

NEVAC

jaargang 57 nummer 2 juli 2019



NEDERLANDSE
VACUÛMVERENIGING

blad

“Voor tenders van grote wetenschappelijke projecten krijg je van de Nederlandse regering geen ondersteuning”

Verslag NEVAC-dag in het FELIX Laboratorium

Unravelling the reaction mechanism of CO₂ reformation to methanol using sub-nanometer copper clusters

Een flens met 22 doorvoeren

Take a look into Space

©BICOM_20560.02 0.10.2018



The scientific exploration and technological utilization of space require the ability to reproduce extreme vacuum conditions on earth.

Space travel, scientific and commercial satellites, and extra-terrestrial research can only be effective if all involved materials, components and devices are successfully tested under high-vacuum and ultrahigh-vacuum conditions.

Rely on Leybold vacuum products to reproduce these extreme vacuum conditions. Leybold provides pumps and vacuum solutions, well proven in large-volume space simulation chambers as well as in terrestrial space observatories:

- **COOLVAC** cryo pumps and system solutions
- **TURBOVAC** turbomolecular pumps
- **UNIVEX S XTT** high performance systems for space simulation processes

Leybold Pumps and Vacuum Systems - we help to simulate outer-space!

 **Leybold**

Leybold Nederland B.V.
Floridadreef 102
NL-3565 AM Utrecht
T +31 (30) 242 63 30
sales.ut@leybold.com
www.leybold.com

Inhoud

- 5 **Van de redactie: Vacuüm in Italië** *Hans van Eck*
- 6 **Unravelling the reaction mechanism of CO₂ reformation to methanol using sub-nanometer copper clusters**
Olga V. Lushchikova
- 10 **Demaco: "Voor tenders van grote wetenschappelijke projecten krijg je van de Nederlandse regering geen ondersteuning"**
Claud Biemans
- 12 **Nieuwe cursus vacuümtechniek speciaal voor promovendi en postdocs** *Ingmar Swart*
- 14 **NEVAC-dag 2019**
Claud Biemans
- 20 **Student of promovendus? Win 15 minutes of fame & 1000 euro!**



- 21 **Vacuümtechniek: Een flens met 22 doorvoeren**
Frans van Roosmalen
- 22 **Stel je voor: Janneke Zeebregts**
- 23 **Agenda**
- 23 **Inauguration ZIAM Electron Microscopy Center Groningen**

10 De bouwwerkzaamheden bij ITER in Zuid-Frankrijk zijn in volle gang. Demaco is een van de weinige Nederlandse bedrijven die werk verricht hebben voor de fusiereactor in aanbouw. Eerdere successen bij aanbestedingen bleken echter geen garantie voor nieuwe opdrachten. Rossi Mendez van Demaco vertelt over de ervaringen van het bedrijf met ITER-tenders.

Colofon

Redactie

Claud Biemans, eindredacteur
Hans van Eck, hoofdredacteur
Ad Ettema
Rients de Groot
Karine van der Werf

Web-adres

www.nevac.nl

Redactiesecretariaat

NEVAC
Delftechpark 26
2628 XH Delft
redactie@nevac.nl

Abonnementenadministratie

NEVAC
Delftechpark 26
2628 XH Delft

Abonnementen

Binnenland € 25,- per jaar
Buitenland € 100,- per jaar

Advertentie-exploitatie

NEVAC
Delftechpark 26
2628 XH Delft
penningmeester@nevac.nl

Grafische vormgeving

Claud Biemans
www.frontlinie.nl

Verschijningsstijdstippen 2019

April
Juli
December

Kopij inzenden naar redactie@nevac.nl
Lidmaatschap opgeven bij de ledenadministratie, penningmeester@nevac.nl.
Abonnementen opgeven bij abonnementenadministratie.

Vergoeding kopij

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

ISSN 0169-9431

De sluitingsdatum van kopij voor het volgende nummer van het NEVAC blad is 15 oktober 2019



VACUUM SOLUTIONS FROM A SINGLE SOURCE

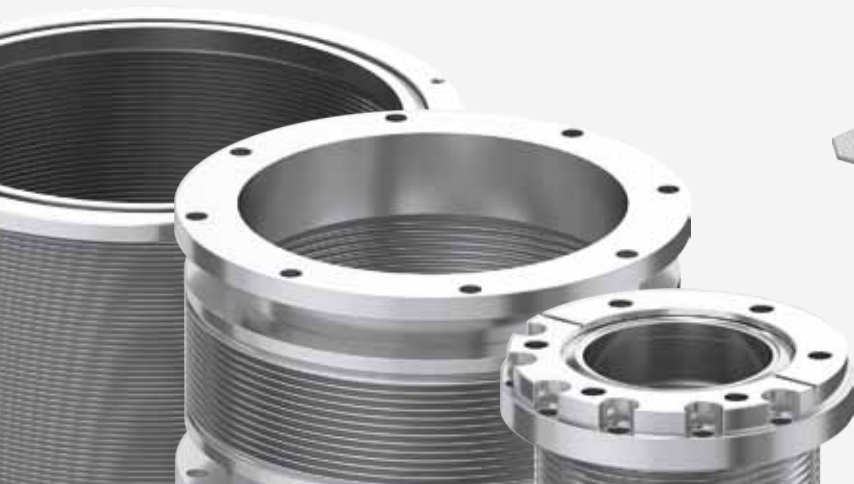
Pfeiffer Vacuum stands for innovative and custom vacuum solutions worldwide, technological perfection, competent advice and reliable service. We are the only supplier of vacuum technology that provides a complete product portfolio:

- Pumps for vacuum generation down to UHV
- Vacuum measurement and analysis equipment
- Leak detectors and integrity test systems
- System technology and contamination management solutions
- Chambers and components

Are you looking for a perfect vacuum solution? Please contact us:

Pfeiffer Vacuum Benelux B.V. · T +31 345 478 400 · F +31 345 531 076 · office@pfeiffer-vacuum.nl
www.pfeiffer-vacuum.com

OUR CONTRIBUTION FOR LOWER OUTGASSING IN VACUUM SYSTEMS



High-precision cleaned
WELDED BELLOWS



Field-proven
METAL SEALS



Verenigingsgegevens

Ereleden

L.G.J.M. Hassink, Stibbe 23,
2421 MR Nieuwkoop
G. Ikking, Artemisstraat 34,
2624 ZN Delft
† Prof.dr. J. Kistemaker
† Ir. J.H. Makkink
Th. Mulder, Ambachtshereelaan 60,
3481 GM Harmelen
Dr.ir. E.P.Th.M. Suurmeijer, Elzenlaan 11,
9321 GL Peize
Prof.dr. J. v.d. Veen, Schubertlaan 8,
1411 HZ Naarden
Dr.ir. J. Verhoeven, Kon. Julianaweg 23,
3628 BN Kockengen

Bestuur

Dr. I. Swart, voorzitter
Dr. S.J. van der Molen, vicevoorzitter
J.W.M. van Kessel, secretaris
Dr. A.R.H.F. Ettema, penningmeester

Verenigingssecretariaat

Jan W.M. van Kessel
jwmvankessel@gmail.com of
secretaris@nevac.nl

Adres ledenadministratie

p/a Dr. A.R.H.F. Ettema
NEVAC, Delftechpark 26,
2628 XH Delft, The Netherlands
Telefoon: +31 15 2600406
Fax: +31 15 2600405
e-mail: penningmeester@nevac.nl

Inlichtingen over opleidingen en examens

Dr. A.D. van Langeveld
Gageldonk 12, 4854 LH Bavel
GSM: 06-29561797
e-mail: advanlangeveld@gmail.com

Penningmeester NEVAC

IBAN: NL50 INGB 0001 8515 29 o.v.v.:
Penningmeester NEVAC,
t.a.v. Dr. A.R.H.F. Ettema,
Delftechpark 26,
2628 XH Delft

Contributies

Contributie € 20,- per jaar
Studenten/promovendi € 5,- per jaar
Bedrijfsleden € 150,- per jaar

Vacuüm in Italië

In mei gaf ik een praatje op de jaarlijkse conferentie van de Associazione Italiana di Scienza

le Tecnologia, de voormalige Italian Association of Vacuum (AIV), op Sicilië. Een mooie kans om een kijkje te nemen bij een collega-vacuümvereniging, eveneens aangesloten bij de International Union for Vacuum Science, Technique, and Applications (IUVSTA). Al meteen viel me een groot verschil op met onze eigen NEVAC-dag: er waren ongeveer 200 bezoekers, 75 praatjes en 26 posters verspreid over vier dagen. Verder

waren er 16 stands, maar veel belangstelling kregen de bedrijven niet. Onze eigen NEVAC-dag is kleinschaliger, de discussies zijn bij ons echter levendiger en de gemeenschap is hechter. Maar de locatie, een resort aan de Middellandse Zee, daar kunnen we in elk geval niet aan tippen.

In deze editie is een uitgebreid verslag te vinden van de NEVAC-dag, dit jaar gehouden op 17 mei in Nijmegen. Wat mij betreft een geslaagde dag, met veel interessante praatjes, de uitreiking van de NEVAC-prijs, de ledenvergadering en levendige discussies tijdens de koffie en lunch. De rondleiding door het gecombineerde High Field Magnet Laboratory (HFML) en het FELIX Laboratorium werd erg gewaardeerd door de aanwezigen. Tijdens de dag werden flyers uitgedeeld over een nieuwe, driedaagse stoomcursus vacuümtechniek, specifiek gericht op wetenschappelijke studenten, promovendi en onderzoekers. Heel goed, want er is veel vraag naar.

In deze uitgave is ook een wetenschappelijk artikel opgenomen van promovenda Olga Lushchikova (Radboud Universiteit). In dit boeiend geschreven verhaal vertelt ze over de zoektocht naar een katalysator waarmee op een efficiënte manier CO₂ uit de lucht omgezet wordt in brandstof. Om dit te bereiken proberen onderzoekers eerst het reactiemechanisme van de huidige katalysator op moleculair niveau te begrijpen. Daarvoor wordt de katalysator beschenen met infrarood licht uit de vrije elektronenlaser van het FELIX Laboratorium in Nijmegen. Door te meten welke frequenties door het molecuul worden geabsorbeerd, kan men conclusies trekken over de exacte structuur. De onderzoekers proberen erachter te komen welke eigenschappen een katalysator moet bezitten om de beoogde reactie mogelijk te maken. Met deze kennis kan mogelijk een meer efficiënte katalysator ontworpen worden.

In dit nummer vind je ook de eerste aflevering van de nieuwe rubriek 'Stel je voor', waarbij een NEVAC-lid zich voorstelt aan de hand van een aantal vragen van de redactie. Dit keer is de eer aan Janneke Zeebregts van de Technische Universiteit Eindhoven. Heb je jezelf altijd al voor willen stellen aan je mede-NEVAC-leden, of weet je iemand die dat eigenlijk zou moeten doen? Laat het weten aan de redactie!

Rest mij niets anders dan jullie veel leesplezier en alvast een fijne zomervakantie te wensen.

Hans van Eck, hoofdredacteur *NEVAC blad*



Unravelling the reaction mechanism of CO₂ reformation to methanol using sub-nanometer copper clusters

The atmospheric CO₂ concentration has reached the most dangerous level yet; most of this comes from fossil fuel combustion. What can be done to reduce this atmospheric CO₂ level? One possibility is to recycle the CO₂ into a fuel, such as methanol (CH₃OH) with the aid of a catalyst. In order to find this catalyst we would like to understand what happens at the molecular level during this reaction, and which properties the catalyst should have to initiate the reaction between CO₂ and H₂. To answer this question, we started to unravel the exact reaction mechanism at the molecular level of the commercial catalyst for methanol production.

Olga V. Lushchikova
Radboud University, Institute for Molecules and Materials,
FELIX Laboratory, Toernooiveld 7c, 6525ED, Nijmegen
olga.lushchikova@ru.nl

Methanol is produced through a reaction between H₂ and CO₂. However, both reactants are very stable in the gas phase and refuse to react with each other under ambient conditions. To solve this problem, an additional substance that is not consumed in the reaction, a catalyst, is used to enable this reaction. Commercially, this reaction is performed over finely dispersed copper (Cu) particles, mixed with zinc oxide on an aluminum oxide surface under high pressure (~100 bar) and a high temperature (~240 °C). The elevation of pressure and temperature requires energy input, making this process unsustainable. The reaction rate also depends on the catalyst properties. Choosing a proper catalyst can help to produce methanol at ambient conditions, thus without additional energy input.

Clusters as a model for catalysts

Reactions only take place on the surface of solid-state catalysts. Surprisingly, perfectly smooth surfaces show little reactivity, and defects (little bumps or steps on the surface) are the most reactive parts. Defects can also be seen as (sub-) nanoparticles deposited on the surface. However, the surface underneath, also known as substrate, can influence properties of these nanoparticles. In order to study the reaction mechanism at the molecular level it is important that the reaction conditions are as simple as possible. Therefore, isolating the active parts and analyzing the reaction in the gas phase is the best way to study the process without interference of the substrate.

To mimic the defects, metal clusters are used. A cluster is a group of atoms which

has a sub-nanometer size. It is very interesting that clusters have unpredictable size dependent chemical and physical properties. Therefore, even addition of a single atom can change the catalytic properties of a cluster completely. In this research, we use Cu clusters consisting of 3 up to 10 Cu atoms to model the active sites of commercial catalysts for methanol synthesis.

These clusters have to be studied in perfect isolation and therefore we need vacuum. In this article, the instrument that is used will be explained, and some current results will be shown.

Cluster production

A schematic picture of the instrument used is shown in figure 1. Firstly, we have to produce clusters and secondly, we need to enable reactions between CO₂ and H₂ on these clusters. Clusters are made by ablation of a metal rod which locally heats the rod surface, causing the evaporation of metal atoms. This vapor is then cooled down by a pulse of helium, which enables the formation of Cu clusters, and at the same time drags everything along through a flow tube. The pressure in the flow tube can reach several mbar during cluster production to ensure enough collisions for cooling. A second aperture can be used to inject a reaction gas, such as CO₂ and/or H₂, onto our clusters. The flow tube is located in the source chamber, which has a high vacuum (10⁻⁶-10⁻⁷ mbar) when no He is pulsed into the

channel, and the vacuum is lowered to medium (10^{-3} - 10^{-5} mbar) during cluster production. The helium and clusters form a molecular beam when it expands into the vacuum from the flow tube. The molecular beam contains many different cluster sizes and reaction products. After expansion, the clusters travel no more than 5 cm in a medium vacuum, where the mean free path is at least 10 cm. Therefore, the original properties of the clusters are preserved. Further down the path, the skimmer collimates the molecular beam.

To find the methanol formation reaction mechanism, we started with the structural measurements of the bare Cu clusters to understand what they look like and what the active sites are where CO₂ and H₂ can potentially react. To do this, we make use of 'action' spectroscopy. In this method, two powerful techniques are combined: Infrared (IR) spectroscopy and mass spectrometry. IR spectroscopy provides the structural information, while mass spectrometry is used as a detection method to determine the mass of produced ions. Both of these techniques require high vacuum, which is used to guide and protect the molecular beam and the laser beam from contamination.

Structural determination by IR spectroscopy

IR spectroscopy is often used for structural determination. In the conventional way, a sample is irradiated with IR light (100 - 4000 cm⁻¹, depending on the light source) and the transmitted IR light intensity is measured. Molecules absorb light with a frequency resonant to their vibrations. Knowing the absorbed wavelengths, we can draw conclusions about the surrounding of the atoms involved in a particular vibration, since its vibrational wavelength depends on the bond strength and the masses of the respective atoms. Besides this, we can compare our measurements to the computational results, which explain the nature of different vibrations based on quantum chemical calculations.

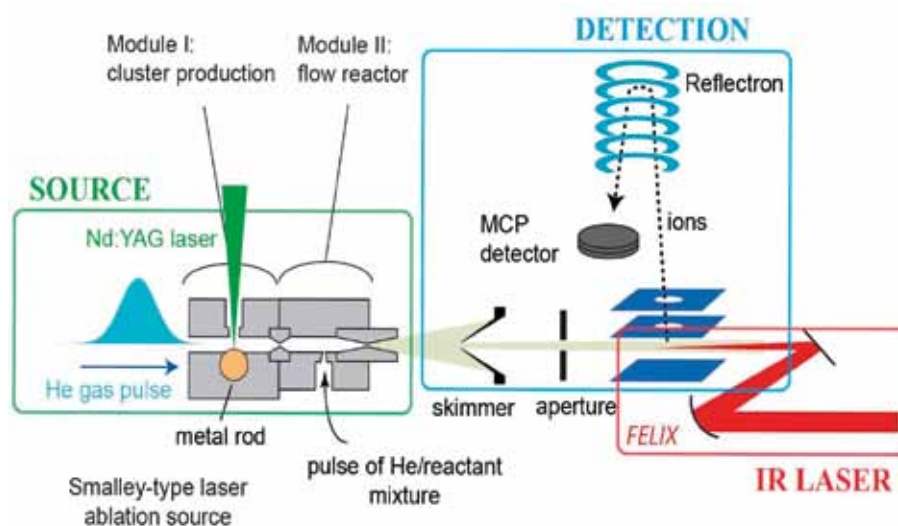


Figure 1 The schematic representation of the experiment. SOURCE: The laser ablates the target rod; the created plasma is further cooled down by He flow forming a molecular beam, which can react with reaction gas. DETECTION: the molecular beam is detected by time-of-flight mass spectrometry. IR LASER: the IR light interacts with the molecular beam.

In our experiments, we can only create low densities of clusters and therefore the conventional way of measuring an IR spectrum will not work. We will not see any difference in the light intensity after absorption by the sample. Therefore, we measure the fragmentation of the clusters after irradiation with IR light. The cluster beam is irradiated with IR light before it is detected by the time-of-flight mass spectrometer (TOF-MS) as illustrated in figure 1. After irradiation with resonant IR light, the weakest bond dissociates resulting in a different mass of the ion. In order to construct an IR spectrum, we follow the intensity of the mass of one specific ion as a function of wavelength, where the dips in this curve indicate wavelengths that are absorbed by the ion. After some data processing, the dips are inverted to peaks in the final spectra. These spectra are used to obtain structural information.

The metal clusters are very special; they are made from heavy, strongly-bound atoms, and therefore have low vibration frequencies. In order to measure their structure a high intensity light source is needed that can scan the region from 100 to 400 cm⁻¹. There are no tabletop lasers that meet these requirements; therefore it is crucial for this experiment to use the Free Electron Laser (FEL).

The spectroscopy experiments take place in a high vacuum chamber (10^{-6} - 10^{-8} mbar) of TOF-MS where clusters are first irradiated, and then separated based on their masses and detected. The skimmer and aperture separate two chambers shielding the vacuum and shaping the molecular beam for better overlap with the IR laser beam. The high vacuum in the TOF-MS protects the clusters of interest from contamination and collisions, but most importantly, it protects a very sensitive detector, which measures every molecule or ion hitting its surface.

Results

First, we have measured IR spectra of several Cu clusters with sizes from 3 to 10 atoms using this technique. We compare these experimental spectra to calculated vibrational spectra of various geometric cluster structures. Finally, the measured spectrum is assigned to the structure that fits peak positions and intensities.

Figure 2 shows an example of such a procedure for the structural assignment of Cu₅⁺ and Cu₁₀⁺. The spectrum of Cu₅⁺ shows only two bands, suggesting a highly symmetrical structure. We can immediately see that only structure 5A matches. Two other structures 5B and 5C show much more bands than the experimental spectrum. Furthermore, structure 5A is

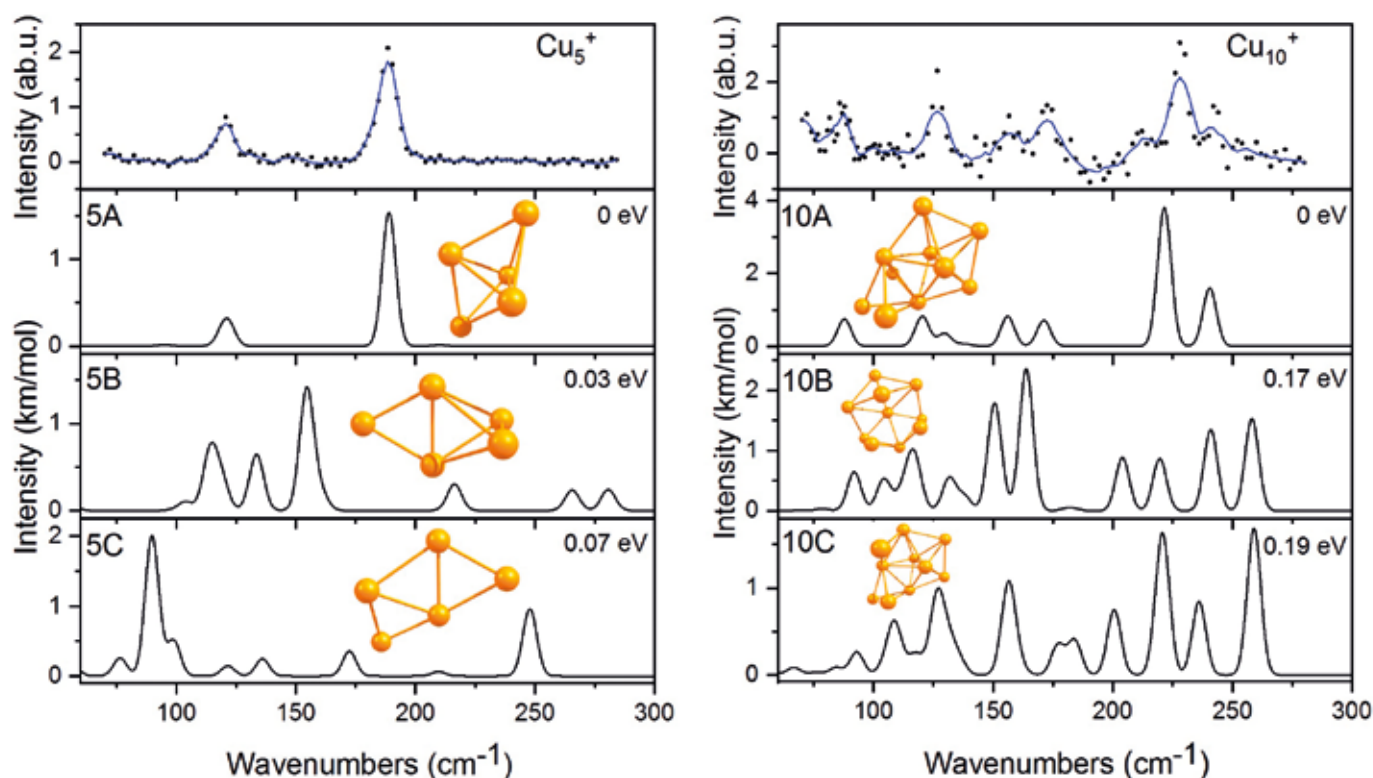


Figure 2 The experimental spectrum (black dots represent measured data points and the blue line the average) of Cu_5^+ (left) and Cu_{10}^+ (right). Below the calculated vibrational spectra of three low-energy structures (black lines) are shown. The corresponding structures and relative energies of the bare clusters are reported above each spectrum.

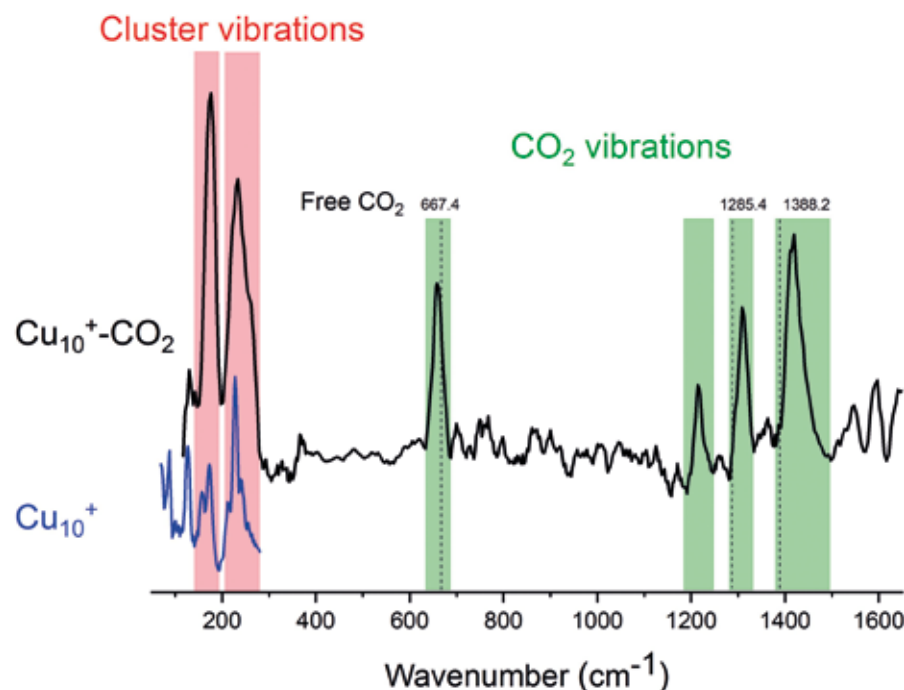


Figure 3 The average experimental spectrum of $\text{Cu}_{10}\text{CO}_2^+$ (black line) and Cu_{10}^+ (blue line). Vertical dashed black lines are measured free CO_2 vibrations. The bands highlighted with red originate from the bare cluster, while green highlights originate from CO_2 vibrations.

also the most stable structure, because it requires the least energy to hold atoms together.

The spectrum of Cu_{10}^+ reflects the growing complexity of the system, showing

a rich structure with many overlapping bands. Nevertheless, even after a first comparison with calculated spectra, we were able to assign it to structure 10A, since structures 10B and 10C have an

overall shape that does not match the experimental IR spectrum.

Now that we know the structures of the clusters, we can take a next step and determine how CO_2 will react with the clusters. The vibrations between carbon and oxygen have much higher IR frequencies than metal-metal vibrations. Therefore, we will measure a wider frequency range because we expect CO_2 bands above 600 cm^{-1} .

In figure 3, the bands from $\text{Cu}_{10}\text{CO}_2^+$ are comparable to those found in bare Cu_{10}^+ , which are the same as shown in figure 2. From this we can conclude that the cluster vibrations, and thus the structure of that cluster, are unaffected by the addition of CO_2 . Furthermore, we see four more bands that characterize the nature of the CO_2 bonds. Three of them match the bands measured for free CO_2 , unbound in the gas phase. The same band positions of CO_2 vibrations on the cluster were also found for other cluster sizes, suggesting that CO_2 only weakly binds to the cationic Cu cluster and does not bend, preserving the properties of the free molecule.

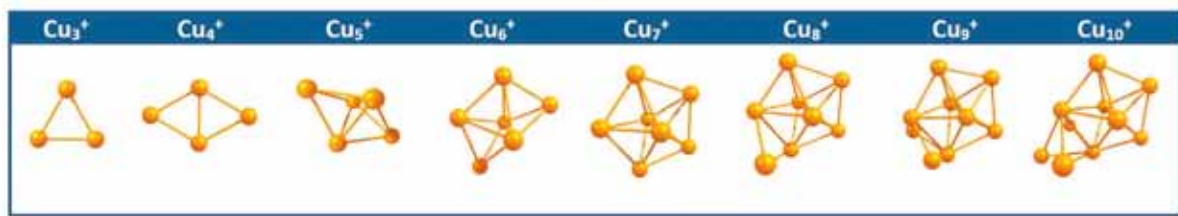


Figure 4 The structures of the small cationic copper clusters ($n = 3-10$) obtained from the comparison of experimental spectra with Density Functional Theory calculations.

In order to cause a successful reaction with H₂ for methanol formation the Cu cluster should activate CO₂. This means that CO₂ properties should change when it is bound to the cluster compared to the free molecule. As we have shown that the structure of CO₂ is not affected when it is bound to the cluster, we can conclude that cationic Cu clusters are not suitable for activation of CO₂. However, theoretical calculations show that H₂ can be activated by cationic Cu clusters and in this way a reaction with CO₂ could take place.

Conclusion and outlook

During this research, we have been able to determine the structures of the Cu clusters, which are shown in figure 4. We have also found that CO₂ only weakly binds to these clusters and it does not influence the cluster structure significantly. To further unravel the reaction of CO₂ and H₂, we will study the nature of the H₂ interaction with the clusters. The next step would then be to bring both H₂ and CO₂ together onto the surface of the clusters and see what products are formed.

Maybe such small clusters are capable to produce methanol at lower temperatures. With the information about the structure of the Cu clusters and its active sites, we can estimate the catalyst properties that are necessary to perform the reaction between CO₂ and H₂. With this knowledge, a new efficient catalyst can be designed, allowing the sustainable production of methanol that can be used as a CO₂ neutral fuel.



Vacuüm Specials B.V.

Vacuüm Specials B.V. – meer dan 40 jaar innovatief

Vacuüm Specials B.V. heeft zich gespecialiseerd in het engineeren, construeren en vervaardigen van componenten, deelsystemen en realiseren van projecten op turnkey-basis met betrekking tot vacuüm technische en cryogene toepassingen.

De specialist voor vacuüm- en cryogene toepassingen

Vacuümtechniek:

Vacuüm leidingwerk
Bouwdelen
Pompgroepen
Vacuümkamers
UHV-systemen
Ruimte simulatie systemen
Centraal vacuüm systemen
Helium lektest systemen



Cryotechniek:

LN₂ transportleidingen
Cryostaten
Heliumhevels
Helium transportleidingen
Helium recyclingsystemen
Gasmix systemen
Cryo condensatie
Turn-key projecten



Rosmolenlaan 3, 3447 GL Woerden - Postbus 314, 3440 AH Woerden - Telefoon: +31 (0)348 436 080 - Fax: +31 (0)348 436 089

E-mail: vs@vacuumspecials.nl

Website: www.vacuumspecials.nl

Demaco: “Voor tenders van grote wetenschappelijke projecten krijg je van de Nederlandse regering geen ondersteuning”

In alle landen die betrokken zijn bij de bouw van de ITER-fusioreactor wordt hard gewerkt aan de productie van allerlei speciale onderdelen. Toch komen er maar weinig orders terecht bij Nederlandse bedrijven. Het blijkt dat bedrijven uit enkele landen de meeste opdrachten binnenslepen. In Europa zijn dat Frankrijk, Duitsland, Italië en Spanje. Demaco is in Nederland een van de weinige uitzonderingen. Tijdens een bezoek aan de fusioreactor in aanbouw in oktober vorig jaar (op uitnodiging van ITER en Fusion4Energy) vertelde Rossi Mendez, sales manager bij Demaco, over de ervaringen van het bedrijf met tenders voor ITER en andere big science-instituten.

Claud Biemans

Demaco, gevestigd in Noord-Scharwoude, is in 1960 opgericht als machinebouwer, maar richt zich sinds eind jaren negentig geheel op cryogene techniek en vacuümtechniek. Demaco ontwerpt, bouwt en certificeert apparatuur, zoals vacuüm-geïsoleerde pijpleidingen voor vloeibare gassen. Het bedrijf, met ongeveer 100 fte, werkt wereldwijd, zowel voor de industrie als voor wetenschappelijke instituten als ITER, CERN, Fermilab, en DESY.

Internationaal concurreren

Een grote internationale tender die Demaco won was voor het ontwerp en bouwen van een faciliteit voor het testen van supergeleidende magneten en cavities voor de Europese röntgenlaser XFEL in een 2 kelvin heliumcryostaat, bij DESY in de buurt van Hamburg. Hierna volgde een tweede project bij DESY: het ontwerpen, bouwen, testen en monteren van diverse onderdelen voor XFEL en meer-voudige heliumtransportleidingen met dubbele thermische afscherming, vacu-

umbarrières en een complexe layout. Dit was de eerste keer dat Demaco componenten ontwikkelde die met een versnelerbuis geïntegreerd zijn.

Mendez: “Wij zijn niet alleen succesvol in Europa, maar ook in de VS, we concurreren daar met Amerikaanse leveranciers en bedrijven.” Het bedrijf leverde bijvoorbeeld aan CERN en Fermilab 38 verschillende ventielboxen en 90 vacuum-geïsoleerde transferleidingen voor neutrinedetectoren die werken met vloeibaar argon en stikstof.

Succes bij ITER

In 2006 won Demaco een tender van ITER (toen nog rechtstreeks van Euratom omdat Fusion4Energy (F4E) nog in oprichting was), waarvan het ontwerp was verzorgd door Forschungszentrum Karlsruhe. Dit leverde een contract op voor het maken van een prototype van de cryogene vacuümpompen die het vacuüm in stand moeten houden dat nodig is voor de werking van de torus en de cryostaat. Met behulp van de cryopom-

pen worden de gassen die ontstaan bij de fusioreactie weggepompt. Gedurende de looptijd van dit contract liep Demaco volgens Mendez aan tegen ontwerpfouten in de cryopomp, maar Demaco kon toch met succes een herontwerp presenteren van de cryopomp, waarvan er uiteindelijk negen geproduceerd worden.

Ronald Dekker, directeur van Demaco, vertelde in 2008 aan het *Technisch Weekblad* hoe zo'n Europese aanbesteding in zijn werk gaat. “Bedrijven die willen meedingen naar de opdracht, moeten eerst aantonen dat ze aan alle technische specificaties kunnen voldoen. Van de ongeveer acht bedrijven die in eerste instantie meededen, bleven er drie serieuze kandidaten over. Deze mochten een prijsopgaaf indienen. Van deze drie had Demaco de laagste prijs en kreeg dus de opdracht.”

Bedrijf in gevaar

Het volgende ITER-project was in 2012, samen met het Zwitserse bedrijf Linde Kryotechniek en ITER-India. Demaco won de tender voor de test-infrastructuur van het prototype van de heliumleidingen die nodig zijn om de supergeleidende magneten te koelen. Mendez: “Dit project is inmiddels af en in werking. Onze ervaringen met ITER-India waren zeer positief en we hebben veel geleerd. In 2017 deden we opnieuw mee aan een volgende tender. Deze aanbesteding ging over het ontwerp en levering van onderdelen voor het cryogene distributiesysteem van de torus en de cryostaat. Demaco zat al in de laatste onderhande-

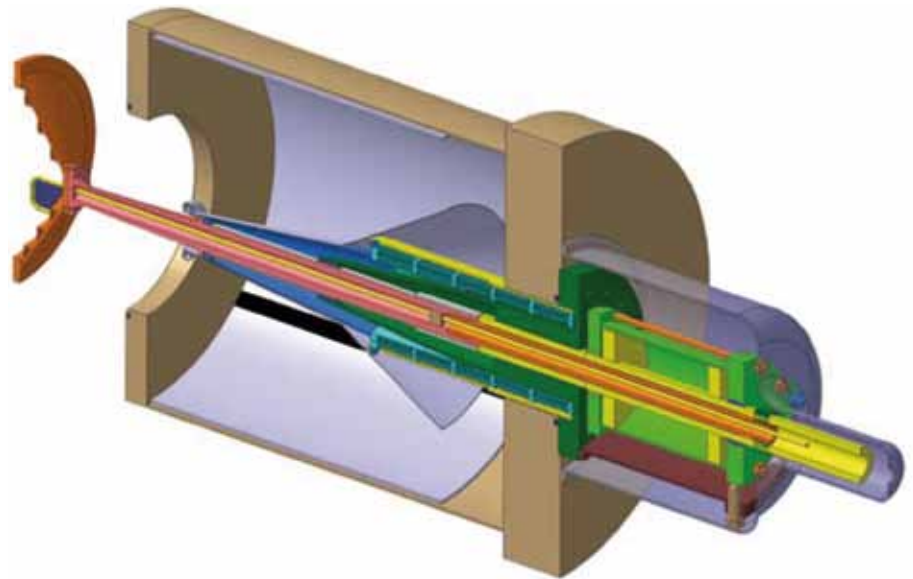
lingsronde, maar we hebben uiteindelijk om commerciële redenen besloten ons terug te trekken. De risico's bleken dermate hoog dat het doorzetten van deze tender roekeloos zou zijn geweest. De clauses van F4E, de organisatie die de aanbestedingen in Europa regelt, zijn zodanig dat je als klein tot middelgroot bedrijf ondersteuning zou moeten krijgen, anders kan je bedrijf echt gevaar lopen als je zo'n project aanneemt."

Geen ondersteuning

Mendez: "De technische specificaties van het werk voor ITER op zich zijn al een uitdaging. Alles moet speciaal gecertificeerd worden, vanwege de magnetische eigenschappen en de straling in de fusiereactor. Daar hadden we eerder bij projecten voor CERN, Fermilab en SLAC nog niet mee te maken. De ITER-organisatie met zijn *domestic agencies* maakt alles ook extra lastig, want hierdoor zijn er steeds twee typen technische specificaties en moet je aan beide voldoen. En niet in de laatste plaats moet je dealen met de bureaucratie. Het is niet eenvoudig om in te schatten hoeveel tijd er in een project nodig is voor al het papierwerk. Maar goed, wij hebben wel wat geleerd van eerdere tenders. We leerden hoe we moeten omgaan met complexe tenders. Niet alleen vanuit technisch oogpunt, maar ook commercieel en juridisch. Een klein of middelgroot bedrijf heeft over het algemeen niet de structuur en expertise voor het omgaan met een dergelijke organisatie. Wij leerden dat het lastig is om dit soort werk te doen als het niet voor 100% ons eigen type werk is. Voor dergelijke wetenschappelijke projecten krijg je van de Nederlandse regering ook geen ondersteuning. Wij realiseerden ons dat Duitsland, Frankrijk, Italië en Spanje hun bedrijven veel meer support geven dan hier, bijvoorbeeld in de vorm van bankgaranties en het bijdragen als overheid in internationale projecten middels in-kind contributies. Als een tender gaat over bijvoorbeeld 17 miljoen euro, is het regelen van een bankgarantie van 40 tot 50% geen eenvoudige zaak voor een wat



Demaco in Noord-Scharwoude.



Het prototype van de cryogene vacuumpomp voor de ITER-torus.



De ruimte waarin de cryostaat en tokamak van ITER komen, was bijna af in oktober.



Blik op de cryoplant van ITER, 5.400 m² exclusief de opslagtanks voor helium en stikstof. De constructie is afgerond in 2017.

kleiner bedrijf, en als dat niet lukt, wordt je als bedrijf niet gekwalificeerd en lig je eruit. Je moet bovendien kunnen dealen met zeer lange betalingstermijnen, dat maakt het voor veel MKB-bedrijven onhaalbaar in verband met de liquiditeit. Bovendien, het werk voor een tender wordt niet betaald. Als je de tender niet wint, verlies je die investering. Bijvoorbeeld voor de laatste tender van ITER hebben we zes maanden lang met vier mensen voltijds gewerkt aan de ontwerpconcepten, de ontwerpspecificaties voor ons bedrijf, een jurist was bezig met regelingen met F4E. We hebben een eerste voorstel gemaakt en gingen naar Barcelona om erover te onderhandelen, maar uiteindelijk was het allemaal verloren tijd en geld. F4E bood geen enkele ruimte om af te wijken van de extreme *commercial terms and conditions* ondanks het feit dat in een eerder stadium was bevestigd dat dit wel onderhandelbaar was in de *negotiation meeting...*”

Geen pompen van Demaco

Vorig jaar in augustus is de eerste pre-productie cryopomp afgeleverd bij ITER, die gemaakt is door het Duitse Research Instruments en het Franse Alsymo. De pre-productiepomp, 3,4 meter hoog en 8 ton zwaar, wordt nu mechanisch getest bij ITER en daarna wordt deze weer verscheept naar het Karlsruhe Institute of Technology voor testen onder cryogene omstandigheden. Hierna zullen nog acht van deze pompen gemaakt worden, zes voor in de torus, twee voor in de cryostaat. Naar verwachting worden deze in 2022 geleverd. Ondanks eerdere verwachtingen en het initiatief en realisatie van het herontwerp, is Demaco niet betrokken bij dat werk.

Nieuwe cursus vacuümtechniek speciaal voor promovendi en postdocs

Veel wetenschappers van Nederlandse universiteiten en onderzoeksinstituten maken gebruik van vacuümtechniek. De toepassingen zijn divers: soms gaat het om het zuurstofvrij opslaan van gevoelige chemicaliën, soms om het atomair schoonhouden van oppervlakken. Het is daarom verwonderlijk dat er – voor zover ik weet – geen cursussen vacuümtechniek meer gegeven worden aan Nederlandse universiteiten. Gebrek aan kennis leidt vaak tot fouten. Zo heeft in mijn eigen onderzoeksgroep een gebrek aan basale kennis wel eens geresulteerd in een beschadiging aan een drukmeter. Van collega's hoor ik vergelijkbare verhalen. Hier ligt dan ook een mooie kans voor de NEVAC. Het doel van onze vereniging is immers het verspreiden van belang en kunde op het gebied van vacuüm. Samen met het bestuur heeft de commissie opleidingen een nieuwe driedaagse cursus ontwikkeld, speciaal gericht op promovendi en postdocs. De onder-

werpen die aan bod komen (schoon werken, welke materialen kunnen gebruikt worden, verbindingen, drukmeters, restgasanalyse, pompen en lektesten) zijn gekozen op basis van een rondvraag aan de groepsleiders. De cursus zal worden verzorgd door Dick van Langeveld, Theo Mulder en David Schijve. De voertaal zal Engels zijn. Dit in verband met het grote aantal niet-Nederlandse promovendi en postdocs.

De nieuwe cursus, die de naam 'Applied Vacuum Technology' heeft gekregen, zal dit najaar voor het eerst gegeven worden. Cursisten kunnen zich inmiddels opgeven via de NEVAC-website. Ik heb er alle vertrouwen in dat deze cursus voorziet in een belangrijke behoefte en dat deze net zo succesvol zal zijn als de opleidingen elementaire vacuümtechniek en vacuümtechniek.

Ingmar Swart
voorzitter NEVAC

Applied Vacuum Technology Training

- **Do you operate high vacuum experimental setups?**
- **Need better understanding of the physics of your processes?**
- **Are you designing your own experimental setup?**



Whom:

- ✓ Master students, PhD students and Post-doctoral researchers in Physics and Chemistry

Goal:

- ✓ Develop an understanding of vacuum phenomena
- ✓ Get familiar with the operation of vacuum equipment
- ✓ Increase skills to define design criteria

When:

Q3 2019, 3 full days

Where:

Hotel 'Van der Valk' in Vianen

The costs for this advanced training are € 495.= pp.

Including "Vacuum Science and Technology" by Suurmeijer et al, handouts, lunch, drinks

Excluding overnight stay (optional € 125.= pppn, room, breakfast, dinner)

Lecturers:

Dr. A.D. van Langeveld, Ing. T. Mulder, D. Schijve

Contact:

E: advanlangeveld@gmail.com M: 06 2956 1797

NEVAC-dag 2019

Tekst: Claud Biemans. Foto's Jan Gerritsen en Claud Biemans

Tijdens de NEVAC-dag, dit jaar op 17 mei in Nijmegen, werd duidelijk hoe breed het spectrum van de vacuümtechniek in Nederland is. Joost Bakker, onderzoeker bij het FELIX Laboratorium, stelde dit jaar het programma samen. Naast het lezingenprogramma, de posters van jonge onderzoekers en de bedrijvenmarkt stond er een bezoek aan het sinds kort gecombineerde High Field Magnet Laboratory (HFML) en het FELIX Laboratorium op het programma.

De dag werd geopend door Britta Redlich, directeur van het FELIX Laboratorium. Zij vertelde ook over de recente verbouwing, waardoor de laboratoria van FELIX en HFML nu met elkaar verbonden zijn. Op maandag 8 juli wordt de nieuwbouw officieel geopend door de minister van Onderwijs, Wetenschap en Cultuur, Ingrid van Engelshoven.



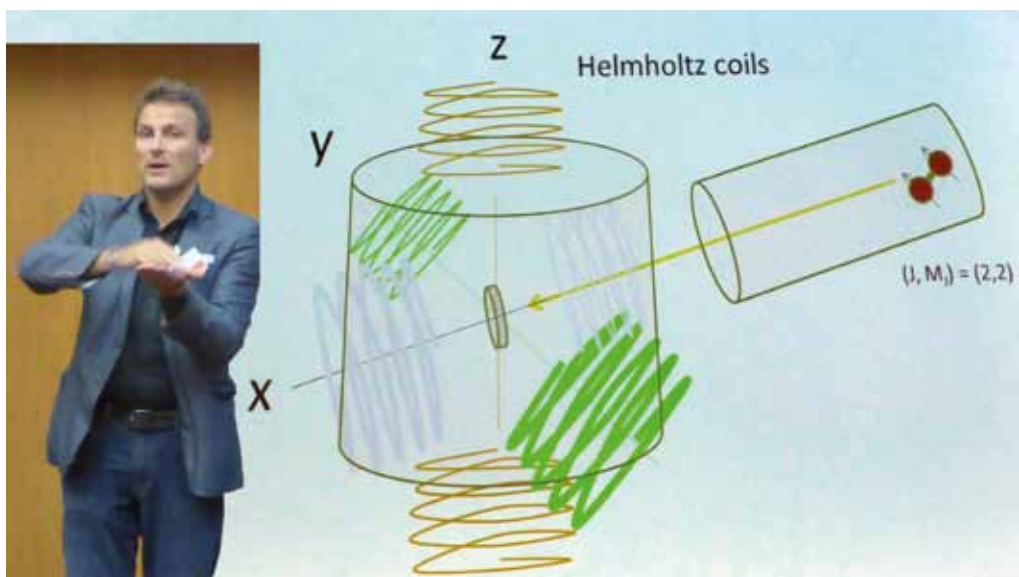
Britta Redlich, directeur van het FELIX Laboratorium opent de NEVAC-dag.

De activiteit van stapranden

Ludo Juurlink (Universiteit Leiden en bestuurslid van de AVS) was de eerste spreker. Juurlink doet onderzoek naar reacties die plaatsvinden op het oppervlak van katalysatoren, zoals platina. De meest reactieve plaatsen van metaalkristallen zijn de plaatsen die onregelmatigheden vertonen, zoals andere atomen in het kristalrooster of stapranden tussen verschillende lagen (terrassen) waarin de atomen van het metaal gerangschikt

zijn. Juurlink en zijn groep waren begin dit jaar in het nieuws, toen ze een artikel publiceerden over de dissociatie van waterstofgas in twee waterstofatomen. Over hoe dit precies in zijn werk gaat, bestond al decennia lang een discussie in de scheikundige literatuur. De groep van Juurlink kon met behulp van experimenten op een gekromd platinakristal, dat door de kromming extra veel stapranden heeft, aantonen dat een van de twee bestaande modellen voor deze reactie juist was, zie het artikel hierover in het vorige *NEVAC blad*.

Juurlink onderzoekt ook de dissociatie van zuurstofgas (O_2) in twee zuurstofatomen op een platinakristal. Hiervoor deed hij experimenten in het National Institute for Materials Science in Tsukuba, Japan, waar ze de beschikking hebben over een hexapoolmagneet. Omdat O_2 een intern

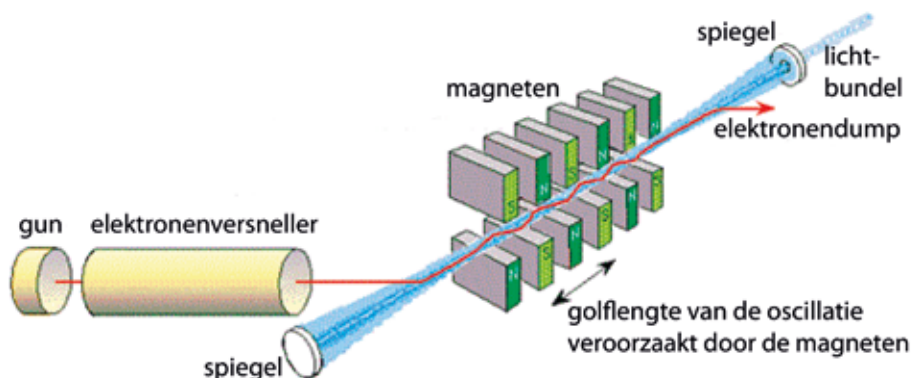


Ludo Juurlink legt uit hoe je zuurstofmoleculen kunt uitrichten met behulp van een hexapoolmagneet.

magneetveld heeft, is het mogelijk het molecuul daarmee uit te richten in een supersonische zuurstofbundel. Het krijgt ofwel een draaiing mee als de wieken van een helikopter, ofwel als de as van wielen, waardoor de moleculen verschillend op een staprand op het platina(111)oppervlak terecht komen. Het blijkt, bij een lage kinetische energie, dat de helikopterende zuurstofmoleculen beter aan het platina gaan vastzitten en eerder dissociëren dan de rollende zuurstofmoleculen. Maar dit blijkt te gebeuren op de terrassen van het platinakristal en niet op de stapranden, waar de dissociatie eerder kan plaatsvinden. Bij iets hogere energie zijn juist rollende moleculen met de draaias parallel aan de staprand meer reactief.

Verwijderen van fotoresist

De volgende spreker was Markus Schott van MKS. MKS werkt aan procesontwikkeling voor een betere manier om met behulp van een plasma de overgebleven fotoresist te verwijderen na het etsen van silicium wafers voor het maken van halfgeleiders. Een plasma is een geïoniseerd gas, waarin elektrisch neutrale atomen en moleculen voorkomen, en gelijke aantallen van positief en negatief geladen deeltjes. De energie voor het maken van een plasma kan worden toegevoerd met behulp van elektromagnetische velden. Microgolven van 2,45 GHz blijken



De werking van een vrije-elektronenlaser.

hiervoor gunstige eigenschappen te hebben. Bij deze golflengte ontstaan er relatief veel neutrale deeltjes in het plasma, waardoor het proces optimaal verloopt. Bovendien, als er minder geladen deeltjes in het plasma aanwezig zijn, ontstaat er minder schade aan het substraat.

Fotoresist bestaat uit lange polymeren, opgebouwd uit koolstof- en waterstofatomen. Het verwijderen van overbodige fotoresist gaat het best met zuurstofradicalen (O_1^*). Hierdoor ontstaan allerlei reactieproducten als CO , CO_2 , H_2O , OH en kleine koolwaterstoffragmenten. Om dit proces op gang te brengen worden behalve O_2 ook N_2 en H_2 toegevoegd aan het plasma, waardoor O_2 makkelijker dissocieert. Ook wordt er CF_4 toegevoegd om schade aan het oppervlak van het substraat onder de fotoresist te verwijderen. Daarnaast speelt het ontwerp van de proceskamer, waardoor de temperatuur van het substraat en de gasstromen geregeld kunnen worden een belangrijke rol voor het optimaal laten verlopen van de reacties. Scott belichtte de talloze factoren waarmee MKS rekening houdt bij de ontwikkeling van een optimaal proces.

Vacuüm in FELIX

Ter voorbereiding op de middagexcursie vertelde technicus René van Buuren over de drie vrije-elektronenlasers van het FELIX Laboratorium – FELIX, FELICE en FLARE – en hun vacuümsystemen. FELIX is eind jaren 1980 gebouwd als gebruikersfaciliteit, toenmaals bij het FOM Instituut Rijnhuizen in Nieuwegein. Vanaf 2012 verhuisde FELIX naar Nijmegen en werd daar naast de Nijmeegse

laser FLARE weer opgebouwd en in 2013 in gebruik genomen. De FELIX-elektronenversneller stuurt twee lichtbundels aan FEL-1 (golflengtebereik 30-150 μm), FEL-2 (2,7-45 μm). FELICE heeft een eigen golflengtebereik van 5-100 μm , en FLARE van 100-1500 μm . Het licht van de vier lasers is geschikt voor onderzoek van vibraties van (bio)moleculen en roosters van vaste stoffen. Er zijn diverse gebruikersstations voor verschillende spectroscopische experimenten. Door de recente verbouwing zijn er unieke nieuwe mogelijkheden voor gebruikers ontstaan door het combineren van FELIX-lasers met de hoge magneetvelden van HFML (tot 45 T).

In een vrije-elektronenlaser worden elektronen geproduceerd met een *therm-*



Links Markus Schott (MKS), rechts organisator Joost Bakker.



René van Buuren vertelt over de vacuümsystemen van FELIX.



Tahsin Faraz (TU/e), de winnaar van de NEVAC-prijs dit jaar.



Levendige discussies in de zaal.



Rondleidingen door de FELIX- (boven) en HFML- (onder) laboratoria.

ionic gun en versneld. Ze worden dan met relativistische snelheid een resonatorbuis ingeschoten, waarin de elektronen terechtkomen in een deel met wisselende magneetvelden loodrecht op de bewegingsrichting. Hierdoor ontstaat een periodieke afwijking loodrecht op de bewegingsrichting van de elektronen, waardoor de elektronen elektromagnetische straling gaan uitzenden met een frequentie die gelijk is aan de oscillatie opgewekt door de magneten. In FELIX kan zo de golflengte van de lichtbundel continu gevarieerd worden tussen infrarood

en microgolven, met een hoge intensiteit (0,1 tot 5 J) en ultrakorte pulslengten (0,2 tot 70 fs).

Van Buuren deed dertig jaar geleden een cursus vacuümtechniek (onder auspiciën van de NEVAC) waardoor hij vacuüm-systemen leerde ontwerpen. Dat komt bij FELIX goed van pas. Er zijn vacuümsystemen met turbopompen voor het transport van de lichtbundels door buizen die vaak tientallen meters (FLARE: 80 meter) lang zijn. Hierin is de druk 10^{-3} mbar, want anders wordt het infrarode licht geabsorbeerd door water en CO_2 . Het va-

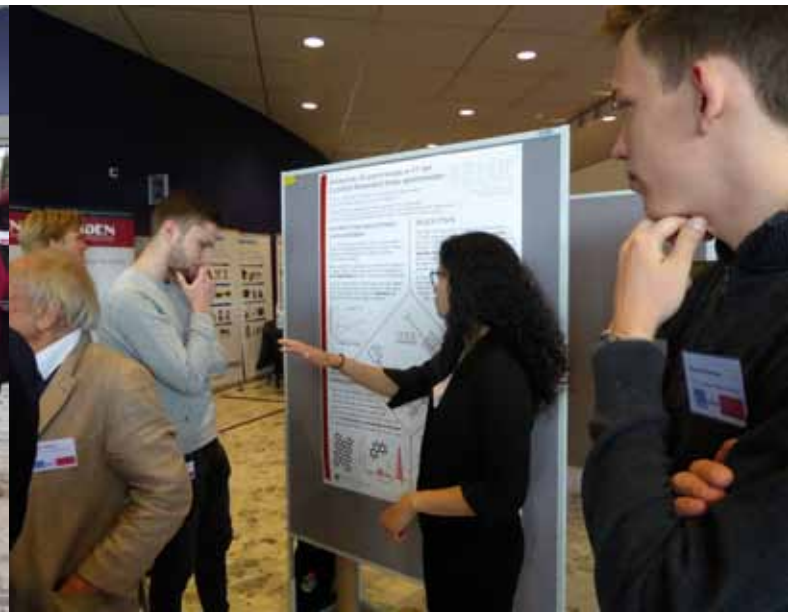
cuüm voor de elektronengun (druk bij de kathode $< 5 \cdot 10^{-9}$ mbar) en versneller wordt gemaakt met getter-ionpompen. Bij FELICE worden ook turbopompen gebruikt; in totaal zijn er in het lab een stuk of 20-30 in gebruik.

NEVAC-prijs

Tahsin Faraz is dit jaar de winnaar van de NEVAC-prijs van 1000 euro, die in Nijmegen werd uitgereikt door onze hoofdredacteur, Hans van Eck. Faraz vertelde daarna in het kort over zijn onderzoek in de groep Plasma and Materials Proces-



NEVAC-bedrijfsleden laten hun nieuwste producten zien.



Sandra Wiersma (FELIX Laboratorium) vertelt bij haar poster over haar werk.

sing aan de Technische Universiteit Eindhoven. Zijn winnende artikel, *Enabling materials control and selective processing in the third dimension*, is gepubliceerd in het vorige nummer van dit blad. Mocht u niet in het bezit zijn van dit nummer, dan vindt u het in het archief van het NEVAC blad op www.nevac.nl. Promovendi en postdocs kunnen nu alvast nadenken over het schrijven van een artikel voor de NEVAC-prijsvraag: de volgende deadline is 1 februari 2020.

Opleidingen en NEVAC-excursie 2021

Tijdens de ledenvergadering van de NEVAC vertelde Dick van Langeveld namens de commissie Opleidingen dat er dit jaar opvallend veel geslaagden zijn voor de examens EVT en VT die onder auspiciën van de NEVAC worden gehouden. Rob Klöpping is vanwege andere werkzaamheden gestopt met zijn activiteiten voor de excursiecommissie. In 2021 kan er weer een excursie georganiseerd worden, maar de vraag is nu wie die kar gaat trekken. Dus ben je enthousiast over de NEVAC-excursies, bedenk dan welke rol je daarin zou kunnen spelen.

Dit jaar waren er geen bestuursmutaties. De kascontrole heeft plaatsgevonden door Jac Franken en Rients de Groot en de ledenvergadering heeft decharge verleend aan het bestuur voor de uitgevoer-

de financiële zaken. De kascommissie wordt volgend jaar bemand door Theo Klinkhamer en Rients de Groot.

De lunchtafels waren omringd door de stands van de NEVAC-bedrijfsleden, die hun nieuwste producten op het gebied van vacuümtechniek lieten zien. Bij de posterborden werd druk gediscussieerd met de promovendi over hun onderzoek. Bijna alle aanwezigen vertrokken aan het einde van de pauze in een lange optocht naar het FELIX-HFML Laboratorium voor de rondleiding.

Twee- of driedimensionale nanostructuren maken

Tijdens het middagprogramma vertelde Ageeth Bol (Technische Universiteit Eindhoven) over haar onderzoek naar de synthese van nanostructuren van overgangsmetaal-dichalcogeniden. Overgangsmetalen, bijvoorbeeld molybdeen, chroom, ijzer, hebben een onvolledig met elektronen gevulde d-schil en kunnen verschillende oxidatietoestanden aannemen. Chalcogenen zijn elementen die in het periodiek systeem onder zuurstof staan, dus O, S, Se etc. Verbindingen van overgangsmetalen met chalcogenen vormen makkelijk tweedimensionale lagen, die interessante fysische en chemische eigenschappen hebben, waardoor deze gebruikt kunnen worden voor

nanoelektronica en als katalysatoren. De structuren kunnen zeer precies gemaakt worden door middel van atoomlaagdepositie. In de praktijk blijken er echter ook makkelijk driedimensionale *fins* te ontstaan op de verder tweedimensionale lagen. Dat is gunstig als het materiaal gebruikt wordt als katalysator, want dan is de oppervlakte waaraan reacties kunnen plaatsvinden groter. Dat maakt deze materialen interessant als mogelijke vervangers voor platinakatalysatoren. Maar als je nanoelektronica wilt maken, zijn driedimensionale structuren ongewenst.



Ageeth Bol (TU/e).



Jos Oomens (FELIX en Radboud Universiteit).



Reza Nematollahi (Universiteit Twente).

Daarom onderzocht de groep van Bol welke factoren een rol spelen bij het ontstaan van de fins. De korrelgrootte van de kristallen in de gedeponeerde film bleek daarbij een belangrijke rol te spelen. Met atoomlaagdepositie onder een plasma met H_2S met of zonder H_2 kan die korrelgrootte beïnvloed worden en de vorm en dichtheid van fins in lagen wolframdisulfide (WS_2) op een gecontroleerde manier geregeld worden. Bovendien kan met het invoeren van een extra tussenstap in de cyclus van atoomlaagdepositie – een

extra spoelstap met een plasma van argon of H_2 – het ontstaan van fins vrijwel voorkomen worden.

Oorzaak van ziekten opsporen

Het verhaal van Jos Oomens (FELIX) schetste een mooi beeld van het oplossen van levenscechte problemen met behulp van de geavanceerde apparatuur van het FELIX Laboratorium. De groep van Oomens werkt aan de identificatie van de structuur van biomoleculen met een combinatie van het infrarode laserlicht van FELIX en massaspectroscopie: infrarood-ionenspectroscopie (IRIS). Deze methode kan ingezet worden voor de analyse van complexe mengsels van bijvoorbeeld biomarkers die een rol spelen in metabole ziekten. Om de werking van biomoleculen te achterhalen, is het belangrijk om de exacte structuur van het molecuul in beeld te brengen, niet alleen de chemische samenstelling die goed met massaspectroscopie alleen bepaald kan worden. Door metingen met infrarood licht worden vibraties van specifieke biomoleculen in mengsels onderzocht, die typerend zijn voor een bepaalde structuur. Deze kunnen ook goed met quantumchemische modellen berekend en dus voorspeld worden. Oomens vertelde over de identificatie van een biomolecuul dat een rol speelt bij een aangeboren metabole ziekte. Hiervoor waren een aantal verbindingen in beeld met dezelfde chemische samenstelling, maar een andere structuur. Met een sample van minder dan 10 microliter urine en het maken van vier infraroodspectra werd binnen twee uur gevonden welk molecuul bij deze ziekte een rol speelt. Het lab van Oomens kreeg vorig jaar – als een van drie nieuwe, aan FELIX verbonden onderzoekslaboratoria – een extra financiële stimulans van de *Nationale Roadmap* Grootschalige Wetenschappelijke Infrastructuur van NWO.

EUV-spiegels

Reza Nematollahi (Universiteit Twente) nam de aanwezigen mee van infrarood naar extreem-uv, een *hot topic* in de va-

cuümtechniek sinds ASML werkt aan chipmachines op basis van EUV. Om EUV-licht door apparaten te kunnen leiden zijn speciale spiegels nodig, rasters gemaakt van materialen die bestand zijn tegen de hoge energie van extreem-uv. Nematollahi werkt aan adaptieve spiegels voor de correctie van het golffront van de lichtbundel. Het oppervlak daarvan kan snel en nauwkeurig worden aangepast met behulp van een piëzo-elektrische laag onder het raster. De materialen worden aangebracht met behulp van gepulste laserdepositie. De oriëntatie van de kristallen van de piëzo-elektrische laag kan gecontroleerd worden, waardoor de laag wordt opgebouwd in kolommen, waardoor voorkomen wordt dat de laag onder invloed van EUV sterk van vorm verandert. Er wordt nu nog gewerkt aan een minder dan een nanometer in hoogte variërend oppervlak van de spiegel en aan optimalisering van de depositie van de multilagen.

Hyperloop

Een onderwerp waar vele deelnemers aan de NEVAC-dag naar uitkeken was het laatste verhaal van de dag, over de Hyperloop door de Delftse studenten Laura Croes (Lead Powertrain) en Ronald Dekker (Powertrain Engineer). Het was meteen duidelijk dat de studenten niet alleen getraind zijn in techniek, maar ook in het geven van flitsende presentaties. Croes en Dekker maken deel uit van de groep van 39 studenten van verschillende studierichtingen die als team meedoen aan de derde Hyperloop Pod Competition voor het maken van het snelste ontwerp van de capsule die passagiers moet gaan vervoeren door een netwerk van vacuumbuizen (diameter 3500 mm) tussen steden. Om wrijving zoveel mogelijk te verminderen wordt de druk in de buizen 1 mbar. Daarom worden de buizen gemaakt van 25 mm dik staal, anders zouden ze vervormen.

Het huidige ontwerp van de capsule verschilt van dat van het vorige team, waardoor het hopelijk mogelijk wordt nog sneller te gaan dan het huidige record



Ronald Dekker (Powertrain Engineer) en Laura Croes (Lead Powertrain) van Delft Hyperloop gaven een flitsende presentatie.

van 467 km/h, vorig jaar bereikt door het Duitse team van de Wissenschaftliche Arbeitsgemeinschaft für Raketentechnik und Raumfahrt uit München. Croes en Dekker werken aan de batterij voor de voortstuwing van de capsule. De belangrijkste eigenschap is de vermogensdichtheid, de effectiviteit van de batterij in watt per kilogram. Maar batterijen hebben het moeilijk in vacuüm, de materialen kunnen makkelijk uitgassen. Daarom hebben ze honderden verschillende batterijen getest in vacuüm. Er is nu gekozen voor het inzetten van meerdere kleine elektromotoren, waardoor een hoog voltage van de batterijen minder belangrijk is dan een hoge stroomsterkte. Inmiddels heeft het Delftse team met succes meegedaan aan de eerste ronde, waarbij twintig van de honderd deelne-

mende teams op basis van hun ontwerp werden geselecteerd. Uiteindelijk worden drie teams geselecteerd voor een echte run in 1,6 km vacuümbuis op 21

juli in de achtertuin van Elon Musk, bij SpaceX in Hawthorne, Californië. Volg het Delft Hyperloop-team op delft-hyperloop.nl

Interview met Mark Meuwese

Op mechatronicamachinebouw.nl verscheen eind april een interview met Mark Meuwese, vacuümspecialist bij Settels Save-nije Van Amelsvoort. Het gesprek gaat over het toenemende belang van vacuüm en ultraclean in de hightech-industrie. mechatronicamachinebouw.nl/artikel/veen-vuultje-in-de-lucht



Student of promovendus? Win 15 minutes of fame & 1000 euro!



De Nederlandse Vacuümvereniging (NEVAC) reikt ieder jaar een prijs uit van **1000 euro** voor het beste ingezonden artikel voor het *NEVAC blad*, geschreven door een student of promovendus. Het artikel, van ongeveer 2000 woorden, moet gaan over eigen onderzoek waarin het gebruik van vacuümtechniek wordt toegelicht. De lezerskring bestaat uit onderzoekers, medewerkers van bedrijven in de vacuümtechniek, en technici. De kunst is dus helder te schrijven voor dit brede publiek. De winnaar mag een lezing geven tijdens de NEVAC-dag, in de lente van volgend jaar. Er wordt één winnaar aangewezen door de jury, maar **alle gepubliceerde artikelen van studenten en promovendi worden door de NEVAC beloond met 250 euro.**

Niet-Nederlandstaligen mogen in het Engels schrijven.

De deadline is **1 februari 2020**. Inzendingen kunnen naar: redactie@nevac.nl.

Uitgebreide richtlijnen voor het artikel staan op nevac.nl/NEVAC_Blad/richtlijnen_auteurs.php

Each year the Dutch Vacuum Society (NEVAC) awards a prize of **1000 Euro** to the student who writes the best article, related to vacuum technology, for the *NEVAC blad*. The article (around 2000 words), should describe your research and focus on the vacuum technology used. The readers of the magazine are researchers, vacuum technology company members, and technicians. Your assignment is to write an appealing story for this wide audience. The winner is invited to present the winning paper during the NEVAC-dag in spring next year.

Only one winner will be appointed, but **NEVAC rewards all published articles, written by students, with 250 Euro.**

If Dutch is not your native language, you are allowed to write in English.

The deadline is **1 February 2020**. Send your contribution to: redactie@nevac.nl.

Guidelines for the article are published here: nevac.nl/NEVAC_Blad/richtlijnen_auteurs/English.php

Een flens met 22 doorvoeren

“How to get 22 SMA feedthroughs in a NW100CF flange... simply ask us to design the flanges and for leak tight welding the feedthroughs”. Dit was de tekst van een LinkedIn-post een half jaar geleden, waarop Claud Biemans reageerde met “Iets voor een stukje in het NEVAC blad?” Dat is natuurlijk hartstikke leuk om te doen dus hierbij het stuk.

Hositrad Vacuum Technology is al sinds halverwege de jaren 60 van de vorige eeuw een specialist op vacuümgebied. In 1966 is het bedrijf door Jacob Tomassen opgericht en in 2001 is het stokje overgedragen aan zijn zoon Jurgen Tomassen. Helaas hebben we in 2016 afscheid genomen van Jaap. Hij wordt nog altijd gemist. Onder de leiding van Jurgen is Hositrad uitgegroeid naar een bedrijf met ruim twintig medewerkers en de opdrachten komen van klanten over de hele wereld, maar voornamelijk uit Europa.

Bij de meeste speciale flenzen met daarin doorvoeren is de vraag van onze klanten: “Hoe krijg ik de verbindingen die ik in mijn systeem nodig heb in mijn nog beschikbare flens?” Regelmatig komt het bij experimentele opstellingen voor dat er zoveel opties worden gebruikt dat bijna alle poorten in gebruik zijn. Wij bij Hositrad gaan dan kijken wat er te combineren is en wat voor onze klant de best passende oplossing is.

Op het gebied van elektrische doorvoeren vertegenwoordigen wij Ceramtec al jaren en mochten de standaard-doorvoeren niet passen, zoals de SMA's (subminiatur type-A) in de flens uit dit voorbeeld, dan kijken we verder naar andere SMA's die wel de passende specificaties hebben, waardoor we wel een oplossing voor onze klant kunnen verzorgen. De afmetingen van een ander type SMA kwamen beter uit. Hierdoor konden we het gewenste aantal doorvoeren wel op een verantwoorde wijze plaatsen in de flens. Onze engineers houden bij het ontwerp rekening met de maakbaarheid binnen onze werkplaats en ontwerpen



zo dat het risico op lekkage tijdens het lassen tot een minimum wordt beperkt. Hiervoor is ook intensief overleg en ons hoofd engineering heeft meer dan 25 jaar ervaring in het TIG-lassen voor vacuümtoepassingen. Als het ontwerp is goedgekeurd door de klant en de opdracht ontvangen, dan kunnen we aan de slag.

Onze inkoopafdeling regelt dat de flenzen, doorvoeren, vensters of andere opties besteld en/of gemaakt worden. Als alle spullen binnen zijn en door de kwaliteitscontrole zijn geweest, gaat het totaalpakket naar onze werkplaats. Hier worden de verschillende bewerkingen uitgevoerd om de flens te kunnen lassen. Dit gaat van het frezen van het gatenpatroon in een flens tot het samensmelten van deel A en B. Na het lassen worden alle delen getest op onze lektester.

Bij projecten zoals deze flens wordt ook rekening gehouden met eventuele lekkage van de doorvoer. Mocht één van de doorvoeren tijdens het lassen lek gaan, dan is het risico op lekkage bij het weer verwijderen van deze ene doorvoer bij de andere doorvoeren groter door de extra mechanische en manuele handelingen. Als je daar in het ontwerp rekening mee houdt verklein je het risico.

Gelukkig hebben onze lassers veel ervaring en beschikking over vele hulpmiddelen die worden gebruikt om het risico op lekkage te beperken. Voor de meest gevoelige doorvoeren wordt al jaren gebruikgemaakt van onze laser-lasmachine. Met deze machine kunnen we materiaal met een dikte van 0,2 mm lekdicht lassen, bijvoorbeeld aan een flens of aan een balg.

Na de test volgt de reiniging in onze ultrasoonbaden en eventueel kunnen we de delen verpakken in onze klasse-7 cleanroom. Desgewenst leveren we de flenzen met lekttestcertificaat, zoals ook in dit geval van de 22 SMA's in de NW-100CF flenzen. De klant was zo tevreden dat hij recentelijk nog twee van deze flenzen heeft besteld.

Zo maken we bij Hositrad van vraag/ontwerp tot eindproduct flenzen en kamers op maat. Of het nu om één flens gaat of een hele serie, dat maakt niet uit. Samen met de componenten uit ons gamma maken we zo een hoop wetenschappers en technici blij met het vinden van een oplossing voor hun probleem. We zijn er trots op!

Frans van Roosmalen

Stel je voor: Janneke Zeebregts



Stel jezelf ook eens voor aan andere NEVAC-leden. Beantwoord de onderstaande vragen en mail de antwoorden en een foto aan redactie@nevac.nl

Waar werk je en wat is je functie?

Ik werk op de Technische Universiteit Eindhoven bij de faculteit Technische Natuurkunde. Binnen de onderzoeksgroep Plasma & Materials Processing (PMP) ben ik hoofd technische staf. De onderzoeksgroep houdt zich bezig met onderzoek aan het maken van ultradunne films en nanostructuren door middel van vooral plasma-geassisteerde technieken, op zijn Engels met *plasma-based atomic scale processing*. De beoogde toepassingen liggen op het vlak van nanoelektronica, nanotechnologie, energie-opwekking en energieopslag.

Hoelang werk je daar en wat deed je daarvoor?

Ik werk nu 13,5 jaar voor deze onderzoeksgroep. Daarvoor heb ik 15,5 jaar gewerkt bij de EPC, het Equipment en Prototyping Center van de TU/e. Dat was eerst als instrumentmaker en later als constructeur.

Welke opleiding(en) heb je gevolgd?

Ik heb de opleiding Fijnmechanische Technieken gevolgd aan de MTS in Eindhoven. Daarna heb ik in de avonduren – naast mijn werk als instrumentmaker op de TU/e – de opleiding werktuigbouwkunde aan de HTS gevolgd en daarna een Master gedaan in Mechatronic Design aan de Montfort University. Verder heb ik opleidingen gedaan voor projectleider en management.

Wanneer kwam je voor het eerst in aanraking met vacuümtechniek?

Ik kwam bij mijn eerste baan als instrumentmaker al in aanraking met vacuümtechniek. Ik maakte toentertijd gedeeltes van opstellingen die gebruikt werden op de verschillende faculteiten voor onderzoek aan of met vacuüm. Ik heb toen ook de opleiding middelbare vacuümtechniek gedaan via de NEVAC.

Op welke manier heeft je werk te maken met vacuümtechniek?

Op dit moment werk ik met een team van vier technici van de vakgroep PMP als ondersteunend technicus voor onze studenten, promovendi en postdocs. We ontwerpen bijna al

onze onderzoekopstellingen zelf. Het zijn bijna altijd vacuümgerelateerde machines. Op dit moment veelal machines voor atoomlaagdepositie (*Atomic Layer Deposition*) met vaak veel specifieke eisen. Een van de voordelen van het zelf geheel ontwerpen en maken van de machines is dat er naast het procesgedeelte van de machine ook ruimte is om de machine te voorzien van diverse analysetechnieken die tijdens het proces gebruikt kunnen worden. Denk daarbij aan optische technieken zoals ellipsometrie, infraroodspectroscopie, optische emissiespectroscopie of laser-gebaseerde methoden.

Wat vind je het mooiste / boeiendste / indrukwekkendste dat je in je werk hebt meegemaakt op het gebied van vacuümtechniek?

Het onderzoek dat we hier doen zit altijd op de rand van wat mogelijk is. Dan toch oplossingen vinden voor deze uitdagingen is geweldig leuk. Het boeiendste van dit vak is de oplevering van een mooie nieuwe machine. Vooral het moment dat het plasma dan ook daadwerkelijk aangaat is erg leuk.

Waarom ben je lid van de NEVAC?

Ik ben lid van de NEVAC omdat het goed is op de hoogte te zijn van (nieuwe) ontwikkelingen op het gebied van vacuümtechniek. Verder is het een ideaal netwerk voor als er op het gebied van vacuüm vragen zijn waar je dan met een vakgenoot over kunt sparren.

Heb je eventueel suggesties voor wat de NEVAC kan betekenen voor de leden?

Wat de NEVAC kan bieden is een netwerk van vakgenoten en een stuk scholing op gebied van vacuümtechniek. Verder vind ik de jaarlijkse bijeenkomst met lezingen erg interessant. Ook de buitenlandse excursies (zo ongeveer om de twee jaar) zijn erg waardevol. Er kan dan bij buitenlandse bedrijven en instellingen eens in de keuken gekeken worden, wat heel leerzaam is. Daarnaast is het ook goed om je meereizende vakgenoten beter te leren kennen. Zelf ben ik in 2007 mee geweest naar China en mijn collega's zijn meegegaan naar Zwitserland, Korea, de VS en Japan.

Agenda

21-24 juli 2019
19th International Conference on Atomic Layer Deposition (ALD 2019) & Atomic Layer Etching Workshop (ALE 2019)
Washington, Verenigde Staten

19 september 2019
Symposium The power of aberration corrected transmission electron microscopy in materials science
Zernike Institute for Advanced Materials, Groningen

23-27 september 2019
PLATHINIUM (PIAsma THin film INternational Union Meeting)
Antibes, French Riviera

9-10 oktober 2019
VacuumExpo
Ricoh Arena Coventry, VK

10 oktober 2019
Nationale Cleanroom Dag,
Congrescentrum Spant!, Bussum

20-25 oktober 2019
AVS 66th International Symposium & Exhibition
Columbus, OH, Verenigde Staten

13-14 november 2019
Precisiebeurs
Koningshof, Veldhoven

Links naar websites: zie de agenda op www.nevac.nl

Inauguration ZIAM Electron Microscopy Center Groningen

Save the date: September 19th, 2019

Where?

Zernike Institute for Advanced Materials, Nijenborgh 4, 9747 AG Groningen

Why?

Symposium The power of aberration corrected transmission electron microscopy in materials science

To celebrate the inauguration of our ZIAM electron microscopy center including:

- Themis Z double aberration corrected and monochromated S/TEM
- Helios G4 dual beam (FIB-SEM) system
- Nova NanoSEM

Confirmed invited speakers:

- Prof. Rafal Dunin-Borkowski (Jülich)
- Prof. Gertjan Koster (Twente)
- Prof. Beatriz Noheda (Groningen)
- Dr. Marcel Verheijen (Eindhoven)
- Dr. Marijn van Huis (Utrecht)

Host: Prof. Bart J. Kooi (Groningen, b.j.kooi@rug.nl)

For registration and up-to-date info on the program, see rug.nl/research/zernike/news/otherevents/workshop-electron-microscopy



HAXPES Lab - A window to the bulk

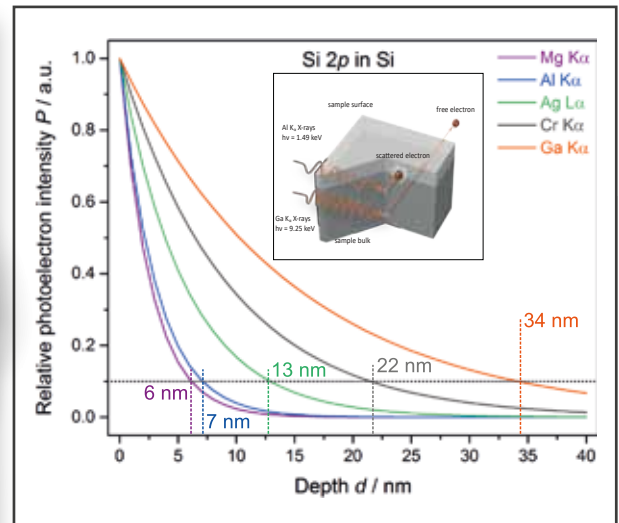


Figure 1. HAXPES using the Ga source offers 5x greater information depth, providing bulk sensitivity that is unavailable using conventional XPS.

- Robust laboratory based HAXPES solution
- Time scales comparable to synchrotron experiments
- Five times higher information depth than AlK α X-Rays
- High flux monochromated Hard X-rays at 9.25 keV
- Access to deep core levels
- Non-destructive measurements of buried interfaces
- Bulk sensitive photoemission spectroscopy

Scienta Omicron's HAXPES Lab brings hard X-ray photoelectron spectroscopy (HAXPES) capability directly to the local laboratory environment. This novel system probes bulk sample properties and accesses deep core level electrons via photoelectron spectroscopy (XPS) without the need for a synchrotron end station.

For further questions please contact us:
info@scientaomicron.com

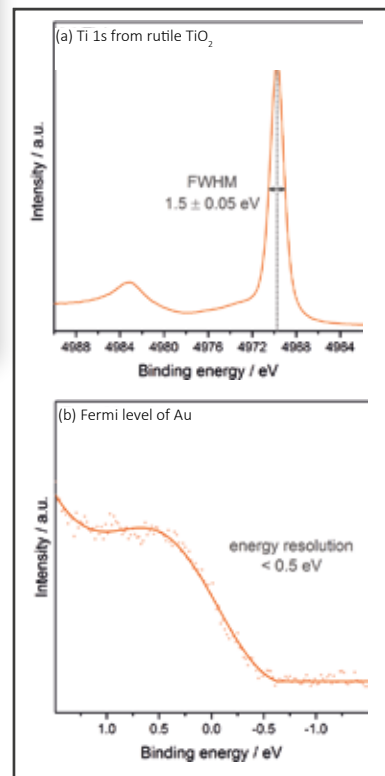


Figure 2 (a) HAXPES Lab provides unprecedented access to deep core levels, as shown in this example of a Ti 1s spectrum.

(b) Fermi edge of Au shows total instrument resolution < 0.5 eV.

