, security, and consistent performance of research, vacuum, and industrial process systems. Our Helium Leak Detector (HLD), PHD-4 and Multi-Gas CrossLab sniffers, as well as C15 component leak detector are rugged, precise, and easy-to-use instruments that accurately and efficiently detect leaks in an array of industrial applications.

Learn more: www.agilent.com/chem/vacuum
00 800 234 234 00 (toll-free)
vpt-customercare@agilent.com

© Agilent Technologies, Inc. 2025

Agenda

12 februari 2026
VCCN Cleanliness Day 2026
Eindhoven

23 april 2026
Clean Event
Veldhoven

5 juni 2026
NEVAC-dag
Delft

8-11 juni 2026
ICTF 2026 – 20th International Conference on Thin Films
Biarritz, FR

17 juni 2026
Nationaal Symposium Contamination Control 2026
Bussum

Links naar event-websites:
Agenda op www.nevac.nl

Visit the
Pfeiffer Online Shop!

www.vacuum-shop.com

Easy Access.
750,000 Components.
Fast Delivery.
The Pfeiffer Online Shop

The Pfeiffer Online Shop offers a vast selection and high availability of high-quality components, chambers and measurement equipment. Create your account today!

Part of the **BUSCH** GROUP

Pfeiffer Vacuum Benelux B.V.
Newtonweg 11 | 4104 BK Culemborg | Netherlands
+31 345 478 400 | office.benelux@pfeiffer-vacuum.com
www.pfeiffer-vacuum.com

PFEIFFER
VACUUM+FAB SOLUTIONS

TACTILE

www.tactile.tools
info@tactile.tools

Protect Your Process with Fasteners Engineered for HV, UHV, and EUV.

CLEAN VACUUM

A vacuum system is only as strong as its weakest fastener. Poor preparation leads to contamination, galling and virtual leaks.

Choose clean, non galling, vented fasteners for HV, UHV or EUV to keep your system stable.

Rely on our experience to maintain a clean, deep vacuum.

HOW IT WORKS

1. Choose your vacuum fasteners.
2. We clean, bake-out, vent and/or coat, locally.
3. Install them and enjoy stable, predictable vacuum performance.

Even the smallest part can cause problems. The right fasteners ensure reliability, cleanliness and confidence in every pump down.

GET THE FASTENERS YOUR SYSTEM DESERVES

Request a quote or schedule a call to define exactly what you need. Assemble your chamber knowing every fastener is cleaned according to your standards. No surprises. No delays. Only stable, predictable results.

No Cure, No Pay

For advice or a quote, find us at

WWW.TACTILE.TOOLS OR INFO@TACTILE.TOOLS