de Appel

Druk

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

36.2

HET HOGEDRUKLAB

De Appel zoekt het uit

De boekdrukkunst
Een uitvinding die het verloop van de geschiedenis veranderde

Blaise Pascal
Bekend om zijn bijdragen aan de natuurkunde en een echte homo universalis

De zon
De geboorte en het overlijden van onze belangrijkste ster

werd daarom met een stalen ligger versterkt, deuren werden vervangen door stalen exemplaren en de expansieluiken werden vergroot.

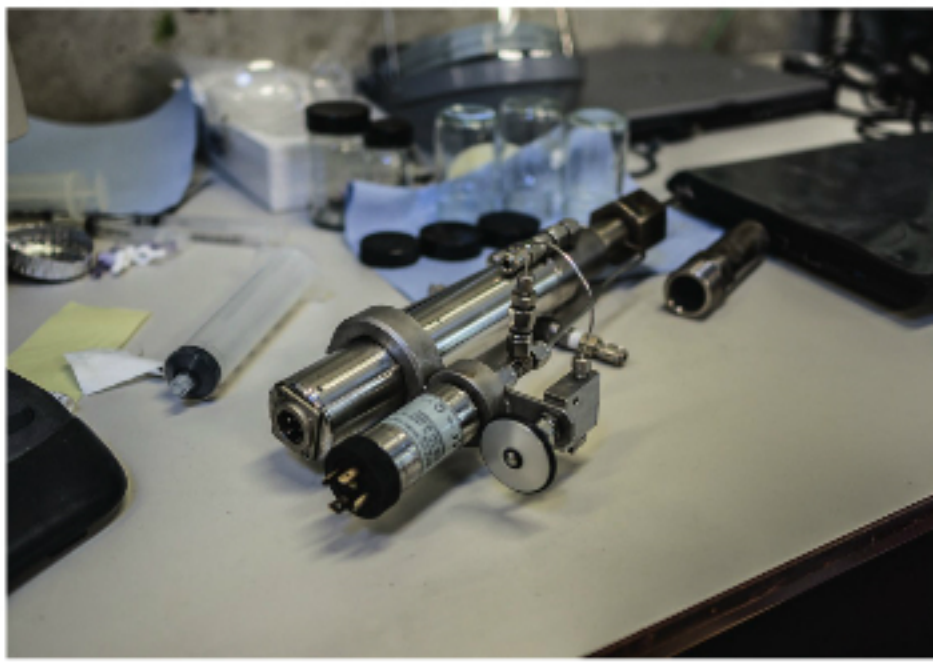
Op korte termijn wordt het hogedruklab vernieuwd. Het lab zal vanaf dan het Sustainable Energy Lab gaan heten. Deze naam doet de experimenten in het lab eer aan, want een groot deel moet op termijn daadwerkelijk een rol gaan spelen in de verduurzaming van onze energiebehoefte. Ook sluit de naamsverandering beter aan bij ontwikkelingen in de maatschappij: duurzame energie ligt nou eenmaal goed in de markt. Een van de vernieuwingen behelst het samenvoegen van de twee experimenteerruimtes tot één grote proceshal. Ook worden de drukinstallaties die onderdeel uitmaken van de gebouwvoorzieningen geautomatiseerd. Alle hoofdgasleidingen in het gebouw worden nu nog met handmatige kranen bediend. Gaskranen van de opstellingen in de bunkers kunnen van buitenaf worden geopend en gesloten. Dit werkt op zich goed, maar niet snel. Zeker bij problemen is het wenselijk als alle gasstromen in het gebouw snel en centraal kunnen worden gestopt. Zo blijft het hogedruklab bij de tijd en kan het een belangrijke rol blijven spelen in onderzoek onder hoge druk!

CO_2 afvang

Om de koolstofdioxide-uitstoot van de mens te verkleinen, kan men schonere energiebronnen gaan gebruiken. Daarnaast is het ook mogelijk om koolstofdioxide op te vangen voordat het in de atmosfeer komt. Ook hier doet de vakgroep SPT onderzoek naar. Dit is ook hoognodig, want huidige technieken die gebruikt worden om CO_2 op te vangen uit rookgassen zijn duur en verbruiken veel energie. Deze technieken werken dikwijls op basis van waterige amine-oplossingen. Dit wordt in een absorber-kolom in contact gebracht met rookgas uit energiecentrales of grote procesinstallaties waar het CO2-gas wordt afgevangen. Vervolgens gaat het oplosmiddel naar een desorber waar het verhit wordt en het gevangen koolstofdioxidegas weer vrijkomt. Deze laatste stap kost veel energie. Bovendien zijn de huidige oplosmiddelen corrosief en degraderen snel in aanraking met zuurstof. Lees hier meer over in Appel 34.3 in het artikel over CO2-engineering. De technieken die nu onderzocht worden, werken op basis van aminozuurzouten en op basis van vaste sorbentia. De aminozuurzouten zijn natuurlijke componenten die de hiervoor genoemde nadelen niet of veel minder hebben en bovendien precipitaten (vaste delen) vormen waarin CO2 is opgeslagen. Bij de vaste sorbentia wordt het gebruik van water als oplosmiddel vermeden en kan veel energie worden bespaard met betrekking tot het opwarmen en verdampen van dit water. Ook wordt er gewerkt aan het afvangen van CO2 uit buitenlucht. Uiteindelijk zou het zelfs mogelijk moeten zijn om op industriële schaal het geabsorbeerde koolstofdioxidegas als grondstof voor (bio-)brandstoffen te gebruiken. Op deze manier is het misschien mogelijk om zelfs negatieve CO2-uitstoot te realiseren!

Superkritisch ontzilten

Veilig drinkwater wordt zeldzamer op aarde en de vraag ernaar zal voorlopig alleen maar toenemen. De grootste waterbronnen op aarde, de oceanen en zeeën, leveren water dat ongeschikt is om te drinken. Door het te ontzilten zou het wel geschikt worden voor menselijke consumptie of voor het gebruik in de landbouw. Bestaande technieken werken met destillatie of met omgekeerde osmose (het zoute water wordt door een membraan gepompt waarin het zout achterblijft). Deze methoden hebben als nadeel dat er een hooggeconcentreerde afvalstroom water achterblijft. Het afvoeren van deze stroom is een probleem. Het terugpompen in de zee of in rivieren kan namelijk direct schade berokkenen aan planten en dieren die hier leven. In het hogedruklab wordt daarom onderzoek gedaan aan een techniek die superkritisch ontzilten heet. Men brengt hiervoor het zoute water in superkritische toestand. Hiervoor moet het water worden verwarmd tot bijna 400 graden Celsius en op een druk van minstens 220 bar worden gebracht. In deze toestand bestaat er geen duidelijke scheiding meer tussen een vloeistof- en een gasfase en het zal eigenschappen gaan vertonen die tussen beide fasen in ligt. In de superkritische toestand wordt de oplosbaarheid van water voor zouten enorm veel kleiner. Er zullen dan precipitaten ontstaan: vast geworden korrels zout uit het zeewater. Het zout blijft achter en het water is drinkbaar. De afvalstroom die ontstaat, is veel beter te verwerken. De energie die nog in het behandelde water zit kan voor een groot deel worden hergebruikt om de voedingsstroom (het zeewater) voor te verwarmen.



Bronnenlijst

Site van de vakgroep Sustainable Process Technology: http://www.utwente.nl/tnw/spt/

Onderzoek onder druk: 40 jaar Hoge Druk Laboratorium Universiteit Twente: 1965-2005, Gert H. Banis

Verenigingsnieuws

Oktoberfestborrel

Op 17 oktober was het een gezellige bedoening tijdens de jaarlijkse Oktoberfestborrel. Met alle keldervereningingen werd er hard gezongen in de twee borrelkelders die de Horst rijk is. De pullen werden goed gevuld en de Duitse muziek schalde door de kelder. Zoals ieder jaar waren ook de lederhosen en dirndls weer uit de kast gehaald. Tegen een kleine vergoeding werd iedereen voorzien van gerstenat en braadworst, zoals het een waar Newton Oktoberfest betaamt. De foto's spreken boekdelen.

Uitzwaaiborrel IC-reis

Op 8 november is de Intercontinentale Reis met haar deelnemers vertrokken naar Korea en Japan. Voordat deze mensen konden vertrekken moest er uiteraard eerst afscheid genomen worden van vrienden, vriendinnen, kennissen en bekenden. Om ervan verzekerd te zijn dat zowel de deelnemers van de reis als de organiserende commissie zich niet zouden vervelen, had het bestuur een klein cadeau voor hen aangeschaft. Tijdens de IC-reis uitzwaai borrel werd deze gele rakker aan de IC-reiscommissie uitgereikt. Een glimlach verscheen op het gezicht van de voorzitter toen hij de gele knuffel in ontvangst nam. Pikachu reist vrolijk met het reisgenootschap door heel Korea en Japan en verblijdt hen met zijn lach en energie. Benieuwd geworden naar de verhalen van de IC Reis? Het complete scala aan reisverslagen is te vinden op de website van de Dedication Study Tour en daarnaast zijn de belevenissen en foto's van Pikachu te vinden via zijn eigen Facebookpagina (Dedication Mascotte).

Doortrekavond Project A

Het was even afwachten hoe het zou lopen met de 'Project A' doortrekavond. De eerstejaars zijn in het nieuwe onderwijsmodel namelijk veel verplicht bezig geweest met hun project. Zouden ze nog wel komen? Zouden er twee dagen voor de deadline nog projectgroepen zijn die het verslag nog niet af hebben? Maar de zorgen bleken voor niets, meer dan 100 eerstejaars vulden op 23 oktober de Horsttoren. Uiteraard werden de harde werkers voorzien van ruime hoeveelheden koffie, thee en goedgele rakkers. Vele varkentjes hadden deze druk bezochte activiteit moeten bekopen met het leven, maar we konden de eerstejaars niet op een lege maag laten werken! Aan het eind van de avond waren vrijwel alle projectverslagen netjes afgemaakt en kon iedereen eindelijk genieten van de verdiende uren slaap.

Uitgelicht: Allseas Engineering

Het studeren van werktuigbouwkunde gaat vaak gepaard met een bijzonder interesse voor grote stalen constructies en vaartuigen. Zo wordt door actieve Newtonleden geen gelegenheid overgeslagen om op excursie te gaan om spannende technische hoogstandjes in het land of waar dan ook ter wereld te bezoeken. Deze keer konden we hiervoor in Nederland blijven, want in Rotterdam lag de Tog Mor, een pijpenlegger van Allseas Engineering, aangemeerd voor onderhoudswerkzaamheden. Met twee busjes vol Newtonianen gingen we op pad om het schip van dicht bij te bekijken. Helaas was er voor de rondleiding een maximumaantal, zodat er geloot moest worden. De rondleiding was de rit naar het westen zeker waard. Hij werd gegeven door twee enthousiaste oud-Newtonleden die ons het schip van binnen en buiten lieten zien, inclusief de indrukwekkende pijpenleginstallatie. Geboeid luisterden we ook naar de verhalen over het werken in de offshore-industrie en over de pijpleidingen die, bestaand uit stalen buizen met een diameter van meer dan een meter en meerdere centimeters wanddikte, kilometerslang aan elkaar gelast als tuinslangen op de oceaanbodem worden gelegd. Kortom, de indrukken die we die dag kregen zijn niet in de dagelijkse studie te vergaren, maar moeten ter plekke opgedaan worden.

Excursie Noble House

Op 28 november hebben 40 Newtonianen de reis naar Almere gemaakt om een kijkje te nemen bij Noble House, een restaurateur van Engelse klassiekers. Achter de deuren van dit oninspirerende pand op een nietszeggend industrieterrein gaan vele kunstwerken schuil. Verschillende DB5's, de beroemde wagen van James Bond, een paar antieke Jaguars en een unieke verlengde London Cab behoren tot de collectie. Na een uitleg over de technische werkzaamheden worden de schatkamers geopend en daarna is afgesloten met een borrel.

Proces optimalisatie voor 3D printen van metalen

AFSTUDEERARTIKEL

Door **Lennard Terpstra**

Zoals iedere werktuigbouwer ongetwijfeld weet, is er een hoop gaande in de wereld van additive manufacturing, of 3D-printen in de volksmond. Afgelopen jaren zijn zelfs al de nodige machines beschikbaar gekomen voor consumenten, maar in deze gevallen gaat het over het printen van kunststof of keramische materialen. Het printen van metalen is in vergelijking daarmee nog een stuk lastiger.

Bij conventionele productiemethoden worden metalen onderdelen gegoten of wordt metaal weggenomen om een onderdeel te maken. In tegenstelling tot deze methoden wordt bij additive manufacturing juist materiaal toegevoegd en begint men met slechts een poeder. Om additive manufacturing voor metaal mogelijk te maken zijn er een aantal bruikbare technieken. In mijn afstudeeronderzoek beperk ik me tot één techniek: Selective Laser Melting (SLM).

Op het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) in de Noordoost Polder is sinds begin dit jaar een SLM machine aanwezig waarmee metalen producten geprint kunnen worden. De machine in kwestie, de SLM280HL van het Duitse SLM-Solutions, heeft een bouwplatform van 280x280 mm en is voorzien van twee lasers. Eén laser met een vermogen tot 400 W voor het fijnere werk en één laser van 1 kW voor het grovere werk.

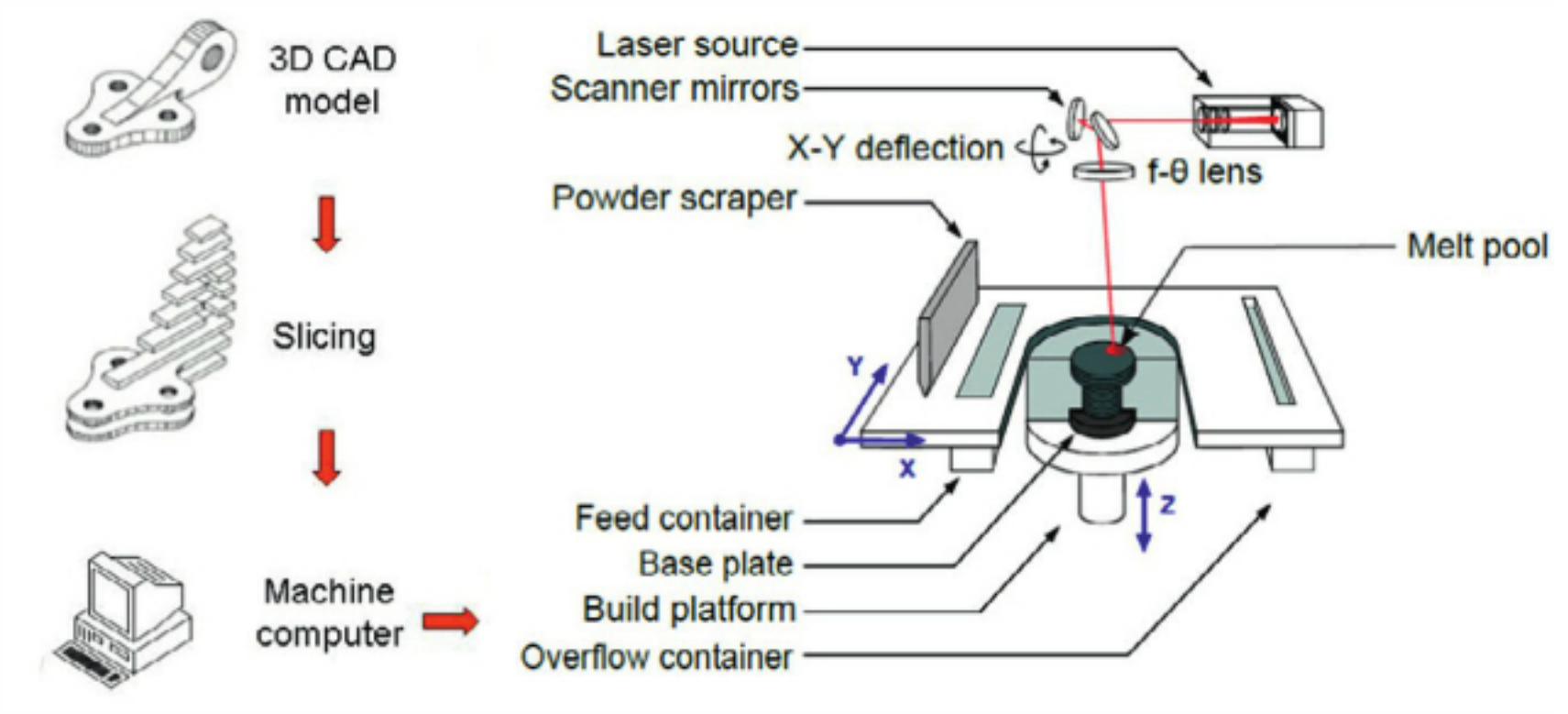
Werking SLM proces

Een 3DCAD-geometrie wordt ingeladen in speciale software en wordt vervolgens in plakjes gesneden. Denk hierbij aan een laagdikte van 50 μm voor de 400 W laser en 150 μm voor de 1 kW laser. De contour van één plakje wordt vastgelegd en afhankelijk van de gebruikte instellingen wordt een patroon op het oppervlak binnen de contour, het volume, aangebracht. Het patroon beschrijft het pad dat de laser zal volgen. Hier zijn een aantal standaard patronen voor zoals een schaakbord of streepjespatroon. Het patroon is niet alleen een methode om een vlak te vullen, maar afhankelijk van het patroon is het ook mogelijk om vervormingen als gevolg van interne spanningen, veroorzaakt door het 'lasproces', te reduceren. Binnen deze patronen zijn nog een groot aantal instelmogelijkheden beschikbaar, zoals de afstand tussen individuele lijnen, het vermogen en de snelheid van de laser. De keuze van het patroon (i.e. type en afmetingen) en de onderlinge volgorde vallen binnen de subcategorie scanstrategie. Voor ieder type lijnstuk dat daarbij gebruikt wordt, wordt nog een aparte set proces parameters (laservermogen, lasersnelheid, etc.) gebruikt.

Na plaatsing en slicing van het virtuele onderdeel op het virtuele bouwplatform, wordt het bestand naar de SLM machine gestuurd voor productie. De machine legt in een inerte omgeving een laag poeder neer en zal hierop vervolgens het patroon scannen. Met 'scannen' wordt het volgen en dus het versmelten van lokaal poeder met de laser bedoeld. Daarna zal het bouwplatform een laagdikte naar beneden gebracht worden, een nieuwe poeder laag aangebracht worden en de volgende laag gescand worden. Op deze manier wordt het gehele product laagsgewijs opgebouwd.

Ieder object dat gemaakt wordt met behulp van SLM wordt verankerd aan een 25 mm dikke, verwijderbare grondplaat. Dit is nodig omdat de grote temperatuurgradiënten binnen het SLM proces er voor zorgen dat het onderdeel krom zal trekken als gevolg van krimp. Voor de bevestiging aan de grondplaat en voor ondersteuning van over-

Overzicht van SLM van CAD-file tot productie.



hangende structuren worden supports gebruikt. Dit zijn dunne structuren van vaak slechts een enkele scanbreedte die toegevoegd worden aan het onderdeel. Het voordeel van dit soort supports is dat ze snel geproduceerd kunnen worden en naderhand ook nog gemakkelijk te verwijderen zijn. Indien onvoldoende supports toegevoegd worden of wanneer de eerste poederlaag te dik is kan het voorkomen dat een onderdeel toch losraakt en krom trekt. Bij voldoende vervorming zal deze te ver door de poederlaag heen steken waardoor en het pad van het poederdepositiesysteem geblokkeerd wordt. Wanneer dit gebeurd wordt het proces automatisch gestopt en is de productie dus mislukt.

Mogelijkheden

Met behulp van additive manufacturing is het mogelijk om onderdelen met vrijwel iedere denkbare vorm/structuur te produceren. Zo kunnen holle onderdelen of onderdelen met interne structuren gemaakt worden om lichtgewicht onderdelen te maken. Ook kunnen filters, scharnierende delen of bijvoorbeeld poreuze structuren gemaakt worden voor medische toepassingen.

Toch zijn er weldegelijk ontwerpregels waar het ontwerp aan moet voldoen om tot een goed produceerbaar resultaat te komen. Problemen doen zich bijvoorbeeld voor wanneer een model overhangende structuren bevat. Overhangen met een hoek ten opzichte van de bouwrichting groter dan 45 graden zullen ondersteund moeten worden.

Parameters

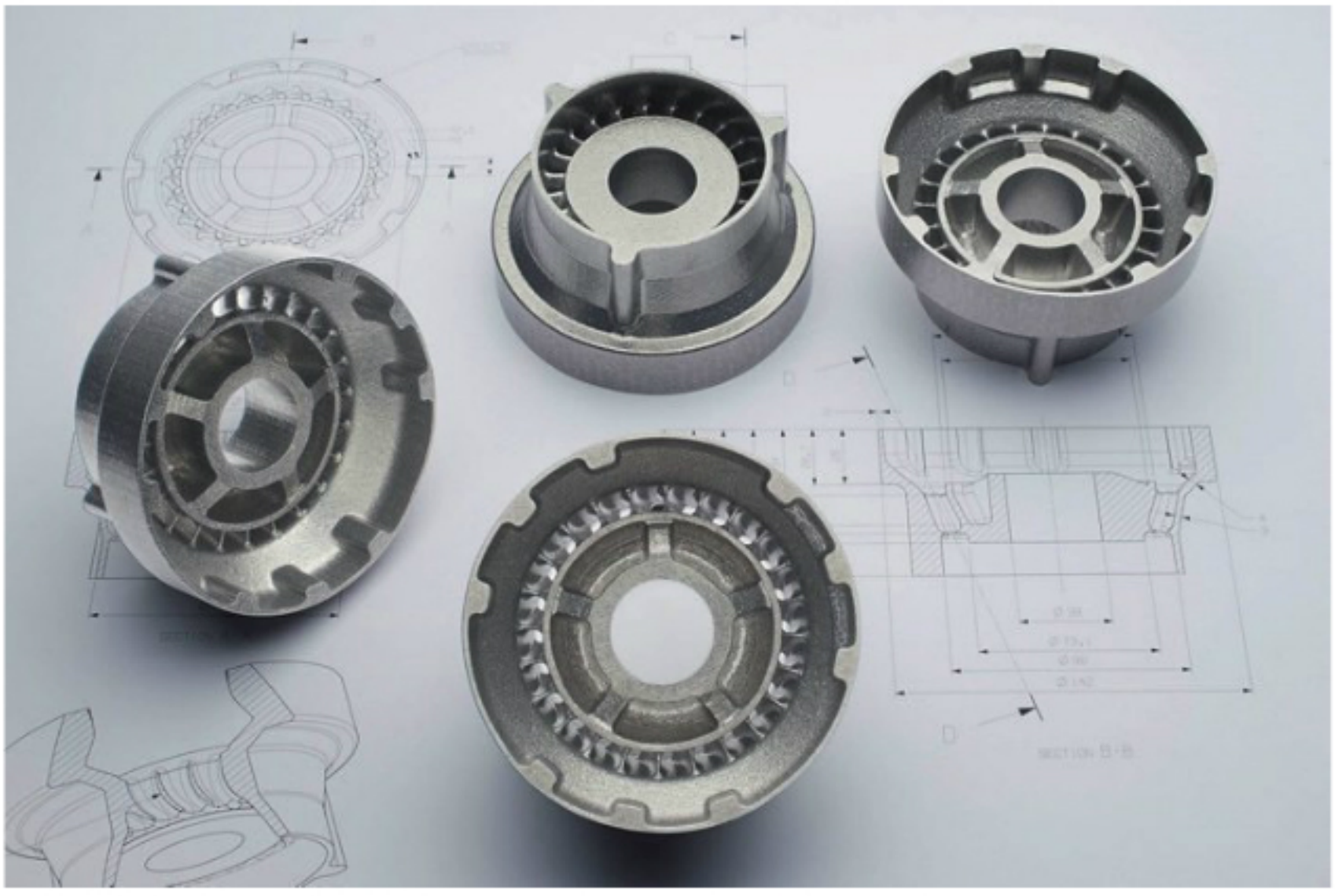
Er is een groot aantal parameters dat de productie en het eindproduct beïnvloedt. Basisparameters voor het lasproces zijn procesparameters zoals: vermogen P, snelheid v, laagdikte L_t en scan spacing S_s. Deze vier parameters worden vaak aan elkaar gerelateerd volgens $E = P / (vL_tS_s)$ met de eenheid [J/mm³]. Dit geeft de hoeveelheid energie per volume-eenheid, ofwel een algemene maat waarmee experimenten aan elkaar gerelateerd kunnen worden.

Andere parameters, zijn onder te brengen in subcategorieën als scan strategy, laser- en omgevingsparameters maar ook zogenaamde noise-parameters. Veel parameters zijn gemakkelijk aan te passen, maar een parameter als laagdikte of gastype kan vanwege de laagsgewijze opbouw binnen één productie nauwelijks of niet gevariëerd worden.

Procesoptimalisatie

Hoewel een product er met een bepaalde set parameters goed uit kan zien, is het lastig te beoordelen of een set parameters daadwerkelijk goede resultaten heeft geleverd. Om dus een product te beoordelen in termen van mechanische eigenschappen of porositeit, zullen trekproeven en/of doorsneden gemaakt moeten worden. Kennis van de hoeveelheid porositeit in een product is een belangrijke factor met betrekking tot de vermoeiingseigenschappen. Bovendien heeft ieder materiaal heeft weer andere eigenschappen en dus ook andere parameters. Het vinden van een optimale set parameters is daarom een erg arbeidsintensieve en kostbare klus.

De uitdaging is nu om met een minimaal aantal experi-



Behuizing van een ventilator gemaakt op de SLM280HL-machine van het NLR in opdracht van Aeronamic BV.

menten de effecten van deze parameters te kwantificeren en hierbij de effecten van de noiseparameters te filteren. Het doel van mijn onderzoek is dan ook om met behulp van de een statistische aanpak, Design of Experiments (DOE), een algemene methode te ontwikkelen waarmee voor een willekeurig materiaal zo snel en efficiënt mogelijk een goede set parameters gegenereerd kan worden.

Daarbij moet er uiteraard ook een criterium gekozen worden waar naartoe geoptimaliseerd wordt, denk hierbij dus weer aan porositeit, oppervlaktekwaliteit, mechanische eigenschappen, interne spanningen, bouwsnelheid of nauwkeurigheid. Er zijn dus meerdere optima of combinaties hiervan mogelijk.

Hoewel er inmiddels de nodige producten gemaakt zijn en kunnen worden, betekent dit niet dat het printen van metalen een uitontwikkelde techniek is waarvoor ieder materiaal gebruikt kan worden. Op het moment is de techniek nog relatief duur en wordt deze daarom vooral gebruikt voor producten die met conventionele technieken lastig of niet te produceren zijn. Hierbij worden tot nu toe vooral legeringen als AlSi10Mg, Ti6Al4V en Inconel718 gebruikt, maar in theorie zou elk materiaal dat lasbaar is toegepast kunnen worden.
Voor het printen van metalen zijn de ontwikkelingen dus in volle gang en met een goede set parameters is het nu bijvoorbeeld al mogelijk porositeit in een titanium product te reduceren tot minder dan 0.5%. Daarnaast kunnen, vergeleken met de standaard materiaalwaarden, vergelijkbare of zelfs hogere mechanische eigenschappen worden bereikt. Dat de techniek dus veelbelovend is, staat vast. Maar de tijd dat je thuis of om de hoek je reserve (auto-) onderdelen tijdens de koffie kunt 'afdrukken' zal nog even op zich laten wachten.

DoMiBo

Laurens Hoek

Het is donderdagmiddag 15:30, de studentenweek zit er zo goed als op. Wat rest is een brakke vrijdag, als je pech hebt heb je de eerste twee uren college. Maar deze kun je natuurlijk altijd een keertje overslaan. Het duurt immers nog even totdat de tentamenweken voor de deur staan en dan is er nog méér dan genoeg tijd om de halve calculusbijbel van Stewart erin te krijgen. Dan maar een klein biertje in de borrelkelder doen. Een mooi begin van de avond.

Zo vond het binnen de studentenkringen jarenlang plaats, niet alleen bij Newton maar ook bij tal van andere verenigingen op de campus. Gezellig na college even een biertje pakken, of als je toch nog college had op dit onmogelijke uur, snel tijdens de pauze een paar biertjes bestellen, consumeren en terug naar college. Toch lijkt de borrelkelder steeds rustiger. Voor een deel is dit te wijten aan de vrijdagochtendtoetsen die de eerstejaars moeten maken, maar het is eigenlijk al jaren gaande. Het tijdvak tussen half vier en zes is kennelijk een gouden moment om nog even die ene lastige formule te leren. Dan maar vrimibo's? Ook lastig, de trein naar het thuisfront wacht voor niemand en lang niet iedereen is van de avond daarvoor bekomen.

Wat is er aan de hand? Het bier is goedkoop en de paar gemiste uurtjes op donderdag kun je ook ergens vandaan halen. Een hechtere groep studenten dan wb'ers zul je niet snel vinden op de UT, dus aan het gezelschap kan het ook niet liggen. Er blijft maar één mogelijkheid over: je staat bij de ingang, pakt de trap naast de liften, je gaat door de deur bij de kelder en gaat links af. Als je de Daedaluskamer inloopt ben je te ver doorgelopen.

DE WERKING VAN EEN CABRIOKAP

Door **Jeroen Herbrink**

Dit keer bevat de Appel niet de gebruikelijke rubriek 'De wielen van', maar een eenmalig alternatief: 'De cabriokap van'. Het gaat dit keer ook niet over paardenkrachten en kilometerstanden, maar over het mechanisme van de kap en de hydraulische druk daarachter. Het onderwerp is een Peugeot 306 cabriolet, de vakantieliefde van de auteur.

Stap 1: Vergrendeling en spanning eraf halen

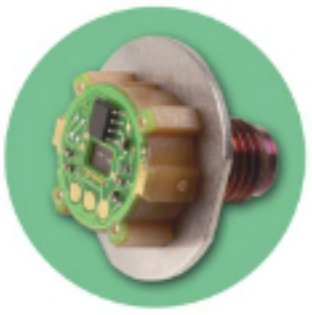
De gehele kap van de Peugeot 306 cabriolet wordt vergrendeld met slechts een tweetal M8 bouten. Deze eindigen in haken die vastgrijpen in het verstevigde frame rondom de voorruit. De bouten zitten vastgedraaid in een slede, die kan worden aangetrokken door het dichtdraaien van een klem. Deze klem gaat dan over zijn dode punt, waarmee de kap vergrendeld is. Op de klem zit ook een drukknop, die voor extra borging van de vergrendeling zorgt en voorkomt dat deze los kan schieten. In een cabrio rij je natuurlijk zoveel mogelijk met de kap open. Voor het openen van de kap dient aan beide kanten van de auto de drukknop ingedrukt en de klem losgedraaid te worden. Op dat moment trekt een veer de M8 haken de klem in, zodat ze niet meer zichtbaar zijn. De kap ligt dan echter nog netjes op zijn plek, want ook dat mechanisme gaat bij het vergrendelen over zijn dode punt. De bestuurder moet dus ook nog handmatig het voorste deel van de kap omhoog drukken. Deze springt dan naar een volgend dode punt, waardoor dit voorste deel onder een hoek van ongeveer 45 graden blijft staan.

Het mechanisme van de kap loopt van helemaal vooraan bij de klemmen naar de achterste rand onder de achteruit. Wanneer de vergrendeling is losgemaakt, zit dit mechanisme en dus de hele kap alleen maar aan weerszijden van de achterbank aan de auto bevestigd. Aan de achterkant zit de kap dus niet aan de auto vast. Sterker nog; de enige afdichting die daar optreedt, is een rubber dat op de bovenkant van de auto wordt gedrukt. De benodigde kracht daarvoor wordt helemaal aan de voorkant door de vergrendeling verzorgd. Bij het naar beneden trekken van het voorste deel, strekt het mechanisme zich uit ten opzichte van het verbindingspunt naast de achterbank en daardoor ontstaat een neerwaartse beweging aan de achterkant. Hiermee wordt ook het doek van de kap strakgetrokken. Waarschijnlijk gebeurde het tijdens het testen wel eens, dat hierdoor het doek of de naden scheurden. Peugeot heeft daar een goedkope oplossing voor gevonden, door een extra stuk autogordel te gebruiken en dat aan de dwarsverbindingen in het mechanisme vast te klinken. Dit is te zien op de foto, waar het doek een stuk omhooggetrokken is. De werktuigbouwer zal daarin ook de strekkende eigenschap van het mechanisme herkennen.

Stap 2: Hydraulische druk en elektrische regeling

Als het voorste deel van de kap omhoog geklapt staat, dan wordt dit door een sensor waargenomen. Vanaf dat moment komt het openen van de kap alleen nog maar neer op het indrukken van een knop en het hopen dat alles verder goed gaat. Deze knop bevindt zich op de middenconsole en na het indrukken ervan wordt er eerst hydraulische druk opgebouwd in de kofferbak. Achter de bekleding verscholen bevindt zich daar een van de duurste onderdelen van de auto. Op de foto is te zien dat er systemen uit meerdere disciplines gecombineerd zijn in een enkele eenheid. Een elektromotor drijft er een pomp aan, waarmee olie uit een reservoir op druk wordt gebracht. Met een drietal elektronische kleppen wordt deze olie achtereenvolgens naar verschillende hydraulische cilinders gestuurd.

De dikke rode stroomkabel hoort niet bij het systeem van de kap, maar bij het ingebouwde geluidssysteem. In combinatie met de beveiliging op het bedienen van de kap, levert dit juist een mogelijke probleemsituatie op. De kap kan namelijk alleen geopend of gesloten worden, wanneer de sleutel op contact staat maar de motor uit is. Dit betekent echter dat zowel de elektromotor van de pomp als het geluidssysteem vermogen van de accu vragen, terwijl deze niet door een draaiende motor wordt opgeladen. Vervolgens moet je ook nog kunnen starten. Vandaar dat de beveiliging is verplaatst van de motor naar de handrem. De motor kan dan draaien, maar de handrem moet aangetrokken zijn tot het punt waarop het dashboard lampje gaat branden. Dit betekent dat je eerst kan starten, zodat daar in ieder geval voldoende stroom voor is. Doordat de handrem niet volledig aangetrokken is, zou je zelfs met lage snelheid de kap kunnen bedienen. Echter is het wel een Franse auto, dus dat doen we dan maar niet.



Zelfs onze kleinste producten bieden je de grootste mogelijkheden.

In de wereld van 'Sensors & Controls' is Sensata Technologies marktleider. Zonder het te merken heb je dagelijks met onze producten te maken. Ze vinden hun toepassing in auto's en vrachtwagens. In wasmachines, koelkasten, maar ook in motorfietsen, stofzuigers en espresso-apparatuur. Ze maken de wereld niet alleen veiliger en comfortabeler, maar vooral ook efficiënter.
Onze medewerkers voelen zich bij Sensata Technologies als een vis in het water. Ze krijgen alle vrijheid om hun ideeën te ontwikkelen en te realiseren. Alles in nauwe samenwerking met onze klanten, en dat zijn niet de minsten. Stuk voor stuk marktleiders op hun gebied.

Het werk bij ons is niet alleen technisch grensoverschrijdend, onze mensen zijn letterlijk van alle markten thuis en krijgen te maken met veel cultuurverschillen. Je collega's zitten zowel in Almelo, als ook in Amerika, Maleisië, Mexico, Hongarije, Brazilië, Korea, Japan en China. Wat het werk alleen maar oneindig veel uitdagender maakt. Weet je wat je kunt? En weet je wat je wilt? Dan biedt Sensata Technologies je de kans om het allemaal waar te maken. We hebben regelmatig vacatures op het gebied van marketing & sales, design engineering, proces (quality) engineering en project management. Wil je meer weten over onze organisatie en over onze vacatures? Kijk dan op www.werkenbijsensata.nl.

Sensata
Technologies
The World Depends on Sensors and Controls

Stap 3: Achterkant kap gaat omhoog

Twee van de in totaal vijf hydraulische cilinders en het complexe scharnierpunt naast de achterbank zijn op de foto te zien. De bovenste hydraulische cilinders duwen na het indrukken van de knop als eerste de achterkant van de kap omhoog. Daarbij vouwt de achterruit dubbel en komt de achterste rand van de kap verticaal omhoog te staan. Op de andere foto is te zien dat van het hele scharnierpunt en de cilinders aan de buitenkant van de auto eigenlijk niets te zien is. Wel is de vergrendeling van de klep van de ruimte waarin de kap uiteindelijk komt te liggen zichtbaar. Het automatisch opengaan van deze vergrendeling is de volgende stap. Op dit moment heeft de klep van de kapruimte namelijk voldoende ruimte om open te gaan.

Stap 4: Klep kapruimte gaat open

De hydraulische cilinder die de klep van de kapruimte bediend, heeft niet zoveel ruimte omdat de gehele kap onder het deksel moet passen. Daarom is deze in de breedte van de auto gemonteerd, terwijl de kap juist om die as open moet roteren. Een translatie in de breedte richting, moet dus worden omgezet naar een rotatie om diezelfde richting in een erg beperkte ruimte. Het gevolg is een complex samenspel van kogellagers, scharnierpunten en bewegende delen. Aan de twee uiteinden van het door de cilinder aangedreven deel zijn twee staalkabels verbonden. Deze lopen naar de vergrendeling van de klep. Als de cilinder uitschuift om de klep te openen, krijgen de staalkabels bewegingsruimte en trekt een veer ze aan. Daarbij wordt simultaan met het openen van de klep, ook de vergrendeling ervan opgeheven. Ook de klep van de kapruimte gaat open tot een verticale stand. Enkel de hydraulische druk die op het systeem blijft staan zolang de accu stroom levert, houdt de klep in die positie.

Stap 5: Voorkant kap gaat omhoog

Als de klep volledig geopend is, zakt de achterruit weer naar beneden in de originele positie. Op dat moment wil je de druk niet verliezen, want dan boort de vergrendeling van de klep zich door de kunststof achteruit. Het gehele proces werd tot nu toe uitgevoerd door de drie kleinste van de vijf cilinders. Nu zijn echter de twee grootste cilinders aan de beurt om het dak aan de voorkant op te tillen en achterover in de kapruimte te laten zakken. Het mechanisme zorgt er nu voor dat de kap dubbelvouwt in vier lagen. Op de foto is te zien hoe het mechanisme vanuit het centrale bevestigingspunt naast de achterbank naar voren toe uit drie scharende delen bestaat. Aan het eerste deel is een kunststof afwerkplaat bevestigd, die in de gesloten situatie de stijl om de achterruiten vormt. Daarbij steekt dit deel een stuk in de afwerkplaat onder het raam, omdat daar dan een klepje open staat. Bij het achterover bewegen van het mechanisme wordt dit klepje door een veer weer gesloten. Het achterste frame ligt al op de bodem van de kapruimte.

Stap 6: Kap gaat in de kapruimte

De hele kap gaat uiteindelijk verticaal naar beneden toe. Vreemd genoeg lijkt dat meer energie te kosten dan de omhooggaande beweging van de kap. Dit komt omdat meerdere rubbers en stukken doek dubbelgevouwen moeten worden. Daarnaast bestaat de kap uit scharnierende framedelen, een assortiment aan touwtjes en de reeds genoemde autogordels. Het lijkt een rommeltje, maar het werkt bijzonder goed en is tot op heden nog niet misgegaan. De klepjes openen net op tijd en stukken doek worden naar binnen getrokken voordat ze tussen andere delen beklemd raken. Het is wel jammer dat je er als bestuurder niet naast kan gaan staan kijken, want tijdens de volledige handeling moet je het knopje ingedrukt houden. Gelukkig duurt het openen en sluiten niet zo lang: ongeveer 15 seconden. Het omlaag laten gaan van de elektrische achterruiten duurt wel tergend lang. Gelukkig kan een beetje WD40 hier nog wel uitkomst bieden.

Stap 7: Klep wordt vergrendeld

De laatste stap is het sluiten van de klep van de kapruimte. Deze drukt de kap het laatste stukje naar beneden de kapruimte in en wordt dan vergrendeld. Dit gebeurd door de eerder genoemde staalkabels. Om de kap weer te sluiten wordt het omgekeerde proces doorlopen, bijvoorbeeld omdat het gaat regenen. Als je op dat moment een kapotte pomp hebt, of een doorgebrande zekering, of geen accu vermogen, of een lekke hydraulische leiding of een van de andere voorkomende problemen, heb je meteen een nog veel groter probleem. Water in een vijftien jaar oude Peugeot leidt namelijk al vrij snel tot schimmel. Gelukkig kan je de kap ook handmatig sluiten (en openen). Dat is echter een beetje een uitdaging. In de kofferruimte zit namelijk een bout waaraan je kan draaien om de klep van de kapruimte te openen, maar deze kan niet gelijk met de kofferklep open staan. Je zult hem dus een klein stukje omhoog moeten draaien met alleen je armen in de kofferbak gestoken en de kofferklep zoveel mogelijk dicht. Daarbij moet wel weten of je de 'Ouverture' of de 'Fermeture' richting moet hebben. Dan moet je de sleutel laten vallen en de klep van de kapruimte beetpakken, voordat deze weer dichtvalt. Vervolgens moet je met slechts een hand, of met hulp van je reisgenoot, de kap omhoogtrekken tot deze door de zwaartekracht verder voorover valt. Als je de kap opent of sluit op een warme zomerdag, ben je dan toch wel erg blij dat er hydraulische cilinder en elektrische regelsystemen bestaan. Het hele idee van een cabrio is namelijk juist dat je niet gaat zweten.

Foto Tjitse Slange

DE HOBBY VAN...

BEREND FELDBRUGGE

Door **Ruben de Jong**

Berend Feldbrugge is in zijn vrije tijd vaak op het ijs te vinden. Hij is een zeer fanatieke schaatser, zo fanatiek dat menigeen zich misschien afvraagt of dit nog wel een hobby te noemen is. Als je Berend hier echter naar vraagt is het antwoord: "Ik doe het puur voor de lol." Onder het genot van een appel en een beker Newtonkoffie is Berend voor je doorgelicht.

Van Groningen naar Enschede

Hoewel je het niet zou verwachten, begon zijn sportieve carrière in combinatie met een andere vorm van water, namelijk als wedstrijdzwemmer. Toen hij een keer met een vriend, Pim Cazemier, mee ging naar de ijsbaan begon het schaatsen hem te boeien. Hij begon steeds sneller te schaatsen en is tegenwoordig op de korte afstanden Pim zelfs de baas. Vanaf 2005 is hij fanatiek gaan schaatsen en werd hij opgenomen in de gewestelijke selectie van Groningen. In Groningen is er de ambitie geweest om het hogerop te zoeken. Echter heeft Berend er voor gekozen om een leven elders op te bouwen en daar nieuwe trainingservaringen op te doen. Bovendien is het gezien de trainingsschema's bijna onmogelijk om te studeren naast een professionele schaatscarrière, iets wat hij toch wel graag wilde doen. Al snel had Berend geen zin meer in schaatsen. Zijn doel, hard schaatsen, wist hij namelijk niet goed meer te bereiken. Na een jaar schaatsen in Enschede werd hij dan ook uit de gewestelijke selectie gegooid. De studie staat op de tweede plek en hier gaat het dus ook niet van een leien dakje. Samen met vijf schaatsvrienden begint Berend een nieuw team: Team-two. De twee vaste trainers zijn nog steeds actief bij dit team en doen alles vrijwillig! Tegenwoordig telt het team elf schaatsers en glijdt Berend sneller dan voorheen.

Druk

Berend voelt geen extra druk als hij op een toernooi met 'grote' namen mag rijden, wat afgelopen oktober nog gebeurde op de IJsselcup in Deventer. Deze toernooien zijn voor hem de mooiste toernooien. Bovendien is daar de uitdaging om nog harder te rijden en is de tegenstand veel groter vergeleken met de kleinere regiowedstrijden. Mocht de druk op Berends hoofd

Stiekem wil ik proberen om me te plaatsen voor het NK Sprint.

toch te groot worden, dan is volgens hem "ouwehoeren" de beste oplossing om te ontspannen. Hij gaat dan bijvoorbeeld ook meer praten tegen ploeggenoten tijdens het trainen en let op dingen die naast de ijsbaan gebeuren.

Al met al is Berend een bezig baasje. Was hij afgelopen jaar nog bestuurslid van de Student Union, is zijn week tegenwoordig weer gevuld met trainen en studeren. Gemiddeld schaatst hij drie maal per week en bovendien loopt Berend daarnaast nog een keer hard. Samen met de wedstrijden komt dit al snel op vijftien uur sporten per week. Veel tijd om gezellig te doen blijft er dan niet over, "Het gaat om de juiste balans", aldus Berend. Een paar dagen voor een wedstrijd kan er natuurlijk niet enorm gefeest worden, je zult hem dan ook niet tot erg laat in de stad vinden.

Seizoensplannen

In de maanden die dit seizoen al oud is, heeft Berend al meerdere persoonlijke records aan weten te scherpen. Tijdens het Universiteit Twente Kampioenschap moest hij echter genoegen nemen met een tweede plek, de vijf kilometer heeft hem daar de das om gedaan. Op het Nederlands Studenten Kampioenschap Afstanden in Groningen op 23 en 24 november wist hij wel de 500 en 1000 meter met overmacht op zijn naam te schrijven. Toen Berend gevraagd werd wat zijn doel is voor dit seizoen flapte hij het er direct uit: "Stiekem wil ik proberen om me te plaatsen voor het NK Sprint." Het lijkt Berend gewoon leuk om die ambiance eens mee te maken: "Een paar joelende Skeuvelleden tijdens een UTK is leuk, maar een afgeladen Olympisch Stadion in Amsterdam zou fantastisch zijn!" De weg ernaartoe gaat via een regiowedstrijd en de Utrecht City Bokaal. Met een stabiele wedstrijd mag de regiowedstrijd geen problemen opleveren. Op het moment van schrijven is de Utrecht City Bokaal nog drie weken verwijderd, dus tegen de tijd dat deze Appel je onder ogen verschijnt, heeft Berend deze wedstrijd waarschijnlijk al gereden.

Blijft natuurlijk dat Berend, zoals een echte schaatser betaamt, wacht op mooi hard en zwart natuurijs: "Ik kan niet wachten, korte baan, lekker blauwbekken… Heerlijk!". Jammer is wel dat het rond Enschede praktisch onmogelijk is om toertochten te rijden, de reden dat hij nog niet veel toertochten heeft gereden. Rest ons als redactie nog Berend heel veel succes te wensen met de komende de wedstrijden en we hopen hem terug te zien op het NK Sprint.

Historisch Persoon

Blaise Pascal

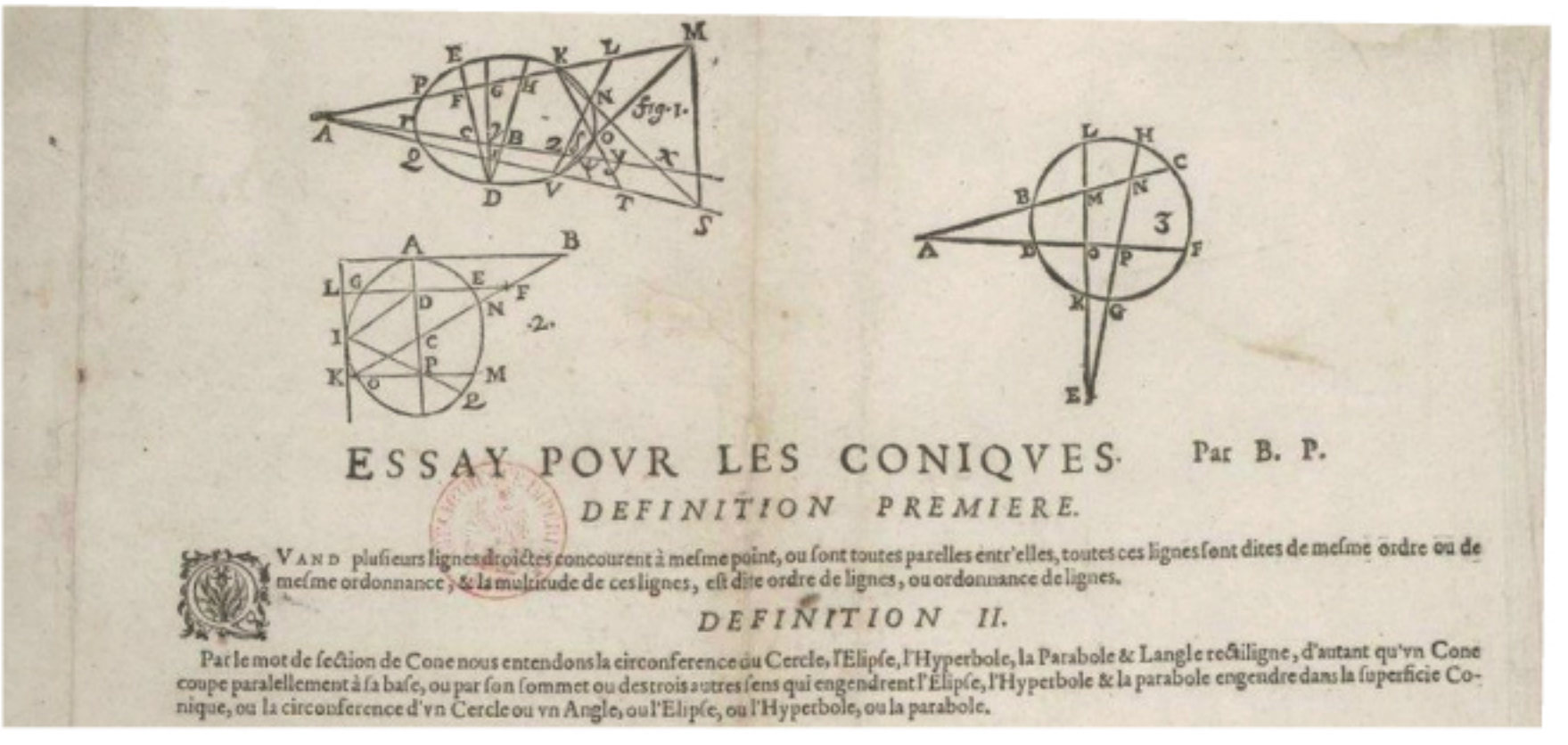
Blaise Pascal zal bij elke werktuigbouwkundige bekend zijn van zijn natuurkundige eenheid: de Pascal, waarin druk wordt uitgedrukt. Dat is een hele eer, en Blaise was dan ook een briljant natuurkundige: zijn experimenten met hoge en lage druk leidden ertoe dat drukverschil, en dus ook het mogelijke bestaan van een vacuum, in de bestaande theorieën werd opgenomen. Maar Blaise was niet alleen een natuurkundige: hij was ook wiskundige, uitvinder, schrijver en filosoof. Een ware homo universalis dus. De Appel neemt het leven en de werken van dit buitengewone genie onder de loep, te beginnen bij het begin...

Door **Tim de Wit**

Euclidisme en klassicisme

Blaise Pascal werd in Clermont-Ferrand geboren op 19 juni 1623 als zoon van Etienne Pascal en Antoinette Begon. In dit verhaal geen bescheiden komaf: zijn vader was een bekend wetenschapper en staatsman en had grote plannen voor zijn enige zoon. Zijn ambitie was zó groot, dat hij het idee niet kon verdragen om Blaise te laten onderwijzen door andere personen dan hijzelf. De arme jongen kreeg dus gedurende zijn hele jeugd les van zijn vader, die goed Latijn en Grieks sprak, veel wist van de kunsten en goed op de hoogte was van de wiskunde. Etiennes voorliefde lag echter bij de natuurwetenschap, die toen nog in haar kinderschoenen stond. Gallileo Galilei had enkele jaren eerder de basis gelegd voor de natuurkunde door de wet van traagheid op te stellen en vast te stellen dat voorwerpen met verschillende gewichten even snel vallen. Meer natuurkundige kennis had men eigenlijk niet, wat de natuurkunde een erg toegankelijk vakgebied maakte voor allerlei rijkelui met vrije tijd en een aangeboren nieuwsgierigheid, zoals Blaise Pascals vader.

Etienne Pascal deelde zijn fascinatie voor de natuurkunde met een clubje Franse staatslui, die bij hem over de vloer kwamen om te praten over experimenten en theorieën in de natuurkunde en wiskunde. Toen Blaise een jaar of tien was, vroeg hij zijn vader of hij erbij mocht zitten en mee mocht luisteren, maar Pascals vader was bang dat de jongen al zijn tijd aan natuurkunde en wiskunde zou besteden en zijn studies Latijn en Grieks links zou laten liggen. Hij beloofde Blaise daarom dat hij mee mocht doen zodra hij goed Latijn en Grieks schreef en las,


ESSAY POVR LES CONIQVES. Par B. P.

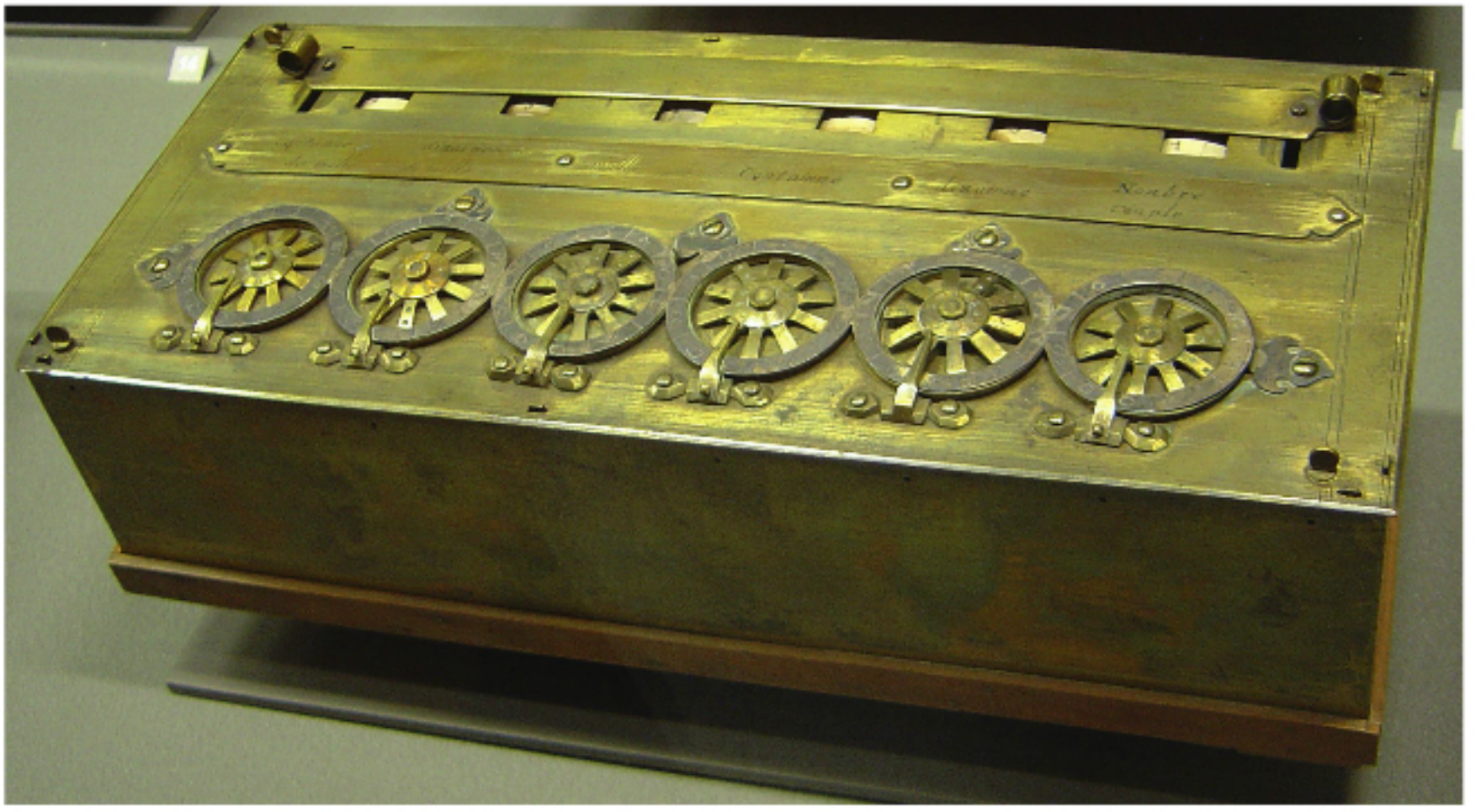
DEFINITION PREMIERE.

VAND plusieurs lignes droictes concourent à mesme point, ou sont toutes parelles entr'elles, toutes ces lignes sont dites de mesme ordre ou de mesme ordonnance; & la multitude de ces lignes, est dite ordre de lignes, ou ordonnance de lignes.

DEFINITION II.

Par le mot de section de Cone nous entendons la circonference du Cercle, l'Elipse, l'Hyperbole, la Parabole & Langle rectiligne, d'autant qu'vn Cone coupe paralellement à sa base, ou par son sommet ou destrois autres sens qui engendrent l'Elipse, l'Hyperbole & la parabole engendre dans la superficie Conique, ou la circonference d'vn Cercle ou vn Angle, ou l'Elipse, ou l'Hyperbole, ou la parabole.

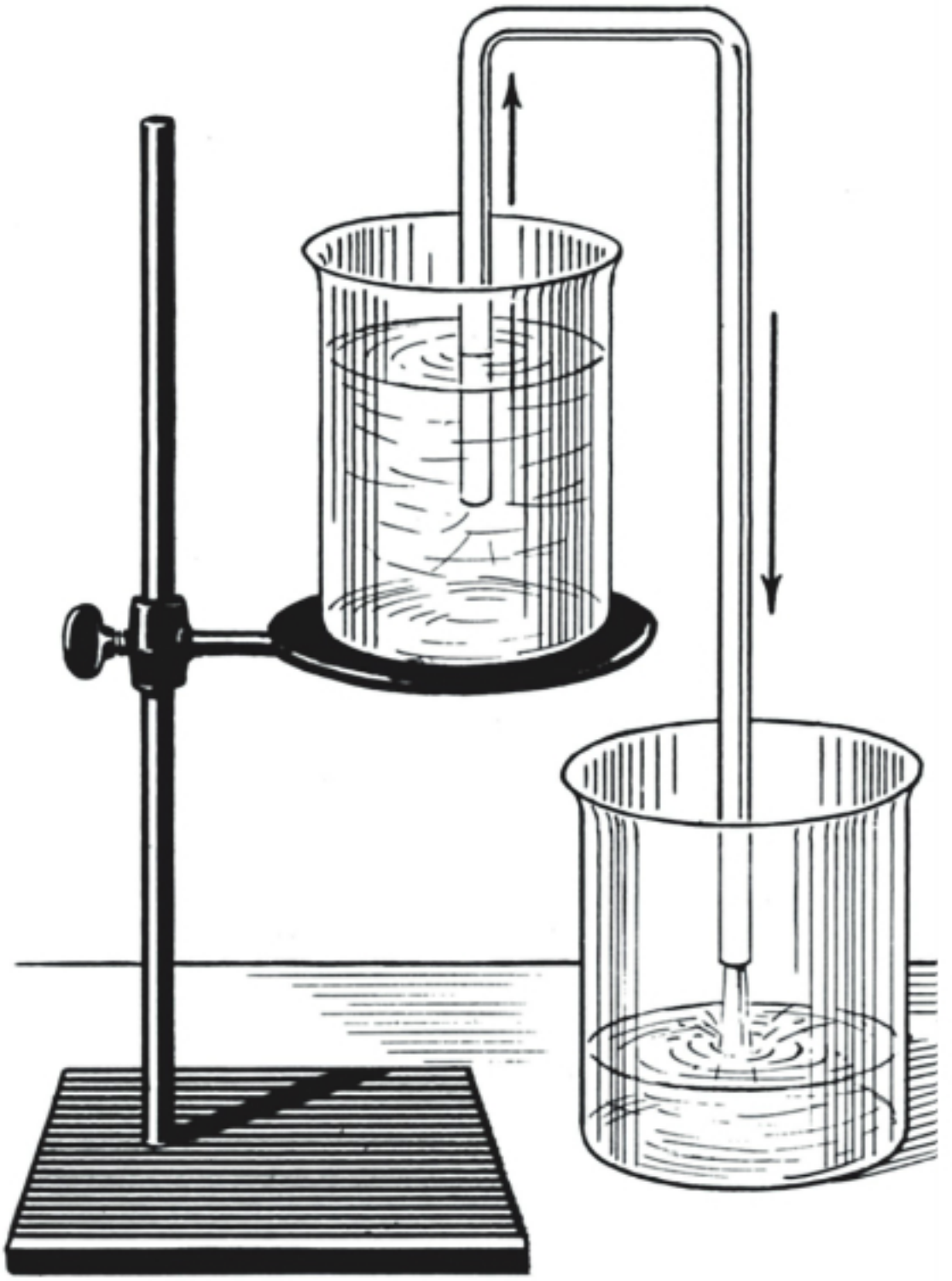
“Alle goede spreuken zijn reeds op de wereld; men verzuimt slechts om ze toe te passen.”



en dacht daarmee de klassieke opleiding van zijn zoon veilig te stellen.
Helaas voor Etienne kon Blaise ook zonder boeken en docenten wiskunde doen en het kleine genie begon zonder bronmateriaal vormen en lijnen te tekenen en regels op te stellen om zijn vormen te definiëren. Toen Blaise Pascal twaalf was, werd hij door zijn vader betrapt op dit stiekem beoefenen van zijn eigen versie van geometrie. Toen bleek dat hij, zonder zelf een boek aan te raken of les te krijgen over geometrie, had bewezen dat de som van de hoeken van een willekeurige driehoek 180 graden is! Zijn vader begreep hierna dat het geen zin had om zijn zoon de wetenschap te ontzeggen, en op de rijpe leeftijd van twaalf jaar mocht Blaise Pascal aanschuiven bij één van de slimste boekenclubjes van Frankrijk. Saillant detail: later zouden de vrienden van zijn vader in Parijs de Wetenschappelijke Academie oprichten, die nog steeds de standaarden van de natuurkunde beheert.

Conische secties en calculators

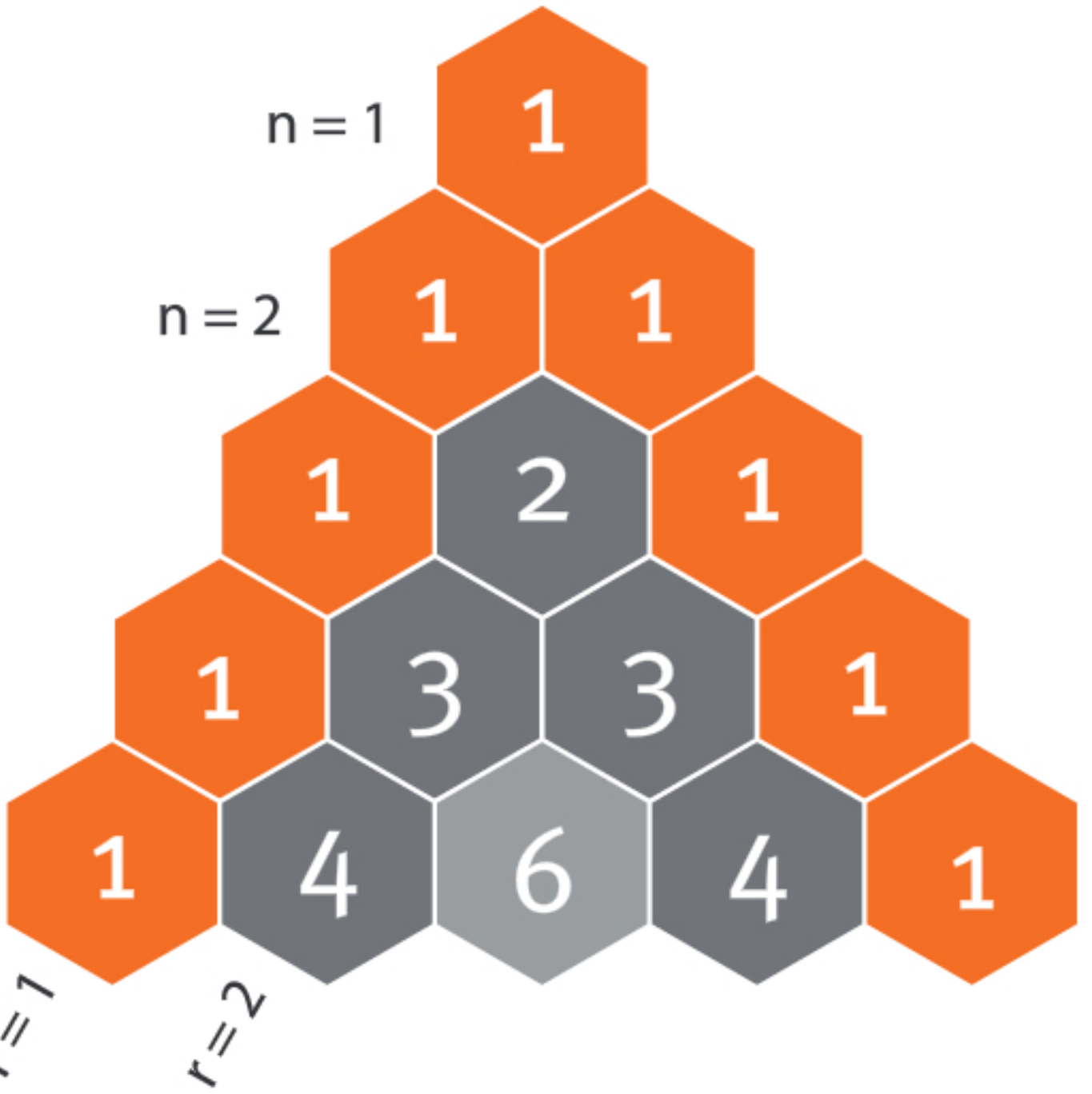
Toen Blaise Pascal eenmaal mee mocht praten met zijn vaders wetenschapssalon werd hij in een rap tempo slimmer en na niet al te lange tijd was hij ‘bij’ op het gebied van de geometrie: hij wist alles wat er te weten viel en kon dus verder gaan werken. Dit leidde ertoe dat hij op zijn zestiende zijn eerste artikel schreef ter publicatie over conische secties (ellipsen, parabolen en hyperbolen). Tegenwoordig kan elke zichzelf respecterende werktuigbouwer zo’n sectie parametriseren, maar toen Pascal zestien was, waren het alleen nog maar figuren. Gallileo Galilei had al gepubliceerd over valtrajecten in de vorm van parabolen, maar René Descartes zou pas later kwadratische functies bedenken. Men wist dus nog niet zo veel over de eigenschappen van conische secties, en Blaise Pascal legde met zijn artikel dan ook de basis voor een hoop ontwikkelingen op dat gebied. Hij demonstreerde in zijn artikel dat je op een conische sectie zes willekeurige punten kunt tekenen en met elkaar kunt verbinden om een zeshoek te vormen. De drie kruispunten van de drie paren tegenovergestelde zijden van deze



zeshoek liggen dan op één lijn, hoe je de zeshoek ook tekent. Een hele vondst, zo vonden Etienne Pascal en zijn medewetenschappers. En zo vond ook René Descartes. Deze peetvader van de Franse wetenschap was zelfs zó onder de indruk dat hij zich publiekelijk afvroeg of Pascal senior het artikel niet stiekem zelf had geschreven! Blaise Pascal was diep beledigd door deze beschuldiging en liet weten dat hij het artikel toch echt zelf geschreven had. Daarna, en misschien wel daarom, zou hij nog genoeg bijdragen leveren aan wetenschap, techniek en filosofie om de heer Descartes zijn woorden drie keer te laten inslikken.

De eerste keer dat Pascal zijn talenten toonde buiten de geometrie was toen hij net volwassen was. Zijn vader had toen net een nieuwe baan aangenomen als belastingambtenaar van Rouen, een stad die door enkele volksopstanden en verwoestingen een chaotische en incomplete administratie had. De arme Etienne moest dan ook eindeloos veel berekeningen uitvoeren om de goede bedragen te kunnen innen, en Blaise besloot hem hiermee te helpen. Niet door zelf te gaan rekenen, natuurlijk niet, maar door een mechanische oplossing te bedenken!

Blaise Pascal ontwierp een mechanische rekenmachine, de Pascaline. Deze machine bestond uit een serie tandwielen die de bediener kan ronddraaien door spaakwielen te draaien die zich bovenop de machine bevonden. Elk wieltje stond voor één decimaal. Om twee getallen op te tellen moest je beide getallen gewoon invoeren op de draaiwieltjes. Als de wielen werden rondgedraaid, werd het getal in het vakje bovenin hoger. Werd het getal gelijk aan tien, dan ging het getal in het hokje links ervan omhoog. Na drie jaar knutselen had Pascal een werkend prototype klaar. Zoals je misschien zelf kunt bedenken is het simpelweg handmatig optellen en aftrekken van getallen iets sneller dan het bedienen van de Pascaline, en het apparaat werd dan ook geen commercieel succes. Toch maakte Pascal in wetenschappelijke kringen veel indruk met zijn ontwerp en kreeg hij van



Koning Lodewijk de Veertiende het alleenrecht op het produceren van rekenmachines in Frankrijk. En hij was nog niet eens vijfentwintig…

Druk op de ketel

In 1646, toen Pascal 23 was, hoorde hij van experimenten met barometers en sifons die worden gedaan door Evangelista Torricelli, een leerling van Galilei die een antwoord probeerde te vinden op de vraag waarom water niet stroomt door een sifon die hoger rijkt dan 10,4 meter. Torricelli had al bedacht dat de lucht, waarvan Aristoteles dacht dat hij niets woog, wel degelijk gewicht heeft en dus het water de slang in duwt. Daarna had hij een lange reageerbuis onder kwik gehouden, omgedraaid en vervolgens voor een deel boven het kwik gehouden. Het bovenste deel van de (afgesloten) buis bleef leeg. Pascal vond de experimenten van Torricelli erg interessant, niet in het minst omdat de rest van de Franse wetenschappers nog geloofden dat het lege deel van de buis geen vacuüm kon bevatten. Aristoteles had namelijk gezegd dat dat niet kon. Pascal dacht dat het lege deel bovenin de buis wel degelijk een vacuüm bevatte, en bedacht een serie experimenten om dit aan te tonen.

Blaise stuurde zijn broer met een geïmproviseerde barometer, een soortgelijke opstelling als die uit het experiment dus, een berg op en liet hem het niveau van het kwik meten op verschillende hoogten. Zelf deed hij het zelfde experiment in kerktorens in Parijs. Ze ontdekten dat het kwik hoger stond als de meting op hoogte werd gedaan (omdat de luchtdruk daar lager is). Onder hoge druk op het reservoir kon het bovenste deel van de buis helemaal met kwik worden gevuld. Hiermee was aangetoond dat er geen significante hoeveelheid materie bovenin de barometer kon zitten en dat een vacuüm dus wel kon bestaan. Blaise Pascal had met zijn experiment het principe van variërende druk voor het eerst duidelijk beschreven. Het is dan ook geen wonder dat we nog steeds zijn naam gebruiken om druk te meten!

Woord van de voorzitter

De eerste tentamenweken zijn voor de ouderejaars onder ons weer achter de rug en de eerstejaars hebben hun eerste project mogen presenteren in de Grolsch Veste. Kortom, er is alweer een kwartiel van een nieuw jaar achter de rug. Een kwartiel met veel veranderingen en onzekerheden, het was immers een raadsel hoe het TOM uit zou gaan pakken bij Werktuigbouwkunde. Ondanks de hoge werkdruk blijken de studenten redelijk met het model overweg te kunnen en de eerstejaars zijn dan ook al weer volop aan de slag met het tweede project van het jaar.

Voor mij is er ook een nieuwe periode aangebroken, de afsluitende fase van mijn bestuursjaar. Sinds 12 november is er namelijk een kandidaatsbestuur dat naar alle waarschijnlijkheid in februari het stokje zal overnemen van het 56e bestuur. Verbaas je dus niet als je geregeld een 7-tal mannen met een kandidaatsdas door de Horst ziet struinen, deze mannen zijn druk bezig om een plan te stippelen om volgend jaar ook een heel gaaf jaar te maken!

Druk, dat is het thema van deze Appel en de laatste tijd is het binnen Newton ook aardig druk. De Intercontinentale reis is op het moment van schrijven nog in Japan en tegen de tijd dat deze Appel op je mat valt zal het grootste deel van de deelnemers nog op nareis zijn, om de druk van het reizen en studeren maar even kwijt te kunnen. De verhalen en avonturen van de 33 Newtonianen en 1 Pikachu in het Verre Oosten kan je vinden op de website van de studiereis (http://dedication-studytour.com/) of op de Facebookpagina van Pikachu (Dedication Mascotte op Facebook). Naast de Intercontinentale reis is ook de Euroreiscommissie op dit moment druk bezig met de voorbereidingen van de reis die eind februari plaats zal gaan vinden en is de symposiumcommissie bezig met de laatste puntjes op de i voor het symposium van 11 december. Het symposium heeft als thema 'All-aboard' en ik hoop je die dag te kunnen verwelkomen in de Horst.

Tot slot wil ik je veel succes wensen met de tweede helft van het kwartiel en alvast veel plezier gewenst met de feestdagen!

Rik Borger

Voorzitter der W.S.G. Isaac Newton,
Dies Diem Docet

"The knowledge of God is very far from the love of Him."

	Hij bestaat	Hij bestaat niet
Ik geloof	Eindeloos gelukkig leven	Geen effect
Ik geloof niet	Hel en verdoemenis	Geen effect

Kansen en kerken

Na zijn uitgebreide studies op het gebied van druk richtte Pascal zich weer op de wiskunde: in 1653 publiceerde hij een manier om de binomiale coëfficiënten op een handige manier in een tabel te zetten. Deze tabel had de vorm van een driehoek, waarbij elke horizontale rij stond voor een waarde van n en de alle mogelijke waarden van nCr naar r gesorteerd stonden. Deze tabel kennen we nog steeds als Pascal's driehoek. Blaise Pascal was een rijzende ster geworden in de Franse wetenschappelijke wereld, en er werd dan ook veel gecorrespondeerd over zijn onderzoek. Een vriend van hem vroeg tijdens zo'n correspondentie of Pascal kon berekenen hoe twee vrienden die en spel speelden hun strategie zó konden bepalen dat ze qua score zo dicht mogelijk bij elkaar zouden zitten. Blaise schreef daarom de bekende wiskundige Fermat om om hulp te vragen bij dit probleem. In een brievenuitwisseling ontwikkelden de twee vervolgens de beginselen van de kansberekening, alsof Pascal nog niet genoeg vakgebieden op zijn naam had staan...

Kennelijk vond Blaise Pascal na zijn publicaties over kansberekening wel degelijk dat hij genoeg vakgebieden op zijn naam had staan: na een religieuze ervaring zei hij de wetenschap vaarwel om zich alleen nog met God bezig te houden. Dit betekende niet dat hij stopte met publiceren, maar het werk van Pascal dat na die tijd verschenen is, bestaat vooral al filosofische gedachten over het oneindige. In zijn verzamelde en postuum gepubliceerde gedachten, het boek Pensées, schrijft Pascal over hoe een mens nooit zal kunnen denken buiten zijn eigen eindige bestaan: de bestaanswereld van God is niet aan hem besteed. Het is dan ook onmogelijk om zinnige uitspraken te doen over de aard of de beweegredenen van God. Beter kun je proberen om hem gunstig te stemmen. Het maakt daarbij overigens niet uit of je wel in God gelooft: volgens Pascal kun je, ongeacht of je denkt dat er een God is of niet, maar beter geloven. Daarmee verlies je niets als hij niet bestaat, maar als hij wél bestaat, verdien je er een plaats in de hemel mee! Deze gedachtengang is bekend als de Gok van Pascal, en het is het laatste stuk intellectueel erfgoed dat naar hem vernoemd is. De Pensées worden nog steeds gezien als één van de beste en meest belangrijke filosofische werken van de Franse literatuur.

Conclusie

Uiteindelijk werd Blaise Pascal in 1659, aan het eind van zijn dertiger jaren, ernstig ziek. Behandeling stond hij slechts mondjesmaat toe: hij vertelde zijn dokters dat ziekte de natuurlijke staat van de christenen is. Hij stopte na de dood van zijn zus in 1661 ook met het schrijven van nieuwe filosofische verhandelingen. Zijn laatst bekende daad is het opzetten van 's werelds eerste buslijn: een koets met veel stoelen die passagiers door Parijs vervoerde. Niet lang nadat hij dit idee tot uitvoering had gebracht, in 1662, werd hij gekluisterd aan zijn ziekbed, dat enkele maanden later zijn sterfbed zou worden. Hij was nooit getrouwd en had geen kinderen. Wel liet hij de wereld enkele kersverse wetenschappelijke vakgebieden na, waarop een groot deel van de wis- natuur-, en, jawel, de werktuigbouwkunde nog steeds is gebaseerd.

Kans op schuld

Tim de Wit

In de rechtszaal (en andere belangrijke zalen) wordt tegenwoordig regelmatig gebruik gemaakt van statistiek en kansrekening. Zo komen er regelmatig statistiekprofessoren vertellen wat de kans is dat een DNA-monster van de plaats delict overeen komt met het DNA van een verdachte. Die is vaak ongeveer één op een miljoen of een getal van die strekking. Dat kansberekening wordt gebruikt, zou je kunnen toejuichen als wetenschapsgezinde: men doet immers moeite om de wereld te begrijpen en past zijn kennis daarna toe om zijn schuldige medemens te veroordelen! Maar wat nu als de statistiekprofessor zijn eigen vakgebied toch niet zo goed snapt als hij denkt? Je zou zeggen dat iemand geen professor wordt in een vakgebied zonder het een beetje goed te snappen, maar je zou het mis hebben…

Laat ik een herkenbaar voorbeeld geven: de oudere werktuigbouwers onder ons weten vast nog wel dat O.J. Simpson terecht stond voor de moord op zijn ex-vrouw. Er waren bloedsporen gevonden op zijn kleding die van zijn ex bleken te zijn, een bebloede linkerhandschoen bij hem thuis kwam overeen met een nog bloediger rechterhandschoen gevonden op de plaats delict, en hij bleek zijn vrouw al regelmatig geslagen te hebben. Laten we zeggen dat er op zijn minst een verdacht luchtje aan O.J. zat. Zijn advocaat was echter overtuigd van zijn onschuld, en wel omdat de kans dat een man die zijn vriendin mishandelt, haar ook daadwerkelijk vermoordt slechts één op vierduizend was. Hij concludeerde hieruit dat de kans dat O.J. schuldig was, ook zo klein was. Er is geen statistiekprofessor voor nodig om te bedenken waarom dat geen goede logica is.

Maar wat is dan wel de goede kans om de jury te laten weten? We willen niet de kans weten dat een man zijn vriendin vermoordt, gegeven dat hij haar mishandelt. We willen de kans dat een vermoorde vrouw die werd mishandeld, is vermoord door de persoon die haar mishandelde? Deze kans blijkt ongeveer 11 op 12 te zijn. Een stuk hoger dan de 1 op 4000 die de advocaat van O.J. noemde! Het moge duidelijk zijn dat voor de raadsman een cursus statistiek en kansrekening geen overbodige luxe zou zijn. En ook niet voor de DNA-experts die tegenwoordig de gerechtshuizen bevolken: de interessante kans is immers niet de kans dat een DNA-monster van de plaats delict overeenkomt met de verdachte. De interessante kans is de kans dat het monster van de plaats delict door de verdachte is achtergelaten, gegeven dat het overeenkomt met zijn eigen DNA! Als je de kans op falen door de laboratoria meerekent, is die meestal ongeveer 99%. Een stuk minder zeker dan die miljoenste uit de eerste alinea… Toch nog maar even een cursusje statistiek bij de rechtenstudie doen?

De helderste ster

Elke dag begroet ze je met een glimlach, tenzij het regent. We hebben het hier natuurlijk over de zon. Zonder de zon waren wij hier natuurlijk nooit geweest. Voornamelijk doordat de aarde samen met de zon ontstaan is en zonder de zon nooit bestaan zou hebben. Ook zorgt de zon er voor dat we niet op een bevroren stuk steen leven en vloeibaar water hebben. Als we het over druk hebben ga je toch op zoek naar de hoogste druk vindbaar en die bevindt zich in het midden van ons zonnestelsel. Binnen in de zon is de druk namelijk dusdanig hoog dat waterstofatomen kunnen fuseren tot helium atomen. Maar hoe is de zon ontstaan, en hoe zal de zon aan zijn einde komen?

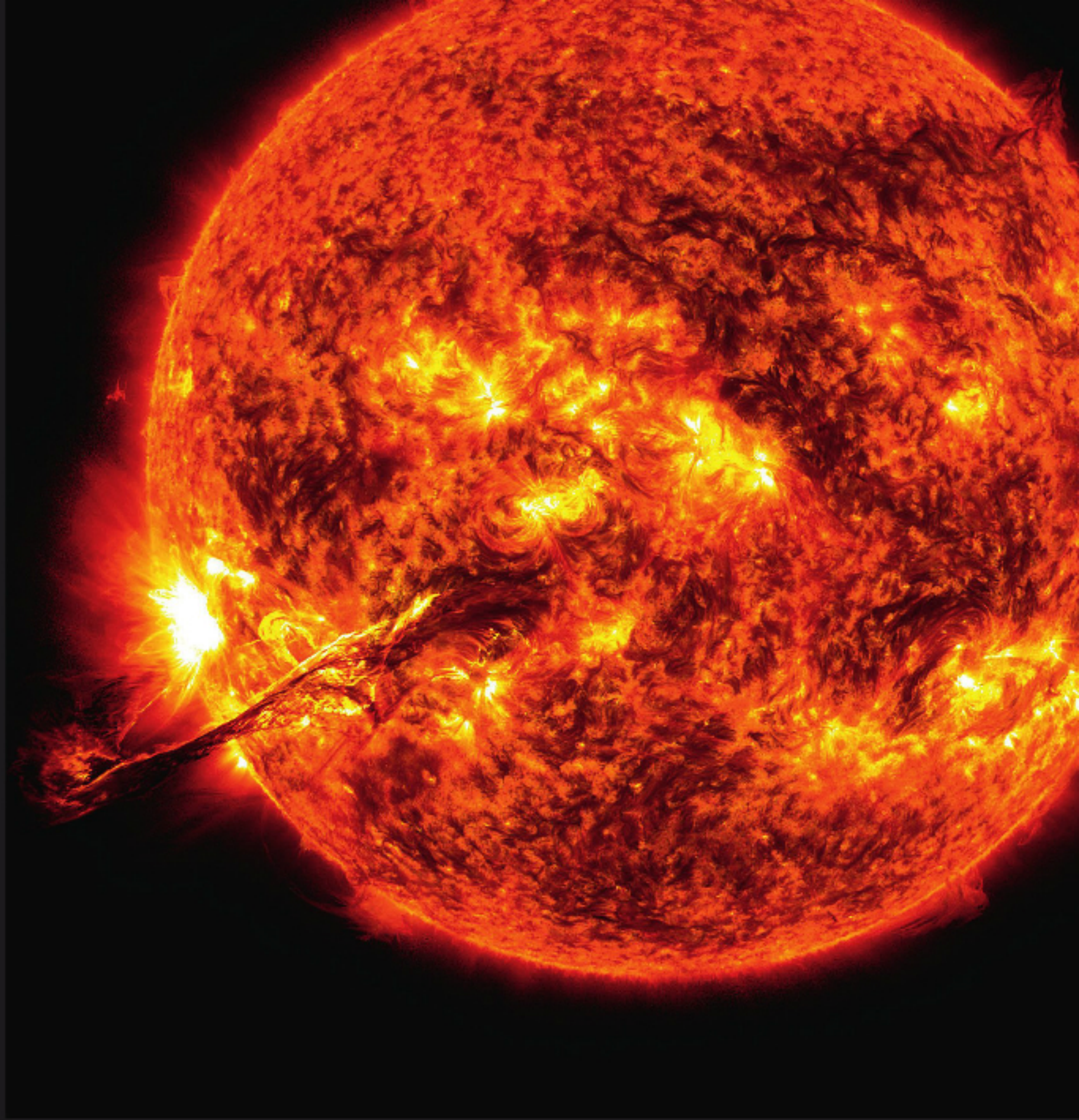
Door **Theo Meeuwsen**

De ruimte is leeg, heel erg leeg. Toch heerst er geen totaal vacuum. Tussen alle sterren en sterrenstelsels zit toch nog materie, interstellair medium genoemd. Meestal zit er in één kubieke meter gas maar een tot honderd deeltjes. Qua massa bestaat dit gas voor zeventig procent uit waterstof, de rest is vooral helium met maar een klein gedeelte aan zwaardere materie. Wanneer het interstellair medium in dichtheid toeneemt, vormt het zich in een wolk van stof. Zodra de dichtheid groot genoeg is, wordt er meestal gesproken van een molecuulwolk. Binnen zo'n wolk bevindt de meeste materie zich in molecuulvorm (H2) en is de dichtheid al snel 100 deeltjes per kubieke centimeter. Een wolk is al snel honderden lichtjaren in diameter, of 9.5 biljoen kilometer en is tot 6 miljoen keer zo zwaar als de zon.
De geboorte van een nieuwe ster begint vaak met het einde van een oude ster. Wanneer een erg grote ster aan het einde van zijn leven komt explodeert hij in een supernova. Tijdens zo'n explosie stoot de ster in een week tot een maand lang net zoveel energie uit als onze zon in 10 miljard jaar doet. Ook wordt het grootste gedeelte van de materie weggeschoten met ongeveer tien procent van de lichtsnelheid. Deze schokgolf zorgt ervoor dat de balans binnen een molecuulwolk verstoord wordt. Doordat gedeeltes van de wolk gecomprimeerd worden begint de wolk onder zijn eigen zwaartekracht in elkaar te storten. Naarmate dit proces vordert breekt de wolk steeds verder op in kleinere dichtere wolken. Bij het instorten komt de potentiële zwaarte-energie van het stof vrij in de vorm van hitte. Het gros van deze energie verdwijnt in de ruimte, maar zodra de dichtheid binnen de wolk groot genoeg is, blijft een gedeelte van de energie hangen binnen de ster. Op een gegeven moment is de dichtheid in het midden van de wolk voldoende om het instorten van de wolk tijdelijk te stoppen. Een eerste kern ontstaat. Natuurlijk blijft de wolk rond de kern doorgaan met instorten en wordt zo de kern verder verhit. De proto-ster, zoals de wolk nu wel genoemd mag worden, wil deze energie graag kwijt. Zodra een temperatuur van rond de tweeduizend Kelvin bereikt wordt, beginnen de waterstof en helium moleculen met ioniseren. De absorbsie van energie die hiermee gepaard gaat zorgt er voor dat de overgebleven energie van het instorten weer aan de omringende ruimte afgegeven kan worden.
Echter, wanneer de massa van de proto-ster en omringende wolk groot genoeg is worden er andere manieren gezocht om energie om te zetten. Wanneer op die manier een temperatuur van ongeveer tienduizend Kelvin in de kern wordt bereikt begint namelijk de proton-protoncyclus. In deze cyclus worden protonen (waterstofatomen) in meerdere stappen omgezet naar deuterium en uiteindelijk helium. Het basisproces van een ster is begonnen.

Leven

Onze eigen ster, de zon, is volgens schattingen ongeveer 4.57 miljard jaar geleden ontstaan. Door te kijken naar andere sterren die op onze zon lijken en een andere leeftijd hebben is bepaald dat onze zon bij haar geboorte voor tien miljard jaar aan "brandstof" had. Onze zon is dus ongeveer halverwege haar hoofdfase. Zodra het waterstof in de kern op is, zal de kern van de zon onder de zwaartekracht verder in elkaar storten. Aangezien de zon niet zwaar genoeg is om ooit helium te kunnen fuseren tot koolstof, zal de zon veranderen in een rode reus. Na de hoofdfase zal de zon over een half miljard jaar verdubbelen in omvang, waarna in nog een half miljard jaar de omvang vertweehonderdvoudigd wordt. De druk en temperatuur rond de heliumkern is nu weer hoog genoeg om waterstof te kunnen fuseren. Als rode reus blijft de zon waarschijnlijk nog een miljard jaar doorbranden, waarbij ongeveer een derde van de massa opgebruikt wordt.

Natuurlijk is er dan van onze aarde niets meer over. De zon kan in deze fase ver genoeg gegroeid zijn dat de aarde opgeslokt wordt. Ook wordt het zwaartekrachtveld van de zon te instabiel om nog planeten vast te houden. Zelfs als de aarde niet opgeslokt wordt door de zon, dan nog zal er weinig leefbaars overblijven. Zelfs tijdens de hoofdfase zal onze zon steeds heter



worden. Over een paar miljard jaar zal de aarde hierdoor net zo heet worden als Venus nu is.

Dood

Nadat de zon een groot gedeelte van haar voorraad waterstof op heeft gebrand en aan het einde van haar leven als grote ster komt, gaat het vlug. Na een lang leven gebeurt er in de laatste honderd miljoen jaar nog vrij veel. Ten eerste zal het helium in de kern onder hoge druk ontbranden. Bij deze heliumflits krimpt de zon weer tot ongeveer tien keer zijn huidige grootte en gaat hij tot vijftig keer zo fel schijnen. Nadat zo vrij snel al het helium op is gebruikt, groeit de zon weer op dezelfde manier als met waterstof. Nu echter duurt dit maar twintig miljoen jaar. Doordat er op dit moment al vrij veel massa verloren is gegaan, raakt de zon in een zeer onstabiele staat. Aangezien er geen stabiele verbranding plaatsvindt, wordt er afwisselend waterstof en helium verbrand, wat voor een pulsatie in lichtintensiteit zorgt. Grote gedeeltes van de zon worden in een wolk uitgestoten en de kern van de zon wordt een stuk kleiner. Na vijfhonderdduizend jaar komt dit pulseren ook tot een einde en zal de zon nog vele miljarden jaren zijn tijd doorbrengen als een koude kleine witte dwerg, om tenslotte helemaal af te koelen tot een zwarte ster die geen licht meer uitstraalt.

Dus wees maar dankbaar dat de zon nog rustig in de lucht hangt, want over een vele miljarden jaren zal de zon aan zijn einde komen. Het leven zoals nu op aarde rondloopt zal dan niet meer bestaan. Geniet van elke dag dat de zon schijnt, want hij zal er niet eeuwig zijn!

Thales Nederland

Een interview met Tom Griffioen en Hugo Anbeek

Wat doe je nu bij Thales?

Hugo: "In mijn dagelijkse werk houd ik mij bezig met het bepalen en analyseren van operationele radar performance. Met behulp van complexe modellen simuleren we wat de detectie-afstand van onze radarsystemen is tegen verschillende doelen (dreigingen)-onder verschillende atmosferische omstandigheden. Bij het ontwikkelen van modellen, het simuleren en analyseren van simulatieresultaten maak ik elke dag opnieuw gebruik van de kennis die ik tijdens mijn studie heb opgedaan."

Tom: "Als system engineer is het belangrijk systeem performance en subsysteem performance op elkaar af te stemmen. Neem bijvoorbeeld een verzonden signaal. Een radar zendt, net als sonar, een signaal uit dat reflecteert op het doel en weer terug valt op de radar. Zonder verder diep op de details in te gaan heeft de kwaliteit van dit signaal (gegenereerd door de signaal generator op subsysteem niveau) invloed op de performance van de radar (systeem niveau)."

Wat gebruik je nog van je studie?

Hugo: "Netwerktheorie tot en met signaaltheorie en veel wiskunde. Dit kan je allemaal toepassen op de techniek. Bij Thales kan je terecht met veel verschillende disciplines, van werktuigbouwkunde tot elektrotechniek tot IT."

Tom: "Het leuke is dat ik zeker nog 50% gebruik van wat ik heb geleerd tijdens mijn studie. Je werkt hier aan complexe systemen en de optimalisatie gaat heel ver. Elke beslissing die je neemt kan verregaande gevolgen hebben voor het systeem."

Hugo: "Het is echt High Tech, je moet op de hoogte blijven van de laatste stand van zaken omtrent de nieuwste technologische ontwikkelingen en de wetenschap."

Tom: "Als voorbeeld heb je een radar die je nu ontwikkelt en pas over 7 jaar aflevert; in die 7 jaar gebeurt er heel veel in de techniek. Ook al maak je de radar daarna opnieuw, dan heb je te maken met nieuwe technieken en nieuwe mogelijkheden."

Hugo: "We werken nauw samen met de TU's, maar we ontwikkelen hier zelf veel nieuwe technologieën, verder doen we research waardoor de TU ook weer van onze kennis gebruik kan maken."

Waarom heb je voor Thales gekozen?

Tom: "Mijn vader werkte bij Defensie als bouwkundig architect. Ik ging een keer mee naar de Marinedagen en het enige wat ik zag was een ronddraaiende radar. Jammer dat de Phased-Array radars (Red: op alle vier de zijden zitten radarantennes, zodat het systeem niet meer rond hoeft te draaien) niet meer draaien. Nu werk ik aan de SMART-L EWC (Red: lange afstand radar tegen ballistische raketten, zie foto Tom en Hugo), die draait weer wel."

Hugo: "Mijn vader werkte vroeger bij Thales dus ik kende het bedrijf en de verhalen. Hiervoor heb ik bij de NAVO gewerkt. Ik was dus al bekend met de Defensiewereld en die wereld vond ik heel interessant."

Wat is dan interessant?

Hugo: "De diversiteit in projecten. Je doet bij Thales geen alledaagse dingen, je werkt aan High Tech systemen. Dat geeft een enorme kick."

Tom: "Je opereert echt op wereldniveau en het is 'grote jongens speelgoed'."

Hoe ziet een gemiddelde werkdag eruit?

Tom: "Heel verschillend. De ene dag werk je aan een project en moet je heel veel overleggen om te kijken
wat we willen en kunnen, terwijl ik de andere dag de hele dag aan het simuleren en modelleren ben."

Hugo: "Nee je werkt nooit aan één project tegelijk. Soms werk je aan iets intern terwijl je de volgende keer met de klant zit en vragen moet stellen als; wat heb je nodig? Wat past bij jullie? Met welke dreiging hebben jullie te maken? Hier moet je dan weer analyses op loslaten en engineers opzetten."

Aan wat voor projecten werken jullie nu?

Hugo: "Nu werk ik aan een paper voor een conferentie, dit doen we in nauwe samenwerking met TNO en daarnaast ook aan de gatekeeper en de goalkeeper."

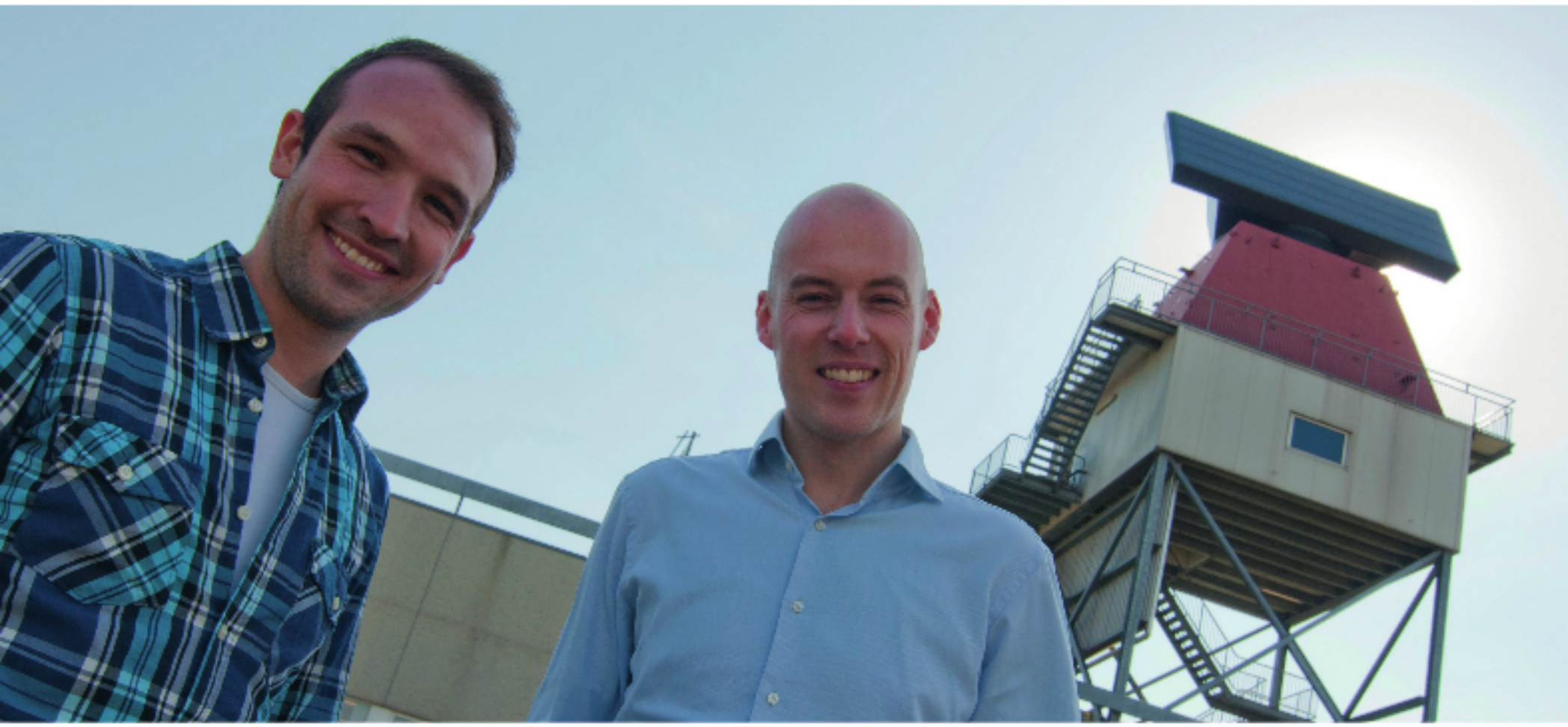
Tom: "SMART-L en het STARS project http://starsproject.nl/."

Hoe zou je de cultuur bij Thales omschrijven?

Hugo: "Je hebt heel veel verschillende mensen die hier werken en het verschilt per afdeling. Daarnaast is
het gemiddelde werk niveau heel hoog. Bijna alleen HBO en WO en dit is een leuke mix."

Tom: "Er is een hoge gemiddelde leeftijd, maar van deze oudere mensen kan je als jong persoon heel veel leren. Dit bedrijf is juist dankzij de jarenlange ervaring en kennis wereldleider geworden op het gebied van marine radarsystemen. Over het algemeen is er ruimte genoeg om je eigen ideeën in te brengen."

Hugo: "In het begin moest ik even schakelen. Ik was jong en ambitieus en nam een sprint. Ik werd wel even afgeremd, maar dat kan niet anders. Bij Thales heb je één á twee jaar nodig om de wereld en de techniek erachter te begrijpen. Je hebt bepaalde ervaring en kennis nodig voordat ze je naar de klant laten gaan. Het is niet een alledaags product dat als je het niet aan de één kan verkopen, je naar de buurman kan gaan. Deze wereld is delicaat en potentiële



klanten kan en mag je niet kwijtraken."
Tom: "Wat verder leuk is dat als je hier werkt, je langzaamaan ook doorkrijgt dat je projecten/opdrachten naar je toe kunt trekken. Zo kan je je door de organisatie heen manoeuvreren. Je moet hier proactief zijn, anders wordt het niets."

Waar ben je trots op?

Tom: "Ons hele productportfolio. Als je bijvoorbeeld naar een land in Zuid-Amerika gaat hebben ze onze sensoren op hun schepen staan. Onze aanwezigheid in de wereld is gigantisch."
Hugo: "Daarnaast moeten we altijd opnieuw op technisch vlak blijven innoveren ten opzichte van de concurrent. Dat houd je scherp."
Tom: "De complexiteit van de systemen en het proces. Je werkt met gemak met 100 mensen aan één project. Dat moet ook gecoordineerd worden. Zelfs universiteiten vragen ons wat we nodig hebben qua techniek en vragen ons om nieuwe technieken. Dat zie ik als een goede referentie en als uitdaging."

Heb je nog laatste toevoegingen?

Tom: "Ja, je kan hier je hele leven blijven werken. Mijn vrouw denkt dan; 'saai zeg', maar er is hier zoveel te doen. Het is niet saai, het is gewoon echt interessant en divers werk. Wil je meer met mensen werken? Wil je meer alleen werken? Bespreek het en het behoort tot de mogelijkheden. Ik vind het wel jammer dat de man/vrouwverhouding binnen Thales scheef is. Het lijkt me leuk als er meer vrouwen zouden werken."

Hugo: "In het begin is het wel lastig en moet je even wennen, je moet jezelf de tijd gunnen om alles te leren en je de systemen eigen te maken maar na twee jaar ben je echt op stoom."
Tom: "Ja, dat merk je en je ziet ook dat de mensen die hier werken echt gepassioneerd zijn voor het vak. Dat kan ook niet anders, maar iedereen gaat er voor de volle 100% voor. Ik hoorde van de 34 WO-ers die hier de afgelopen drie jaar zijn aangenomen, er in totaal maar drie zijn weg gegaan."

Thales Nederland

Actief in de sectoren Aerospace, Defense en Security is Thales Nederland met 1.800 medewerkers de topaanbieder van hightechbanen. Productinnovatie en snel inspelen op de nieuwste technologische mogelijkheden zijn onze drijfveren. Spraakmakende voorbeelden daarvan zijn radar-, communicatie- en command & controlsystemen voor marineschepen en communicatie-, beveiligings- en betaalsystemen voor het bedrijfsleven. Thales Nederland is onderdeel van de Thales Group met 70.000 medewerkers in ruim 50 landen, waarvan 22.000 werkzaam in R&D en daarmee is Thales een van Europa's grootste elektronicabedrijven en heeft wereldwijd een uitermate sterke positie.

www.thalesgroup.com/nl
www.facebook.com/thalesnederland

sigrid.reumer@nl.thalesgroup.com

THALES

Het Gevolg

Boekdrukkunst

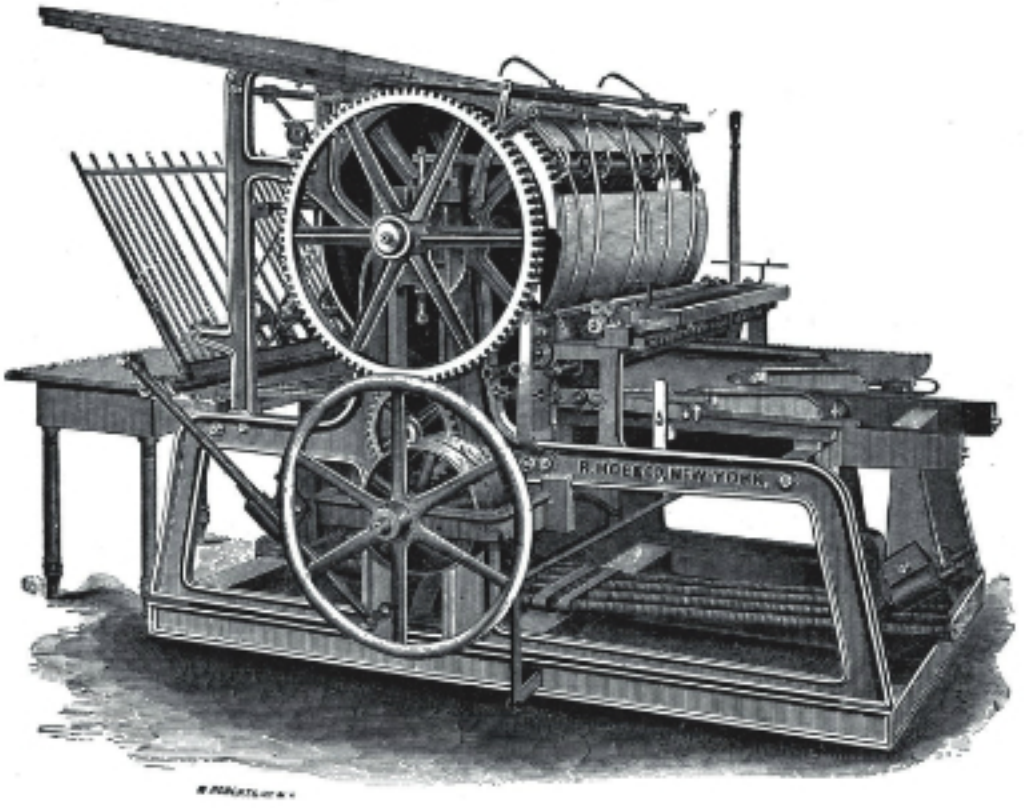
Door **Laurens Hoek**

Het wordt benoemd als de uitvinding die een einde maakte aan de Middeleeuwen en vormt volgens velen de oorsprong van het moderne westerse denken: de boekdrukkunst. Plotseling was het mogelijk om boeken te geven aan de massa's en de grauwe en uitzichtloze Middeleeuwen werden achter onze gelaten. Dit is het romantische beeld dat in de loop van de jaren is opgebouwd, want hoe zit het nu echt met één van de belangrijkste uitvindingen aller tijden?

Onze 15de eeuwse oosterbuur Gutenberg wordt door velen gezien als dé uitvinder van de boekdrukkunst. In zijn geboortestad Mainz zijn ze er zeker van, de lokale Universiteit is naar hem vernoemd en op de gevel van het Gutenberg museum prijkt zijn naam. In werkelijkheid ligt de waarheid een stuk gecompliceerder: ja Gutenberg drukte boeken en had meerdere drukkerijen in bezit, maar of hij de eerste was valt te betwijfelen. Door sommige Nederlanders wordt de Haarlemmer Laurens Janszoon Coster gezien als de eerste en de Belgen hebben Dirk Martens. De werkelijkheid ligt waarschijnlijk ergens in het midden. Zeker is dat de boekdrukkunst niet zijn oorsprong vindt in Europa maar in Azië.

Rond 1040 n. Chr. vond de Chinese drukker Pi Sheng de eerste breed toepasbare vorm van boekdrukkunst uit. Hij maakte

gebruik van losse letters die je bij elkaar kon zetten om woorden en zinnen te vormen. Deze letters werden in inkt gedoopt en konden vervolgens op papier worden gezet. Dit systeem was volledig ongeautomatiseerd en het koste nog steeds erg veel arbeidskrachten om een pagina typeklaar te maken. Het probleem werd alleen maar groter gemaakt door het Chinese schrift. Er waren (en zijn) simpelweg te veel tekens om te kiezen. Je moet je voorstellen, van alle duizenden tekens die er zijn moet je de juiste vinden. Daarnaast moet je als drukker een grote investering doen om alle gangbare tekens in goede staat en in voldoende aantallen te houden. Er zijn meerdere tekens nodig mocht dit teken vaker dan één keer per druk nodig zijn. Al met al niet erg praktisch. De eerste tekens werden gemaakt van keramiek, later volgde er metalen tekens. Gezien de vele nadelen kwam deze drukmethode in Azië nooit echt van de grond en bleven ze bij simpelere methodes. Het duurde dan ook lang totdat de technologie in Europa terecht kwam.



Gutenberg

Ons Latijnse alfabet bestaande uit 26 tekens bleek uitermate geschikt om te gebruiken middels de in China ontwikkelde drukmethode. Nu komt Gutenberg om de hoek kijken. Los van de vraag of hij de eerste was in Europa, is het wel zeker dat hij een groot aandeel heeft gehad in de ontwikkeling van de drukpers. Gutenberg was van oorsprong goudsmid en gebruikte zijn kennis van metalen om een aantal verbeteringen aan het proces in te voeren. Hij vond een sterke legering uit bestaande uit lood, tin en antimoom voor de letters, verbeterde de inkt en gebruikte een nieuw systeem waarmee hij snel en precies nieuwe letters wist te gieten. Toen hij tevreden was met zijn uitvinding, drukte hij zijn eerste boek: de Gutenberg Bijbel. Binnen vijftig jaar waren er overal in Europa drukkerijen. Van de welbekende Purple World (voor de eerstejaars, vraag maar na bij de ouderejaars) was er nog geen sprake maar dit was voor die tijd een ontzettend snelle invoering. Om het in perspectief te zetten, het kostte bijna 500 jaar voor de boekdrukkunst om in Europa te komen, het kostte slechts één tiende daarvan om in alle uithoeken van het continent in gebruik te komen.

Het directe gevolg

Het directe gevolg was enorm: boeken waren in de vijftiende eeuw nog voor de elite. Alleen de rijken (lees adel) en geestelijken konden het zich veroorloven om het schrift te leren. In veel gevallen leerden ze het schrift om het enige boek te lezen wat er echt toe deed: de Bijbel. Door de toename van boeken wisten ook steeds meer mensen zelf de Bijbel te lezen. Dit was op zijn beurt een probleem voor de heersende macht van de kerk en de staat. Nu mensen zelf de Bijbel konden lezen, konden ze zelf hun eigen mening vormen over het heilige schrift. Toen Martin Luther in 1522 zijn Duitse vertaling van de Bijbel op de markt bracht had dit een reusachtig effect op het denken. Luther was het niet eens met de katholieke kerk en gebruikte onder andere de Bijbelvertaling om zijn eigen leer te verspreiden: het protestantisme. De nieuwe geloofsvorm verspreidde zich razendsnel door Europa en zorgde al snel tot religieuze oorlogen. De dertigjarige oorlog in Duitsland en de tachtigjarige oorlog in Nederland zijn slechts enkele voorbeelden van de vele oorlogen die het continent in tweeën splitste. Een overheersend protestants deel in het noorden van Europa en een overheersend katholiek deel in het zuiden van Europa. Dit verschil in geloofsvorm is tot op de dag van vandaag in Europa te zien.

Voor veel technici is het waarschijnlijk veel interessanter wat het effect van de boekdrukkunst op de wetenschap was. Helaas, Sir Isaac Newton komt pas honderd jaar later om de hoek kijken (de Principia werd in 1687 gepubliceerd), en er kan in zijn geval ook niet meer van een direct gevolg worden gesproken. Dit in tegenstelling tot Newton's voorgangers. Het startpunt van de wetenschappelijke revolutie wordt vaak gelegd bij Copernicus. Hij schreef de "revolutionibus orbium coelestium" zo'n vijftig jaar nadat het drukken van boeken algemeen goed was. In zijn boek stelt hij dat niet de aarde maar de zon in het midden van ons heelal staat en ging hiermee in op het leidende denken van die tijd. Als het boek niet gedrukt was had het door monniken met de hand moeten worden over geschreven zoals het al honderden jaren plaatsvond. Naast dat dit aanzienlijk meer tijd had gekost om het broek te verspreiden onder andere wetenschappers, was de kerk op zijn zachts gezegd niet blij met de werken van Copernicus. Buiten de monniken in de kloosters waren er nauwelijks mensen in Europa die op grote schaal aan het overschrijven van boeken deden. Het gevolg was dat er waarschijnlijk nooit meer dan een enkel exemplaar beschikbaar was gekomen.

Het indirecte gevolg

De termijnen op de lange termijn waren reusachtig. De boekdrukkunst zorgde voor meer boeken, dit zorgde op zijn beurt weer voor meer mensen die leerden lezen. De aandacht kwam steeds meer te liggen op het zelf interpreteren van teksten en steeds meer mensen begonnen hun eigen onafhankelijke mening te vormen. In de jaren die volgden werden boeken het medium om kennis uit te wisselen en daarmee onmisbaar voor het verspreiden van kennis in de wereld. Zonder kennis kan er geen ontwikkeling zijn. De boekdrukkunst heeft daarmee een erg belangrijke rol gespeeld in het tot stand komen van onze huidige maatschappij.

Een Nieuw Kandidaatsbestuur

Op 12 november is het nieuwe kandidaatsbestuur bekend gemaakt. Vanaf volgend jaar zullen Maarten de Lange, Wim van der Kruk, Harm van der Maas, Kevin Overmars, Rens Koning, Lieuwe Hendrik Lei en Jens Harmsen (op de foto v.l.n.r.) het stokje overnemen van het 56e bestuur. Samen gaan wij het avontuur aan om onze mooie vereniging te besturen.

Sinds de bekendmaking zijn we vooral bezig met leren hoe Newton in elkaar steekt en leren we de vereniging steeds beter kennen. Ook proberen we er achter te komen wat er speelt onder de leden om te kijken wat er nu goed gaat en waar verbeteringen mogelijk zijn. Iets waar veel tegenaan gelopen wordt is bijvoorbeeld het Twentse Onderwijsmodel in combinatie met activisme van studenten. Dit zal ook een belangrijk punt zijn voor ons om er voor te zorgen dat actief zijn niet in botsing komt met TOM en vice versa.

Mocht je zelf iets hebben wat je graag verbeterd zou zien, schroom dan niet om ons aan te spreken! Wij zijn nu namelijk druk bezig met het opstellen van een beleidsplan. In dit beleidsplan staat beschreven hoe wij er komend jaar voor gaan zorgen dat Newton nog beter en gaver wordt.

Wij hopen iedereen te zien en te spreken de komende periode en natuurlijk hopen we dat jullie ook allemaal aanwezig zijn tijdens onze constitutieborrel op 6 februari!

Het Kandidaat 57e Bestuur

Sine Femines!

VERSTERK ONZE REDACTIE!

VEEL CONTACT MET BEDRIJVEN

SCHRIJVEN VOOR HET MOOISTE TIJDSCHRIFT VAN DE UT

Wij zijn op zoek naar nieuwe redacteuren en grafici, de Appel biedt meer dan het schrijven van artikelen. Om de Appel elke keer weer te vullen gaan we vaak op bezoek bij bedrijven en is er de ruimte om interessante dingen uit te proberen! Schrijf jij het volgende coverartikel?

NEEM CONTACT OP MET HET BESTUUR

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
Joachim Koot

Eindredacteur
Jelmer Kuiper

Grafische vormgeving
Tijs Booij
Jens Harmsen
Ruben de Jong
Dimitri Siepman

Redactie
Jeroen Herbrink
Laurens Hoek
Theo Meeuwsen
Tim de Wit
Ruben de Jong

Drukker
Gildeprint Drukkerijen
Javastraat 123
7512ZE Enschede

Advertenties
p. 2 Sensata
p. 34-35 Thales

Uitgave
jaargang 36, nummer 2, december 2013

Oplage
850 exemplaren

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

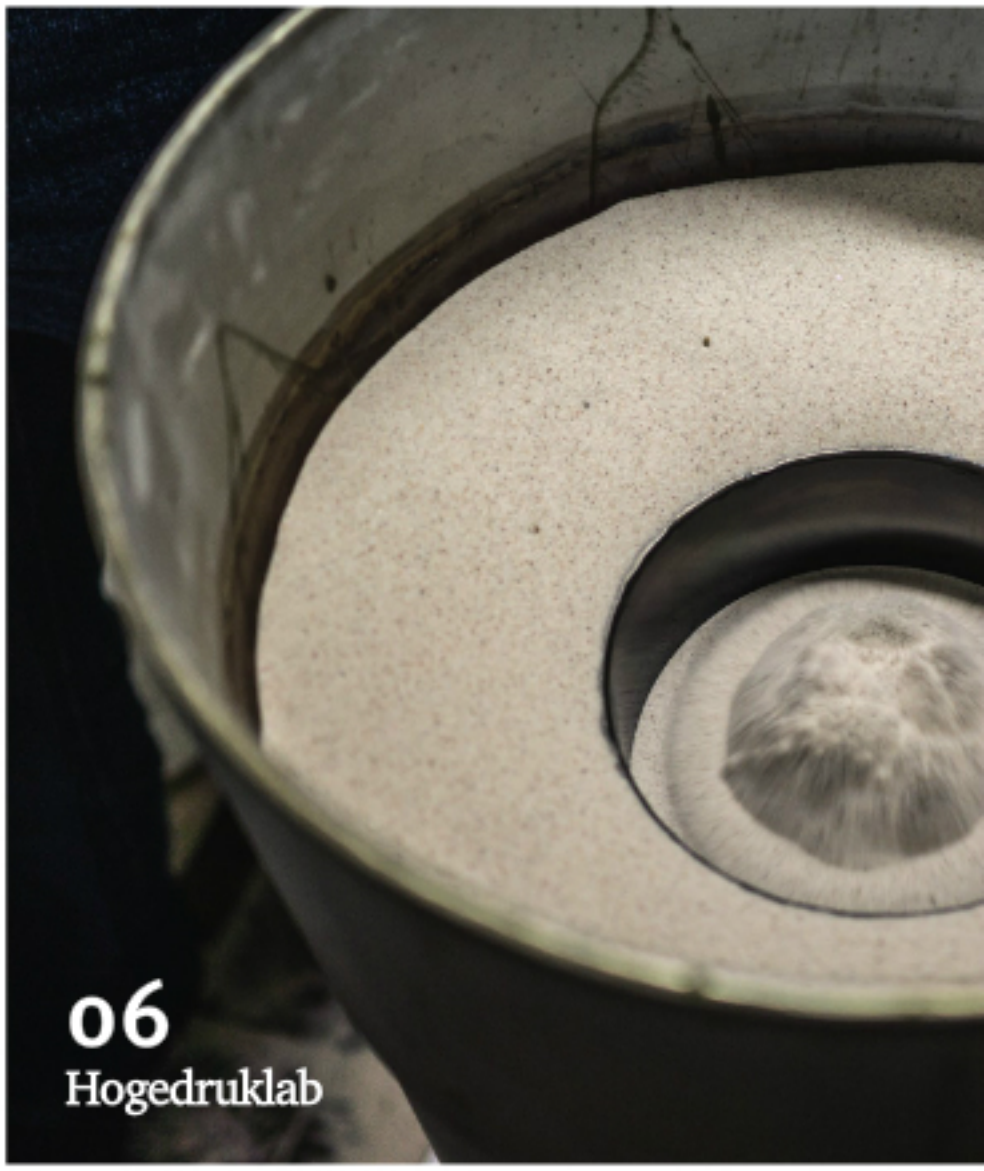
© 2013 de Appel
De redactie is op geen enkele wijze verantwoordelijk voor de inhoud van de aangeleverde kopij en houdt zich het recht voor kopij in te korten en te wijzigen.

06
Hogedruklab
Welke mysterieuze experimenten vinden plaats achter de deuren van het Hogedruklab?

12
Verenigingsnieuws
Alles over activiteiten en onderwijs

14
Afstudeerartikel
Lennard Terpstra over zijn onderzoek naar 3d-printen met metalen

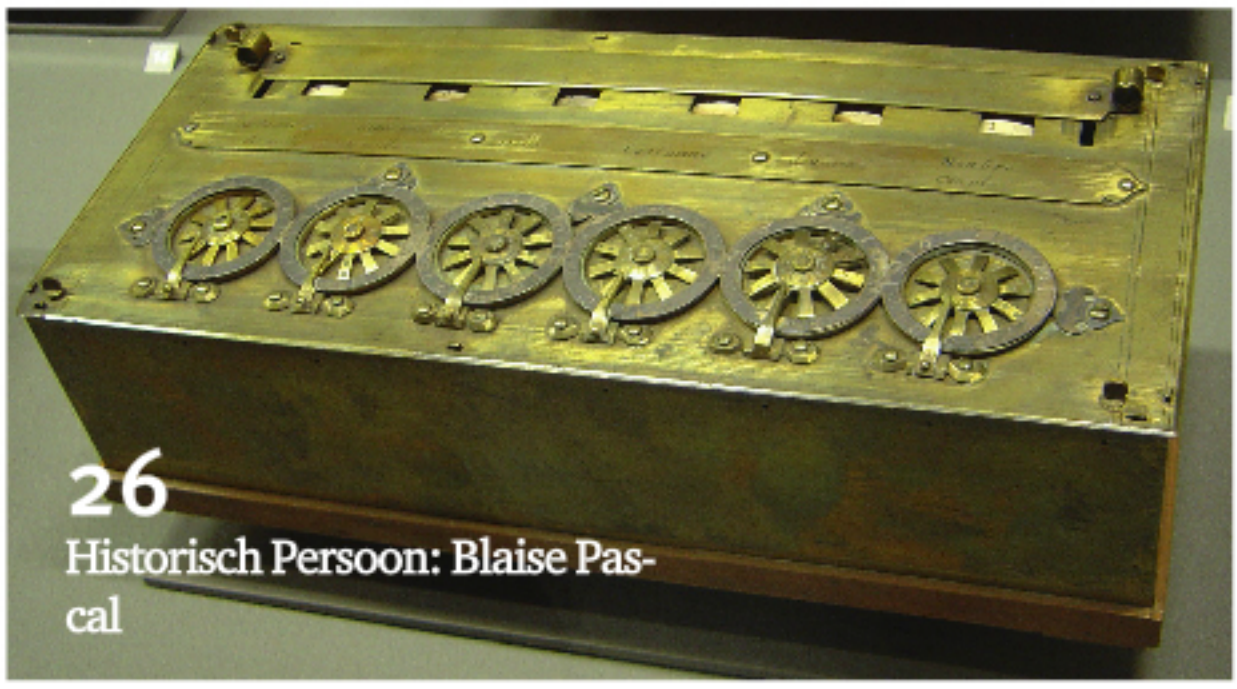
17
Column Laurens
DoMiBo



06
Hogedruklab

18
De werking van een cabriokap
Hoe opent en sluit het dak van een cabrio? Verschillende systemen volgens Pininfarina en de Fransen

24
De Hobby Van...
Berend Feldbrugge vertelt de Appel over zijn grote hobby: schaatsen



26
Historisch Persoon: Blaise Pascal

de Appel - Druk

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

36.2

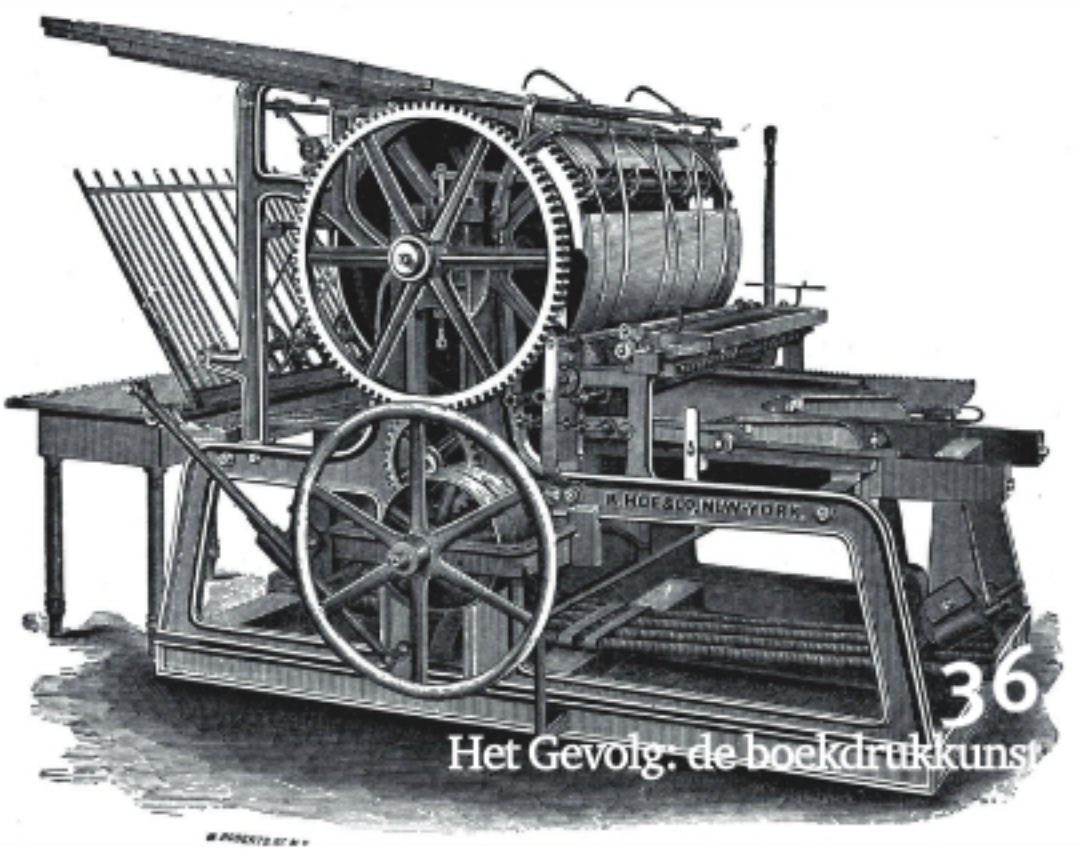
26
Historisch Persoon
Blaise Pascal kreeg een eenheid naar hem vernoemd en niet onterecht: deze man vwas van alle markten thuis

31
Column Tim
Kans op schuld

32
De helderste ster
De geboorte en het overlijden van onze zon

36
Het Gevolg
De techniek waarvan men zegt dat het een einde maakte aan de Middeleeuwen: de boekdrukkunst.

38
Bekendmaking Kandidaatsbestuur



36
Het Gevolg: de boekdrukkunst

Redactioneel

Druk is overal om ons heen. In letterlijke zin. Miljarden luchtdeeltjes botsen constant op alles en iedereen. Zonder druk geen gasuitwisseling in je longen, geen osmose en dus geen leven. Maar druk bestaat ook in onze geesten. Studenten hebben hier in meer of mindere mate 'last' van. De een voelt al druk als hij of zij de eerste sheet ziet van een college, de ander pas al die zich realiseert dat je alle studiefinancieringterug moet betalen als je langer dan 10 jaar nodig hebt om je studie af te ronden. De ene student floreert onder druk en krijgt vlak voor de deadline bergenwerkverzet. Andere klappenjuist helemaal dichten krijgen niks meer gedaan.

Maar genoeg over psychologische 'druk'. Onder werktuigbouwers is druk vooral kracht per vierkante meter, uitgeoefend door een gas of vloeistof op een oppervlak. Druk kan apparaten maken of letterlijk breken. Druk zorgt dat vliegtuigen kunnen vliegen en dat pijpleidingen scheuren. In dit nummer van de Appel besteden we aan vele aspecten van druk aandacht. Zo wordt de naamgever van de bekendste eenheid voor druk, Blaise Pascal, in het zonnetje gezet. Ook de geschiedenis van de boekdrukkunst wordt uit de doeken gedaan, een niet onbelangrijke ontwikkeling in de geschiedenis van onze beschaving. En wat dacht je van de hydrauliek die een zonneminnende cabriorijder in staat stelt om zijn dak te openen en te sluiten? Deze onderwerpen, en meer, komen allemaal aan bod in dit exemplaar van de Appel. Dus wordt de (studie)druk je even te groot, gun jezelf wat ontspanning en laat je inspireren door deze editie.

Joachim Koot
Hoofdredacteur Appel

De Appel zoekt het uit
het Hogedruklab

DOOR JOACHIM KOOT
FOTOGRAFIE DIMITRI SIEPMAN

Je bent het vast wel eens tegengekomen, al fietsend over de campus van de UT. Je reed vanaf de Horst richting de Bastille of andersom en ongeveer halverwege zie je een merkwaardig, laag gebouw met een enorme schoorsteen. Op de gevel prijkt de naam van het gebouw: Hogedruklab. Verwonderd heb je je afgevraagd wat hier zou gebeuren. Natuurlijk is de naam van het lab een sterke aanwijzing van de aard van de experimenten die hier plaatsvinden, maar het blijft onduidelijk wat hier precies gebeurt. Een mysterie vlak bij het hoofdkwartier van de opleiding Werktuigbouwkunde. De Appel zoekt het uit.

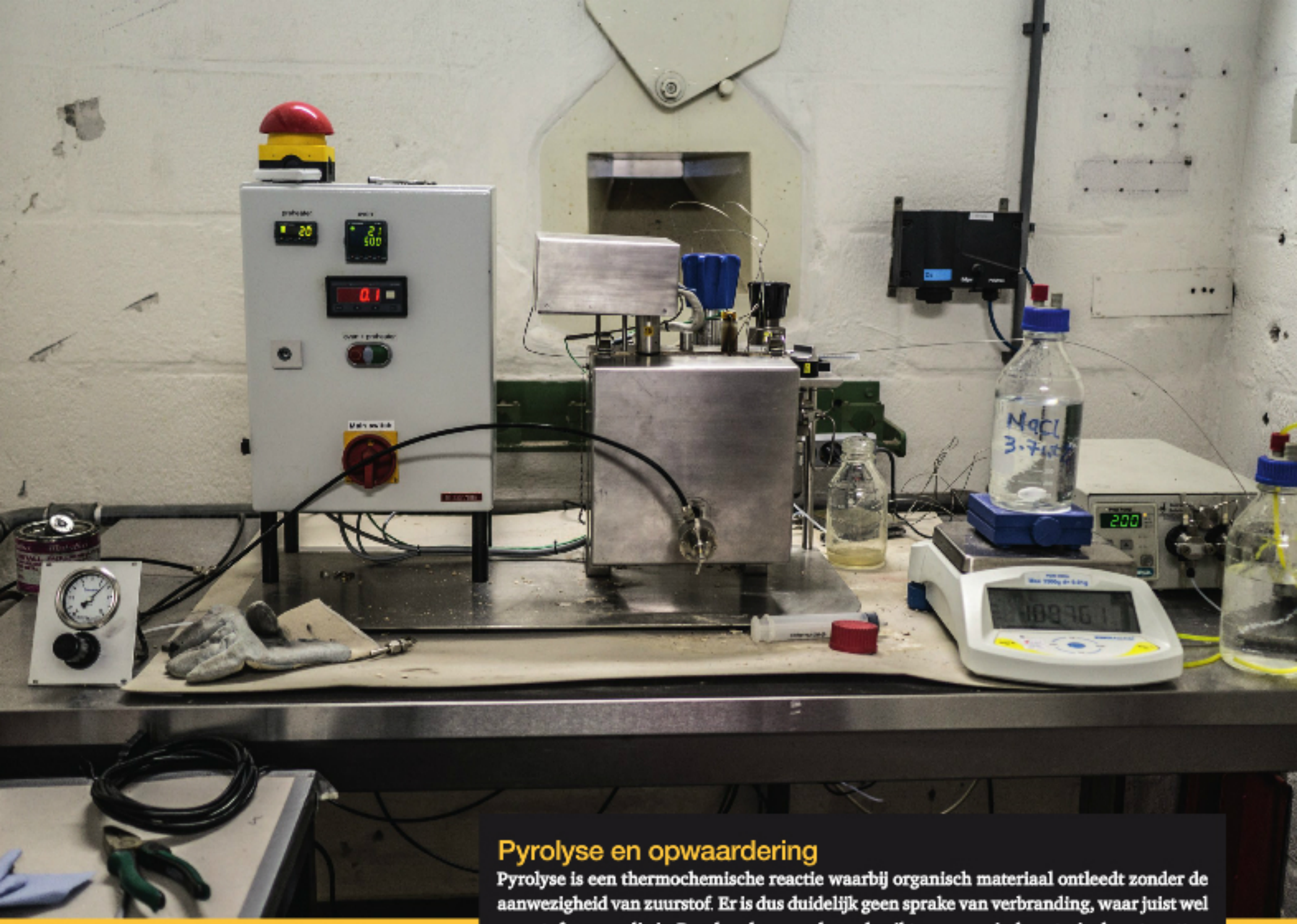
Om licht te werpen op de zaak spreken we met Benno Knaken, hoofdtechnicus van het lab. Hij heet ons welkom in de centrale hal van het gebouw. Decoratie is hier nauwelijks te vinden en het academisch kwartiertje moet worden doorgebracht met een klein keukenblok en een koffieautomaat. Meteen is al duidelijk dat men hier komt om te werken. Benno nodigt ons uit naar zijn kantoor, een kamer met een bureau en een computer, maar vooral veel meetapparatuur en onderdelen van opstellingen. Hij vertelt over de gebruikers van het lab. In principe heeft het hogedruklab een dienende functie voor de hele universiteit. Alle vakgroepen die experimenteerruimte nodig hebben voor proefopstellingen met hoge drukken zijn welkom. Ook vanuit het bedrijfsleven is interesse, met name vanuit de procestechnologie. Daarnaast keurt het lab alle drukvaten van de universiteit. Toch is het vooral één vakgroep die het laboratorium intensief gebruikt: de vakgroep Sustainable Process Technology. Deze vakgroep heeft als doel het ontwikkelen en perfectioneren van thermo-chemische methodes om brandstoffen te maken uit biomassa. Deze brandstoffen moeten in de toekomst een duurzame en hernieuwbare energiebron worden.

Na deze korte introductie worden we rondgeleid door het lab. In de voorste vleugel van het gebouw bevinden zich een tweetal experimenteerruimtes. Deze ruimtes zijn eigenlijk redelijk 'gewoontjes'. Er staan een aantal zuurkasten en een trits aan onderzoeksopstellingen. In deze opstellingen wordt bijvoorbeeld onderzoek gedaan aan het afvangen van CO_2.Een aantal meter verderop staat een pyrolyse-installatie. Aan de andere kant van de vleugel bevindt zich de machineruimte. Hier komt het hogedrukaspect van het lab echt tot uiting. Er staat hier een aantal zware en minder zware membraancompressoren. Deze compressoren zijn in staat om allerlei gassen te comprimeren tot een gigantische 1000 bar. De compressoren vullen een batterij drukvaten met bijvoorbeeld waterstof of stikstofgas, afhankelijk van de toepassing. Alle gasstromen worden geregeld vanuit een enorm bedieningspaneel dat zo uit de tijd van de Industriële Revolutie lijkt te komen. Het paneel beschikt over tientallen gaskranen en

evenzoveel manometers. Vanuit deze ruimte vertakken zich allerlei gasleidingen naar de ruimtes waar de daadwerkelijke experimenten plaatsvinden.

Naast de machineruimte bevindt zich een assemblageruimte, waar de technici van het lab onderdelen kunnen maken. Hier staan bijvoorbeeld een draai- en freesbank om ter plekke onderdelen voor proefopstellingen te fabriceren. Experimenten worden hier, logischerwijs, dikwijls uitgevoerd onder enorme drukken en vaak ook nog bij hoge temperaturen. Een extra complicerende factor is dat er regelmatig geëxperimenteerd wordt met stoffen die bijzonder corrosief zijn, of dat worden bij de extreme omstandigheden. Dat stelt hoge eisen aan de onderdelen van de opstellingen. Deze moeten bestand zijn tegen hoge drukken en temperaturen, corrosie en het liefst ook nog chemisch inert. Dat laatste wil zeggen dat de onderdelen niet reageren met de stoffen die er doorheen geleid worden. Bovendien wordt onderzoek gedaan aan nieuwe technieken, op een veel kleinere schaal dan in de industrie. Dit betekent dat veel onderdelen, bijvoorbeeld reactoren en koppelingen, niet kant-en-klaar te bestellen zijn. De labtechnici moeten daarom veel zelf maken, vaak van roestvaste stalen of obscure titaniumlegeringen. Deze metalen voldoen het beste aan de hoge eisen. Titanium is natuurlijk erg sterk, maar is ook veel minder gevoelig voor corrosie. Stel je een opstelling voor waarbij een oplossing met een chloridezout in contact komt met het metaal. Dit komt bijvoorbeeld voor bij superkritisch ontzilten. Dat chloridezouten corrosief zijn is zelfs voor de werktuigbouwer zonder chemieknobbel nog wel in te zien: denk maar aan de verwoestende effecten van zeewater op onbehandeld staal. Dit proces gaat echter nog veel sneller bij hoge temperaturen en drukken. Bij een temperatuur van 400 graden Celsius heeft een stalen onderdeel een levensduur van slechts enkele seconden! Hoogwaardige roestvaste stalen hebben een levensduur van enkele minuten, titaniumlegeringen gaan een stuk langer mee.

Maar genoeg gesproken over de onderdelen die ter plekke gemaakt worden. Dieper in het lab bevinden zich namelijk de 'boxen', betonnen ruimtes waar daadwerkelijk gevaarlijke experimenten plaatsvinden. Het zijn er negen stuks. Acht hiervan hebben een vloeroppervlak van ruim vier bij twee meter en zijn vier meter hoog. De laatste box is ongeveer twee keer zo groot. De term box is eigenlijk een eufemisme voor bunker, want de ruimtes zijn omgeven door veertig centimeter dikke wanden van gewapend beton met een binnen-



wand van gasbeton. Deze binnenlaag heeft als doel om een eventuele klap te 'smoren' en te verhinderen dat brokstukken door de ruimte stuiteren. De boxen worden afgesloten met een zware stalen deur. Een eventuele drukgolf die ontstaat als een experiment misgaat, wordt afgevoerd door een expansieluik in het plafond. Natuurlijk wordt altijd geprobeerd te voorkomen dat er ongelukken gebeuren. De schade door eventuele ontploffingen wordt zo gering mogelijk gehouden door de opstellingen klein te houden. Minder gasvolume betekent immers minder opgeslagen potentiële energie en daarom minder schade. Want dat drukproeven fout kunnen gaan bleek in december 1998. Uit een reactor gevuld met een polymeerpoeder ontsnapte met een explosie een enorme hoeveelheid propyleengas. Een steekvlam was het gevolg, de drukgolf die ontstond wist zijn weg te vinden door het lab. De materiële schade was enorm en drie personen raakten gewond. Bij dit ongeluk werd duidelijk dat de boxen onvoldoende bestand waren tegen dit soort incidenten. Het dak

Pyrolyse en opwaardering

Pyrolyse is een thermochemische reactie waarbij organisch materiaal ontleedt zonder de aanwezigheid van zuurstof. Er is dus duidelijk geen sprake van verbranding, waar juist wel zuurstof voor nodig is. Pyrolyse kan worden gebruikt om organisch materiaal om te zetten in bio-olie die als brandstof kan worden gebruikt. Het proces werkt met een grote verscheidenheid aan organische materialen. Grassen, stengels en zelfs algen kunnen worden als grondstof voor het proces gebruikt worden. In het hogedruklab wordt onderzoek gedaan naar snelle pyrolyse. Dit vindt plaats bij atmosferische druk, zonder zuurstof en bij temperaturen tussen de 400 en 600 graden Celsius. Het product dat dan ontstaat, is een gasvormige toestand van de grondstof. Dit gas wordt vervolgens gecondenseerd en de vloeistof die dan ontstaat is bio-olie. Overige restproducten zijn roet en niet-condenseerbaar gas. Het gebruikte proces heet snelle pyrolyse omdat het noodzakelijk is om de biomassa heel snel, meestal binnen een seconde of twee, te verwarmen. Gebeurt dit niet of te langzaam, dan zal de opbrengst van het proces veel lager liggen. Het blijkt nog niet zo eenvoudig om de grondstof snel genoeg op te warmen. In het lab gebruikt men hiervoor een gefluïdiseerd bed. Dit is een cilindrische container gevuld met zand. Van onderaf wordt hier hete lucht onder druk doorheen gepompt. Hierdoor gaat het zand zich gedeeltelijk gedragen als een vloeistof. Dit is goed te merken als je met een stok door het bed roert: het is alsof je door een pan (hete) soep roert. Het zand zorgt voor een hele goede warmteoverdracht. Zodra er nu een reactor met biomassa wordt neergelaten in het bed, zal deze zo snel opwarmen dat pyrolyse plaatsvindt volgens de gewenste voorwaarden. Op deze manier is het mogelijk om hoge opbrengsten bio-olie te produceren.

Brandstof geproduceerd uit biomassa is in principe CO2-neutraal. De koolstofdioxide die ontstaat bij verbranding wordt gecompenseerd doordat planten dit ook weer opnemen bij het groeien. Binnenkort zal er in het lab meer onderzoek gedaan worden naar bio-olie uit algen. Algen produceren erg veel biomassa op een vierkante meter en zouden daarom voor veel grotere opbrengsten kunnen zorgen dan technieken die bijvoorbeeld met landbouwafval of hout werken.