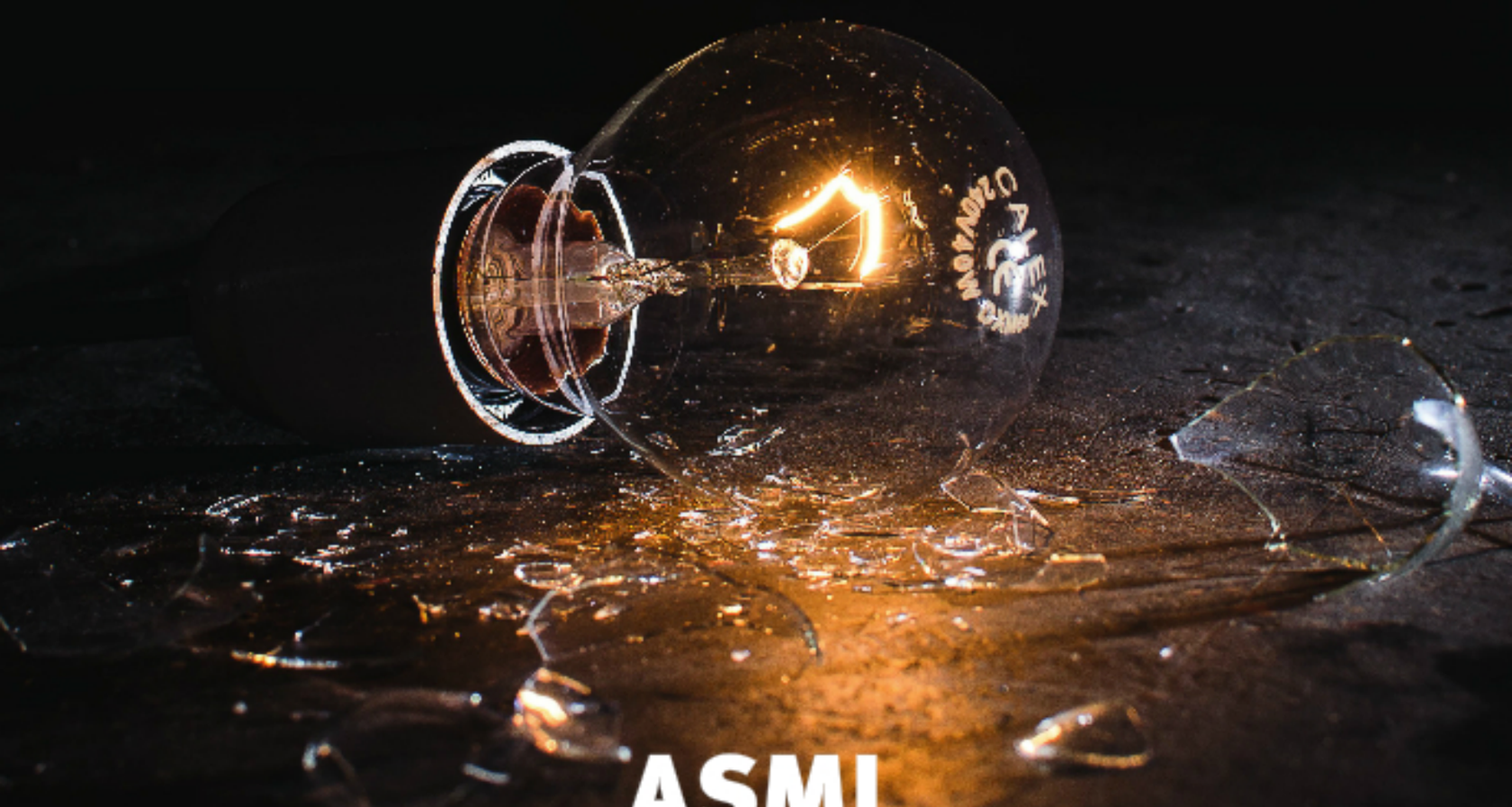
de Appel

Verlichting
Het tweemaandelijkse verenigingsblad van W.S.G. Isaac Newton
35.2



ASML

Een bezoek aan de Nederlandse IC-gigant

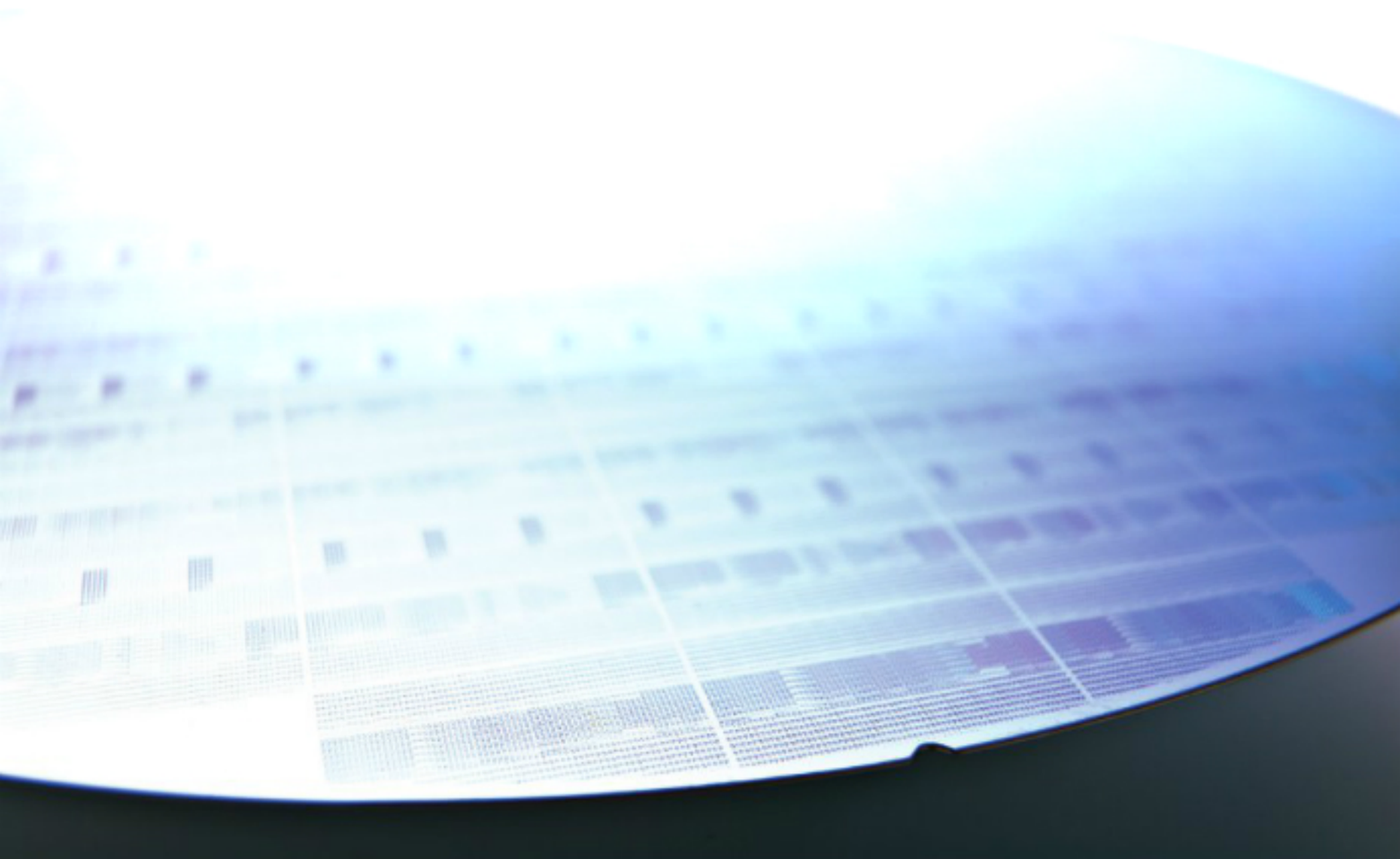
Elektro-era
Hoe de wereld in 100 jaar de elektriciteit omarmde

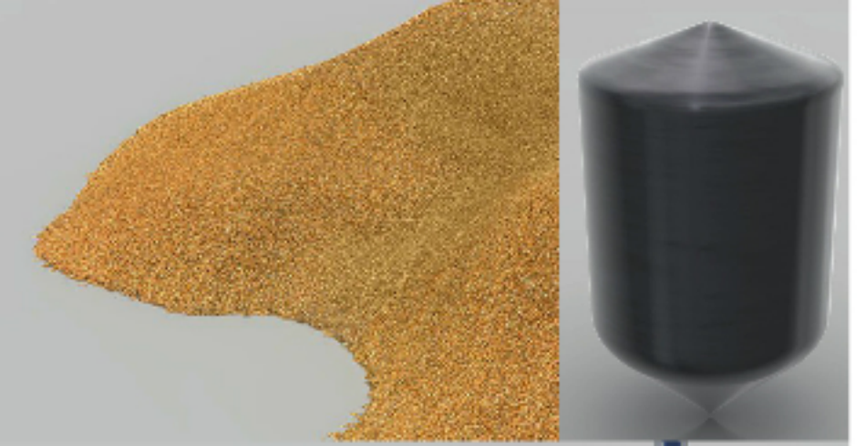
Kasverlichting
Hoe Nederlandse tuinders het hele jaar door zomerbloeiers kunnen kweken

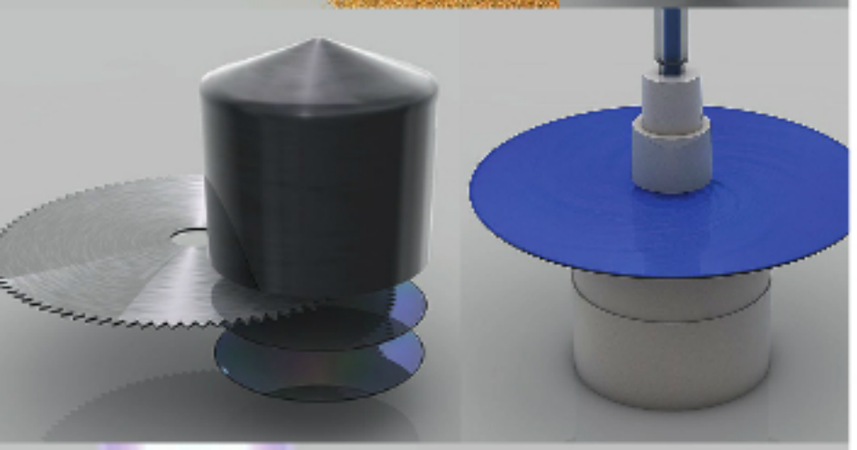
BRC 2012
Een reisverslag van de Benelux Studiereis 2012

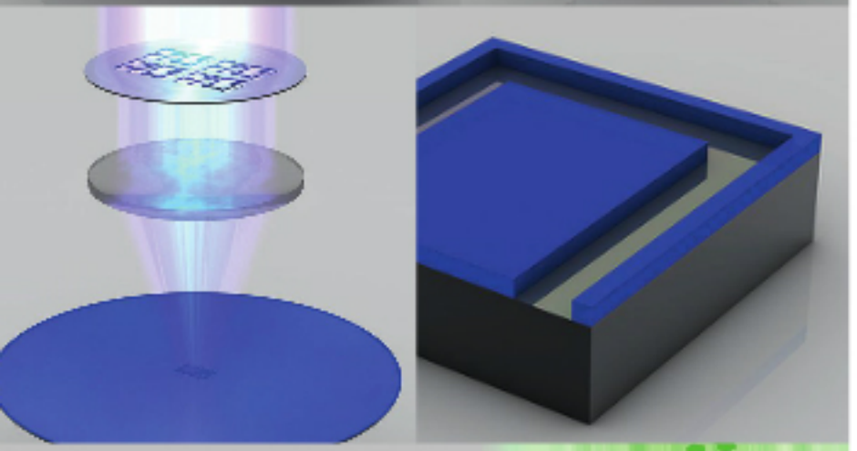
beperking aan de omvang van de onderdelen op de chip. Het blijkt namelijk niet mogelijk om met een laser die gebruik maakt van zichtbaar licht nog kleinere structuren op de wafer te projecteren. De oorzaak hiervan heet diffractielimiet. Diffractie is het verschijnsel dat golven afbuigen, als ze door een relatief kleine opening gaan. Licht is ook een golfverschijnsel, en wordt dus ook afgebogen. De hoeveelheid diffractie is afhankelijk van de golflengte van het gebruikte licht. Op het moment dat de laser in een wafer scanner een onderdeel moet projecteren dat kleiner is dan grofweg de helft van de golflengte van het licht, wordt het beeld als gevolg van de diffractie onscherp. Het gevolg is dat de chip nooit goed zal werken. Het is dus wenselijk om de golflengte van de gebruikte lichtbron te verkleinen, om bij te blijven bij de wet van Moore. De toekomstige generatie wafer scanners gebruikt daarom laserstralen in het extreme ultraviolet (EUV) gebied. Deze vorm van licht heeft een golflengte van tussen de 10 en 200 nanometer, een factor honderd kleiner dan de golflengte van zichtbaar licht. Dit maakt het dus mogelijk om kleinere structuren te creëren op de wafers. Maar deze lichtbron heeft wel een aantal nadelen. Ten eerste zijn EUV-lasers complexer en duurder dan lasers van voorgaande generaties. Een groter probleem is echter dat de golflengte van het licht zo klein is, dat het geabsorbeerd wordt door lucht. De enige manier om toch dit soort lasers te kunnen gebruiken, is het verwijderen van alle lucht uit de ruimtes die de lichtstraal passeert. Er moet dus een vacuüm heersen in dit soort lithografiemachines. Dit betekent dat de constructie van het apparaat aanzienlijk complexer wordt, maar wél erg interessant voor werktuigbouwers. Ook de gebruikte lenzen in de huidige generatie scanners kunnen niet meer worden gebruikt, omdat glas dit licht onvoldoende doorlaat. Daarom worden de enorme objectieven van de scanners vervangen door allerlei spiegels, die de rol van de lenzen overnemen. ASML is in een vergevorderd stadium wat betreft de ontwikkeling van dit soort systemen, maar alle vernieuwingen hebben wel hun schaduwzijde. De nieuwe wafer scanners zijn ongeveer vier keer zo groot als de oude en zijn ongeveer drie keer zo duur, waarmee de stuksprijs uitkomt op pakweg 60 miljoen euro. Geen geld voor een machine met zoveel innovatieve gadgets, toch?

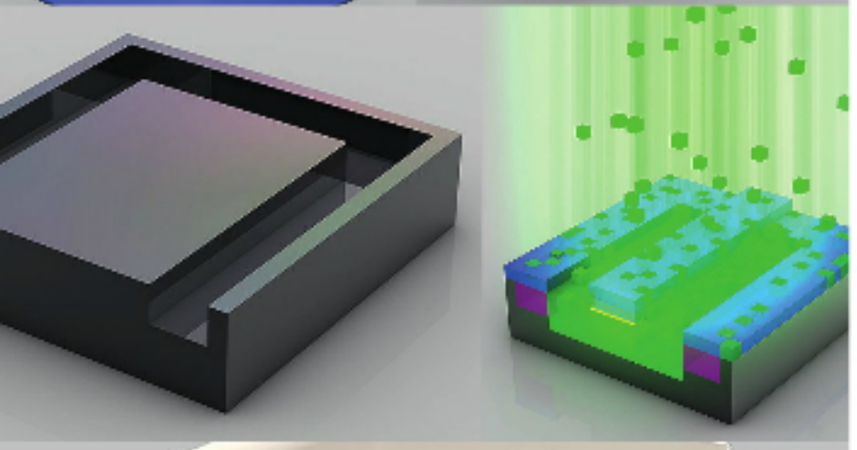
Electronica vinden we op steeds meer plaatsen om ons heen en dat is alleen mogelijk door het gebruik van enorm complexe, maar piepkleine, geïntegreerde circuits. Het moge duidelijk zijn dat de lithografiemachines van ASML een bijzonder belangrijke rol spelen in het productieproces van deze chips en de ontwikkelingen op dit gebied staan nog lang niet stil. Het is dus mede dankzij slimme ingenieurs als Jasper en zijn collega's dat wij en masse 'verlicht' worden door de mogelijkheden van moderne electronica.

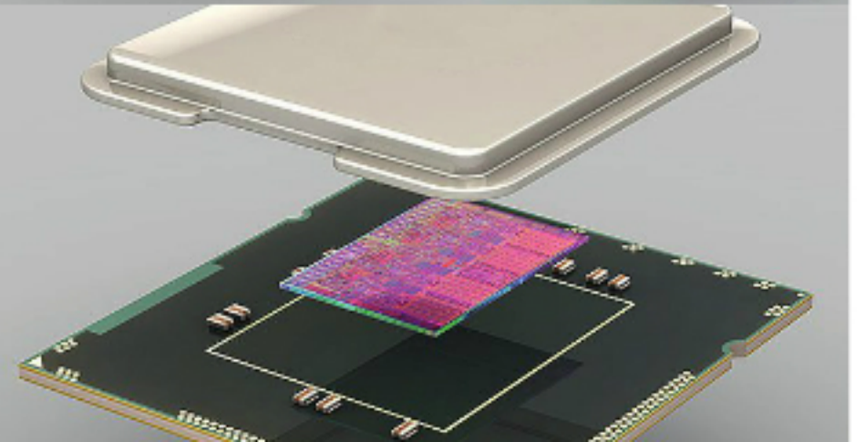












VAN Si TOT IC

Voordat een staaf silicium omgevormd is tot een IC (integrated circuit, hetzelfde als een chip), zijn een aantal stappen doorlopen. De lithografiemachines van ASML zijn niet betrokken bij het gehele proces, maar ze worden gebruikt voor één kritieke stap. Een overzicht van het ontstaan van een chip uit de grondstof. (afbeeldingen: Intel)

1 De basis van een chip is silicium. Dit materiaal is in grote hoeveelheden te vinden, de aardkorst bestaat voor meer dan een kwart uit siliciumverbindingen. Voor de productie van silicium op commerciële schaal wordt siliciumoxide gewonnen en met een chemische reactie omgezet naar silicium. Dit silicium is zo'n 99% zuiver, onvoldoende voor gebruik in de chipindustrie. Daarom wordt het gezuiverd.

2 Het eindproduct is een mono-kristallijne silicium cilinder, meestal met een diameter van 200 of 300 mm.

3 De zuivere silicium cilinder wordt nu in schijven gezaagd van zo'n millimeter dik. Deze plak materiaal heet nu de wafer. De wafer wordt gepolijst tot het zo glad mogelijk is.

4 Op de wafer wordt nu een isolerende laag aangebracht met een chemisch of fysisch proces. Door deze laag kan het silicium als half-geleider functioneren.

5 Nu wordt op de wafer een beschermende lichtgevoelige laag aangebracht.

6 De wafer wordt belicht. De machines van ASML verzorgen deze stap. In de lichtgevoelige laag op de wafer wordt het patroon van de chip honderden keren naast elkaar 'ingebrand'. Het is heel belangrijk dat dit nauwkeurig gebeurt, vanwege de kleine schaal van de onderdelen op een IC. Op dit moment kan een nauwkeurigheid van 5 nm gehaald worden!

7 De wafer wordt ontwikkeld. Dat wil zeggen dat de isolerende laag uit stap 4 wordt weggeëtst met chemicaliën. Dit gebeurt echter alleen op de plekken waar de lichtgevoelige laag is belicht. Er ontstaat dus een patroon in de isolerende laag.

8 De lichtgevoelige laag wordt verwijderd.

9 Het proces wordt nu herhaald vanaf stap 4. Hierdoor ontstaan er verschillende lagen op de wafer. Nu blijkt waarom de nauwkeurigheid van de belichtingsmachines zo groot moet zijn: als de verschillende lagen niet precies op de juiste manier bovenop elkaar liggen, zal er geen geleiding plaatsvinden binnenin de lagen. Een gemiddelde chip heeft tussen de 30 en 50 lagen.

10 De wafer is klaar. Op de wafer zijn honderden identieke chips geëtst, die nu van elkaar gescheiden worden.

11 De siliciumchips worden ingebed in een kunststoffen behuizing en aangesloten op de koperen pootjes van de behuizing.

DEDICATION
Craftsmanship Through Commitment

Uitgelicht: IC-reis

Ongeveer eens in de twee jaar organiseert WSG Isaac Newton een intercontinentale studiereis, een reis met cultuur, bedrijfsbezoeken en een uitgebreid onderzoek naar een ander continent.

Over iets minder dan een jaar, in november 2013, zal de Dedication Study Tour vertrekken met als bestemming Zuid-Korea en Japan. In drie weken zal een groep van 33 studenten onder toeziend oog van 3 begeleiders, Timo Meinders, Theo van der Meer en Fred van Houten, kennis maken met de Aziatische cultuur. De naam van de reis geeft al een hint, de werknemers in de bestemmingslanden houden van aanpakken; Dedication - Craftsmanship through commitment.

De studiereis omvat meer dan alleen het ontdekken van een bepaald werelddeel. Ter voorbereiding zal een uitgebreide studie worden gedaan naar beide landen. In het eerste deel van het onderzoek, het macro onderzoek, is dit vooral op de algemene aspecten van de landen gebaseerd, in deel twee, het meso onderzoek, zal het dieper ingaan op de technische sectoren. Voor beide delen geldt dat een vergelijking met Nederland zal worden gemaakt. Tijdens de reis zelf zal deel drie van het onderzoek, het micro onderzoek worden uitgevoerd; een analyse van de daadwerkelijke bedrijfscultuur. De reis zal, voor het goed kunnen uitvoeren van deze analyse, vele interessante bedrijfsbezoeken bevatten. Centraal zal staan de volgende hoofdvraag:

In which way do the Dutch, Japanese and South Korean cultures affect the technical industry?

Op 18 januari zal het macro onderzoek van start gaan met een inleidend college over de te gebruiken modellen voor dit eerste deel. Vervolgens zullen colleges volgen van gastsprekers die onder andere over hun eigen ervaringen zullen vertellen. Naast deze colleges wordt een volledig themavak opgezet. Uiteindelijk zal met de resultaten van het macro en meso onderzoek een boekwerk ontstaan; het voorverslag. Voor het micro onderzoek, de vergelijking tussen daadwerkelijk bezochte bedrijven, zal een tweede boekwerk worden geschreven, het naverslag. Enkele deelnemers hebben ervoor gekozen de reis in te zetten voor de minorruimte, deze zullen voor de extra punten onder andere een reflectieverslag schrijven.

Het lijkt nog ver weg, november 2013. Deze tijd zal echter nuttig worden besteed; de reis moet bekostigd worden. Sponsors worden gezocht en vier mensen proberen voor alle deelnemers een contractonderzoek binnen te halen. Dit betekent dat de deelnemer bij een bedrijf aan de slag gaat om een probleem op te lossen. Zo wordt de reis niet alleen een cultureel uitstapje met een technische vergelijking tussen Nederland, Japan en Zuid-Korea, maar kan men ook (de eerste) ervaring opdoen in het bedrijfsleven. Na november 2013 is het gezichtsveld van in ieder geval 33 Newtonianen nog verder verbreed en zitten we hopelijk vol goede verhalen.



Kandidaatsbestuur

Sinds afgelopen woensdag 28 november is er weer een nieuw kandidaatsbestuur. Vol trots hebben de zeven leden van het kandidaats 56e bestuur zichzelf aan alle aanwezige oud-bestuurders gepresenteerd, waarna ze allen hun kandidaatsdassen en -penningen omgehangen kregen. In de komende maanden zullen ze aan het werk gaan om een beleid te schrijven voor 2013-2014 en een hierbij passende begroting te maken. Deze stukken zullen worden gepresenteerd op de Algemene Vergadering van woensdag 6 februari, alwaar het kandidaatsbestuur naar alle waarschijnlijkheid het stokje zal overnemen van het huidige bestuur.

CV check Brunel

Misschien denk je er nog niet aan, maar de kans is groot dat je binnen nu en enkele jaren zult moeten solliciteren. Alvorens je wordt uitgenodigd op gesprek is de kans groot dat je als hoogopgeleide werktuigbouwkundige toch je CV zult moeten laten zien. Maar wat zet je daar dan op? Voeg je er een foto bij? En maakt het veel uit als je aan kickboxen doet? Deze en andere belangrijke vragen werden beantwoord tijdens de Brunel CV check. Twee fulltime recruiters gaven een uur lang uitgebreid college over het opstellen van een Curriculum Vitae gaven persoonlijk advies, een zeer nuttige workshop voor iedereen!

Newtongala

Na het spectaculaire lustrumgala van twee jaar terug was er dit jaar weer de mogelijkheid om jezelf in rokkostuum en galajurk te hijsen en heerlijk te genieten van alle dranken die ons mooie land te bieden heeft. Een mooi gezelschap van ongeveer 55 man gaf hier dan ook gehoor aan en besloot in de kelder van de jaargetijden ondanks de ietwat lage opkomst er toch een knalfeest van te maken. Mede dankzij een strijkduo en dj met lasershow werd het dat zeker.

Project A doortrekavond

Woensdag 21 november vond de inmiddels traditionele project A doortrekavond plaats. Dat de avond, de dag voor het inleveren plaatsvond, had misschien kunnen betekenen dat er meer gestudeerd zou worden dan in vorige jaren. Niets was echter minder waar: hoewel er groepen nog ijverig bezig waren, was het merendeel al snel aan het borrelen, gamen, voetbalkijken of een combinatie van al het voorgaande. Gelukkig faciliteerde de Newtonkamer koffie, thee en goudgeel gerstenat zodat er van verveling geen sprake kon zijn. Rond vier uur werd de toren schoongeveegd zodat iedereen kon genieten van de verdiende uurtjes slaap.



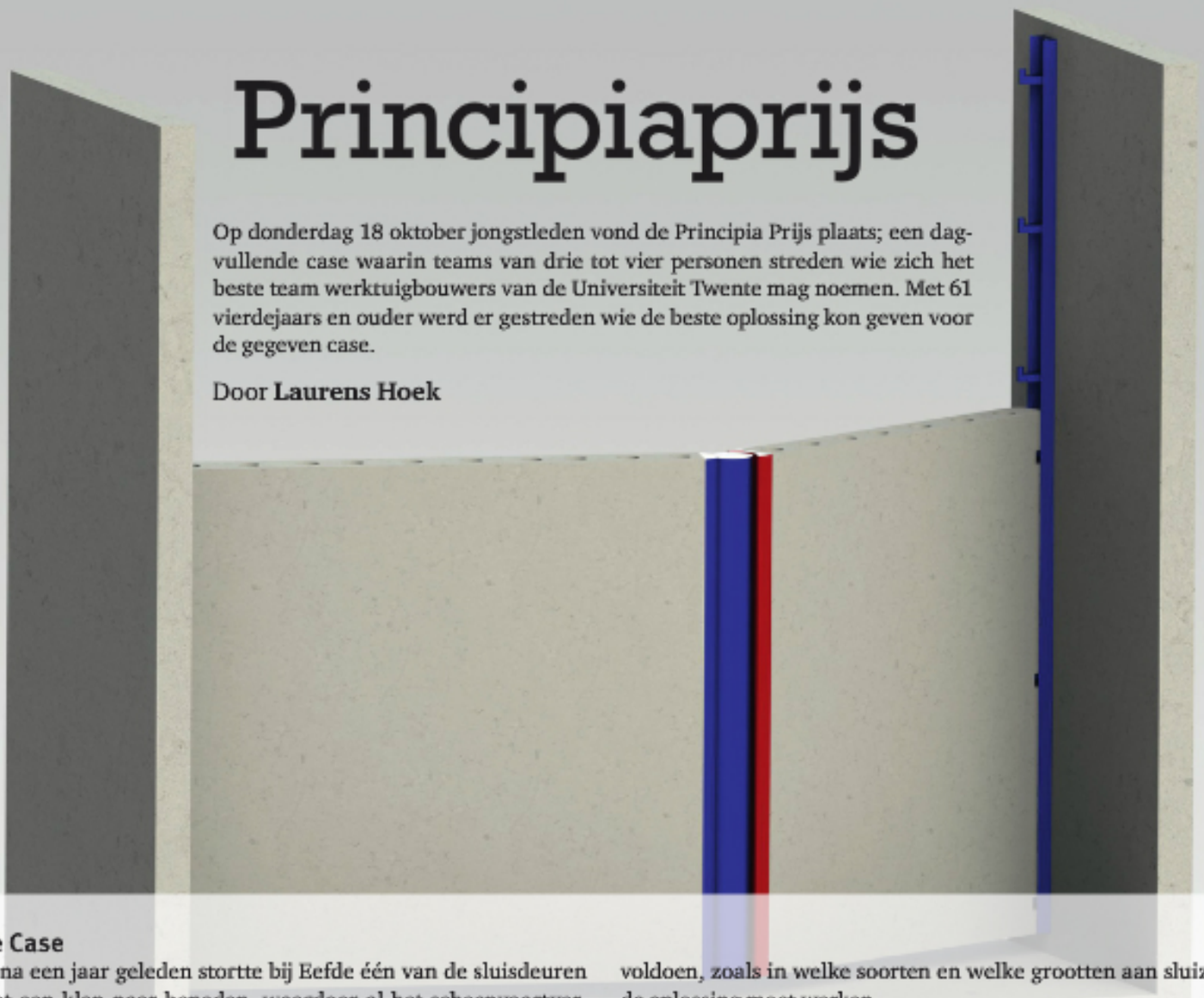
Excursie ExxonMobil

Donderdag 29 november is een busje vol Newtonianen afgereisd naar Rotterdam alwaar we een kijkje kregen achter de schermen. Na een lekkere lunch werd ons het een en ander verteld over hoe het bedrijf in elkaar zit. Zo werd ook uitgelegd wat de raffinaderij allemaal produceerde en op welke manieren dit bereikt werd. Vanzelfsprekend volgde hier een uitgebreide rondleiding over de toegelichte raffinaderij. De dag werd besloten met een gezellige borrel in een nabijgelegen kroeg.

Principiaprijs

Op donderdag 18 oktober jongstleden vond de Principia Prijs plaats; een dagvullende case waarin teams van drie tot vier personen streden wie zich het beste team werktuigbouwers van de Universiteit Twente mag noemen. Met 61 vierdejaars en ouder werd er gestreden wie de beste oplossing kon geven voor de gegeven case.

Door **Laurens Hoek**



De Case

Bijna een jaar geleden stortte bij Eefde één van de sluisdeuren met een klap naar beneden, waardoor al het scheepvaartverkeer moest worden stilgelegd op het Twentekanaal. De waterweg die goed is voor ongeveer 6 Megaton aan vracht moest worden stilgelegd.

Het duurde een maand totdat er een ad hoc oplossing kon worden uitgevoerd en de normale gang van zaken tot op zekere hoogte weer was hersteld. Gedurende deze maand zorgde het opgesloten zitten van bijna 50 schepen en het omleiden van het vrachtverkeer over weg en spoor uiteindelijk voor vele miljoenen euro's aan schade. Bovendien zorgde de kapotte sluisdeur ervoor dat de waterhuishouding in het geding kwam, het overtollige water vanuit Twente kon namelijk niet meer worden gespuid in de IJssel.
Ondanks alle voorzorgsmaatregelen om de werking van de sluis te garanderen was er met een dergelijke situatie niet of nauwelijks rekening gehouden en zelfs ondanks een goed ontwerp gebeurt het regelmatig dat schepen tegen sluisdeuren varen. Wat als er wel rekening was gehouden met het in onbruik raken van een sluisdeur, en er ergens in Nederland een noodoplossing klaar lag? Wat als deze noodoplossing binnen 24 uur toegepast kan worden op diverse sluizen in Nederland?

Deze vraag leidde uiteindelijk tot de opdracht van de Principia Prijs 2012: 'Verzin een manier om binnen 24 uur een noodconstructie te bouwen ter vervanging van een defecte sluisdeur, die de sluis weer in staat stelt te schutten'. Er waren enkele randvoorwaarden gegeven waaraan de noodoplossing moest voldoen, zoals in welke soorten en welke grootten aan sluizen de oplossing moet werken.
Het type oplossing was vrij te kiezen door de deelnemende teams. De oplossingen werden beoordeeld door een vakkundige jury op haalbaarheid, originaliteit, de eindpresentatie, flexibiliteit en kosten.

Uitwerking

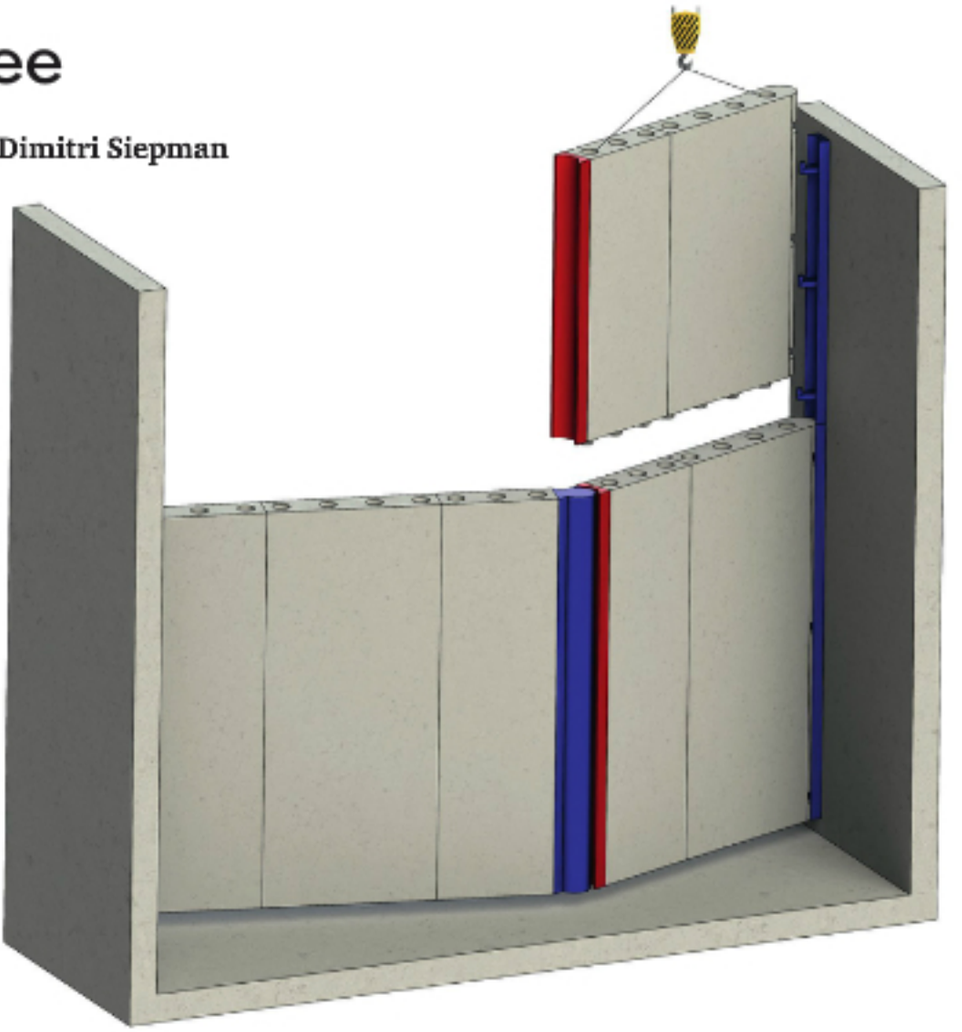
De deelnemende teams kregen ongeveer 6 uur om tot een oplossing te komen. De krappe tijd zorgde ervoor dat niet te lang bij details stilgestaan kon worden, terwijl vanuit de jury wel enige technische diepgang werd verwacht om kans te maken op de eerste prijs, een keiharde E3000,-
Nadat de deelnemende teams een aantal uren hadden gewerkt aan de opdracht volgden 'elevator pitches'. Deze pitches bestonden uit korte presentaties van twee minuten zodat de jury een keuze kon maken welke teams naar de laatste ronde zouden gaan. De teams die doorgingen hielden vervolgens een langere PowerPointpresentatie van 10 minuten voor de jury om de uiteindelijke winnaar te bepalen.
Het werd al snel duidelijk dat verscheidene oplossingen waren bedacht die verschillende oplossingsroutes gebruikten: waar één team ervoor koos om reusachtige balgen te gebruiken, koos een ander team ervoor om het een gedeelte van het water in te vriezen en dit als een sluisdeur te gebruiken, de volgende koos op zijn beurt ervoor een tijdelijke sluisdeur uit pre-fab onderdelen. Na veel wikken en wegen konden er uiteindelijk maar vier concepten naar de laatste ronde en van deze kon er natuurlijk maar één de beste zijn

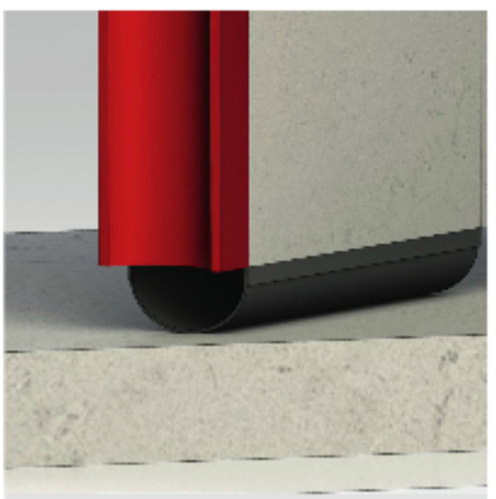
Het winnende idee

Door **Jack van Dalen, Jelmer Kuiper & Dimitri Siepman**

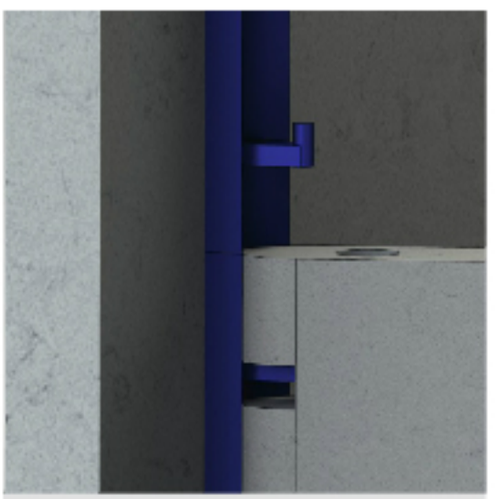
De meest gebruikte sluizen in Nederland zijn puntsluizen. De wel bekende twee deuren die tegen de waterdruk in wijzen. Door deze vorm worden de krachten weggeleid in de kade en blijft de sluis, bij ongelijke waterstand, automatisch gesloten. Omdat dit werkingsprincipe al bewezen is, lijkt het ons uitermate geschikt voor een tijdelijke sluis.

De sluisdeuren zijn onderverdeeld in segment die een dusdanige afmeting hebben dat elk mogelijke sluisgat (volgens de opdracht) ermee gedicht kan worden.

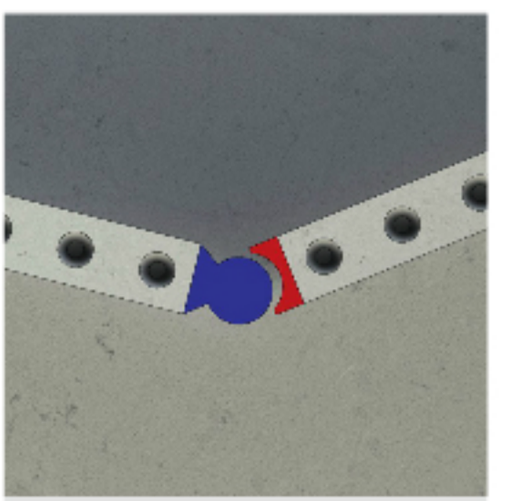




Aan de onderzijde van het onderste segment zit een soort airbag, die moet de grilligheid van de normaal ongeschikte ondergrond opheffen. Deze wordt opgeblazen tijden het schutten van schepen en loopt leeg als de sluisdeuren moeten bewegen.



Het schanier wordt eerst tegen de sluiswand gemonteerd en vervolgens kan de sluisdeur in delen in worden gehangen. Voor het in hangen worden de sluisdelen eerst op lengte aan elkaar geschroefd. De aan elkaar geschroefde delen hebben een maximum gewicht 30ton, zodat een relatief kleine kraan nodig is voor montage. Doordat de sluisdelen zijn voorzien van zoekpinnen en zoekgaten, verloopt het monteren van deze sluisdelen snel en eenvoudig.



Door een kogelgewricht bij de sluiting van de sluis is het mogelijk om twee ongelijke sluisdeuren te plaatsen. Het kogelgewricht zorgt ervoor dat bij iedere hoek in een bepaald bereik een waterdichte sluiting ontstaat.



HET NEDERLANDSE GEHEIM



KASVERLICHTING

Zeventien en een half procent van de Nederlandse export is in handen van de agrarische sector. Hiermee is Nederland op de Verenigde Staten na de grootste exporteur van agrarische producten ter wereld, aldus het CBS in 2010. Het grootste deel hiervan wordt geproduceerd in ons eigen land en waar Nederland zich vooral op onderscheidt is de bloemenmarkt. Dit zijn cijfers die eerder verwacht worden bij een land met meer zonuren en niet het regenovergoten Nederland. Wat het Nederlandse geheim is, verlichting! Om te zien hoe dit in de praktijk gebeurt gaat de Appel op bezoek bij Peter van der Werken in Zaltbommel. Peter van der Werken is een lisianthus-teler en vertelt enthousiast over het bedrijf en haar werkzaamheden en natuurlijk over verlichting.



In totaal 2300 hoge druk natriumlampen

Door **Jack van Dalen** fotografie **Jelmer Kuiper**

Eenmaal uit de buurtbus gestapt bij de scholengemeenschap in Zaltbommel staan we stuurloos (zonder maps) om ons heen te kijken. Blijkbaar heeft de schooldirectie liever niet dat de scholieren op hun mobiel kijken, want bereik is er niet. Toch wordt aan het einde van de straat direct duidelijk waar we moeten zijn; een oranje gloed van de natriumverlichting verraadt de locatie van de kwekerij. Bij de kasdeur wordt opengedaan door Peter van der Werken, eigenaar van dit familiebedrijf dat al bestaat sinds 1969. Kwekerij van der Werken is sinds 2007, mede dankzij de verlichting, de modernste lisianthuskweker van Nederland en Peter laat ons zien waarom.

Bij het binnenkomen van de kas pronken de bloemen in het bijna verblindend fel oranje licht, de lens van de camera beslaat en het is noodzaak om de jas uit te doen. "Het is 27 graden met een luchtvochtigheid van ongeveer 75% en het scheelt 10 graden of de lampen aan of uit staan ", aldus Peter van der Werken. Tijdens het acclimatiseren van de herfst buiten naar het subtropische klimaat binnen, wordt duidelijk dat de schaal waarop verlichting gebruikt wordt groot is. Heel groot. Aan beide zijden van het middenpad staan rijen met bloemen te genieten van de lichtbehandeling die ze nodig hebben om te kunnen bloeien. Een lichtbehandeling die ze krijgen van totaal 2300 hoge druk natriumlampen, enkele 600 Watt maar het overgrote deel 1000 Watt per stuk. Peter vertelt dat de bloemen zonder extra verlichting alleen kunnen bloeien in de zomermaanden en dat het natuurlijke seizoen afgelopen zou zijn in oktober. Maar dankzij de verlichting kan er toch het hele jaar door geteeld worden en dat is dan ook precies wat er gebeurt, gemiddeld anderhalf tot twee vrachtwagens vol per dag.

Als werktuigbouwkundige beheers je over enige rekenkundigheid en een simpel sommetje laat je weten dat hier heel wat stroom nodig is, ongeveer 2000 kW! Een enorme hoe-



Het overgrote deel 1000 Watt per stuk

veelheid, aangezien een gemiddeld huishouden met vier personen volgens Nuon 0,54 kW aan stroom verbruikt. Om aan deze stroomvraag te voldoen maakt Peter gebruik van een op gas draaiende warmtekrachtkoppeling die, op het moment van bezoek volgens de display, ongeveer 1150 kW aan stroom produceert. De rest wordt geleverd door het net. De warmte die de warmtekrachtkoppeling levert wordt gebruikt om de kas verder te verwarmen. Een grotere warmtekrachtkoppeling is volgens Peter dan ook geen optie; je zou immers onnodige warmte produceren die verder niet gebruikt kan worden. De CO^2 die de installatie uitstoot zou theoretisch goed zijn voor de planten en weer terug de kas in kunnen, maar vanwege de economische kosten van een dergelijk systeem is dat niet gedaan.

Uitgekiend

Het klinkt allemaal als een proces met een enorme vraatzucht aan stroom, in werkelijkheid is het een delicaat en uitgekiend proces. De planten hebben namelijk 20 uur daglicht per etmaal nodig om optimaal te groeien. De overige vier uur dat het donker is hebben de planten gelegenheid tot rust. Deze rustperiode is gekozen tussen vijf en negen in de avond. De meeste mensen komen dan thuis en zetten de tv aan, hierdoor is de stroomprijs op het net dus het hoogst. Tijdens deze periode beslist een computer of de warmtekrachtkoppeling door moet draaien of niet. Is de prijs op het net hoger dan de kostprijs van de zelfgemaakte stroom dan levert Van der Werken stroom aan het net. Is de prijs op het net lager dan de kostprijs, dan kan er (indien aanwezig) gebruikt worden gemaakt van een warmwaterbuffer die overtollig warm koelwater op kan slaan gedurende de draaiuren. De computer kan nog meer intelligente dingen; zo kan er gemeten worden of de meest duurzame bron van licht, de zon, misschien voldoende licht geeft. Indien nodig worden de lampen aan- of uitgeschakeld. Tijdens de korte grauwe dagen van de herfst en de winter blijft dit echter zeldzaam.



www.careersathmc.com

MARINE CONTRACTORS

Working at Heerema Marine Contractors:

The ultimate challenge

Whether you want to work on one of the world's largest crane vessels or you aspire to an onshore position in a high-tech environment, find your challenge below:

Students

- ***Internship Technology***
- ***Thesis Graduation Project***
- ***Internship Fleet***

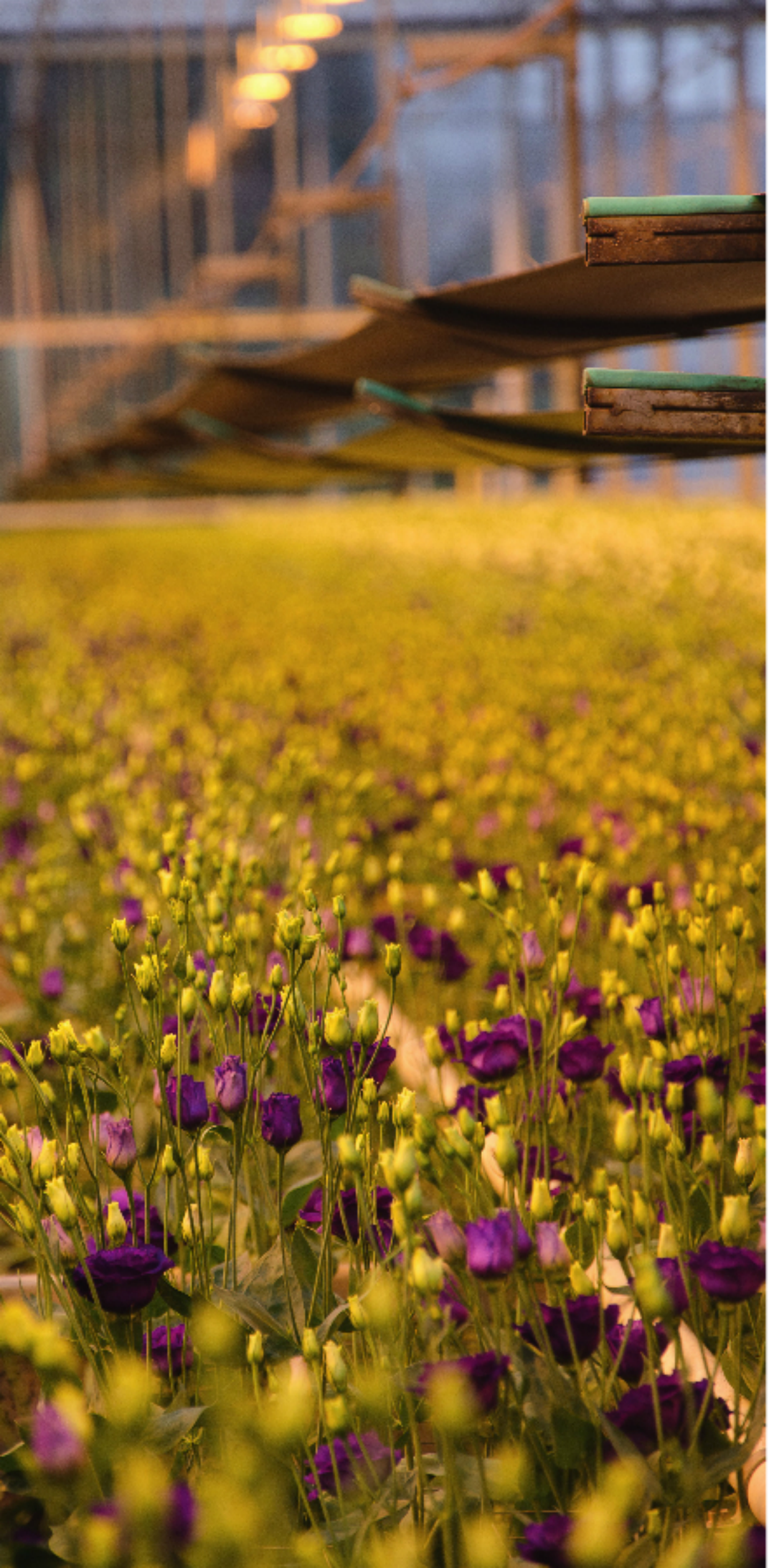
Graduates

- ***Junior Engineer***
- ***Technology Talent with Leadership Ambition***
- ***Innovation Talent***

Upload your resume and motivation letter via our website:

WWW.CAREERSATHMC.COM

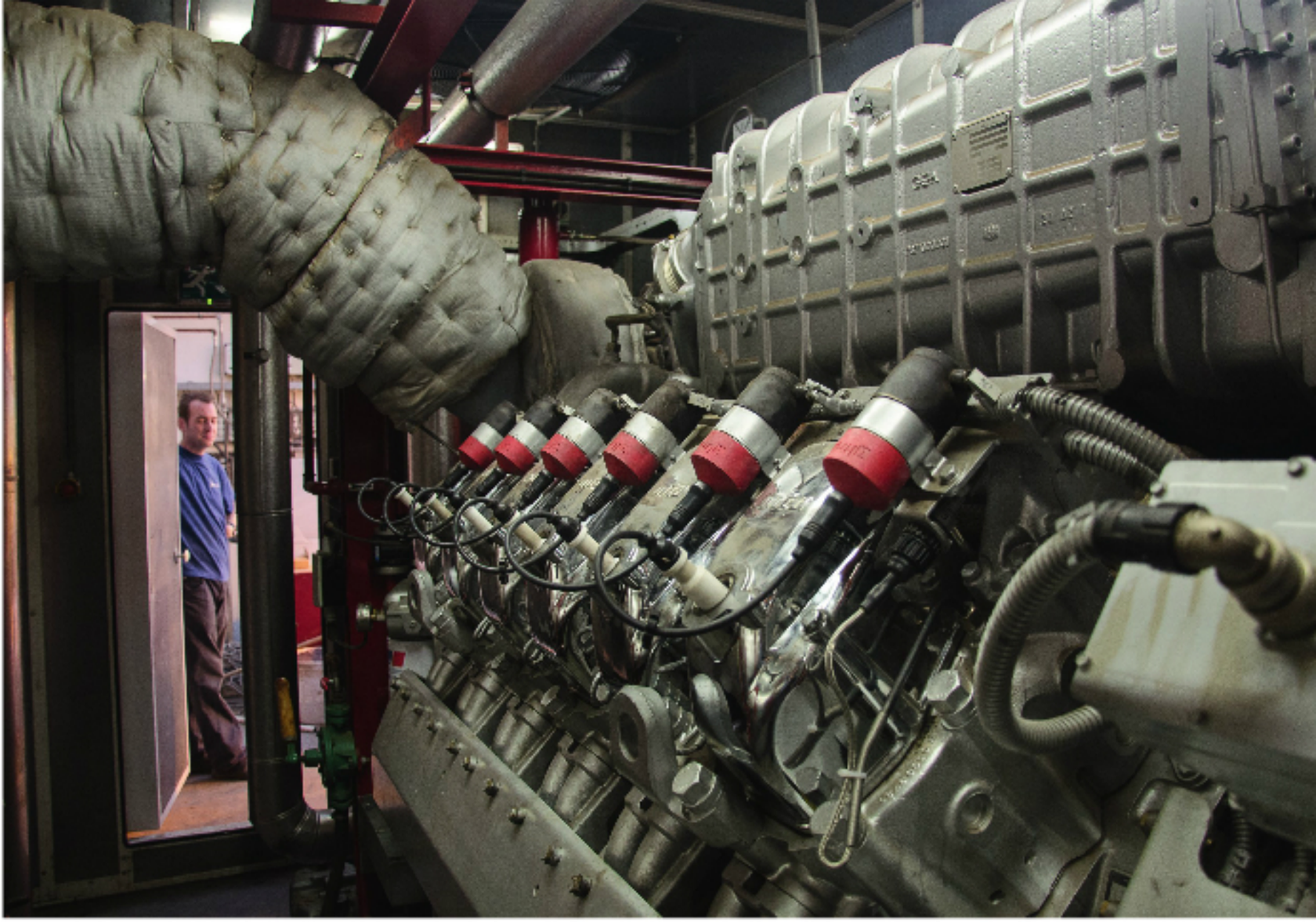
For questions and more information, you can contact our recruitment department on +31 [0]71 - 579 90 95



Tijdens het bezoek zijn er verschillende type armaturen te zien in de kas. Peter vertelt ons dat links en rechts verschillende lampen hangen qua kleurenspectra en dat proefondervindelijk is vastgesteld wat uiteindelijk de beste lamp is voor de plant, maar dat blijft natuurlijk het geheim van de smid. Het is wel duidelijk welke lamp het efficiëntst is; de 600 Watt lamp heeft namelijk 57 Watt extra nodig vanwege de aanwezige elektronica, terwijl de 1000 Watt lamp maar 30 Watt extra nodig heeft.

“Het scheelt 10 graden of de lampen aan of uit staan”

Terwijl we met Peter in gesprek zijn is er iemand bezig om de oudere 600 Watt exemplaren te vervangen voor de efficientere 1000 Watt exemplaren. Het is te zien dat ondanks de hoeveelheid lampen over elke Watt is nagedacht. Zo branden bij de beginnende plantjes de lampen om en om waardoor de helft van de stroom wordt bespaard. “Beginnende planten hebben weinig baat bij de enorme hoeveelheid licht”, zegt Peter. Op de vraag of Ledverlichting geen optie is komt, zoals verwacht, een weloverwogen antwoord. “De Ledtechniek staat nog in de kinderschoenen en levert nog te weinig licht in verhouding tot de lampen die er nu hangen, de hele kas zou dicht moeten hangen met ledlampen om een dezelfde hoeveelheid licht te krijgen.”



Het proces

Lopend over het middenpad valt nog iets op; alles in deze kas is overdacht. Zo zijn alle plantjes gemiddeld 10 cm van elkaar geplaatst en worden ze recht gehouden door een ingenieus systeem van grof kippengaas, poelies, staaldraden en lieren. De plantjes worden gesneden door werknemers, die door het heersende klimaat alle onnodige kledingstukken hebben uitgedaan, en zorgvuldig per vijf op een lopende band gelegd. De lopende band transporteert de bosjes van vijf planten naar het middenpad toe, waar een machine ze opwacht en per tien afsnijdt, inbindt en vervolgens doorgeeft aan een medewerker. De medewerker schuift een hoesje over de bosjes van tien planten en plaatst deze in een veilingkar. Hierdoor is het niet meer nodig om een aparte hal warm te houden en verlichten voor het sorteerwerk, dat nu direct in de kas wordt gedaan.

De V12

De dikke kopperdraden volgend komen we terecht bij een stukje stroomvoorziening in de vorm van de eerder besproken warmtekrachtkoppeling. De dikke geluidsisolerende deur verhult het daadwerkelijk oorverdovende kabaal dat erachter schuilgaat. Eenmaal binnen naast de generator valt niet meer te praten en is het indrukwekkend om binnen één meter van lopende 47 liter V12 te staan. De weg naar buiten duurt niet lang en met deur gesloten wijst Peter nog eenmaal naar het display waarop staat aangegeven wat de generator nu doet; 3 fases van elk 1636 Ampère. Als je bedenkt dat hierbij nog stroom ingekocht moet worden is het je voor te stellen wat voor een enorme hoeveelheid stroom voor de verlichting in deze kas gebruikt wordt. Zoveel dat buiten een extra gekoeld transformatorhuisje staat. De computer regelt het inschakelen van de lampen dusdanig dat de spanning op het net niet te ver zakt. Het hele inschakel proces duurt ongeveer tien minuten, aldus Peter.

Nationaal gezien

Binnen Nederland is dit niet de enige tuinder die een significante hoeveelheid energie voor zijn rekening neemt, landelijk gezien is de glastuinbouw goed voor 10% van het nationale gasverbruik. Dankzij nieuwe regelgeving is de efficientie in de tuinbouw enorm gestegen en wordt er zuiniger gebruik gemaakt van iedere kubieke meter aardgas. Ondanks de stijgende efficiëntie zijn de kosten voor het gasverbruik enorm gestegen. Volgens AgriHollend, een belangrijke informatie bron op agrarisch gebied, zijn de aardgaskosten in de glastuinbouw gestegen van 400 miljoen in 2004 tot 1.275 miljoen in 2010. Een groot deel van dit aardgas wordt weer omgezet in elektriciteit en gebruikt voor de verlichting van de gewassen.

Bij een grote hoeveelheid aan licht die momentueel nodig is om gewassen te laten groeien komt nog een ander probleem om de hoek kijken, namelijk lichtvervuiling! Een groot deel de aantal lumen weerkaatst via het gewas terug naar boven en door de ramen naar buiten. Zo is vooral bij lichte mist of bewolking een oranje gloed te zien in de wijde omtrek en straatverlichting eigenlijk overbodig. Uiteraard is niet iedereen even gesteld op deze hoeveelheid licht en daarom is wettelijk vastgelegd tijdens welke uren de lampen verduisterd moeten worden. Peter van der Werken heeft een schermingsdoek, dat door de computer aangestuurd wordt om de aan deze eisen te voldoen. Door alle regelgeving en stijgende energiekosten wordt het steeds moeilijker voor de Nederlandse kweker om winst te blijven maken. Het zou zonde zijn als de agrarische markt, waar Nederland toch al sinds de tulpen bekend om staat, verdwijnt. Laten we dan ook hopen dat de gebruikte verlichting en ook nieuwe innovaties ervoor zorgen dat Nederland een van 's werelds grootste marktleiders blijft op gebied van bloemen en planten







Ingenieur in de Politiek

'Werp twee keer een munt. Wat is de kans op tweemal kop?' Deze vraag kregen Britse Kamerleden voorgelegd. Veertig procent had de vraag goed, zestig procent zat ernaast of wist het simpelweg niet. Desondanks gaf driekwart van de Kamerleden aan met vertrouwen met getallen om te gaan. De conclusie voor een blad als de Appel is duidelijk: ten eerste ontbreken ingenieurs in de politiek, ten tweede zijn ze hard nodig.

De eerste conclusie is goed te onderbouwen met de laatste Nederlandse verkiezingen. De Tweede Kamer telt sinds november zes ingenieurs, waaronder kernfysicus Diederik Samsom. Het percentage ingenieurs onder hoger opgeleiden – waaruit de Kamer bijna uitsluitend bestaat – is met vijftien procent echter drieënhalf keer zo hoog. Wat betreft emancipatie in de Kamer loopt de ingenieur daarmee circa veertig jaar achter op vrouwen.

Het Britse experiment is niet de enige aanwijzing dat ingenieurs nodig zijn in de politiek. Een hoger percentage ingenieurs zorgt er ten eerste voor dat de samenleving beter gerepresenteerd wordt. Net als vrouwen en allochtonen behoren ingenieurs voldoende vertegenwoordigd te worden om het politieke systeem geloofwaardig en effectief te maken. Het gebrek aan begrip voor bèta's in de discussie over de langstudeerboete bijvoorbeeld laat zien dat weinig Kamerleden snappen hoeveel tijd een technische studie kost.

Ten tweede staat de politiek in toenemende mate voor complexe problemen. De financiële crisis en klimaatverandering vragen om analytisch sterke politici met een goed gevoel voor cijfers. De snelle ontwikkelingen in de technologie bieden veel oplossingen – als de politiek ze ook begrijpt. Diederik Samsom verbaast zich in een interview met Intermediair over het gebrek aan interesse onder zijn collega's bij technische werkbezoeken. 'Ik wil dan weten hoe het echt werkt, pas dan kun je beoordelen of dit een reële optie is.'

Waarom komen ingenieurs niet in de politiek terecht? De reden is niet dat ze allemaal een technisch beroep willen uitoefenen – veel techneuten gaan aan de slag als strategie consultant of manager. Het is waarschijnlijker dat ingenieurs simpelweg niet zo van politiek houden. Er wordt veel gepraat en weinig tastbaar resultaat geboekt. Democratie is vaak weinig efficiënt door veel inspraak en frequente verkiezingen – dat stoort de ingenieur. Liever bedenkt hij zelf een technisch perfecte oplossing.

Het Nederlandse besluitvormingsproces met veel aandacht voor consensusvorming heeft een internationaal bekende naam: het poldermodel. Opvallend genoeg staan Nederlandse ingenieurs wereldwijd het meest bekend om hun waterbouwprojecten waaronder – jawel – de polders. De twee begrippen lijken vooralsnog echter gescheiden werelden te beschrijven: hoog tijd om een brug te slaan.

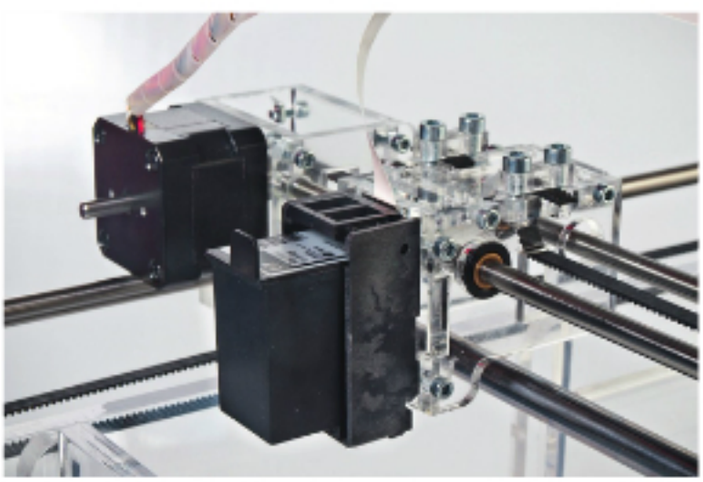
Stijn van Ewijk

AFSTUDEERARTIKEL

Poedergebasseerde open source rapid prototyping machine voor keramische materialen

Door **Alex Budding**

In het begin van de jaren '90 zijn de eerste 3D-printers op de markt gekomen. Ze waren bedoeld om zichtmodellen of prototypes te maken voor ontwerpers. Inmiddels zijn de machines en materialen een stuk geavanceerder en is het mogelijk om functionele producten te maken van kunststof, metaal en keramische materialen. Onlangs is zelfs een 3D-geprinte onderkaak geimplanteerd! De voordelen ten opzichte van conventionele bewerkingen zijn legio. Niet alleen kunnen relatief snel complexe vormen worden vervaardigd met slechts één machine. Er kunnen zelf vormen worden gemaakt met ondersnijdingen, die met andere machines fysiek niet mogelijk zijn. Verder is het bijvoorbeeld mogelijk om bewegende, functionele voorwerpen, denk bijvoorbeeld aan een tandwielenstelsel, in één keer te maken, zonder assemblage. Voor serieproductie zijn dergelijke machines uiteraard niet geschikt, maar voor kleine aantallen en prototypes zijn ze zeer geschikt.

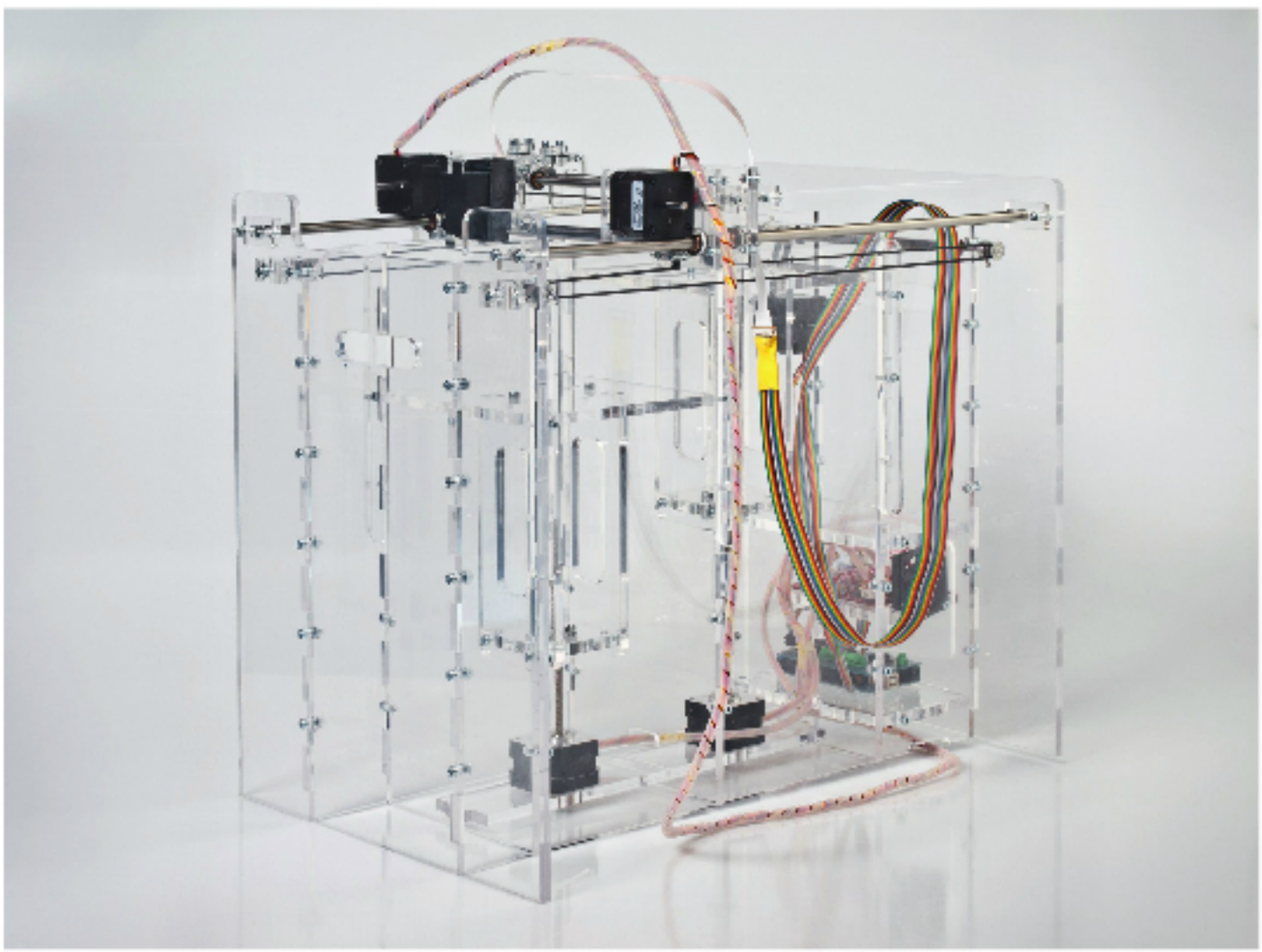


De printkop en de roller zorgen voor de verspreiding van respectievelijk de binder en het poeder.

Open source printers

De afgelopen jaren is er een snelle opkomt van goedkope en makkelijk te bedienen thuisprinters waargenomen. Deze printers stellen consumenten in staat om thuis, hun eigen ontwerpen te printen in drie dimensies. De huidige printers gebruiken allemaal het Fused Deposition Modeling proces, waarbij het uitgangsmateriaal een plastic draad is. Dit beperkt de toe te passen materialen en ook de geometrie van de producten, omdat bij dit proces steunmateriaal nodig is om ondersnijdingen te printen. Poedergebasseerde printers hebben deze nadelen niet. Commerciële machines die een poeder substraat gebruiken bestaan al jaren, maar er bestaat nog geen goedkoop of open-source alternatief.

De Pwdr Model 0.1 machine. Zichtbaar zijn de: XY-gantry (bovenop), poederbakken (midden) en elektronica (achterin).



Afstudeeropdracht

De afstudeeropdracht is dan ook om een open-source poedergebasseerde te ontwerpen en maken. Na onderzoek is gekozen om het 3DP proces toe te passen. Een van de toepassingen waarvoor de printer geschikt moet zijn is het printen van keramische membranen.

3DP proces

Het toegepaste 3DP proces werkt als volgt: er zijn twee bakken met poeder aanwezig. De ene is voor voorraadpoeder en in de andere ontstaat het product. Om een laag van het product te printen wordt door middel van een dunne laag van het poeder aangebracht op de 'bouwbak'. Vervolgens wordt het poeder plaatselijk gebonden met een vloeistof, die wordt verdeeld door een inkjet printerkop. Daarna wordt er een nieuwe laag poeder aangebracht en herhaalt zich het geheel totdat alle lagen van het product zijn geprint.

Machine

Na het inventariseren van de eisen en wensen is de machine ontworpen. Om het bouwen van de printer te bevorderen is er voor gekozen dat alleen standaard 'off-the-shelf' onderdelen worden gebruikt, in combinatie met dragende delen die worden lasergesneden uit acrylplaat. De machine, zoals op de foto's weergegeven, kost ongeveer 1000 euro.

Gebruik en vervolg

De printer is inmiddels succesvol getest met gips en aantal keramische materialen. Komend jaar wordt in het kader van een onderzoeksprogramma verder onderzoek gedaan naar het 3D-printen van keramische membranen.

Meer weten over het onderzoek en een filmpje:

Het Gevolg

De vallende appel van Isaac Newton had grote gevolgen voor de werktuigbouwkunde, en daarmee voor de hele wereld. In de rubriek 'Het Gevolg' iedere editie het verhaal achter een grootse uitvinding of ontdekking die, net als Newton's appel, het wereldbeeld voorgoed veranderde. Deze keer:



Natriumlampen

Tekst: Hans Kroeze

Tot eind 1800, de periode dat de gloeilamp uitgevonden werd, waren het donkere tijden. Verlichting bestond uitsluitend uit gaslampen, en andere toestellen die d.m.v. verbranding licht produceerden. Gelukkig kwam hier snel een einde aan, want men wilde graag `s avonds ook nog doorwerken (denk hierbij aan de ontwikkeling van de automobiel), en veel tijd bleef daar niet voor over als eerst alle lampen aangestoken moeten worden…

Toen in 1901 de kwiklamp uitgevonden werd door Peter Cooper Hewitt ging het snel met de ontwikkeling van de lamp tot die wie we tegenwoordig kennen. Als basis voor deze kwiklamp gebruikte hij de gasontladingsbuis van de Duitse heren Julius Plücker en Heinrich Geissler. Deze heren hadden ontdekt dat wanneer je een elektrische stroom door een gas in een gedeeltelijk vacuüm gezogen buis stuurde, deze licht uitstraalde. De ontladingsbuis van Hewitt was gevuld met een kleine hoeveelheid kwik. Als hij hier een elektrische stroom doorheen leidde werd het kwik opgewarmd tot kwikdamp. Er was een speciale procedure nodig om deze kwikdamp op te starten: men moest de lamp namelijk scheef houden, zodat het kwik een elektrische sluiting maakte met de twee elektrodes die zich in de lamp bevonden. Het is maar goed dat de foto's uit die tijd zwart-wit zijn, want het licht dat deze lamp uitstraalde was bijzonder onplezierig. Het had een blauwig-groene kleur, en werd daarom ook uitsluitend gebruikt voor het kortstondig verlichten van objecten die gefotografeerd werden. De foto's waren immers toch zwart-wit.

Na deze uitvinding van de kwiklamp was het voor de Amerikaanse onderzoeker Arthur Holly Compton nog maar een koud kunstje om in 1919 de lagedruknatriumlamp uit te vinden. Deze lamp bestond uit een binnen- en een buitenbuis, ook wel ballonen genoemd. De feitelijke gasontlading vond plaats in de binnenballon en de buitenballon zorgde in de beginjaren alleen nog voor bescherming. Omdat natrium een vaste stof is had meneer Compton een manier bedacht om deze toch te gebruiken als vulling voor zijn lamp. Hij gebruikte namelijk ook nog een andere vulling: neongas. Dit gas zorgde in de eerste tientallen seconden voor het op gang brengen van de lamp. Tijdens het gasontladingsproces van het neongas warmt de binnenste ballon op. Dit ging door tot een temperatuur waarbij het vaste natrium dat zich in kleine uitstulpinkjes van de binnenballon bevond kan verdampen. Zodra het natrium begon te verdampen werd de lamp feller, en steeg de temperatuur nog sneller. Dit proces had even de tijd nodig. De lamp was daarom ook pas na tien minuten op volle sterkte.

Verberterde lampen

Toch duurde het nog een jaar voordat de lagedruknatriumlamp in productie kon worden genomen. Het glas dat gebruikt werd voor de ballonnen was eigenlijk niet geschikt. Maar toen Compton in 1920 het boor-glas ontwikkelde kon de productie beginnen. Dit boor-glas kon, in tegenstelling tot gewoon glas, het agressieve natrium wel verdragen. Dit was nodig omdat het glas dat totdantoe gebruikt werd binnen zeer korte tijd niet meer lichtdoorlatend was. En daar heb je als lampenproducent natuurlijk weinig aan…

In de daaropvolgende jaren werd de lichtopbrengst en levensduur van de lampen aanzienlijk vergroot. Een belangrijke verbetering van de lagedruknatriumlamp werdt in 1965 ontwikkeld door Philips. Deze kreeg de typenaam SOX mee. Bij de productie van deze SOX lampen werd een dunne laag indium-tinoxide aan de binnenkant van de buitenballon aangebracht. De functie hiervan was dat de infrarode warmtestraling -afkomstig van de binnenballon- werd gere-



flecteerd, met een aanzienlijke steiging van de lichtopbrengst tot gevolg.

Na de ontwikkelling van een nieuw soort lichtdoorlatend keramisch materiaal (aluminiumoxide) en verbeterde afdichttechnieken wisten William Louden en Kurt Schmidt van General Electric in 1964 de eerste hogedruknatriumlamp te maken. Het voordeel van een hogedruknatriumlamp is dat deze een betere kleurweergave heeft. Dit komt doordat er ook energie in de vorm van licht wordt uitgestraald dat een andere golflengte heeft dan alleen de kenmerkende gele kleur (de dubbele spectraallijn van natrium is zuiver geel, ongeveer 589 nanometer). Onder andere door de hoge druk en toevoeging van xenongas wordt dit bereikt. Ook zijn hogedruknatriumlampen veel kleiner en lichter dan lagedruknatriumlampen, wat als bijkomend voordeel heeft dat de lichtmasten waar de lampen in opgehangen worden ook veel lichter kunnen zijn.

Aansluiting lichtnet

Een lage- of hogedruknatriumlamp kan niet via de kortste weg op het lichtnet worden aangesloten. Er is namelijk een ballast of voorschakelapparaat nodig om de stroom door de lamp te kunnen beperken. Dit voorschakelapparaat werkt samen met een starter. De starter zorgt bij het opstarten van de lamp voor een kortstondige hoge piekspanning. In de starter bevindt zich een glazen buisje met een neon- of kwikdampvulling en twee contacten van bimetaal. Als de lamp eenmaal in bedrijf is zorgt het voorschakelapparaat er ook voor dat de spanning over de lamp binnen een bepaalde norm blijft. Elk type hogedruklamp heeft dus zijn eigen type voorschakelapparaat. Deze kunnen tussen lampen van verschillende types ook niet uitgewisseld worden.

Toepassingen

Hogedruknatriumlampen worden tegenwoordig veelvuldig toegepast in de land en tuinbouw. Onder andere door de toevoeging van metaalhalidezouten zijn lampen gemaakt die goed in het spectrum vallen van het licht dat planten nodig hebben bij de fotosynthese. Dit type verlichting wordt ook wel assimilatieverlichting genoemd. Er zijn echter wel enkele nadelen aan verbonden, zoals lichtvervuiling en hoge temperaturen. Ook zijn hogedruknatriumlampen zeer populair bij thuiskwekers van hennep, mede doordat er met deze lampen goede oogsten behaald worden zijn deze lampen hier een goede investering... De prijs van natriumverlichting is relatief aan de hoge kant, mede door de ballast en de specifieke armaturen waar de lampen ingedraaid dienen te worden. Andere toepassingen van hogedruknatriumlampen vinden we tegenwoordig terug in verlichting langs grote snelwegen of voetbalvelden.

De ontwikkeling van natriumlampen heeft door de jaren heen heel wat voeten in aarde gehad. Dit soort lampen heeft tegenwoordig de taak het pad te verlichten naar de ontwikkeling van de veiligere LED-lampen, waarvan men tegenwoordig verwacht dat daar meer voordelen aan zullen zitten dan aan de natriumlampen.

VISUEEL

Enschede by night

Door *Jelmer Kuiper*

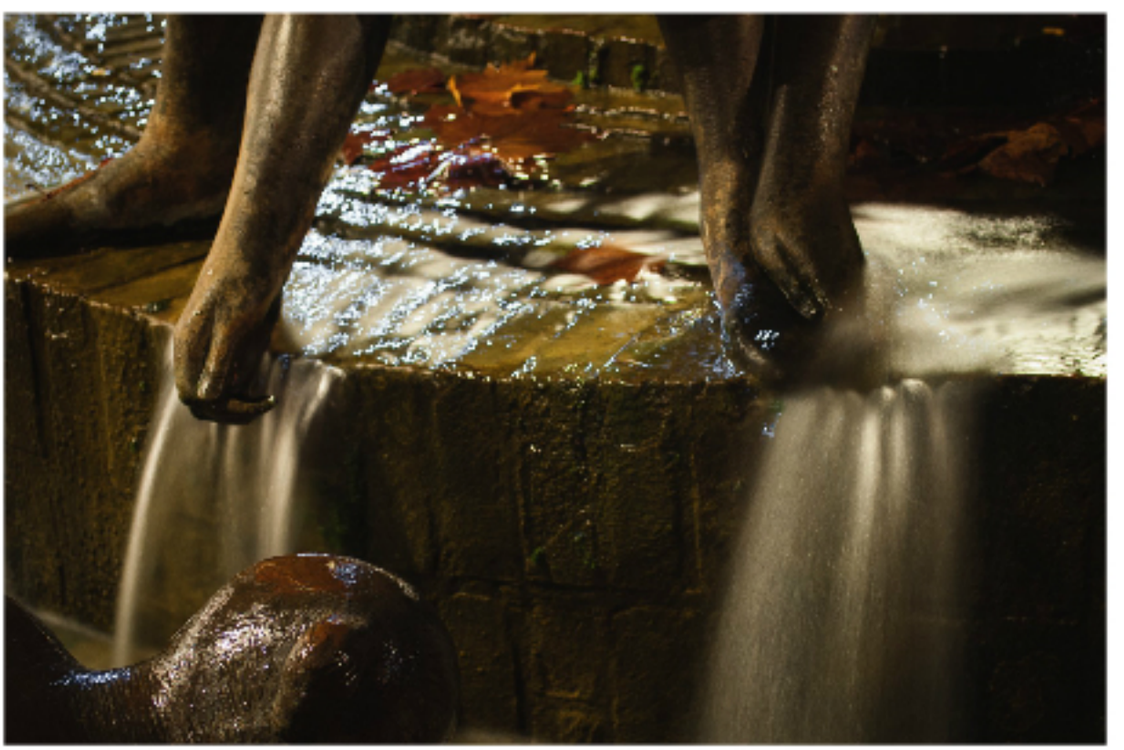
In de Visueel-rubriek deze Appel een stel bekende stadsgezichten: ons eigen Enschede gefotografeerd bij nacht! Sommigen van ons zien de thuisstad van de Universiteit Twente natuurlijk vaker 's nachts dan overdag, maar ook van deze groep zullen er slechts weinigen wat langer blijven staan om eens écht goed naar hun omgeving te kijken. De Appel ging op pad om een gedetailleerde blik op Enschede naar haar lezers te brengen.



De bushalte op het Van Heekplein is nu lang zo mooi niet meer...



Voor de mensen die niet naar hun voeten kijken tijdens het lopen.



Dat het standbeeld voor het stadhuis nog geen rimpelvingers heeft, mag een wonder heten.

Woord van het bestuur

Het is mijn eer om het woord van het bestuur te mogen schrijven na alweer bijna driekwart jaar bestuur te zijn. Verlichting is een breed onderwerp, zo is het natuurlijk vanzelfsprekend het gene wat ons ook gedurende de kleine uurtjes kan laten zien wat we aan het doen zijn. De lamp, weliswaar brandend op olie in plaats van elektriciteit, verzorgt al sinds de hoogtijden van de Romeinen en Grieken licht. Totdat Heinrich Göbel in 1854 de eerste (gloei)lamp op elektriciteit maakte. Mijn naamgenoot Thomas Edison ging er echter met de eer vandoor door er een patent op aan te vragen 25 jaar na dato.

Verlichting is niet alleen het licht gegenereerd door verschillende bronnen. De Verlichting is ook een stroming, een periode waarin de manier van denken van de mens veranderde. Waar eerst altijd van het kwade in de mens werd uitgegaan en blindelings God of de kroon gevolgd werd, volgde een periode van nieuwe inzichten. Het idee dat sommige wetmatigheden in de natuur niet verklaard konden worden in de Bijbel leidde tot een wetenschappelijke revolutie. Hier komt natuurlijk onze held Isaac Newton om het hoekje kijken. Hij had het licht duidelijk wél gezien, hij toonde aan dat in het heelal een aantal wetten golden waarvan wij werktuigbouwers er een aantal maar al te goed kennen. Zijn wetten waren goed voor de ontwikkeling van de wetenschap, ze gaven aanleiding voor filosofen om ze toe te passen op de natuurwetenschappen, maar ook sociale wetenschappen. Dit was mooi, want in die tijd gold: meer wetenschap is meer macht en mogelijkheden om de maatschappij te veranderen.

Onze studievereniging mag dan wel door een donkere periode gegaan zijn, maar gelukkig is er aan het eind van de tunnel dan toch nog licht te zien. Nadat afgelopen jaar enkel ik bereid was om een jaar full time bestuur te doen, hebben we eind november zeven enthousiastelingen gevonden die vanaf februari het stokje willen overnemen!

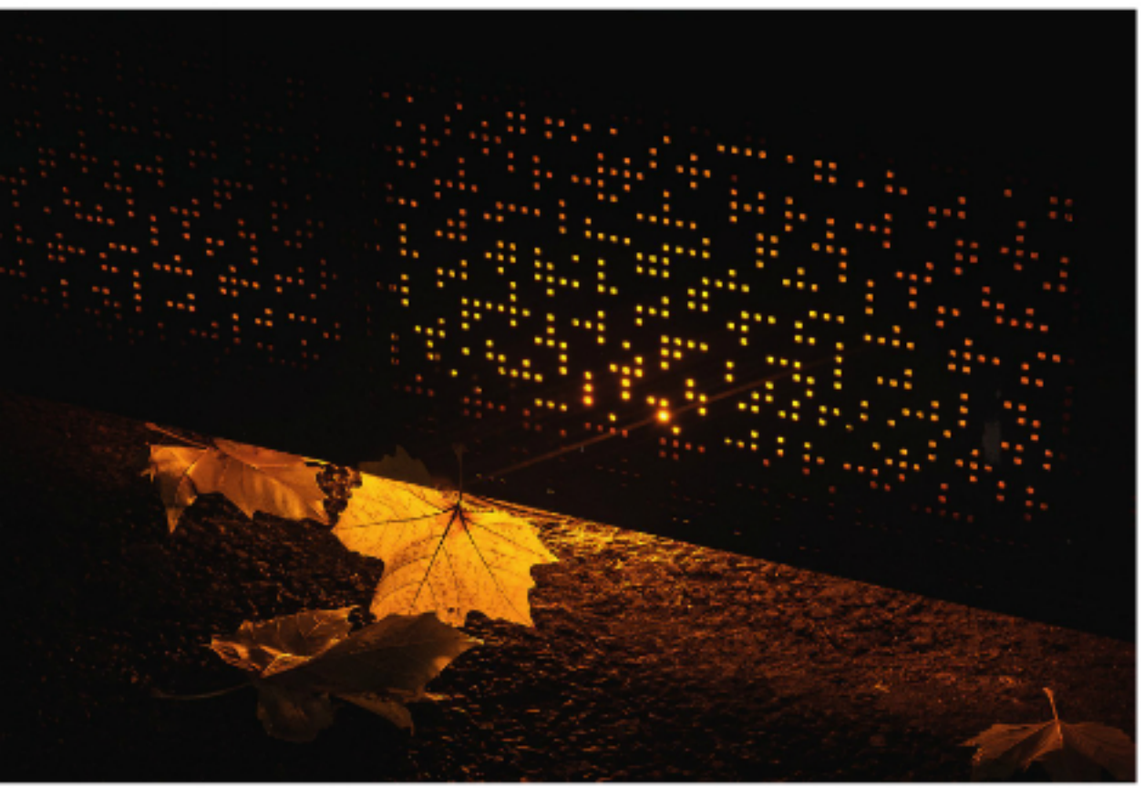
Thomas Laoh

Bestuur 2012-2013,
Ad Interim





Als een fontijn aanstaat en er is niemand om over waterverspilling te klagen, word je er dan nat van?



Nog een detail van het Van Heekplein. Punten voor wie de locatie herkent!

HET ELEKTRO-TIJDPERK

Door **Tim de Wit**

Elektriciteit: de hele wereld draait erop. Verlichting, openbaar vervoer, zo'n beetje alle huishoudelijke apparaten en binnenkort ook nog auto's. Het is dan ook bijna vanzelfsprekend geworden dat je in ieder huis op het westelijk halfrond een stekker in het stopcontact kan doen om onmiddelijk stroom te gebruiken. Dit was zo'n tweehonderd jaar geleden wel anders: toen was elektriciteit het domein van excentrieke wetenschappers en briljante ingenieurs, die met hun onderzoeken en uitvindingen de moderne wereld hebben vormgegeven. Binnen één eeuw legden zij de wetenschappelijke basis voor de elektrische infrastructuur die wij nu zo vanzelfsprekend vinden. In dit artikel ontdekt de Appel hoe dat in zijn werk ging.



We schrijven het jaar 1828. Amerikaans wetenschapper en onderzoeker Joseph Henry, van de universiteit van Albany, staat op het punt om een enorme ontdekking te doen op het gebied van elektriciteit. Een ontdekking die de basis zal vormen voor de manier waarop we elektriciteit in onze tijd gebruiken. Het principe van magnetisme is dan al bekend, evenals elektrische geleiding tussen twee polen. Ongeveer tachtig jaar daarvoor, in 1745, is de Leidse fles uitgevonden, de eerste condensator waarmee elektrische lading kon worden opgeslagen. Elektriciteit is bij de massa nog nauwelijks bekend, maar werkt fascinerend op natuurwetenschappers. Er wordt veel onderzoek naar gedaan in laboratoria, maar de enige praktische toepassing die al dat werk tot dan toe heeft opgebracht is de bliksemafleider, uitgevonden door Benjamin Franklin in 1752. Dat gaat echter snel veranderen. Joseph Henry ontdekt namelijk de samenhang tussen elektriciteit en magnetisme: hij windt koperdraad om een ijzeren staaf heen en maakt zo de eerste elektromagneet.

Elektro-watte?

Een elektromagneet dus? Niet erg spectaculair, zul je misschien denken, maar je hebt het mis! Door de elektromagneet te bouwen zet Henry namelijk enkele briljante breinen aan het werk, onder wie William Sturgeon en, de meest bekende, Michael Faraday. Die laatste ontdekt en beschrijft met behulp van Henry's magneet het verschijnsel van inductie: hij weet met behulp van een elektromagneet op de tweede verdieping van een gebouw een elektrische stroom op te wekken in een ijzerdraad in de kelder van hetzelfde gebouw. Joseph Henry was zelf bezig met vergelijkbare experimenten tussen 1830 en 1832, maar Michael Faraday wordt algemeen erkend als de eerste die het verschijnsel heeft weten te produceren. Joseph Henry laat zich hierdoor echter niet uit het veld slaan: in de volgende jaren waarin hij met elektriciteit experimenteert, legt hij de bases voor zowel de telegraaf als de elektromotor! In 1831 spant hij een koperdraad van een mijl lengte en stuurt er een stroomsignaal door, waarmee een armatuur aan het andere einde een hamer tegen een belletje slaat. Dit is de eerste keer dat wordt aangetoond dat stroom over langere afstanden getransporteerd kan worden, en uitvinder Samuel Morse maakt dankbaar gebruik van dit gegeven wanneer hij de telegraaf uitvindt, de eerste vorm van elektronische communicatie op lange afstand. Het duurt daarna niet lang voordat mensen over de hele wereld met elkaar communiceren door middel van korte en lange stroomsignalen, verstuurd door dunne koperdraden. Zo wordt de telegraaf de eerste belangrijke uitvinding die werkt op elektriciteit. Mindere wetenschappers zouden nu op hun lauweren rusten, maar Joseph Henry is nog lang niet klaar met zijn onderzoek...

In 1832 bedenkt Joseph Henry dat je elektromagnetische inductie zou kunnen gebruiken om een geleidend metaal te doen bewegen. Als je immers een stroom kunt opwekken in een geleider door hem door een magnetisch veld te bewegen, moet je een geleider ook door een magnetisch veld kunnen laten bewegen door er stroom doorheen te sturen! Hiervoor vindt hij de allereerste poolwisselaar uit, waarmee hij gelijkstroom om kan zetten in wisselstroom. Met deze wisselstroom lukt het hem om een elektrische zuigermotor te maken. De trillende beweging die hierbij ontstaat omzetten naar een draaiende beweging, lukt hem nog niet, maar alweer legt Joseph Henry de basis voor een uitvinding die de wereld zal veranderen. Andere uitvinders nemen Henry's onderzoek en doen er fantastische uitvindingen mee, zoals de eerste elektrische auto in 1835 en de eerste elektrische locomotief in 1847. Omdat de generator echter nog niet is uitgevonden, moeten elektrische voertuigen worden aangedreven door accu's, die dan nog te zwaar en te duur zijn. De elektromotor moet nog enkele decennia wachten op zijn gloriejaren. En raad eens wie bij die ontwikkeling een grote rol speelde?

Oplossingen genereren

Joseph Henry wordt in 1839 benoemd tot eerste directeur van de Smithsonian Institution, het opperste wetenschappelijke orgaan van de Verenigde Staten, maar hij blijft onderzoek doen naar elektriciteit. Samen met Michael Faraday bedenkt hij de principes die ten grondslag liggen aan het ontwerp van het dynamo, en daarmee de generator. Na nog enkele decennia doorontwikkeling, van zowel het dynamo als de aandrijfmethodes, kan eindelijk genoeg elektriciteit worden opgewekt om



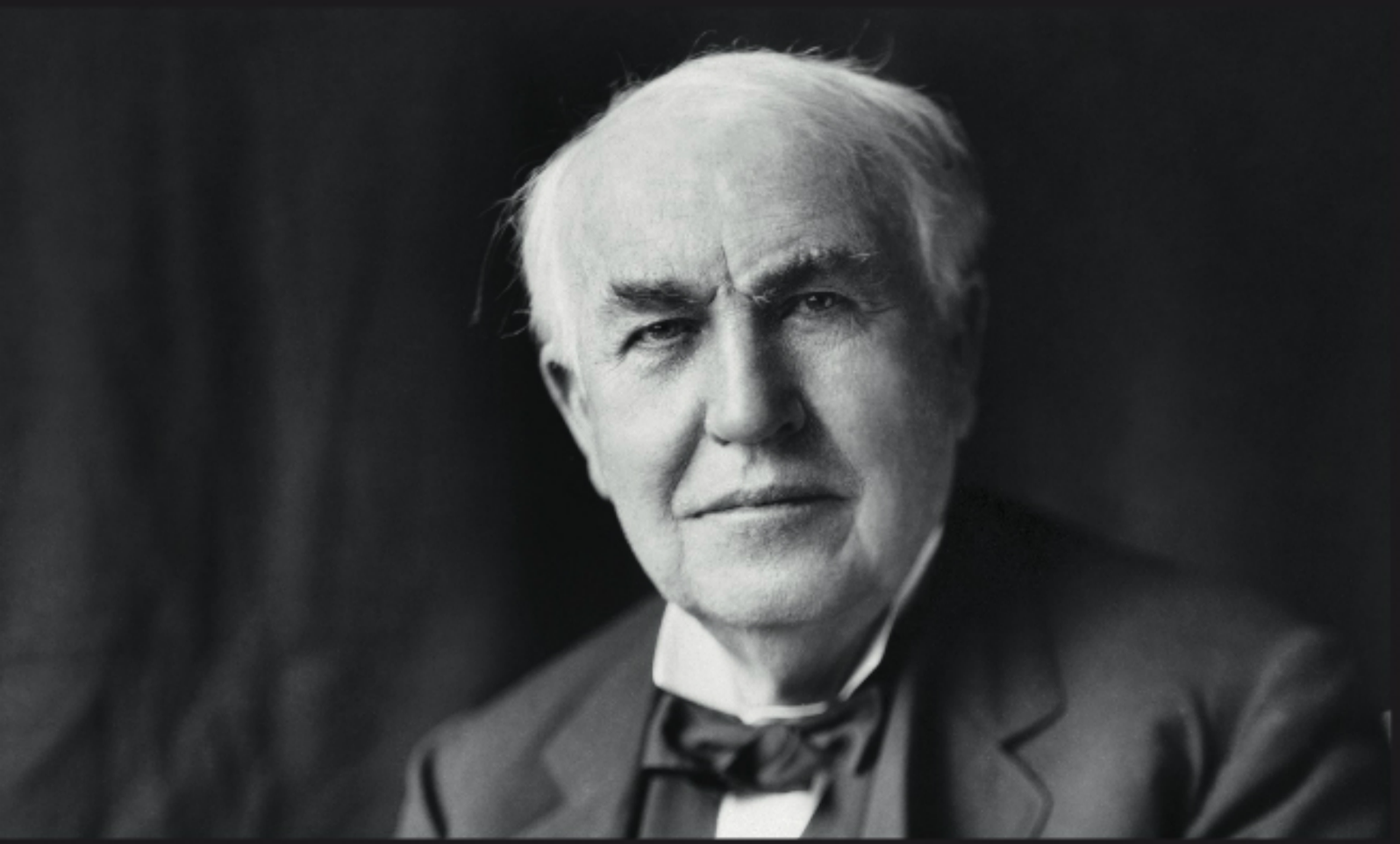
Joseph Henry

die cruciaal zijn geweest voor de vooruitgang van de elektrotechniek: parallelschakelingen, elektrische schakelaars, een dynamo dat een stabiele elektrische stroom zou genereren, een transformator om het voltage te bepalen, veiligheidsstoppen en sterker glas voor de peertjes zijn nog maar het begin. Met al deze uitvindingen maakt Edison elektriciteit veilig voor gebruik in huis. En dan moet hij de lamp zelf nog maken…

In 1879 is Edison al veertien maanden bezig met het ontwerpen van de elektrische circuits en armaturen voor zijn gloeilampen, als hij met behulp van koolstof gloeidraden een lamp maakt die veertig uur kan branden. "Als ik een lamp veertig uur kan laten branden", zegt hij dan, "kan ik hem ook honderd uur laten branden!" En zo geschiede: in 1881 gooit Thomas Edison hoge ogen op de wereldtentoonstelling in Parijs, met zijn elektrische gloeilamp en zijn efficiënte dynamo's. In het jaar daarop worden in Londen en New York de eerste krachtcentrales gebouwd door Edisons bedrijf General Electric, die elk enkele duizenden lampen van kracht voorzien. De miljoenen beginnen bij Edison binnen te stromen als onder zijn leiding het elektrische tijdperk wordt afgetrapt.

De grote wissel

We schrijven nu 1885. In heel de ontwikkelde wereld schieten Edisons krachtstations uit de grond. Deze stations leveren gelijkstroom aan afnemers binnen één of twee kilometer afstand van het station en houden bij hoeveel elke klant afneemt met behulp van stroommeters. Doordat stroom in de grote steden eindelijk redelijk constant geleverd kan worden, worden overal uitvindingen gedaan die gebruik maken van deze nieuwe grondstof. Zo wordt in New York de elektrische lift uitgevonden, waardoor projectontwikkelaars stalen gebouwen van tientallen verdiepingen kunnen bouwen zonder zich zorgen te maken over het trappenlopen. De lift zelf was al meer dan een eeuw geleden uitgevonden, maar Edisons nieuwe krachtbron maakt hem eindelijk praktisch in het gebruik. Ook wordt in Richmond, Virginia de eerste elektrische spoorwegbaan in gebruik genomen, een uitvinding die de mobiliteit van stedelingen overal enorm zal verbeteren. Ondertussen blijven Edisons medewerkers maar uitvindingen patenteren. Eén daarvan was de moderne accu, waardoor auto's elektrische startmotoren konden krijgen in plaats van de ouderwetse aan-



Thomas Alva Edison

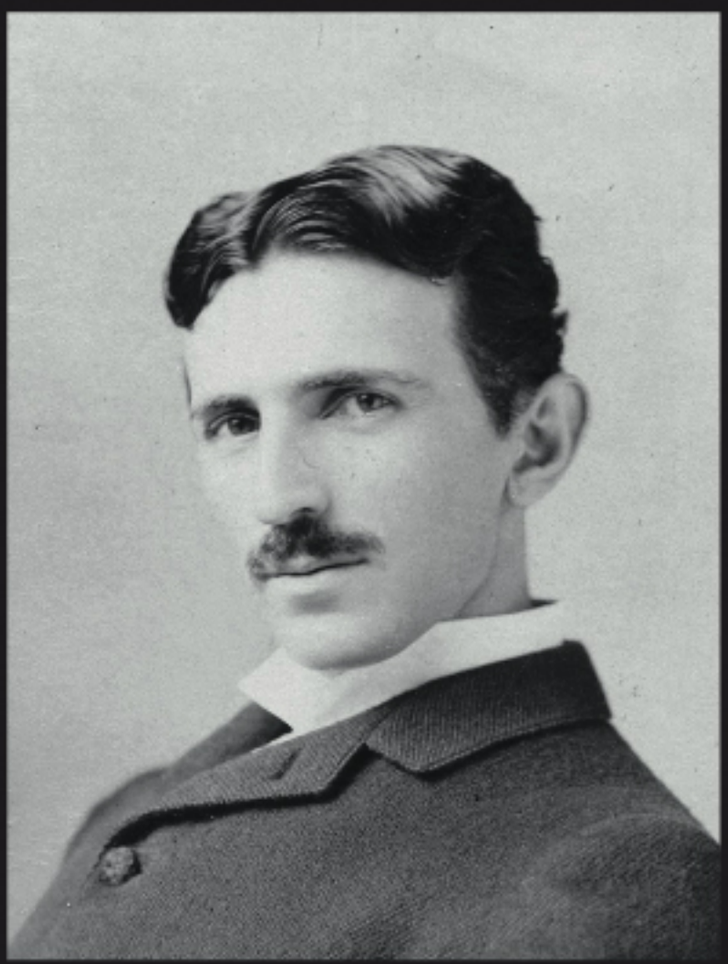
het te gebruiken voor processen die meer energie gebruiken. Joseph Henry leeft echter niet lang genoeg om het echte begin van het elektrische tijdperk mee te maken: hij sterft in 1878 om tachtigjarige leeftijd, zonder ooit één dollar te hebben gevraagd voor het gebruik van zijn revolutionaire uitvindingen. Met de dood van deze gulle wetenschapper hebben we een nieuwe hoofdpersoon nodig voor dit artikel, en die vinden we in een jonge uitvinder wiens naam elke werktuigbouwer ongetwijfeld zal kennen: Thomas Alva Edison.

Edison wordt geboren in 1847 en werd opgeleid als telegraafoperator. Doordat hij veel met de telegraaf omgaat en snapt hoe het apparaat werkt, begint hij al snel manieren te verzinnen om het apparaat te verbeteren. Hij ontwerpt, zonder tot ingenieur te zijn opgeleid, onder meer een automatisch doorstuurstation voor de telegraaf en een apparaat dat stemmen kan tellen die telegrafisch werden doorgeseind. Met deze uitvindingen verdient hij genoeg geld om in Menlo Park, New Jersey zijn eigen laboratorium en fabriek te bouwen, waar hij in 1877 de fonograaf uitvindt. De fonograaf is het eerste apparaat dat audio-opnames kan maken en doet dat met behulp van kleicilinders. Edison wordt erg bekend met deze eerste uitvinding op Menlo Park, maar de analoge fonograaf past natuurlijk niet in een artikel over elektriciteit. Daarom gaan we snel door naar zijn volgende project, wat zijn interesse in elektriciteit zou doen ontbranden: de gloeilamp.
Elektrisch licht bestaat al enige tijd wanneer Edison begint met zijn experimenten, en er zijn in de Verenigde Staten zelfs al een paar steden met elektrische straatverlichting. De bestaande lampen zijn echter log, inefficiënt en in serie geschakeld, waardoor elektrische verlichting nog niet echt praktisch te noemen valt. Als er één lamp kapot gaat, zit immers de hele straat zonder licht! Edison besluit in zijn fabriek een elektrische lichtbron te ontwerpen die bruikbaar zou zijn in de gemiddelde Amerikaanse huiskamer. Dat lijkt geen revolutionaire stap te zijn in de ontwikkeling van het stroomnet en elektriciteit als krachtbron, totdat je bedenkt op welk niveau de techniek op dat moment is gestrand: de aan/uit-knop is nog niet eens uitgevonden! Edison moet, voordat hij kan beginnen met het produceren van zijn lamp, enkele uitvindingen doen

draaihendels. Een andere was het elektrische hitte-element, waardoor in 1885 voor het eerst gelast kan worden. De vooruitgang was enorm, op bijna alle gebieden, en Edison werd slapend rijk. Een groot deel van de wereld had beschikking over elektriciteit, dus kunnen we bijna zeggen dat we aan het eind zijn van de eeuw van elektrische innovatie. Bijna.

Er is nog één man die in een artikel over het elektro-tijdperk niet kan ontbreken: Nikola Tesla. Tesla werd geboren in Kroatië, toen nog deel van het Keizerdom Oostenrijk, en begon zijn carrière als elektrotechnicus in dienst van Edison. Edison bood hem 50.000 dollar om zijn gelijkstroomdynamo's te verbeteren, maar wijgerde te betalen toen Tesla dat klusje geklaard had. Tesla nam prompt ontslag en zou nooit meer met Edison samenwerken. In 1887, als Edisons gelijkstroom in de grote steden is aangeslagen, richt Tesla zijn eigen bedrijf op en begint te concurreren met zijn vroegere werkgever. Hij neemt dan de oude ontwerpen van Joseph Henry en Michael Faraday voor de poolwisselaar en vindt hiermee een elektromotor uit die draait op wisselstroom, evenals een transformator voor dit type elektriciteit. Tesla heeft inmiddels doorzien dat Edisons ontwerpen voor gelijkstroom één grote tekortkoming hebben: gelijkstroom kan niet over langere afstanden worden geleid zonder dat er veel krachtverlies optreedt. Transformatoren voor gelijkstroom zijn namelijk groot en moeilijk te maken en zitten vol bewegende onderdelen, zodat er enorme installaties nodig zijn om de voltages te veranderen. Tesla's wisselstroomtransformatoren bestaan slechts uit twee spoelen met ijzeren kernen en werken zonder bewegende onderdelen, waardoor zijn wisselstroom makkelijk kan worden omgezet naar hoge voltages, waardoor het met weinig krachtverlies over grote afstand kan worden geleid.

Nikola Tesla weet ondernemer George Westinghouse te overtuigen van de enorme economische voordelen van wisselstroom en samen proberen ze het nieuwe systeem op de markt te brengen. Ze bouwen grote krachtcentrales en leggen kabels naar afnemers op langere afstand, waardoor ze goedkoper stroom aan kunnen bieden dan Edison. Zijn plan om de wereld van energie te voorzien behelst het bouwen van talloze kleine krachtcentrales die stroom opwekken in de buurt van de afnemers. In Manhattan is dat wel economisch, maar op het platteland niet, en om de hele wereld aan de elektriciteit te krijgen is Tesla's systeem dus vele malen beter. Edison ziet dat in en besluit met modder te gaan gooien. Hiermee begint de 'War of Currents': een concurrentiestrijd in de media tussen de stroomstandaarden van Westinghouse en Tesla aan de ene kant, en Edison en General Electric aan de andere. Edison verspreidt geruchten dat wisselstroom veel gevaarlijker is dan gelijkstroom en zet zijn argumenten kracht bij door allerlei dieren te electrocuteren met wisselstroominstallaties. Ook betaalt hij een uitvinder om met wisselstroom een elektrische stoel te bouwen waar de staat New York executies mee gaat uitvoeren. Een laatste wanhopige stunt komt er in 1903, als Edison een circusolifant electrocuteert. Dan heeft hij de strijd echter al lang verloren: de wisselstroom heeft de gelijkstroom weggeconcurreerd en Westinghouse wordt marktleider. Vanaf dat moment is er geen stoppen meer aan. Tijdens de eeuwwisseling in 1900 draait het grootste deel van de industrie op elektriciteit, en nog geen dertig jaar later hebben bijna alle



Nikola Tesla

huishoudens in steden elektrische verlichting en radio. Zo werd elektriciteit in minder dan honderd jaar ontwikkeld van vreemd natuurkundig verschijnsel tot alledaags hulpmiddel voor de mens, en dat allemaal dankzij enkele briljante wetenschappelijke breinen. Tegenwoordig is elektriciteit niet meer weg te denken uit ons leven, wat de vraag doet opkomen: hoe ziet de technologie er over honderd jaar uit en welke knappe koppen gaan ons door de volgende technologische revolutie heen leiden?

Historisch Persoon

Christiaan Huygens

Grote uitvindingen met levensveranderende gevolgen, toevallige ontdekkingen die het uiterlijk van de wereld voor altijd zullen bepalen, allemaal hebben ze een ding gemeen: de mens. In de rubriek Historisch Persoon wordt iedere Appel iemand belicht die de geschiedenis ingrijpend heeft veranderd.

Tekst: Theo Meeuwsen

Christiaan Huygens is een van de grootste, zo niet de allergrootste wetenschapper in Nederland. Hij was van alle markten thuis: natuurkunde, wiskunde, sterrenkunde en tijdmeting. Verder was hij een uitvinder en speculeerde hij als een van de eersten over buitenaards leven, oftewel science-fiction. Hij was een pionier in de kansrekening, differentiaalrekening en integraalrekening; formuleerde wetten voor elastische botsing, mathematische slingers en de middelpuntvliedende kracht en poneerde als eerste dat licht een golfverschijnsel is. Aangezien Huygens formules gebruikte in zijn werken wordt hij gezien als de eerste theoretische natuurkundige. Verder staan er als uitvinder een paar grote vondsten op zijn naam. Zo heeft hij het slingeruurwerk, een buskruitmotor en het principe van de stoommachine uitgevonden en heeft hij de telescoop verder doorontwikkeld.

Jeugd

Op 14 april 1629 werd Christiaan Huygens in Den Haag geboren. Zijn vader, Constantijn Huygens (1596-1687) was een vooraanstaande Nederlander. Hij was onder andere diplomaat, adviseur voor de Oranjes en dichter. Zijn moeder was Suzanna van Baerle (1599-1637), "Sterre" in de gedichten van Constantijn en had een grote voorliefde voor de natuurwetenschappen. Christaan was tweede in een gezin van vijf kinderen, op volgorde van geboorte: Constantijn junior, Christiaan, Lodewijk, Philip en Suzanne. In zijn kindertijd kreeg Christiaan samen met zijn broers en zus van gouverneurs les in vele vakken: rekenen, muziek, Latijn, Grieks, Frans, Italiaans en logica. Christaan blonk in alles uit. Hij sprak op zijn negende al Latijn en bespeelde meerdere instrumenten. Zijn vader was bevriend met vooraanstaande wetenschappers zoals René Descartes (bekend van de uitspraak "cogito ergo sum") en Marin Mersenne. Hierdoor kwam Christiaan al vroeg in contact met de wiskunde, en werd hij hierdoor geïnspireerd.



Huygens begon in 1645 wiskunde en rechten te studeren aan de universiteit Leiden, maar daar wist men hem niet veel meer bij te brengen en na twee jaar vertrok hij al weer. Hij zette zijn studie voort aan het Oranjecollege in Breda, waar zijn vader curator was. Zijn vader had voor ogen dat Christiaan hier verder zou gaan met zijn rechtenstudie om na de studie een diplomatieke carrière te starten. Na twee jaar daar gestudeerd te hebben maakte Huygens een diplomatieke reis naar Denemarken, maar na die reis had hij geen zin meer in de diplomatie. Met een forse toelage van zijn vader als inkomsten begon hij zijn carrière in de wetenschap. Hij legde geen academische examens af en op een gegeven moment werd er voor hem een academische titel gekocht.

De wetenschap

In 1649 schreef Huygens zijn eerste werk, de iis quae liquido supernatant, over hydrostatica. Het eerste werk dat hij publiceerde werd de "Theoremata de quadratura hyperboles, ellipsis et circuli" over de kwadraten (oppervlak) van hyperbolen, ellipsen en cirkels. In 1663 werd Huygens lid van de Royal Society en in 1666 werd hij aangenomen als onderzoeksdirecteur bij de Franse Academie van Wetenschappen in Parijs. In de vijftien jaar dat hij daar bleef hield hij zich bezig met allerlei takken van de wetenschap.

“The world is my country, science my religion”

Christiaan Huygens heeft meer dan andere Nederlanders uit die tijd te maken gehad met de omwenteling van de wetenschap in de 17e eeuw. Al was hij dan geen pionier als Galilei, of een persoon die alles samen voegde tot één theorie zoals Newton. Huygens' tijd zat ingeklemd tussen deze twee personen. Hij was één van de personen die met het inzicht dat Galilei gaf ging kijken naar andere gebieden om daarvoor theoriën te formuleren waarmee personen als Newton later een totaalvisie tot stand konden brengen.

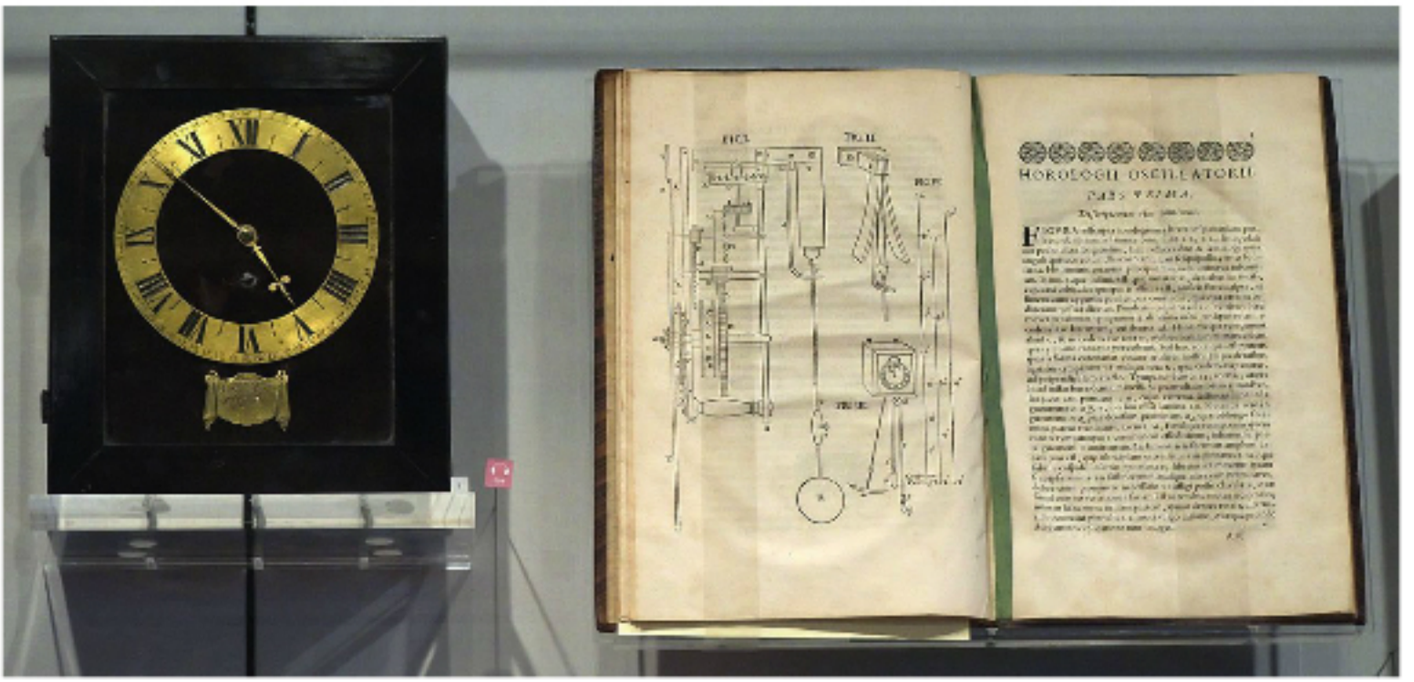
Bij alles wat Huygens deed ging hij uit van twee basisideeën. Ten eerste vond hij dat de natuurkunde vanuit de wiskunde bekeken moest worden. Tot de 17e eeuw werd de natuurkunde altijd gezien als redeneren over fenomenen. De oude Grieken en Middeleeuwers hadden zich wel afgevraagd waarom dingen richting de aarde vielen, maar verdiepten zich nooit in de oplossing. Galilei zag als eerste in dat het verschijnsel alleen maar begrijpbaar kon worden gemaakt als er zonder luchtweerstand naar gekeken werd en kwam zo tot de eerste exacte formulering ervan, namelijk als een eenparig versnelde beweging. Hierdoor werd het mogelijk om aan het verschijnsel te rekenen. Huygens heeft volgens dezelfde methode als Galilei andere problemen aangepakt en met behulp van allerhande wiskundige technieken een groot aantal natuurverschijnselen dusdanig behandeld dat rekenen mogelijk werd. Hij formuleerde wetten die werken bij middelpuntzoekende en middelpuntvliedende krachten, gaf aan door welke wetten de beweging van verschillende slingers werden beheerst en beschreef wat er gebeurt met de massa en snelheid van twee volkomen veerkrachtige voorwerpen als die botsen.

In de tijd van Huygens werd de taak van wetenschapsbeoefenaar gezien als het beschrijven van natuurverschijnselen als gevolg van stoot en druk van materiedeeltjes. Dit idee van Descartes was ook volgens Huygens de ware filosofie, waarin men de oorzaak van alle natuurverschijnselen mechanisch opvat. Want wie dat niet doet, zal naar zijn mening iedere hoop moeten laten varen om ooit enig natuurverschijnsel te begrijpen. Dit was dus het tweede basisidee van waaruit Huygens werkte. Descartes had dit plan op een manier proberen uit te voeren die volgens Huygens te ver van de ware verschijnselen af stond. Huygens pastte deze methode toe op de bovengenoemde manier, met behulp van wiskunde. Dit deed hij niet alleen op botsingen, maar ook op het verschijnsel van licht.

In zijn Traité de la lumière verhandelde hij de theorie dat het licht, voortgebracht door een uit snel bewegende lichtdeeltjes bestaande lichtbron, zich voortplant doordat de door die lichtdeeltjes geraakte materiedeeltjes eromheen zelf als lichtbron gaan fungeren, zodat een golffront ontstaat. Huygens laat zien hoe met deze theorie de wetten kunnen worden afgeleid die Snellius eerder had ontdekt over de breking van licht bij de overgang tussen twee stoffen. Rond die tijd deed Newton ook onderzoek naar licht, maar hij kwam tot een andere conclusie dan Huygens. Volgens Newton bestond het licht uit lichte deeltjes die door een lichtbron worden uitgezonden. Hij leidde dit af uit het feit dat elke kleur wordt veroorzaakt door een zuivere lichtkleur. Newton verwierp de golftheorie omdat volgens hem een golf rond een object kan gaan, en licht zoiets niet vertoonde. Hij verklaarde de afbuiging van licht bij de overgang van lucht naar glas doordat het glas de lichtdeeltjes aantrekt. De verschillende kleuren zouden door het verschil in gewicht tussen lichtdeeltjes kunnen zijn. Met dit gegeven en het breken van licht in glas kon volgens Newton worden afgeleid dat rode lichtdeeltjes het zwaarst, en violette het lichtst waren. Zowel Newton als Huygens' theorie vertoonden hiaten waar nieuwe hypotheses voor moesten worden gemaakt. Huygens kon bijvoorbeeld met zijn golffront theorie niet verklaren waarom licht buiten een kegel niet zichtbaar was, en waarom er verschillende kleuren zijn. Newton kon met zijn theorie verschillende gevallen van lichtbreking niet verklaren. Door Newton zijn overheersende positie binnen de mechanica en sterrenkunde werd Newton's theorie tot het begin van de 19e eeuw gezien als de algemeen aanvaarde theorie. Toch gingen beide theoriën van hetzelfde basisprincipe uit: ze geven een mechanische verklaring voor licht. In de loop van de 19e eeuw bleek uiteindelijk dat licht een duaal karakter heeft.

Uitvinder

Naast het feit dat Huygens veel met de theorie achter de wetenschap bezig was, ontwierp en bouwde hij ook veel dingen met de theoriën die hij geformuleerd had. Hij stond liever niet stil nadat hij een bevredigende oplossing had gevonden voor zijn probleem, hij wilde met het probleem verder gaan en ervoor zorgen dat het in het echt ook



werkte. Zo ging hij nadat hij zijn wetten voor de slinger had geformuleerd net zo lang door totdat hij ook echt een werkend slingeruurwerk had gemaakt dat precies de tijd kon aangeven.

In Parijs had Huygens de beschikking over een observatorium van waaruit hij de hemel kon bestuderen. Rond 1650 richtte Huygens zijn aandacht op de telescoop. Rond die tijd was men al druk bezig met pogingen om de telescoop te verbeteren. Vooral het beter vergroten van het beeld werd als belangrijk doel gezien. Men hoopte dat met veel aandacht aan het onderwerp de theorie vanzelf zou volgen. Kort voordat Huygens met de telescoop bezig ging had men net een groot obstakel overwonnen: de "Hollandse kijker", die door zijn holle oculair maar een beperkt gezichtsveld en een maximale vergroting van ongeveer 20 had, was net vervangen door de veel betere astronomische kijker met bolle oculair. Hierdoor hing de mate van vergroting alleen nog maar af van de brandpuntsafstand.

Christiaan ging samen met zijn broer, nadat ze meerdere kijkers bekeken hadden, zelf aan de slag met het bouwen van een aantal verschillende kijkers. Met de eerste kijker die ze samen gebouwd hadden deed Christiaan direct een spectaculaire ontdekking, de grootste maan van Saturnus: Titan. Later bewees hij een van de grootste mysterisch van toen: de "handvaten" van Saturnus. Huygens legde na meerdere metingen uit dat deze handvaten eigenlijk een platte ring rond Saturnus waren. Naast deze ontdekkingen maakte hij een schatting van de afstand tot de ster Sirius, ontdekte hij een aantal sterren en dubbelsterren en bedacht hij een manier om de afstand tussen hemellichamen te berekenen.

Tenslotte

Tijdens Huygens' tijd in Parijs raakte Nederland in oorlog met Frankrijk. Door Huygens' afkomst bevond hij zich op een beetje een hachelijke positie in Frankrijk. Door tegenwerkingen en depressies keerde hij in 1681 terug naar Den Haag, waar hij bij zijn bejaarde vader introk. Hij probeerde later nog terug te keren naar Parijs, maar dit bleek onmogelijk wegens de diplomatieke situatie. In Nederland zette hij zijn onderzoek voort. In 1689 bezocht hij de filosoof Locke en de natuurwetenschappers Robert Boyle en Isaac Newton met wie hij op bepaalde punten van mening verschilde.

Christiaan Huygens overleed in Den Haag op 8 julie 1695. In tegenstelling tot hoe hij op schilderijen vaak afgebeeld staat schijnt Huygens een lastig persoon in de omgang zijn geweest. Hij had een zwakke gezondheid en tijdens zijn tijd in Parijs reisde hij enkele malen terug naar Holland om uit te zieken. Net zoals andere wetenschappers van die tijd is hij nooit getrouwd geweest en voor zover bekend heeft hij ook geen nageslacht achtergelaten. Zijn archief en enkele bezittingen gaf hij aan de universiteit Leiden en de rest bleef nog een tijd in familiebezit totdat het verkocht en verspreid raakte.





Leading in Oil & Gas Technology

Frames defines itself by implementing new technologies in a dynamic market with growing internationalization. In addition, we highly appreciate a good working atmosphere in an informal setting.

Well educated ambitious people are working at Frames. Our terms of employment are correspondingly. Frames tries to stimulate its employees to continue learning, both "on the job" as well as through providing training. Our study costs arrangement allows employees to follow an adequate education in an affordable and easy manner.

Specialized in the design, manufacturing, supply, installation and commissioning of complete systems for oil & gas treatment, separation, heat exchanging, flow control and safeguarding, we constantly expand our technological capabilities as well as our customer base to include virtually all the major oil & gas production companies worldwide.

Opportunities to grow in one of our offices are plentiful. Besides developing opportunities in the Netherlands, we are continuously looking for employees who are willing to help with the growth of our international offices.

In total, Frames has five offices in the Netherlands located in Alphen aan den Rijn, Vollenhove, Woerden and Zoeterwoude. Besides expanding in the Netherlands, more and more Frames offices are opened abroad. Supported by offices in Brazil, Germany, India, Malaysia, Russia, Saudi Arabia, UAE and the USA, Frames has managed to make a name for itself in the global oil & gas industry in the past three decades.

The following technology and product groups are part of the Frames portfolio:

- Flow control & safeguarding
- Gas & liquid treatment
- Separation technologies
- Gas processing
- Biogas processing
- Heat transfer
- Automation
- Field services

Interested?
Please visit www.jobsatframes.com or www.frames-group.com for more information.

Frames is a medium sized international company providing turn-key technology for the upstream oil & gas industry. Headquartered in Zoeterwoude the Netherlands with offices in Alphen a/d Rijn, Woerden, Germany, United Arab Emirates, USA, India, Malaysia, Brazil and Saudi Arabia. Our business plan includes a sustainable growth for the coming years. The Frames organization is characterized by an open, international, committed and relatively young staff. Visit www.frames-group.com to learn more about our company.

Colofon

De Appel is een uitgave van het werktuigbouwkundig studiegenootschap Isaac Newton in samenwerking met de opleiding Werktuigbouwkunde aan de faculteit der Construerende Technische Wetenschappen van de Universiteit Twente.

Redactie-adres
W.S.G. Isaac Newton
t.a.v. de Appel
Postbus 217
7500 AE Enschede
[T] 053 - 489 25 31
[F] 053 - 489 40 05
[E] appel@isaacnewton.utwente.nl

Hoofdredacteur
Tim de Wit

Eindredacteur
Jelmer Kuiper

Grafische vormgeving
Alex Budding
Dimitri Siepman
Dirk Soeteman

Redactie
Pepijn Borsje
Jack van Dalen
Stijn van Ewijk
Jeroen Herbrink
Laurens Hoek
Joachim Koot
Hans Kroeze
Theo Meeuwsen
Evren Özcan

Aan deze Appel werkten verder mee
Huub Smit
Hendrik Spoelhof

Drukker
Printec Offset
Ochshäuser Straße 45
34123 Kassel, Duitsland

Advertenties

p. 2	Heerema
p. 39	Frames
p. 55	Demcon
p. 56	ASML

Uitgave
jaargang 35, nummer 2, december 2012

Oplage
850 exemplaren

Abonnementen
abonnementsprijs: 15,- euro per jaar
abonnementen zijn te verkrijgen bij het bestuur van W.S.G. Isaac Newton.

© 2012 de Appel
De redactie is op geen enkele wijze verantwoordelijk voor de inhoud van de aangeleverde kopij en houdt zich het recht voor kopij in te korten en te wijzigen.

06
ASML
De grootste producent van lithografische systemen ter wereld

12
Verenigingsnieuws

14
Principia-prijs
Eén case, 61 WB'ers.

16
Kasverlichting
Het Nederlandse geheim

24
Afstudeerartikel
Alex Budding schrijft over zijn afstudeeronderzoek



28
Visueel
Enschede by night

23
Column Stijn
Ingenieur in de politiek

26
Het Gevolg
Natriumlampen

31
Het eletrotijdperk
Hoe de wereld verlicht werd



06
ASML



Ready for take-off? 3... 2... 1... IGNITION! Het symposium van 13 februari 2013 neemt je mee op reis de ruimte in. De tijd dat alles dichtbij huis was is voorbij. In de ruimtevaart kan steeds meer en wordt alles steeds complexer. Dat we 50 jaar geleden nog aan het dromen waren over de eerste stap op de maan, betekent niet dat dat tegenwoordig nog steeds flitsend nieuws is. We willen steeds meer, maar vooral verder.

Tijdens deze dag zal onze dagvoorzitter Gerard Blaauw, voorzitter van de Nederlandse Vereniging Ruimtevaart, je meenemen in een cirkel rond de aarde, naar de maan en nog verder. Aerospace Propulsion Products B.V. helpt ons deze dag om op te stijgen. Dit Nederlandse bedrijf legt de basis van onze reis door ons wegwijs te maken in de ontstekingssystemen van het ruimtevoertuig, zodat het van de aarde kan vertrekken.

Eenmaal aangekomen in de baan rondom de aarde, zullen er tijdens het genieten van het uitzicht wellicht vragen opdoemen. Hoe zal het zijn om te leven op Mars? Leven er over een aantal jaar dan toch echt mensen op een andere planeet? De plannen liggen er wel degelijk. De oprichters van het project Mars One zijn van plan de eerste mensen in 2023 naar Mars te sturen, om daar een nieuwe wereld op te bouwen. Arno Wielders, mede-oprichter en technisch directeur van Mars One, zal ons alles over dit enorme project vertellen. Stap jij aan boord? Of toch blijf je toch liever met beide benen op de aarde staan?

Symposium 2013



We weten niet wat de toekomst ons brengt. We kunnen hier hooguit over speculeren en dat doen we dan ook met Robin Schoemaker. Deze futurist van TNO brengt de toekomst van de ruimtevaart voor ons in kaart en laat ons zien wat dit voor mogelijkheden met zich meebrengt. Een lezing over wat nog gaat komen en waar wij als werktuigbouwkundige misschien ooit aan meehelpen om te verwezenlijken.

Naast de in dit artikel genoemde sprekers hebben wij nog veel meer voor jullie in het verschiet liggen dus verwachten wij als symposiumcommissie dat dit jaar het symposium ook weer menig werktuigbouwkundig student zal aantrekken. Wij hopen jullie 13 februari 2013 allemaal te mogen verwelkomen in de Horst!

IGNITION
symposium 2013



NISSAN PATROL
BOUWJAAR 1989
SPECS 6-cil 3,3 liter turbodiesel, 110 PK
MASSA 1890 KG
KM-STAND 202.000 KM

De wielen van
Team Bergafwaarts

Door **Laurens Hoek** Fotografie **Dirk Soeteman**

Een voorliefde voor de Amsterdam Dakar challenge en de aanwezigheid van het glazen huis in Enschede dreef twee werktuigbouwers om mee te doen aan de Serious request editie van de challenge. Nick Goet en Mark Westerveld besloten de uitdaging aan te gaan.

Het waarom

"We zijn er ongeveer een half jaar mee bezig" vertelt Mark: "Een goede kameraad van me in Emmen heeft al een keer meegedaan en ik wist er daardoor al van. Het leek me altijd al supervet. Toen kwam mijn minor eraan en bleek serious request in Enschede te zijn en toen dacht ik: dit is de ideale mogelijkheid!" De jongens hebben namelijk een vrije minor opgezet waarin ze een onderzoek doen naar sponsorwerving in het specifieke geval van de 3FM editie van de Amsterdam Dakar challenge. Op deze manier is er een soort win-win-winsituatie ontstaan: het goede doel wint, het team heeft een mooie reis en er worden studiepunten verdiend.

The Challenge

"Je hebt eigenlijk twee edities" vervolgt Nick: " Je hebt de Amsterdam Dakar challenge waarbij er naar Dakar wordt gereden en daar verkoop je dan je auto. Die vertrekt twee keer per jaar. Sinds een paar jaar is er een 3FM-editie die naar Marokko rijdt en vanaf daar weer terug naar Nederland gaat en daar doen wij aan mee. Er doen zo'n zeven teams mee dit jaar. De meeste deelnemers doen mee met een 4X4 maar er is bijvoorbeeld ook een team dat meedoet met een oude Volkswagen-camper." Het doel is dat iedereen het haalt; we krijgen een roadbook mee en hoe je er komt bepaal je min of meer zelf. Je rijdt vaak met groepjes zodat je elkaar kunt helpen. Het is dan ook geen race, het is een challenge." De totale lengte van de challenge is zo'n 9000 km.De challenge zal - op het moment van schrijven - over slechts twee weken beginnen en het team zal dan van Hilversum naar het Atlasgebergte in Marokko rijden om na een aantal weken weer terug te rijden naar Nederland en wel naar de oude markt in Enschede waar op dat moment 3FM Serious request 2012 plaatsvindt. De regels schrijven voor dat de auto niet meer dan vijfhonderd euro mag kosten (plus 250 euro sleutelgeld) en de auto zal uiteindelijk worden geveild via de online veiling van 3FM, tijdens serious request. Alle inkomsten min de brandstofkosten gaan naar het goede doel van Serious Request, het terugdringen van babysterfte.
Al met al een lange reis die ze langs zeer onherbergzame gebieden zal voeren. Zo kunnen ze het ene uur in de eeuwige sneeuw van de bergen rijden om letterlijk binnen een uur in de woestijn te rijden! De auto moet dan ook tegen de elementen bestand zijn. Gelukkig wisten de jongens door een klein gelukje al snel een



geschikte auto vinden. Jeroen van Dijk, een medestudent werktuigbouwkunde, wist nog wel een auto die geschikt was. Hij deed navraag bij de toenmalige eigenaars van de auto en zij werden meteen enthousiast. Niet zo vreemd, zij hadden namelijk al een keer eerder meegedaan aan de Amsterdam-Dakar challenge met dezelfde auto. Zij hebben de auto echter teruggebracht in Nederland in plaats van deze in Dakar te verkopen, zoals gebruikelijk is. Zij waren erg tevreden met de auto en ze hadden het plan om nog een keer mee te gaan, maar dit is er nooit van gekomen. Ze kregen zelf ook weer een beetje kriebels toen ze de auto prepareerden. Het vorige team heeft namelijk nog een aantal reparaties uitgevoerd voor team bergafwaarts: "Er was een chassispunt, die opnieuw gelast moest worden, dat kostte best wel wat tijd, zo'n drie volle dagen. Daarnaast is het remsysteem vernieuwd. De remblokken waren namelijk zo goed als verdwenen, alleen de stalen platen zorgden nog voor het remmen. Ze hebben zelf nog nauwelijks kosten gehad aan het onderhoud aangezien alle benodigdheden totnogtoe gesponsord zijn geweest." Het team is erg tevreden met de auto aangezien deze al volledig is toegerust voor de reis. Zo is er achter in de auto al een slaapgedeelte geïnstalleerd, zijn er jerrycans en zijn er verscheidene reserveonderdelen aanwezig. Op een paar roestplekjes na die veroorzaakt zijn doordat het vorige team door de branding van de zee is gereden, is de auto momenteel in zeer goede staat.

De laatste loodjes

Op het moment van schrijven is het team druk bezig met de laatste voorbereidingen. Het zijn vooral zaken die je pas op het laatste moment kunt doen, zoals het plaatsen van stickers. Ze hebben op de dag van het interview nog een sponsor binnengehaald en het zou natuurlijk jammer zijn als deze niet meer een sticker kan krijgen op de auto. Hetzelfde geldt voor het bedrukken van de kleding. Verder willen ze nog een aantal zaken aan de auto veranderen: zo wordt de auto nog een keer geverfd en wordt er achter in de auto nog een vrachtwagenaccu ingebouwd. De auto laadt eerst de startaccu op en dan de vrachtwagenaccu, zodra contact het uit is, kun je alleen maar stroom trekken van de vrachtwagenaccu zodat je nooit je startaccu leegtrekt tijdens een pauze. Nick:"die moeten we nog effe inbouwen." Daarnaast zijn er nog een aantal kleinigheden zoals een aantal sensoren (de temperatuur en benzinemeter) die nog niet werken. Mark vat de instelling van het team pakkend samen: "de auto is gisteren door de APK gekomen dus het moet wel goedkomen."

VERLICHTING IN DE LAGE LANDEN

— Over beweging en massa (en God natuurlijk) —



Elke stroming is een reactie op een overtuiging uit het verleden. Vanuit de donkere, door (bij)geloof overheerste Middeleeuwen en de Renaissance met haar teruggreep op de Klassieke Oudheid, ontstond een periode van Verlichting. Twee onverwachte hoofdrolspelers lieten zich leiden door de rede: de één gematigd, de ander radicaal.

Door **Jeroen Herbrink**

De rede(n)

'De Verlichting is een periode waarin een culturele stroming van intellectuelen ontstond in Europa, met als doel het gebruik van de rede te bevorderen. Deze rede baseerde zich op feiten en een vast vertrouwen in de mogelijkheid om de toestand waarin de mens zich bevond, te verbeteren. Dit betekende een breuk met de door kerkelijke dogma's overheerste Middeleeuwen, waarin men geloofde dat er niets tegen Gods bestemming was in te brengen. Met filosofie, in die tijd een synoniem voor natuurwetenschap, probeerde men de wereld te begrijpen en het bijgeloof en het misbruik van recht in kerk en staat te bestrijden. De filosofen uit de Renaissance hadden voornamelijk aandacht besteed aan God en de mens, en de natuur was daarbij verwaarloosd. De Verlichting betekende een opleving van de natuurwetenschap, met de rede als motor van de vooruitgang.

Met 'cogito ergo sum' stelde René Descartes dat de rede het bewijs van ons bestaan is. Alleen door het gebruik van rede en het gezonde verstand kan de waarheid gevonden worden. Daarmee verbrak hij de dominantie van de Kerk op het denken van de mens. Descartes wees de mens als het ware op haar eigen denkvermogen en legde zo het fundament voor de Verlichting. Deze begon halverwege de zeventiende eeuw en duurde ruwweg tot de Franse Revolutie aan het eind van de achttiende eeuw, waar meestal het jaar 1789 aan wordt toegekend. Dat de Franse Revolutie als einde van de Verlichting wordt gezien, betekent echter geenszins dat deze zich slechts in Frankrijk afspeelde. In de hogere kringen van de Lage Landen probeerden toonaangevende intellectuelen met de rede te vinden wat het geloof hen niet meer bieden kon. Ook Descartes schreef er zijn belangrijkste publicaties.

Baruch de Spinoza

Eén van de intellectuelen die voortbouwden op het werk van Descartes, was de Nederlander Baruch de Spinoza. De familie van Spinoza kwam uit Spanje, maar zijn vader had zich in Nederland gevestigd omdat hem dat beter leek voor de toekomst van zijn kinderen. Baruch-, of Benedictus de Spinoza werd in het jaar 1632 geboren in Amsterdam. Hij groeide op in een Joodse gemeenschap, maar distantieerde zich al vroeg van het daar gedoceerde geloof. In het Joodse Schrift dat hij moest lezen, vond hij geen ruimte voor het eigen verstand. Daaruit concludeerde hij dat het Schrift onmogelijk het werk van God kon zijn. Vrij riskant, betitelde hij het als 'een uitvinding van de menselijke fantasie'. De rabbi's zagen deze godslastering met ontzetting aan. Het was dus ook niet verwonderlijk dat hij op 23 jarige leeftijd uit de Joodse gemeenschap werd verstoten.

In een tijd van de Spaanse Inquisitie en het huisarrest van Galileo Galilei is de filosofie van de jonge Spinoza met recht radicaal te noemen. De Nederlander was dan ook één van de voortrekkers van de radicale Verlichting. Deze had een kritische houding en nam daarmee het geïnstitutionaliseerde geloof en onredelijkheid op de korrel. Spinoza geloofde in het geheel niet in het geloof, maar alleen in dat wat met de rede kon worden verklaard. Over de aard van het heilige Schrift had hij ook weer zijn zegje klaar: "De natuurlijke kennis van de rede heeft de waarheid tot doel, de geopenbaarde kennis van de Schrift slechts de gehoorzaamheid." Wonderen waren volgens hem dan ook niet het bewijs van goddelijke macht, maar juist van menselijke onwetendheid. Het is dus juist de afwezigheid, de 'Slaap van de rede' die monsters of wonderen voortbrengt, zoals prachtig op doek vastgelegd door de Spanjaard Francisco de Goya.

> "Ik geloof in de God van Spinoza, die zichzelf openbaart in de wetmatige harmonie van het heelal, en niet in een God die zich bemoeit met het lot en de handelingen van mensen." — Albert Einstein

> “De zwaartekracht verklaart de bewegingen van de planeten, maar het kan niet verklaren wie de planeten in beweging zette. God regeert alles en weet alles wat er is of gedaan kan worden.” — Isaaac Newton

Deus ex Mechanica

Descartes legde het fundament voor de Verlichting, maar hij is niet één van de hoofdpersonen van dit verhaal. Spinoza is dat wel: hij bouwde voort op de rede waarmee Descartes de Methodische Twijfel doorbrak. Het oeuvre van Descartes is echter nogal omvangrijk en bevat ook belangrijke bijdragen aan de optica, de mechanica en de wiskunde, denk bijvoorbeeld aan de Cartesiaanse coördinaten. Het zijn de schouders van de reus Descartes, van waarop de tweede hoofdrolspeler van dit verhaal verder kon zien dan anderen. Uiteraard gaat het hier over niemand anders dan Isaac Newton. En ironisch genoeg, waren het niet alleen de verdiensten op het gebied van de optica die Newton tot een belangrijk persoon voor de Verlichting maakten. Zijn algemene streven om alle facetten van het universum met de Rede in wetmatigheden te vangen, was dat echter wel. Als beginjaar van de Verlichting wordt dan ook vaak 1687 aangewezen, het jaar waarin de Principia van Isaac Newton verscheen.

Sir Isaac Newton (1643-1727), tijdgenoot van de radicale Spinoza, was een Verlichte denker van de gematigde kant. Newton en de zijnen zochten naar kennis – wetenschap – en nieuwe samenlevingsvormen met als idealen rechtvaardigheid en democratie. De man die wordt beschouwd als de grootste geleerde in de gehele geschiedenis van de wetenschap, verklaarde de wonderen van Spinoza mechanistisch. Anders dan Spinoza ontkrachte hij het geloof echter niet en vond hij daarin juist zijn grootste passie: “Ik heb een fundamenteel geloof in de Bijbel als Gods Woord, geschreven door hen die geïnspireerd waren. Ik studeer de Bijbel dagelijks. Al mijn ontdekkingen zijn gedaan als antwoorden op mijn gebed”. Zo kent het verhaal van de Verlichting dus twee belangrijke denkers, voortbouwend op een gezamenlijke voorganger, met de Rede als verbindend element, maar met het geloof als breuklijn.

Tweestrijd en Deïsme

In de Lage Landen van toen werden natuurwetenschappers sterk beïnvloed door zowel Newton als Spinoza. De discussie tussen de Newtoniaanse wetten en het Spinozisme werd gevoerd in salons en op buitenplaatsen. Een vergelijking tussen beide kan worden gemaakt op zowel het idee over geloof als het idee over God. Newton geloofde sterk in Bijbelse voorspellingen en besteedde aan het bestuderen ervan zelfs meer tijd dan aan de natuurwetenschap. Spinoza daarentegen deed het af als een uitvinding van de menselijke fantasie. Het bracht hem ertoe een filosofie of natuurwetenschap te ontwikkelen waarin theologie geen rol speelde en die ongeacht het geloof toepasbaar zou zijn. In feite deed Newton hetzelfde met zijn natuurwetenschap, omdat hij zijn Verlichte wereldbeeld en de bewegingen van de planeten baseerde op wiskundige wetten. Hij was er echter wel van overtuigd dat er een god is die ooit voor de eerste beweging had gezorgd en die nu garant stond voor het blijven bestaan van de schepping.

Uiteraard had Spinoza een radicalere visie op God en de wereld. Volgens hem was God niet de schepper van de wereld, maar was de wereld juist onderdeel van het goddelijke. De aanwezigheid van dit goddelijke wordt bewezen door de orde in de natuur en inzicht daarin verhoogt ook de kennis van het goddelijke. Spinoza bestreed het zogenaamde antropomorfe godsbeeld, namelijk dat van een zittende oude man met een baard. Daardoor werd hij van atheïsme beschuldigd en is hij in bijna alle landen van Europa fel bestreden. In feite was hij een deïst, wat inhoudt hij geloofde dat een god de natuurwetten heeft ingesteld en de orde heeft gecreëerd, maar vervolgens op geen enkele manier meer ingrijpt. Bijbelvoorspellingen vindt hij dan ook onzin, bedacht door profeten. Volgens Spinoza zijn profeten dan ook gewone mensen met een juiste morele gezindheid, maar wel met een uitzonderlijke verbeeldingskracht.



Licht in het leger

Door **Pepijn Borsje**

Lang geleden bestond jouw eerste licht-aangedreven wapen waarschijnlijk uit het schermpje van je rekenmachine. Je kon er de meest vervelende types tijdelijk mee uitschakelen zonder ze permanent schade aan te doen.

Onderzoekers hebben er destijds waarschijnlijk precies zo over gedacht toen de "StunRay" gemaakt werd. In de praktijk is het niet meer dan een zaklamp met een identiteitsprobleem: een 75 watt lamp – versterkt door een lens – produceert een lichtstraal welke gemiddeld zo'n 10 keer sterker is als dat van een landingslamp. Bij elk doelwit, tot een afstand van 50 meter, kunnen de hersenen letterlijk én figuurlijk overspoeld worden met een grote dosis fotonen. Mocht je dus ooit uitgeschakeld (willen) worden door een StunRay, dan zul je precies het tegenovergestelde van blindheid ervaren: een white-out; je ziet één groot wit, helder vlak wat je dus zover zou desoriënteren dat je jezelf niet meer staande kan houden. Helaas bleek het wapen alleen effectief als je tegenstander naar je toe stond, en dus niet wanneer hij met z'n rug van je weg zou lopen. Dan moet natuurlijk wel toegegeven worden, dat je doel dan meestal al gehaald is.

Sinds 1995 heeft de VN een verdrag opgesteld waarin het verboden was wapens te gebruiken die blindheid konden veroorzaken. De StunRay, uit 2011, voldoet hieraan, maar eerder had de VS al de *personnel halting and stimulation response rifle* (afgekort: PHASR) ontwikkeld. De bedoeling was om, net zoals de StunRay, een persoon tijdelijk uit te schakelen door disoriëntatie en blindheid. Echter bleef het niet altijd bij tijdelijk en sinds het prototype, uit 2006, is niets meer gehoord (waarschijnlijk door de reden dat de VS zich pas aansloot bij het verdrag in 2009). Wel jammer, want wie wil er nou niet uitzien als een Halo personage en nog gevaarlijk zijn ook?

Een vergelijkend wapen is de alombekende "flashbang". De meesten kennen het uit één van de vele virtuele schietspellen. De granaat uit 1960 is ontworpen om de zintuigen tijdelijk uit te schakelen. Door een verblindende lichtflits (waarbij alle lichtgevoelige cellen in de ogen geactiveerd worden) en een enorm luide knal ben je tijdelijk buiten gebruik. Je zichtzintuigen zullen hetzelfde effect zoals de StunRay en PHASR ondervinden. Echter worden niet alleen de ogen, maar ook de oren overbelast. De vloeistof in de oren wordt verstoord waardoor diegene zijn of haar balans verliest.

Alhoewel dit allemaal oude concepten zijn, staan de ontwikkelingen rond licht (vaak i.c.m. electriciteit) op wapengebied niet stil. Afgelopen januari werd de rechtsafgebeelde laser nog uitgevoerig getest (volgens de projectleider: "We never got tired of the lightning bolts zapping our simulated targets"). De bedoeling is dat de *laser-induced plasma channel* (LIPC) doelwitten raakt die beter electriciteit geleiden als de lucht of grond. Met een bescheiden hoeveelheid energie, maar een miniscule tijdspan kan een enorme kracht gegenereerd worden, luidde de verklaring van de onderzoekers.



De PHARS

50 miljard watt is dit "bescheiden" aantal benodigde energie, ongeveer evenveel als een grote stad. Door de intensiteit van deze optische kracht functioneert de lucht eromheen als lens en concentreert de lichtstraal in lucht uit zichzelf. Indien de straal sterk genoeg is, trekt het electronen van luchtmoleculen af en creëert zo plasma. Het plasma bevindt zich over het pad van de lichtstraal, dus door simpelweg een spiegel te draaien kan het dodelijke wapen gericht worden. Het enige minpunt van dit soort wapens is de complexiteit, het moet uiteindelijk onder variërende omstandigheden en omgevingen nog steeds stabiel zijn.

Gelukkig worden niet alleen wapens, maar ook juist verdedigende attributen gebouwd die licht gebruiken om hun doel te voltooien. Neem bijvoorbeeld flares, de lichtbundels die uit een vliegtuig gegooid worden wanneer een vijandelijke, doelzoekende raket gedetecteerd is. Waar ze tegenwoordig meer als hittebron dienen, werd in 1922 de eerste flare (een kaars aan een parachute) gebruikt om een vliegtuig `s nachts te landen. Uiteindelijk is de flare vervangen door nachtkijkers, maar in zijn nieuwe jasje wil geen piloot hem missen. Je kunt ze vergelijken met vuurwerk: wanneer ze ontstoken worden brandt het magnesium zo heet, heter dan de motor van het voertuig, dat de infra-roodgeleide raket misleid wordt en de flare als vliegtuig aanziet.



De LIPC



F-15E boven Afghanistan tijdens het afvuren van flares

Een wat groter defensief middel is de *high energy laser mobile demonstrator* (HEL MD): een 500 PK truck met een 10 kW laser op het dak gemonteerd. Al een lange tijd wilde de VS een manier om haar grondtroepen tegen korte-afstandraketten te beschermen. Het probleem was dat deze raketten maar enkele secondes in de lucht zijn en dus weinig tijd geven om te schuilen. Maar hoe kun je zoiets snel tegenhouden? De oude, mechanische manier bood dus onvoldoende snelheid om succesvol te zijn, dus werd het tijd voor iets nieuws. En wat blijkt in theorie én praktijk heel snel: precies, licht! Samen met de wendbare omhuizing kan het wapen de raket met ongekende precisie en reactietijd uitgeschakelen.

Het gebruik van een laser heeft nog een groot voordeel: er is oneindig veel munitie, mits je energie hebt. De huidige 10 kW laser verbruikt natuurlijk aardig wat, maar het uiteindelijke doel is om de truck van een 100 kW wapen te voorzien. Boeing – de ontwikkelaar – gaf aan dat dit op het moment zelfs al mogelijk zou moeten zijn. Andere defensiebedrijven, zoals Raytheon en Northrop Grumman, innoveren ook op dit gebied. Ze hebben onlangs een op een schip gemonteerde laser gebruikt om vliegtuigen neer te halen en zelfs andere kleine boten buiten gevecht te stellen.

Hoewel het voor sommigen een toekomstbeeld is, worden lasers, plasmakanonnen en nog vele andere soorten wapens (gebruikmakend van licht) al ingezet, en niet alleen als prototype. Omdat licht i.c.m. een hoge electrische spanning nog een relatief onbekend, maar vooral ongetest deel van de natuurkunde is, kunnen er nog fantastische effecten waargenomen worden.

Mocht het je interesse wekken dan zijn er veel mogelijkheden en vooral vette momenten, maar ik houd het nog even bij 't schermpje van m'n TI.



HEL MD



40
Symposium
Aankondiging Ignition

42
De Wielen Van...
Team Bergafwaarts

44
Verlichting in de lage landen

48
Licht in het leger

50
BeNeLuxreis
Een reisverslag

36
Historisch Persoon
Christiaan Huygens



42
De wielen van Team Bergafwaarts

Redactioneel

Zoals onze gewaardeerde commissaris extern Thomas op de eerste pagina al zo mooi heeft weten te verwoorden, is verlichting een erg breed onderwerp. De Appelredactie heeft haar best gedaan om deze breedte eer aan te doen, met een heel spectrum (haha!) aan verblindend interessante artikelen. Zo zijn we langsgeweest bij de ingenieurs op nanoschaal van ASML, hebben we een interview met een grootgebruiker van verlichting en zijn we de boeken in gedoken om het verhaal te vertellen over de opkomst van elektriciteit! Niet alleen over geschiedenis, techniek en wetenschap, maar ook onderwerpen die dichter bij de WB'er uit Enschede staan. Zo kun je in deze Appel onder meer lezen over de Beneluxreis die door enkele leden is ondernomen, het afstudeerproject van een collega-werktuigbouwer en het volgende Newton-symposium! Een sappig dikke en glimmend mooie Appel dus, om lekker je tanden in te zetten.

De trouwere lezers is het misschien opgevallen dat het woord van het bestuur, na een korte periode op de plek van dit stukje te hebben gestaan, weer een eigen pagina heeft weten te bemachtigen. De redactie hoopt dat deze nieuwe opzet het woord van het bestuur weer de prominentie geeft die het verdient, als spreekbuis van de bazen van de club. Het kolommetje naast de inhoud (dat volgens mij een stuk minder aandacht krijgt dan de eerste pagina) wordt vanaf nu gevuld door uw hoofdredacteur. Na deze korte huishoudelijke mededeling rest mij slechts nog je veel plezier te wensen bij het lezen van deze Appel!

Tim de Wit

Hoofdredacteur

BENELUXREIS 2012

Door **Huub Smit**

Achttien werktuigbouwers, twee busjes, een vrachtwagenlading lauwe Schültenbrau en een volle agenda: vier hoofdingrediënten die al vaker een succes bleken voor een studiereis. Ditmaal ligt de bestemming dicht bij huis: er wordt een bezoek gebracht aan bedrijven in de Benelux.

Het is maandagochtend, acht uur. Terwijl de rest van studerend Enschede de slaap uit z'n ogen wrijft, doen wij dat ook, maar dan op het parkeerterrein achter de Cubicus. In tegenstelling tot wat dit vroege tijdstip doet vermoeden, is er geen reden tot haast en er is nog ruim tijd voor een bak koffie in de Horst voor we ons in de busjes proppen. Maar het duurt niet lang of we scheuren over de Autobahn richting Keulen; het eerste bedrijf dat op de planning staat is namelijk energiegigant RWE.

Maandag

Als we de fabriek naderen is het in een oogopslag duidelijk: hier worden wolken gemaakt. Reusachtige, bulkende schoorstenen braken een dichte stroom stapelwolken de lucht in, een schoorsteen verderop produceert nevelige, lichtgrijze laaghangende bewolking en er staan zelfs twee slanke, hoge torens die schapenwolkjes de lucht in sturen. Onder deze dichte wolken gaat echter de werkelijke reden van ons bezoek verborgen: we gaan op bezoek bij een bruinkoolcentrale.

Vanuit de zogenaamde 'Tagebau'-mijnen in de omgeving komen dagelijks tonnen bruinkool om hier omgezet te worden in energie. Deze bruinkool wordt, na voorgedroogd te zijn, in een gigantische 160 meter hoge ketel verbrand. De overgebleven stoom koelt tenslotte af in één van de koeltorens op het terrein. Daar komen dus die wolken vandaan. Zoveel wolken zelfs, dat het naburige dorp letterlijk in de schaduw leeft van de energiecentrale. Het zou zomaar eens het dorpje met de minste zonuren van Duitsland kunnen zijn. Voor de inwoners van dit gehucht komt er geen eind aan de ellende: RWE gaat namelijk uitbreiden.

Waar wel een einde aan komt is de tour en we nemen afscheid van RWE, de reis gaat voort richting Luxemburg. Deze hoofdstad staat vol met oude, statige gebouwen en heeft een karakteristiek stadshart waar gek genoeg niks te beleven is op maandagavond. De Luxemburgse equivalent van 't Gat is ook nergens te bekennen en de 'behulpzame' locals sturen ons de hele stad door. Een stadswandeling later vinden we een kroegje waar we enkele biertjes doen voor we onze stapelbedden opzoeken voor een korte nachtrust. Mooie stad hoor, Luxemburg.

Dinsdag

Veel tijd om bij te komen van dit avontuur hebben we niet: de volgende dag begint vroeg en met een opwindend vooruitzicht. We gaan namelijk naar ArcelorMittal. Nadat er in de presentatie wat getallen en diagrammen genoemd zijn, gaan we het terrein op. De rondleiding begint waar de staalcyclus dat ook doet: bij de stortplaats. In deze ware speeltuin voor kraanbestuurders liggen gesorteerde stapels staal klaar om gemixt te worden tot een staalcocktail in de enorme emmers die af en aan rijden. Drie delen plaatstaal, twee delen pijpen, leidingwerk en een snufje vermalen staal later rijdt een emmer vervolgens de vlamboogoven in. Vanuit de controlekamer zien we hoe de elektrode net een emmer in zakt en contact maakt met het staal.

Een explosie van licht en geluid volgt en de warmte is tot in de controlekamer te voelen. Als het hoogtepunt geweest is



en iedereen voorzien is van oordopjes mogen we de hal in. We verzamelen op veilige afstand terwijl de oven met het geluid van een startende straaljager vonken en rook de lucht in jaagt. Dat de as om ons heen neerdaalt en één ademteug waarschijnlijk genoeg is voor het afsterven van een paar honderd longblaasjes deert ons niet, dit is prachtig.

We volgen het traject van het gesmolten staal, dat gevormd wordt tot I-balken. Terwijl iedereen baalt dat ze geen marshmallows meegenomen hebben, worden de balken gegoten, gesneden, opnieuw verwarmd in een oven en onder een enorm gebeuk en gehouw tot ware I-profielen gewalst. Deze profielen zijn echter niets vergeleken met wat ons in de volgende hal te wachten staat. Hier worden namelijk, middels een geheime productiemethode, zogenaamde 'klikprofielen' gemaakt die gebruikt worden voor bijvoorbeeld tunnelwanden of waterkeringen. Helaas stonden we te ver van deze diepgeheime productiestap vandaan om er iets wijzer van te worden. Even later zitten we weer in busjes en laten we Luxemburg achter ons.

Van massaproductie gaan we over naar een product dat een stuk exclusiever is, het schijnt dat de prins van Monaco er zelfs een heeft: we gaan op bezoek bij Automobiles Gillet. Dit onbekende merk heeft ooit een snelheidsrecord gevestigd, voordat de grote jongens kwamen kijken en bouwt daar nog steeds op voort. Het nieuwste model, de Gillet Vertigo.5 is net als zijn voorgangers volledig uit carbon opgetrokken en beschikt over een 4,2 liter V8 van Ferrari. Dit staat ongeveer gelijk aan een raketmotor op een winkelwagentje binden, dit snelheidsmonster zit dan ook met 3 seconden op de 100 km/h.

De productie van de Vertigo.5 gaat allerminst zo snel. Per jaar worden er drie gebouwd in een schuur aan de A15. Er staat één exemplaar dat al volledig af is, terwijl het chassis voor de volgende in een hoekje stof staat te verzamelen. Het dagelijks werk van de monteurs bestaat namelijk vooral uit het restaureren van oude supercars. De enige productiehandeling, naast de assemblage, die hier plaatsvindt, is het vervaardigen van carbon onderdelen in de composietenwerkplaats. Veel productie wordt er echter niet gedaan tijdens ons bezoek, dus we vermaken ons met de aanwezige Vertigo.5. Na de vleugeldeuren (gaaf) gedemonstreerd te hebben, kruipt een monteur achter het stuur en laat de motor een paar keer brullen. Wát een geluid.

De Newtonbus kan ook flink brullen en voor je 'deceptie' kan zeggen zijn we al bij onze slaaplocatie. In dit betonnen buurthuis, dat zich uitstekend leent voor een potje binnenvoetbal, spreiden we vast onze bedjes en trekken we ons terug in de gemeenschappelijke ruimte voor voer en enkele potjes klaverjassen.

Het zou natuurlijk suf zijn als de avond hiermee geëindigd was. Maar neen, wij zitten niet voor niks zo dicht bij Leuven, dé studentenstad van België. Het is dan ook geen verrassing dat het voltallige



reisgezelschap hiervoor te porren is. Eenmaal aangekomen blijkt dat er geen woord gelogen is over de grootsheid van Leuven: het centrum bruist van de studenten die de vele kroegjes bevolken. En dat zijn er echt véél. Aan de markt zitten zoveel kroegjes dat als je bij elk van hen één biertje zou drinken, je het einde waarschijnlijk niet zou halen. In Enschede sta je dan al in de Beiaard en vraag je je af waar je in hemelsnaam mee bezig bent.

Wisten jullie trouwens dat de KU Leuven de grootste Nederlandstalige universiteit ter wereld is? Maar dat even tussendoor. We zijn immers op avontuur. Uiteindelijk komen we terecht op een feestje van een studievereniging, waar het bier Enschedees goedkoop is. Hier wordt studentikoos hard gefeest; een enkeling probeert zelfs een Belgische schone te versieren, maar blijkbaar liggen 'Hollandse' mannen hier niet zo goed in de markt. Tijd om uit te brakken hebben we genoeg; we gaan naar de andere kant van België, om een bezoek te brengen aan Dewulf.

Woensdag

Dit familiebedrijf maakt al decennialang rooimachines voor wortels en aardappelen. De gehele productie vindt plaats in de fabriek in Roeselare. Vrijwel alle onderdelen worden ingekocht en hier in karakteristiek Dewulf-rood gespoten voor ze geassembleerd worden tot zelfrijdende of getrokken rooimachines. Het topstuk, de vierrijige aardappelrooier, staat in verschillende stages van montage in de hal. In één uur trekt dit slagschip met gemak een hectare aardappels uit de grond, die vervolgens door een serie van borstels schoongemaakt worden voor ze in de 11-tons bunker belanden. Dit valt allemaal terug te zien in een serie demonstratiefilmpjes met ontzettend foute achtergrondmuziek. Zoek allemaal op 'dewulftv' op YouYube als je interesse gewekt is!

Na dit bedrijfsbezoek is het tijd voor een stukje ontspanning door inspanning, er staat namelijk een activiteit op het programma: paintballen! We moeten eerst nog een eind rijden richting Gent, maar eenmaal daar aangekomen hebben we een goede drie uur om elkaars overalls van een verflaag te voorzien. Na de veiligheidsinstructie gaan in verschillende spelvormen de inzittenden van het Hulde-busje en het Newton-busje de strijd met elkaar aan. Er wordt fanatiek gestreden, hoewel vaak zonder tactiek dus elke spelvorm kwam ongeveer op hetzelfde neer. Zo fanatiek zelfs dat een enkeling het presteerde er maar liefst 400 balletjes doorheen te jagen. Ik zal geen namen noemen; ik was het namelijk zelf.

Goed, snel wat halfdoorbakken frieten naar binnen schuiven en als iedereen zich in het net gestoken heeft is het tijd om het Gentse nachtleven in te duiken. We zijn namelijk uitgenodigd voor een feestje van een Gentse studentenvereniging, met het thema 'Boss and Sexcretary'. Niks mis mee.

Donderdag

Het eerste bedrijf van de volgende dag is Frames. Hoewel de naam doet vermoeden dat ze frames maken, zijn ze in werkelijkheid gespecialiseerd in het ontwerpen van olie- en gasbehandelingsinstallaties. Na een uitgebreide presentatie over onder andere je toekomst als WB'er en bedrijfsculturen krijgen we zelfs een case voorgeschoteld om een indruk te krijgen van je mogelijke werkzaamheden voor het bedrijf. Mooi om de realiteit van je toekomst als WB'er onder ogen te krijgen. Want dat is



een zeer rooskleurige realiteit; naast je werkzaamheden in een jonge, gevarieerde groep zit je zo nu en dan voor projecten in het buitenland.

's Middags gaan we langs bij IHC Merwede. Dit bedrijf is wereldwijd marktleider in baggertechniek en bijbehorende schepenbouw. Maar ze maken ook andere monsterschepen. Momenteel zijn ze bezig met een 'pijpenlegger', die op de helling in de gigantische scheepswerf staat. Het schip wordt opgebouwd uit segmenten, die in uit plaatwerk in elkaar gelast worden voor ze met een hijskraan aan het schip getakeld worden.

We gaan ook nog even aan boord van een baggerschip, dat al helemaal af is en voor de werf aangemeerd ligt. Gaaf ding hoor, een samensmelting tussen een lompe stalen schuit en state of the art baggertechniek. Want dat zijn de schepen hier eigenlijk, een beetje kort door de bocht maar zo wordt ons ook verteld in de presentatie: het schip is eigenlijk alleen het platform waar de pijpenlegger, palenheier, baggerzuiger, olie-installatie of hijskraan op komt te staan. Door middel van onder andere een k'nex model wordt ons uitgelegd waar de R&D afdeling zich mee bezighoudt en waarom WB zo gaaf is.

We gaan verder naar onze slaaplocatie in Vlaardingen. Eenmaal aangekomen blijkt dat er geen bedden zijn. Gebruik ik dat meegebrachte matje ook eens een keer. Ondertussen zal de routine wel duidelijk zijn: voer in, kaartspelletjes aan en gaan. Ditmaal gaan we Rotterdam (nog) onveilig(er) maken. We struinen de stad af, stoppen even kort bij de McDonalds en vinden uiteindelijk de 'Skihut'. Een toko waar de muziek 30 dB te hard staat. Als op de vraag van de DJ 'Zijn er nog een beetje studenten hier?' nauwelijks respons komt, is het voor velen duidelijk: dit wordt 'm niet. Huiswaarts dan maar, een paar uur slaap is geen slecht idee.

Vrijdag

Als we de volgende dag opstaan zijn de meesten dan ook behoorlijk fris, ondanks het gebrek aan douches in ons etablissement. We beginnen aan de langste etappe tot nu toe; richting Hengelo en we zijn nu echt dicht bij huis. Eerst duiken we de wereld van de zoutproductie in: we zijn bij AkzoNobel.

Je hebt ze vast wel eens zien staan: de zouthuisjes van waar eerst opgelost zout opgepompt wordt uit onderaardse zoutlagen naar de fabriek in Hengelo. Hier wordt het zout ingedampt, gedroogd en ofwel in een megaloods opgeslagen, in potjes en zakken verpakt, of tot likstenen gecomprimeerd. Het gaat hierbij niet om laffe aantallen: op de zoutberg in de loods zou je bijvoorbeeld gemakkelijk een zwarte piste kunnen openen.

De rondleiding wordt verzorgd door een gepensioneerd personeelslid, dat ons niet alleen alles verteld over de kunst van de zoutproductie, maar af en toe ook verteld hoe het er hier vroeger aan toe ging. We komen onder andere door de verpakkingsinstallatie, waar de potjes en zakjes gevuld worden en er veel werktuigbouw zit in de slimme oplossingen die nodig zijn dit proces te automatiseren. Aan het eind van de tour door de verpakkingsinstallatie krijgen we zelfs allemaal een potje zout mee!

Met dit bedrijf is alweer een einde gekomen aan de Beneluxreis, want ik zou niet weten wat er over de korte terugreis van Hengelo naar Enschede verteld zou moeten worden. Dan rest mij niks dan de commissie te bedanken voor deze geweldige reis. Hulde!

AkzoNobel



Had jij hier graag een artikel gezien?
Kom bij de Appelredactie!



Interesse?
Neem dan contact op met het bestuur.

We zijn op zoek naar eigenwijze, vakkundige, creatieve, buiten de gebaande paden denkende, teamspelende **collega's** voor alle mooie toekomstige mechatronische ontwikkelingen die we op stapel hebben staan.

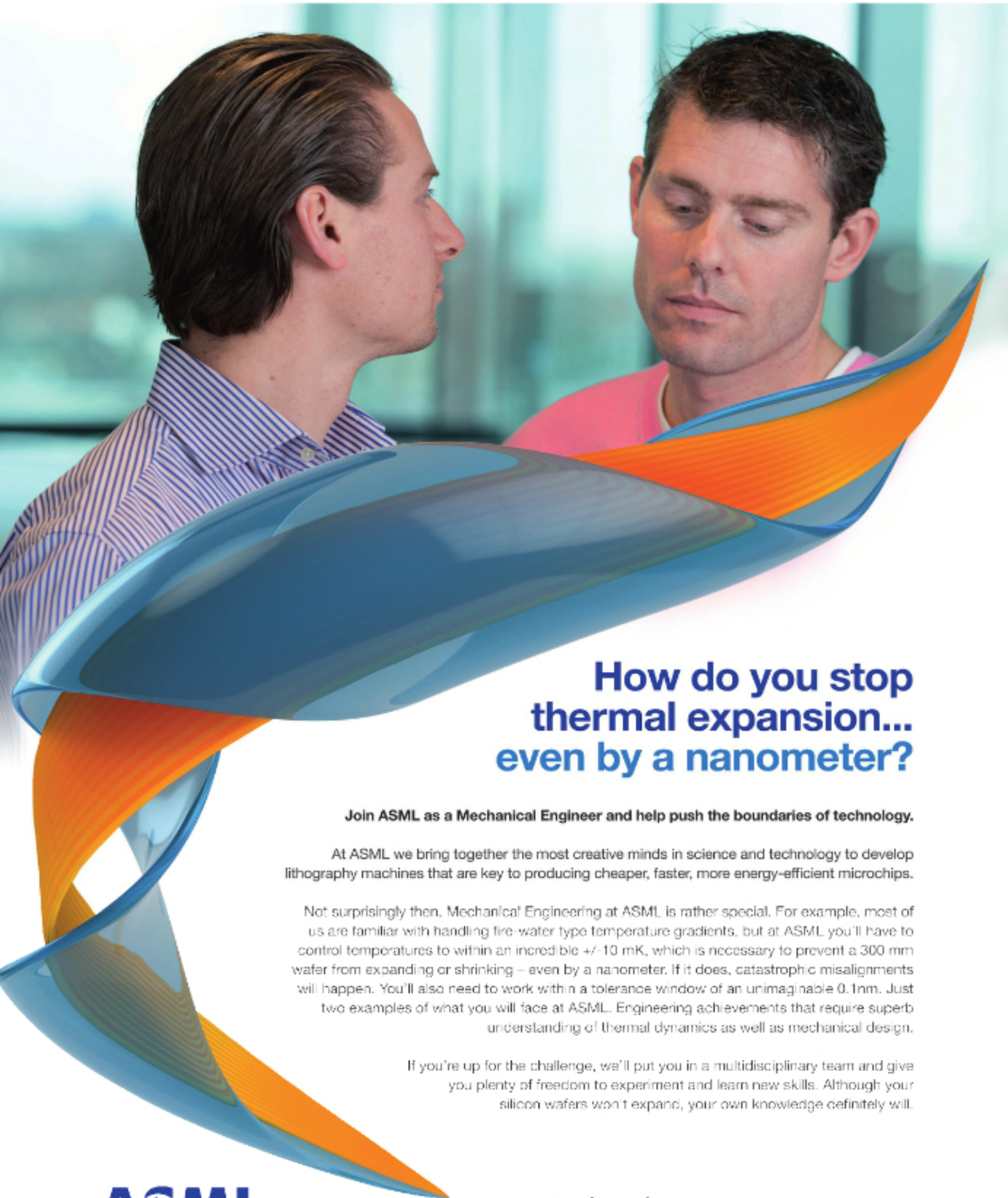


Be here. Be the future.

Herken je de taal van de mensen die je hier ziet afgebeeld? Heb je gezonde ambities op het gebied van mechatronica? Dan ligt er bij DEMCON een geweldige kans op je te wachten. We ontwikkelen baanbrekende projecten op het gebied van hightech-technologie en maken een groei door waar de meeste andere bedrijven alleen maar van kunnen dromen. Neem contact met ons op als je mee wilt praten. Versterk onze denktank, ervaar waar we met elkaar toe in staat zijn en tot welke prachtige ontwikkelingen dat leidt. Kijk op www.bethefuture.nl

www.bethefuture.nl

DEMCON



How do you stop thermal expansion... even by a nanometer?

Join ASML as a Mechanical Engineer and help push the boundaries of technology.

At ASML we bring together the most creative minds in science and technology to develop lithography machines that are key to producing cheaper, faster, more energy-efficient microchips.

Not surprisingly then, Mechanical Engineering at ASML is rather special. For example, most of us are familiar with handling fire-water type temperature gradients, but at ASML you'll have to control temperatures to within an incred ble +/-10 mK, which is necessary to prevent a 300 mm wafer from expanding or shrinking – even by a nanometer. If it does, catastrophic misalignments will happen. You'll also need to work within a tolerance window of an unimaginable 0.1nm. Just two examples of what you will face at ASML. Engineering achievements that require superb understanding of thermal dynamics as well as mechanical design.

If you're up for the challenge, we'll put you in a multidisciplinary team and give you plenty of freedom to experiment and learn new skills. Although your silicon wafers won't expand, your own knowledge definitely will.

ASML

www.asml.com/careers

For students who think ahead

Megastructuren op nanoschaal

Door **Joachim Koot** Foto rechts **Dirk Soeteman**
Overige foto's **ASML**

Verlichting is niet alleen het doen oplichten van een ruimte of voorwerp, maar ook een historische stroming met als doel het bevorderen van het gebruik van de rede. Het meest innovatieve bedrijf van Nederland combineert beide betekenissen. ASML in Veldhoven maakt namelijk machines om chips te belichten, een uitdaging die duizenden ingenieurs aan het werk houdt. De Appel reisde naar het verre zuiden om verslag te doen.



Nadat we uitgestapt zijn bij de bushalte gaan we op weg naar het gebouw waar we een afspraak hebben met Jasper Grasman, mechanisch constructeur bij ASML. Meteen valt de omvang van het complex op. Onderweg komen we enorme kantoorgebouwen voor ingenieurs, management en administratie tegen en assemblagehallen waar de apparaten worden gebouwd. In gebouw 7 ontmoeten we Jasper. Hij zal ons vandaag vertellen over de werkzaamheden van het bedrijf in het algemeen en van hem in het bijzonder.

Wat doet ASML?

ASML werd in 1984 opgericht in Eindhoven als samenwerkingsverbond tussen ASMI en Philips Electronics en had als doel het op de markt brengen van een 'wafer stepper' van Philips. Een wafer stepper is een apparaat dat op een wafer (een silicium schijf die de basis van chips vormt) tientallen of honderden structuren projecteert om chips te vormen. In 1988 verzelfstandigde het bedrijf en kreeg het de naam ASML. Sindsdien is de primaire bedrijfstak het ontwerpen en bouwen van dit soort machines. Het is belangrijk je te realiseren

(1) Reticle: Dit onderdeel is te vergelijken met de dia in een projector. Hierop staan alle transistoren en verbindingsbanen die op de lichtgevoelige laag moeten worden aangebracht. De reticle staat nooit stil, maar beweegt tegenovergesteld aan de positioneringsmodule.
(2) Positioneringsmodule: Deze module positioneert de wafer onder de lens. De module zweeft als het ware op een magnetisch veld voor een soepele beweging. De positioneringsmodule staat niet stil. Vroeger werd de wafer steeds zo gepositioneerd dat er één chip werd belicht. Stapsgewijs werd zo de hele wafer gevuld, vandaar de naam wafer stepper. Tegenwoordig blijft de wafer bewegen, om de productietijd te verminderen. De reticle beweegt tegengesteld aan deze beweging zodat het beeld toch scherp wordt ingebrand. Daarom heten deze machines nu wafer scanners.
(3) Hoogteprofiel vaststellen: De wafers lijken weliswaar zo glad als een spiegel, maar op nanoschaal is het silicium een berglandschap. Hier wordt met lasers het oppervlak gescand om een soort hoogtekaart van de wafer te maken. Bij het belichten wordt het hoogteverschil gecompenseerd door de positioneringsmodule.
(4) Objectief: Dit hele stelsel van lenzen zorgt ervoor dat het beeld van de reticle wordt verkleind en scherp op de wafer gebrand.



dat ASML dus geen chipfabriek is! In het proces van het maken van chips is de stepper weliswaar slechts één onderdeel, maar wel een complex en bijzonder belangrijk onderdeel. Het is goed voorstelbaar hoe belangrijk dit soort machines zijn geworden sinds de opkomst van computers en verwante producten, die alleen mogelijk zijn vanwege de toepassing van halfgeleiders. Inmiddels heeft ASML een aandeel van rond de 80% in de productie van lithografiesystemen en het heeft grote klanten in de chipindustrie, waaronder Intel en Samsung. Jaarlijks wordt een omzet gedraaid van rond de 5 miljard

groot nieuws dat ASML vele personeelsleden moest ontslaan, omdat er onvoldoende orders waren. De problemen waren nog veel groter geweest als men ook allerlei productieafdelingen draaiend hadden moeten houden. Door het uitbesteden loopt ASML veel minder risico en de productiebedrijven zijn minder afhankelijk van de vraag naar chips. Er wordt overigens wel nauw samengewerkt met deze externe partijen. Dit is het gevolg van de hoge eisen aan en de gewenste nauwkeurigheid van de onderdelen. Jasper vertelde dat hij regelmatig langsgaat bij Norma in Hengelo, omdat zij een onderdeel ma-

> “Over elke vierkante millimeter in het apparaat wordt onderhandeld”

euro, wat onvoorstelbaar veel is als je bedenkt dat er ‘slechts’ zo’n 200 producten per jaar verkocht worden. Hiervoor zijn een kleine 9000 medewerkers overal ter wereld, maar vooral in Veldhoven, aan het werk. De drieduizend technici en fysici zijn niet bezig met het bouwen van de wafer scanners, maar vooral met het ontwikkelen en innoveren van deze systemen. Dat moet ook wel, om bij te blijven in de zich nog altijd snel ontwikkelende wereld van de electronica. Zo vertelde Jasper dat ASML het afgelopen jaar 600 miljoen euro investeerde in onderzoek en daarmee geeft het bedrijf relatief gezien het meeste uit aan onderzoek in Nederland.

Eigenlijk bouwt ASML bijna niets zelf. De productie van onderdelen wordt uitbesteed aan externe bedrijven. Dit heeft te maken met het feit dat in de lithografiesystemen zo veel specialistische en complexe onderdelen verwerkt zijn, bijvoorbeeld op het gebied van optica, elektronica en werktuigbouw, dat het erg kostbaar is om overal een productielijn voor op te bouwen. Er is echter nog een belangrijkere reden. De chipindustrie is bijzonder cyclisch, wat betekent dat de vraag naar halfgeleiders en daarmee de vraag naar waferbelichtingssystemen verre van constant is. Nog in 2008 en 2009 was het

ken dat hij zelf ontworpen heeft. De onderdelen worden vervolgens wel in Veldhoven geassembleerd, waarna de machine afgesteld en uitgebreid getest wordt. Hiertoe beschikt het bedrijf over enorme clean rooms, waaronder een van maar liefst 10000 m2. Deze stofvrije ruimtes zijn absoluut noodzakelijk, als je de schaal bekijkt: een mensenhaar heeft een dikte van ongeveer 50 μm, terwijl de kleinste structuren op een microchip een omvang hebben van zo’n 5 nm, een verschil van een factor tienduizend.

Maar ook als de wafer scanner af is en verscheept, zit het werk voor ASML medewerkers er nog niet op. De machines passen niet in hun geheel in een container en moeten dus gedemonteerd worden voordat ze vervoerd kunnen worden. Het is qua complexiteit geen Billy van IKEA –hoewel die ook dikwijls vloekend in elkaar wordt gezet- dus er moet personeel zijn om de apparaten bij de klant in elkaar te zetten en af te regelen. Daarnaast levert ASML overal ter wereld ondersteuning, zodat klanten bij problemen of onduidelijkheden snel hulp krijgen. Dat is ook wel nodig aangezien een defecte scanner al snel in de papieren loopt. Als een machine een uur geen productie kan draaien, kost dat de chipbakker al snel een half

miljoen. Om ondersteuning te kunnen leveren heeft ASML over zestien landen tientallen kantoren verspreid.

Jasper: mechanisch constructeur

Jasper Grasman, mechanisch constructeur bij ASML, is in 2008 afgestudeerd in de werktuigbouwkunde aan de TU Eindhoven en sindsdien werkzaam bij ASML. Gelokt door wervingsdagen op de TU besloot hij een poging te wagen bij het bedrijf. Jasper vertelt dat hij na het behalen van zijn ingenieurstitel wilde weten hoe hij zich zou handhaven in een bedrijf met duizenden medewerkers. Het werken bij een onderneming met de omvang van ASML is namelijk anders dan bij een kleinschalig familiebedrijf. Je werkt bij ASML aan de nieuwste technieken en men gaat net een stapje verder dan gangbaar is in de werktuigbouwkundige praktijk. Bovendien krijgen de ingenieurs de mogelijkheid om zelf oplossingen te bedenken voor de problemen die ontstaan bij het ontwerpen van de lithografiesystemen. Dit betekent dus ook dat Jasper bezig is met het maken en testen van zijn oplossingen, wat volgens hem een leuk aspect van zijn werk is. Toch moet het werken bij een miljoenenbedrijf je wel liggen. Als ontwerper heb je maar een beperkt aandeel in een veel groter geheel en bovendien ben je slechts een schakel in een enorm web van ontwerpers, managers en administratief personeel. De keuze bevalt Jasper echter goed.

Maar waar houdt Jasper Grasman zich nou dagelijks mee bezig? Zijn ontwerpgroep is verantwoordelijk voor een onderdeel dat de positioneringsmodule heet. Dit onderdeel houdt de wafer pneumatisch vast en zorgt ervoor dat deze op precies de juiste plek belicht wordt. Ook hiervoor geldt weer dat de gewenste nauwkeurigheid gigantisch is, want de wafer moet op enkele nanometers precies gepositioneerd worden. De module beweegt in de machine op een magnetisch veld. In het onderdeel zijn sterke spoelen gemonteerd, die ervoor zorgen dat de module wrijvingsloos, snel en accuraat kan bewegen over de bodemplaat, die sterk magnetisch is. Door deze spoelen kan de module bewegen in alle zes vrijheidsgraden. Om te bepalen waar de module zich bevindt ten opzichte van de lichtstraal is een oriëntatiepunt nodig, vergelijkbaar met de oorsprong in een CAD-pakket. Het frame van de lithografiemachine is hiervoor ongeschikt. Dit frame wordt namelijk zwaar belast door de grote en snel bewegende onderdelen en is daardoor onvoldoende maatvast. Ook temperatuurveranderingen verstoren de precisie sterk. Daarom is er een apart frame aangebracht in de machine, het zogenaamde metrologieframe, gemaakt uit één stuk aluminium. Dit frame wordt niet belast en zo min mogelijk aan temperatuursveranderingen blootgesteld. Dit alles om een zo nauwkeurig mogelijke meting te geven van de locatie van de positioneringsmodule. Alleen zo is de kwaliteit van de chips te waarborgen.

Jasper heeft aan dit onderdeel een bijdrage geleverd in de vorm van een soort bumpers aan de positioneringsmodule. Deze module is door zijn complexiteit zeer prijzig. Bij een fout in de software of in de sensoren, zou het kunnen gebeuren dat de module door de machine gaat 'zwerven' en uiteindelijk hardhandig tot stilstand komt tegen een wand in het binnenste. Om te voorkomen dat zulke situaties tot hele kostbare reparaties leiden, is het wenselijk de module te beschermen. Hiervoor worden dus een soort bumpers gebruikt, die de energie van de klap absorberen. Dit lijkt een vrij triviaal onderdeel, maar is ingewikkelder dan het lijkt. De bumpers moeten namelijk in staat zijn alle energie op te nemen bij een indeuking van slechts enkele millimeters. Sowieso is efficiënt ruimtegebruik een thema in het ontwerp van de module: over elke vierkante millimeter in het apparaat wordt onderhandeld, omdat er zo veel onderdelen in een kleine ruimte moeten passen.

Kleiner en kleiner

De wet van Moore stelt dat het aantal transistoren op een chip elke twee jaar verdubbelt als gevolg van technologische vooruitgang. De enige manier om dit te realiseren zonder dat chips heel groot worden of veel energie gaan slurpen, is door ervoor te zorgen dat er meer transistoren op de oppervlakte van een chip kunnen worden geplaatst. De interne schakelingen moeten dus kleiner worden. Uiteraard komen hier allerlei moeilijkheden (of uitdagingen) bij kijken. Alle onderdelen van de machine moeten immers nog nauwkeuriger werken, de wafer moet nog preciezer gepositioneerd worden en de laserstraal moet perfect gericht worden. Er is echter ook een fysische