DE APPEL
NANO



LAB-ON-A-CHIP
GROOTSCHALIG ONDERZOEK IN HET NANOLAB

SMARTTIP
Nano pioniers op de campus

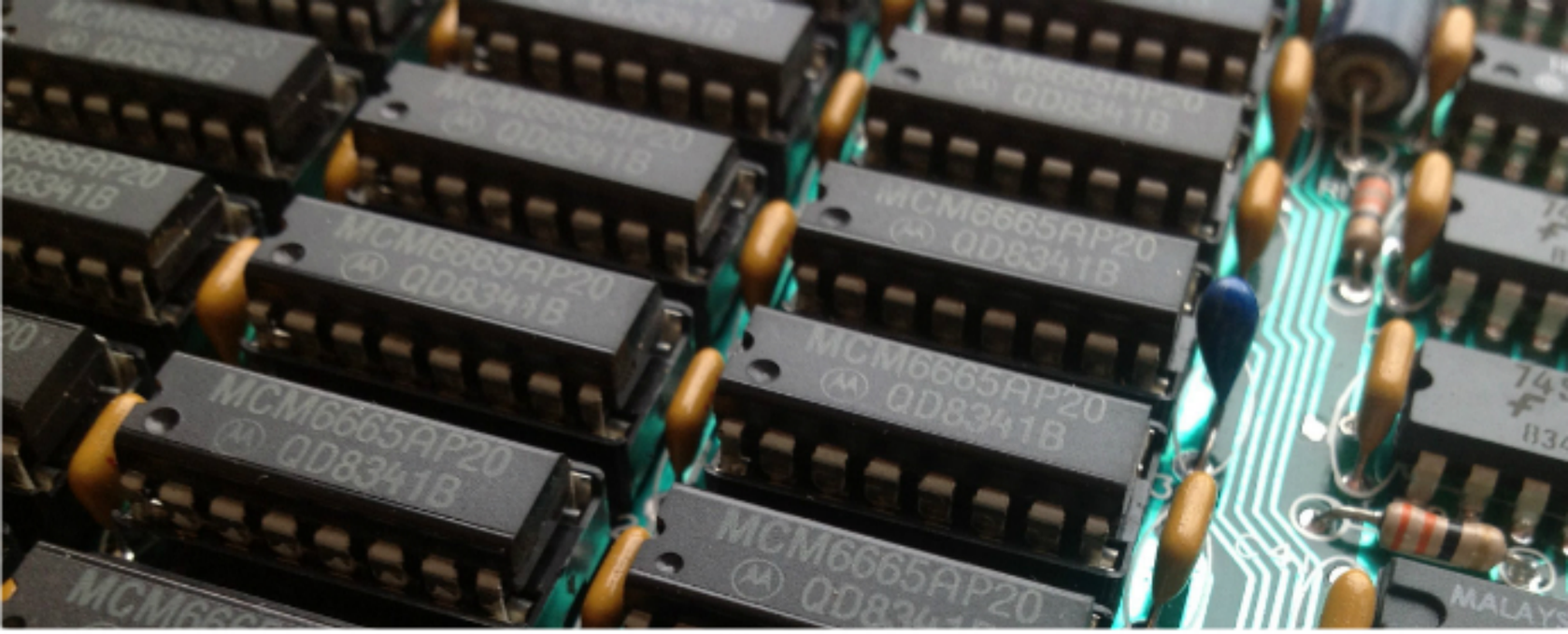
HOE KLEIN IS NANO?
Een kleine vergelijking

39.2
Het verenigingsblad van W.S.G. Isaac Newton

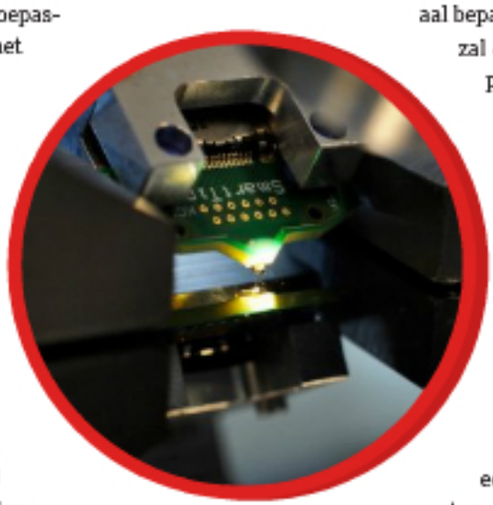


DE KLEINSTE 3D PRINTER TER WERELD

Momenteel is de meeste gebruikte techniek in de halfgeleiderindustrie gebaseerd op de wafer. Dit is een dun plakje monokristallijn materiaal (meestal silicium). Deze wafers zijn vaak tussen de 25 en 200 mm groot, enkele honderden micrometers dik en vormen de bouwsteen voor onder andere transistoren, zonnepanelen en diodes. Door deze wafers te bewerken in verschillende processen (bijvoorbeeld chemisch etsen, diffusie of ionenimplantatie) krijgen deze bepaalde eigenschappen en kunnen vervolgens in andere fabricatiestappen gebruikt worden. Echter, alles op een wafer gebeurt in het 2D-vlak, terwijl de meeste elektronische componenten veel efficiënter werken in een 3D-oriëntatie, vanwege de kortere gemiddelde afstand. De probe met het kanaaltje van SmartTip biedt wellicht een oplossing op dit gebied. In samenwerking met Cytosurge hebben ze een techniek ontwikkeld, genaamd Fluid FM, waar door middel van elektrolyse 3D structuren gebouwd kunnen worden op nanoschaal. De probes kunnen echter ook worden gebruikt om dingen op te pakken. Door een onderdruk te creëren in het kanaal kunnen bijvoorbeeld biologische cellen opgepakt en verplaatst worden.



in de chip. DRAM wordt dan ook wel als vluchtig geheugen aangeduid. Door alle nadelen van DRAM zijn bedrijven constant bezig om alternatieven te verzinnen. Momenteel komt SRAM (Static-RAM) steeds meer op. Dit is een complexe versie van DRAM, waarbij elke bitcel 4 of 6 transistoren bevat. Hierdoor maakt de chip gebruik van het zogeheten flipflop circuit. Dit circuit biedt de mogelijkheid tot 3 verschillende modes, namelijk lezen, schrijven en stand-by. Door de stand-by mode hoeft de inhoud van de cel niet telkens ververst te worden, wat een aanzienlijke energiebesparing oplevert. Ook is SRAM een stuk sneller dan DRAM. Er kleven echter twee grote nadelen aan SRAM, namelijk dat de ze relatief prijzig zijn en dat de opslagdichtheid veel lager is. Daarnaast is het net als DRAM vluchtig. Hierdoor worden ze alleen in specifieke toepassingen gebruikt waarbij ofwel de snelheid ofwel het energieverbruik van essentieel belang is. Denk hier bijvoorbeeld aan processors, beeldschermen of in auto's. Momenteel wordt veel onderzoek gedaan naar een zeer veelbelovend alternatief, namelijk het MRAM, wat staat voor Magnetoresistive Random Access Memory. Zoals het er nu uit ziet combineert dit de opslagdichtheid van DRAM, de snelheid en het lage energieverbruik van SRAM en het niet-vluchtige gedrag van Flash-geheugen. Dit zou betekenen dat MRAM superieur zou zijn aan alle huidige types van geheugen en dus een ware revolutie zou ontketenen op het gebied van dataopslag. Ook deze ontwikkeling komt, wederom, uit de koker van IBM. Zoals de naam doet vermoeden is MRAM gebaseerd op magnetisme. Het geheugen bestaat uit een zeer dunne multilaag, meestal drie lagen. De onderste en bovenste laag zijn zogeheten Magnetic Tunnels, de middelste laag wordt ook wel de Junction genoemd, welke een barrière vormt tussen de twee magnetische lagen. Een van deze twee lagen is een 'vaste' magnetische laag, waarbij de richting van de magnetisatie gefixeerd is. De magnetische richting van de andere laag kan echter, al naar gelang, omgekeerd worden (dit gebeurt met het zogeheten spin-torque effect). Afhankelijk of de magnetisatie wel of niet parallel is, ondervinden deeltjes een hoge, dan wel lage weerstand van de barrière. Hierdoor krijgt men twee toestanden, oftewel een 0 en een 1 toestand, welke vervolgens weer kan worden uitgelezen. De eigenschappen van de Junction zijn echter van doorslaggevend belang in hoeverre de chip werkt of niet. Momenteel is dat echter alleen nog te testen als de chip volledig gefabriceerd is. Mocht er dus een foutje in zitten in het productieproces of de gebruikte materialen, dan is de gehele batch onbruikbaar. SmartTip heeft een techniek ontwikkeld, die tijdens het productieproces de eigenschappen van de Junction kan bepalen en dus in een vroegtijdig stadium een foute batch al kan herkennen. Dit doen ze met een techniek die ook wordt toegepast in de (betere) multimeter, de 'four-point-probe method'. Dit zijn vier op een rij geplaatste contactpuntjes, waarbij er een stroompje wordt gezet op de buitenste twee pinnetjes. Door vervolgens het (negatieve) voltageverschil tussen de binnenste twee pinnetjes te meten, kan de weerstand van het gemeten materiaal bepaald worden. In het geval van een dunne multilaag zal de stroom, afhankelijk van de afstand tussen de pinnetjes, door 1 of meerdere lagen heen gaan. Als de pinnetjes erg dicht op elkaar staan, krijgen ze relatief weinig 'tijd' om door het materiaal heen te gaan en zullen ze dus voornamelijk door de bovenste laag heen gaan. Als de pinnetjes echter verder uit elkaar worden gezet, zullen ze ook door de Junction en de onderste laag heen gaan. SmartTip heeft een probe van 10 micrometer breed ontwikkeld met 12 pinnetjes erop. De pinnetjes zelf zijn 650 nm en de onderlinge afstand bedraagt 1.5 micrometer (momenteel wordt er ook gewerkt aan een model van half de grootte). Door de spanning tussen verschillende pinnetjes, met dus een verschillende onderlinge afstand, te meten en dit te plotten kan men de karakteristieke eigenschappen van de Junction bepalen. Dit wordt de Current-In-Plane Tunneling (CIPT) method genoemd. Doordat deze methode het materiaal niet beschadigt, kunnen op elk moment in het productieproces de eigenschappen hiervan bepaald worden en dus potentieel een hoop geld besparen voor de producent. De grote jongens op de markt voor harde schijven zien ook de voordelen in van deze techniek en zijn dan ook geïnteresseerd hierin. Om deze reden maakt Daan Bijl per jaar gemiddeld 150.000 vliegkilometers over de gehele wereld om zijn uitvinding bij bedrijven als IBM, Western Digital, Samsung en Seagate te promoten. En wie weet zit er straks een klein, maar slim, stukje Enschede in onze volgende laptop of computer.





BUSCIE

Commissie aan het woord

W.S.G. Isaac Newton kent vele commissie die relatief onbekend zijn. Om deze commissies even in het zonnetje te zetten kunnen ze in deze rubriek hun verhaal vertellen. Van oprichting tot afronding, met alle hoogte- en dieptepunten. Deze keer: BusCie

Ken je dat gevoel dat je op een koude winternacht langs de kant van de A12 met je hoofd in de noodtelefoon staat te bellen met die ANWB, waar je geen lid van bent? NEE NATUURLIJK NIET! Je hebt namelijk de BusCie die ervoor zorgt dat dit nooit gebeurt.

Onder de leden bekend als het werkpaard van de vereniging en geroemd om zijn wisselvallige betrouwbaarheid, kunnen de vereniging en haar leden eigenlijk niet meer zonder onze geliefde Newtonbus. Als unicum onder studieverenigingen genieten de leden nu al 10 jaar van een eigen vervoersmiddel. En genieten dat doen de leden zeker! Of het nu een reis is naar Engeland of een uitstapje naar het westen van het land, de leden genieten zonder mate. Maar al het plezier en vertier zorgt er wel voor dat de bus wat harder slijt dan waar de bus op ontworpen is. Om de bus nog lang in ons midden te houden, is de BusCie in leven geroepen.

De BusCie, de commissie die ervoor zorgt dat de mobiliteit van Newton gewaarborgd blijft, is sinds haar oprichting twee jaar geleden, dag in dag uit bezig met het verbeteren en onderhouden van de bus. Van een diffuser voor de extra downforce tot de luchthapper in de motorkap: geen project gaat ons te boven. Het is je waarschijnlijk niet eens opgevallen dat de koplamp kapot is. Weet je waarom niet? Omdat de BusCie het al gefixt heeft. Weer of geen weer, zij maken hun handen vuil om die limousine op de weg te houden. Het is waarschijnlijk zowel het meest praktische als het meest dankbare werk wat je voor de vereniging kan doen. Alle leden komen naar je toe; "Wat fijn dat de bus zo lekker rijdt, BusCie bedankt!". Dat geeft toch een goed gevoel? Ja, dat zou inderdaad een goed gevoel geven, maar helaas, zo werkt het niet. Geeft niet, als we het maar leuk hebben.



Peutz is een toonaangevend ingenieursadviesbureau in de bouw en de industrie, waar je alle ruimte krijgt om je verder te ontwikkelen. Je werkt in een team met professionals die net als jij het naadje van de kous willen weten.

Nieuwsgierig?
Kijk voor vacatures, stage- en afstudeerplaatsen op **www.werkenbijpeutz.nl**

PEUTZ

VERENIGINGSNIEUWS



TITANENSTRIJD

Op donderdag 20 oktober kwamen disputen, jaarclubjes, commissies en andere vriendengroepen tezamen om voor eens en altijd te weten te komen wie nou het beste is. Men kon elkaar uitdagen voor verschillende duels. Er konden punten verdiend worden met spellen als bierestafettes, beerpong, appelhappen, een eetwedstrijd en armpje drukken. Daarnaast kon men punten verdienen met het bierklassement. Wanneer men een meter bier bestelde, mocht men grabbelen in de grabbelton. Hierin zaten prijzen, lees actionmeuk, om de borrel leuker te maken. Om de sfeer nog verder te verhogen was het mogelijk om de punten die je groepje verdiend had te vergokken. Dat was mogelijk met het rad van fortuin, waarop plus- en minpunten stonden, maar ook opdrachten. Keer op keer was er weer een groepje dat de kelder vulde met hysterisch gelach. Halverwege de borrel was er een centrale ronde paardenracen. Vrijwel elk groepje zette hun hele hebben en houden aan punten in op één kleur. Dit resulteerde in een enorm puntenverschil in het voordeel van OHJC. Hierna hebben de andere aanwezigen nog een uur getracht om de achterstand in te halen, maar tevergeefs. De sfeer zat er goed in en het festijn keert volgend jaar zeker terug maar dan met meer paardenracen. Een volle borrelkelder vol met gejuich, gelach en allemaal epische accessoires uit de grabbelton.



SINTERKLAASBORREL

Al jaren komt Sint Nikolaas naar ons kleine Nederland,
Hij komt dan ook even langs de UT, want dat vindt hij wel interessant.

Ook dit jaar bracht hij weer een bezoek aan werktuigbouwkunde,
omdat hij deze studenten wel een cadeautje gunde.

Hij had alle actieve leden een uitnodiging gestuurd,
en speciaal voor deze gelegenheid Diepzat afgehuurd.

Hij vind Isaac Newton zo een mooi werktuigbouwkundig genootschap,
Dat hij ons speciaal honoreerde in een videoboodschap.

De commissies hadden het werk voor de sint al wat verlicht,
ze maakten allen een surprise en een gedicht.

De meeste commissies werden op het matje geroepen,
En de pieten smeten met wat te snoepen

Bier werd gedronken op kosten van de goedheiligman,
daar kregen we natuurlijk geen genoeg van.

Daar krijgt hij van ons Apfelkorn voor terug,
dit dronk hij naar onze mening behoorlijk vlug.

Ook de pieten die de sint had meegenomen,
konden niet aan menig pils ontkomen.

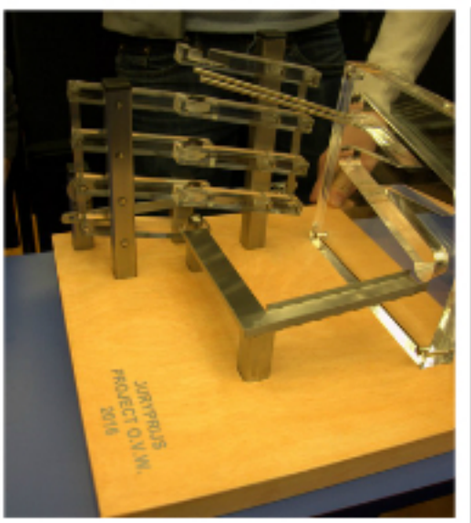
Een rijmfoutje hier, een spelfoutje daar,
Verdwenen in 7 seconden zonder enig bezwaar.

De sint was over zijn bezoek in ieder geval heel tevree,
dus volgend jaar zien we hem vast weer terug op de UT.



RELLEN MET DE ME

Zoals eerdere jaren is het rellen met de ME een activiteit die perfect aansluit bij de ware aard van de staalmeesters ook wel bekend als Newtonleden. Dit jaar zou dan ook geen uitzondering moeten zijn. Helaas werd de eerder afgesproken datum afgezegd door de politie, omdat Sinterklaas zijn intocht zou maken. Hierna werd er een nieuwe datum gevonden en deze viel op zaterdag 26 november. Met een zwaar verlaagd deelnemersaantal ging een tiental Newtonmannen en een achttal Scintilla mannen (ja inderdaad hoe typisch...). Echter kon dit de moed niet drukken, aangekomen op locatie zagen wij de rest van de manschappen met wie wij het de ME moeilijk mochten gaan maken, namelijk met een goed gevulde zaal van ongeveer 150 à 200 strijdkrachten. Tijdens de briefing werd duidelijk gemaakt wat de casus zou worden voor de oefening; de keuze viel op een deelnemersraadvergadering over een toekomstig AZC. Misschien dat dit bekend klinkt, dat zou goed kunnen want ongeveer een jaar geleden vond precies dat plaats in Geldermalsen. De teams werden ingedeeld en verder geïnstrueerd. Nu kon het pas echt beginnen, de protesten wakkerden wat op, maar bleven gematigd. Met de standaardkreten als "AZC weg ermee" leek de ME nog niet echt onder de indruk, echter werd de druk steeds verder opgevoerd tot de ME in vol ornaat paraat stond om de protesten in het gareel te houden. Echter liep het uit op rellen; nu begon het pas echt, de rookgranaten kwamen tevoorschijn en de wapenstokken waren paraat. Langzamerhand probeerde de ME de overhand te krijgen (wat niet zo moeilijk voor ze bleek te zijn). Ook al waren wij in de meerderheid tegen een man met een knuppel, schild en volle bepantsering kan je niet zo veel met twee vuisten en je voeten. Gelukkig hadden wij projectielen, namelijk houten blokken. Deze mochten wij naar de ME gooien om ze op afstand te houden, de helm was zoals ze zelf zeiden 100 punten. Tijdens de oefening waren er echter meer aspecten waar wij rekening mee moesten houden. Zo galoppeerden er paarden tussen de menigte door om ons te ontregelen en tegen te werken. Ook was de arrestatie-eenheid aanwezig, dit waren 6 mannen verkleed als burger. Ze vielen dus niet op en leken je te helpen tegen de ME, echter wanneer je je goed aan het verzetten was en teveel tegenstand bood, werd je gearresteerd alsof de Gestapo achter je aan zat. Dit ging dan ook niet met fluwelen handschoenen, maar met brute kracht. Stribbelde je tegen, dan kreeg je alles twee keer zou hard terug (zoals ze dat zelf elke keer zo leuk zeiden). Na de lange dag moest er nog wel opgeruimd worden, de houten blokjes verzamelen zichzelf namelijk helaas niet. Echter na 15 minuutjes rapen was het probleem alweer verholpen. Al met al een zeer geslaagde dag!



EERSTEJAARS PROJECTMARKT

25 november was het weer zover. Net als elk jaar kregen de eerstejaars de kans om hun constructieproject te presenteren op een markt. Elk projectgroepje kreeg balletjes gemaakt van staal, hout en geperste watten. Deze gemixte balletjes moesten door de constructies gesorteerd worden. Projectgroepjes kregen om de beurt de kans om hun project te presenteren aan de jury. De jury bestond uit twee delen. Een docent IO en een medewerker van een sorteermachinebedrijf bezoegen deel één en het bestuur der W.S.G. Isaac Newton bezoegen het belangrijke deel. Zo'n constructie kan natuurlijk niet als Newtoniaans beschouwd worden als het niet zwaar en lomp is. Dit waren dan ook de belangrijkste beoordelingsfactoren. Tot de spijt van het bestuur zijn alle projecten als ontoereikend beschouwd. Geen enkel groepje was zo ambitieus om zoveel staal te gebruiken dat het met karretjes vervoerd moest worden. Het groepje dat gewonnen heeft, had een zodanig zware constructie dat men het niet alleen kon tillen. De andere jury heeft ook een winnend groepje verkozen. Van de werkplaatsmedewerkers hebben zij een trofee gekregen: een door hen zelf geconstrueerde automatische knikkerbaan.

HOE KLEIN IS NANO?

DOOR **ROBIN VISSCHER**

De term 'nano' zie je steeds vaker voorbijkomen, maar wat is nano nou eigenlijk? Nano is een voorvoegsel dat in de wetenschap (en ook daarbuiten) veel gebruikt wordt. Als nano wordt gebruikt in combinatie met woorden die geen eenheid aangeven, dan wordt er vaak gerefereerd naar dingen in de ordegrootte van nanometers (nanoschaal) of wordt er gelinkt naar nanotechnologie. Maar nano wordt meestal gebruikt om een bepaalde ordegrootte van een (SI-)eenheid aan te geven. Vaak wordt nano gebruikt als voorvoegsel voor de eenheden voor lengte (meter) en tijd (seconde). Maar dan rijst de vraag: hoe klein is nano en het hoe snel is het? Laten we beginnen bij het begin.

HET SI-STELSTEL (METRISCHE STELSEL)

Op 11 oktober 1960 werd door het *Bureau international des poids et mesures* (BIPM) het Internationale Stelsel van Eenheden (*Système International d'Unités*), oftewel het SI-stelsel, ingesteld als internationale metrieke standaard. Het BIPM bestaat al sinds 1875, maar het huidige SI-stelsel werd pas in 1960 ingevoerd. Sinds 1889 wordt er om de 4 tot 8 jaar (tegenwoordig vooral om de 4 jaar) een *Conférence générale des poids et mesures* (CGPM) gehouden waar wordt vergaderd over het metrieke stelsel en eventuele aanvullingen en aanpassingen hieraan. Op de elfde CGPM in 1960 werd het SI-stelsel ingevoerd zoals het nu nog steeds gebruikt, wordt met als de zeven basiseenheden: meter, kilogram, seconde, ampere, kelvin, candela en vanaf 1971 ook de mol. Onder andere het cgs-stelsel (centimeter, gram, seconde) en het mksa-stelsel (meter, kilogram, seconde, ampere) gingen vooraf aan het huidige stelsel, wat eigenlijk een verbeterde versie van deze voorgaande stelsels is. In de Europese Unie is deze SI-standaard wettelijk verplicht, terwijl de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk nog koppig vasthouden aan hun imperiale systeem met de pound, inch, yard, foot en mile. Mede hierom en doordat het huidige SI-stelsel meerdere malen geüpdatet werd, komen er in de wetenschap voor bepaalde grootheden nog verschillende eenheden voor.

SI-PREFIXEN

Omdat de waarden van bepaalde eenheden voor verschillende toepassingen ver in ordegrootte uit elkaar kunnen lopen, zijn door het BIPM ook decimale voorvoegsels, de SI-prefixen, ingevoerd. De prefix nano werd in 1960, samen met pico, micro, mega, giga en tera op de elfde CGPM in het SI-stelsel opgenomen op hetzelfde moment dat het SI-stelsel haar huidige naam kreeg. De prefixen deca, hecto, kilo, deci, centi en milli bestonden in het mksa-stelsel al en stammen af uit de tijd van Napoleon. Toen werden er al voorvoegsels gebruikt, waarbij de namen voor de verkleinende voorvoegsels uit het Latijn vertaald werden en vergrotende voorvoegsels uit het Grieks. In de loop van de jaren zijn er steeds meer prefixen bijgekomen tot aan yotta (10^{24}) en zijn antoniem yocto (10^{-24}). Daarnaast zijn er voorstellen voor een uitbreiding van het SI-stelsel met prefixen gaande van 10^{-33} tot 10^{33}. Deze voorstellen zijn echter nog niet aangenomen door het BIPM.

NANO

De beschrijving van nano in woord en getal is natuurlijk ontzettend interessant, maar echt duidelijk is het misschien niet. Vaak wordt de daadwerkelijke betekenis ergens van pas duidelijk wanneer het in een vergelijkend beeld wordt gesteld. Daarom volgen hier een aantal voorbeelden die misschien een beter beeld geven van hoe klein nano nou precies is.

deca - hector - kilo - mega - giga - tera - peta - exa - zetta - yotta

NANOMETER

NANOPARTIKEL

Een nanopartikel of nanodeeltje is een deeltje met afmetingen tussen de 1 en 100 nm en dus een inhoud in ordegrootte van de kubieke nanometer. Er is veel onderzoek naar nanodeeltjes omdat materie op deze ordegrootte hele andere eigenschappen kan hebben dan de 'bulk' materie. Zo kunnen magnetische nanodeeltjes spontaan omkeren van magnetische oriëntatie en smelten nanodeeltjes van goud bij een veel lagere temperatuur dan massief goud (ongeveer factor 1/3). Hierdoor is het met nanodeeltjes mogelijk om met lagere temperaturen te sinteren dan met grotere deeltjes, waardoor het minder nadelige invloed heeft op het uiteindelijke product en het kost minder energie.

HAAR

Vaak wordt ook de vergelijking gemaakt met de groei en dikte van een menselijk haar, hoewel deze dikte afmeting niet binnen de nanoschaal past. Een haar is namelijk ongeveer 50 tot 100 micrometer dik. De groei van een haar is afhankelijk van het soort haar en bedraagt zo'n 4, 4,4 of 1,9 nm/s voor respectievelijk hoofdhaar, baardhaar en wenkbrauwen.

ATOOMSTRAAL

De straal van een atoom is afhankelijk van het atoomnummer en varieert tussen de 0,060 en 0,275 nm. Dit betekent dat er zo'n 2 tot 8 atomen in één nanometer passen. Drie goudatomen op rij zijn samen 1 nm. Dit betekent dat ook de afmeting van moleculen in de orde van de nanometers ligt.

DNA

Een DNA-streng heeft een diameter van ongeveer 2,5 nm.

LICHT

De golflengte van zichtbaar licht verdeelt zich over een spectrum van 380 tot 780 nm.

VIRUS/ BACTERIE

De diameter van een bacterie is gemiddeld 1 tot 5 micrometer groot. De diameter van een virus is ongeveer 100 nanometer.

PAPIER

De verhouding tussen het gramgewicht en de dikte van papier in micrometer ligt meestal rond de 1. Het gramgewicht van papier ligt meestal tussen de 80 en 150 gram (hierboven wordt het karton genoemd), wat betekend dat papier meestal een dikte van 80.000 tot 150.000 nm heeft.

SPERMA

De kleinste vorm die wij als mens zelf ooit hebben aangenomen is de vorm van een spermacel. We hadden toen een kop met een grootte van 5.000 nm en een staart met een lengte van 50.000 nm waarmee we ongeveer één keer onze eigen lichaamslengte per seconde konden zwemmen. Stel dat men dat nu nog zou kunnen, dan zou een gemiddeld persoon van 1 meter 80 de 50 meter vrije slag in minder dan 28 seconden kunnen halen, wat zou leiden tot het verbreken van het wereldrecord (46,91 s).

NAGEL

Misschien wel de meest bekende vergelijking met de grootte van een nanometer is de groei van een nagel. Een nagel groeit namelijk ongeveer 1 nm/s.

GIGAHERTZ
De cyclustijd van één gigahertz is één nanoseconde.

LICHT
Licht doet er ongeveer 3.33 nanoseconden over om 1 meter te verplaatsen, wat overeenkomt met een snelheid van circa 30 cm/ns in lucht.

DAGELIJKSE METING
Bij de invoering van het metrieke stelsel, werd de dagelijkse tijdmeting niet aangepast. Deze verdeling in tijd bleef staan op de gebruikelijke 12 maanden, 365 dagen, 24 uur, 60 minuten en 60 seconden. Tijdseenheden onder de seconde worden wel weer verdeeld volgens het SI-stelsel. In vergelijk, als ook de seconde verdeeld zou zijn in 60 milliseconden, een milliseconde in 60 microseconden en een microseconde in 60 nanoseconden, dan zou één seconde gelijk zijn aan 216.000 nanoseconden in plaats van 10^9 nanoseconden.

NANOSECONDE

KNIPOOG
300-400 milliseconden

BLIKSEM
150.000 km/s = 0.00015 mm/ns

Uiteindelijk blijkt dus dat nano zo ontzettend klein is, dat het zelfs in een vergelijkende context nog lastig te bevatten is. Hoewel we er ongemerkt in het dagelijks leven dus voortdurend mee te maken krijgen, merken we hier waarschijnlijk nauwelijks iets van. Om terug te komen op de vraag hoe klein nano is, kunnen we dus zeggen dat het te klein is om zomaar waar te nemen, maar groot genoeg om de invloeden onbewust te kunnen ondergaan.

NET STUDENTEN

Op de dag van schrijven vindt de 55e Dies Natalis van de Universiteit Twente plaats, tezamen met de wisseling der rectoren. Een lustrum is natuurlijk altijd een uitstekende reden voor een flink feest en een rectorenwissel geeft nog meer aanleiding voor groots uitpakken. Het is duidelijk te zien dat de betrokkenen nog steeds een beetje student zijn: de dag wordt gevuld met borrels, lezingen en het uitreiken van eredoctoraten, en bij de plechtigheden zijn pedellen in toga aanwezig. Het is net een lustrum of constitutieborrel van een studie- of studentenvereniging, maar dan iets luxer.



Want gierig zijn ze niet. Het feestmaal, welk aangericht wordt in de Horstkantine, kost naar verluid een ton en heeft plaats voor tweehonderdvijftig genodigden. Over de royale kosten van alleen het diner – pak 'm beet vijftig keer collegegeld – wil ik niet beginnen, het is me té gemakkelijk om hierover mijn beklag te doen. Bovendien vind ik het kleinzerig om hier een probleem van te maken, het gebeurt immers maar eens in de vijf jaar en als ik in de positie was, zou ik ook een feestmaal in mijn naam organiseren voor honderden vrienden en vriendinnen. Je ziet de uitnodiging wel verschijnen.

Nee, ik wil het graag hebben over de wijze waarop onze geliefde Horst onder handen wordt genomen voor een bezoek van zoveel wijze en belangrijke mannen en vrouwen. Speciaal voor het hoge bezoek wordt de entree zo aangenaam mogelijk gemaakt. Men brandt de voegen tussen de tegels schoon en de kleurige herfstblaadjes worden keurig weggeveegd. In de centrale hal hangen grote zwarte doeken aan stellingen, om alle bedrijvigheid aan het zicht te onttrekken. Plantenbakken en tentoongestelde machines worden tijdelijk naar een opslag verplaatst. Dat de hal hierdoor wat wegheeft van een rouwkamer neemt men maar voor lief. Het is de schijnbare wens om te verbergen dat hier gewoon gewerkt wordt die mij verbaast. Willen de gasten van de rector dan niet zien dat hier gestudeerd en onderzocht wordt? Is de aanblik van een verenigingskamer een doorn in het oog? Dat is toch juist waar een universiteit om draait, dat hoef je je toch niet voor te schamen? De oud-rector zegt zelf nota bene in zijn Diesrede: "Om techniek zit altijd een sociale schil". Het lijkt me niet dat die sociale schil zich beperken moet tot een beperkte kring van intimi.

Weet je, die schoongebrande voegen en weggeveegde blaadjes kunnen me gestolen worden. Dat er een duur en luxe diner wordt georganiseerd, moet ook kunnen. Maar laat dan wel trots zien wat gaande is in en rondom de universiteit. Dat is immers die 'human touch', waar onze universiteit zo prat op gaat. JK

We push technology further

to print microchip features that are finer

to build smarter solar panels

to supply solar powered cars

to help save the environment



Do you dream of changing the world of innovation? Do complex technological challenges appeal to your imagination? We are looking for you. ASML always wants to get in touch with eager and curious students.

Join us at workingatasml.com/students

ASML

Be part of progress

HORLOGES

DOOR INGMAR KRABBEN

Velen hebben er wel één, een horloge. Het product dat er mede voor zorgt dat wij goed kunnen functioneren in de huidige maatschappij; deze is namelijk behoorlijk tijdgedreven. De hoofdfunctie is dan ook het laten zien van de tijd. Er zijn vele soorten, maten en kleuren te verkrijgen. Daarbij bieden verschillende soorten horloges tegenwoordig meer functies dan alleen het laten zien van de tijd. Een nevenfunctie is tegenwoordig het dienen als accessoire. Ons werktuigbouwkundig hart gaat altijd nog het hardst kloppen van een ouderwets mechanisch horloge.

WANNEER BEGON HET TE TIKKEN?

In de vijftiende eeuw ontstond al de behoefte aan een nauwkeurige tijdsbepaling om op zee te kunnen navigeren. De breedtegraad, de afstand ten opzichte van de evenaar, was te herleiden aan de stand van de sterren ten opzichte van de horizon. Het probleem was de lengtegraad. Om te kunnen bepalen hoever men zich oostelijk of westelijk van het referentiepunt bevond, moest de plaatselijke tijd vergeleken worden met de standaard. De standaard was destijds Greenwich. Dit is nu dan ook de nulmeridiaan ofwel Greenwich Mean Time (GMT).

De betrouwbare mechanische klokken werkten door middel van een slinger. Omdat deze klok niet mocht bewegen, konden deze niet gebruikt worden op zee. Het horloge ontstond. Het door de Duitser Peter Henlein ontworpen eerste horloge was gebaseerd op een veermechanisme. Het horloge moest opgewonden worden zodat de veer energie opsloeg. Vervolgens was het de opdracht om de nauwkeurigheid van het horloge te kunnen garanderen. De Zwitser Jacob Zech kwam met het idee om de weerstand van het mechanisme groter te maken wanneer de veer strak opgewonden was. Wanneer de veer afliep draaide het mechanisme mee waardoor de weerstand minder werd. Dit resulteerde in krachten die altijd constant bleven. Uiteindelijk heeft Christiaan Huygen het horloge nog accurater gemaakt. Hij kwam met het idee om de veer een balanswiel heen en weer te laten draaien. Dit is in principe hetzelfde als het slingermechanisme in de eerste klokken. Om dit alles in een klein horloge kwijt te kunnen, moeten alle onderdelen zeer klein zijn en is er sprake van zeer fijne mechanica.

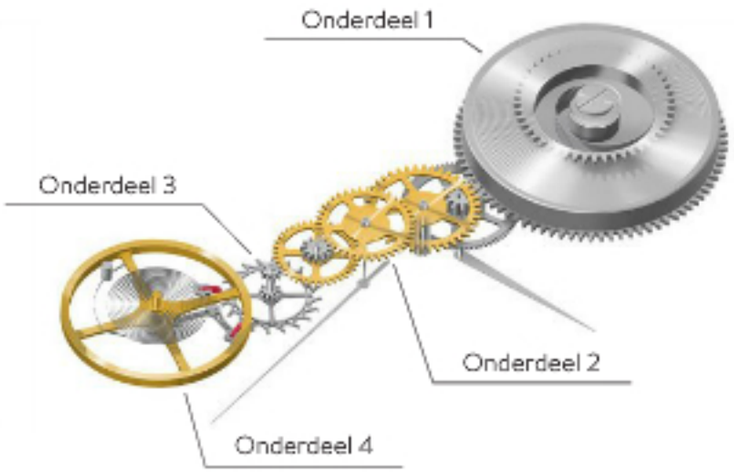
MECHANISCH HORLOGE

Tegenwoordig zijn er nog steeds volledig mechanische horloges. De veer van het mechanische horloge kan handmatig opgespannen worden door aan de zogenaamde kroon te draaien. Dit is dezelfde knop waarmee ook de tijd verzet kan worden. Daarnaast is het zogenaamde automatisch mechanisch horloge ontstaan. Zoals de naam al verklapt hoeft dit horloge niet meer handmatig opgewonden te worden. Het opwinden van de veer wordt hierbij gedaan door een slingermassa welke door middel van de zwaartekracht in de kast roteert. De kinetische energie wordt vervolgens omgezet in mechanische energie, waarna deze wordt omgezet in potentiële energie door de veer op te spannen. De veer kan genoeg energie opslaan om het horloge een dag of twee werkend te houden. Dit brengt wel als nadeel met zich mee dat wanneer het automatische horloge voor langere tijd niet gedragen wordt, het in een speciaal kastje geplaatst moet worden. Dit kastje zorgt ervoor dat de veer gespannen blijft waardoor de nauwkeurigheid gewaarborgd wordt. Een ander nadeel is dat het af en toe nagekeken moet worden. Dit komt doordat het horloge vele tandwielen bevat welke gesmeerd moeten worden met olie. Na verloop van tijd veroudert en verdroogt deze olie. Geadviseerd wordt om het eens in de drie tot vijf jaar na te laten kijken.

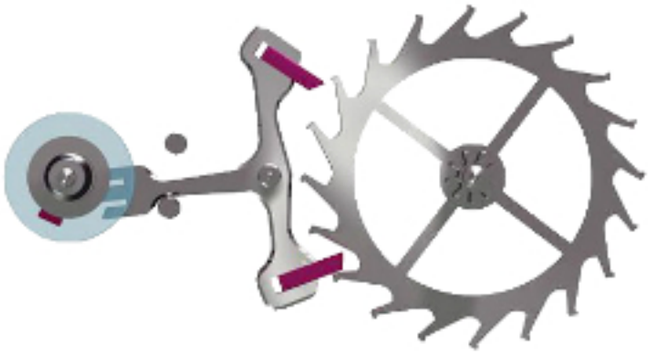
Het mechanisme van het horloge bestaat simpel gezegd uit vier onderdelen. Het begint allemaal met het spiraalvormige verenstalen lint dat in een platte cilinder zit. De opgespannen veer zorgt voor een moment zodat de cilinder wil gaan draaien. Deze cilinder is tegelijkertijd een tandwiel welke al draaiend een set tandwielen in beweging wil zetten. De tandwie-



Visualisatie onderdelen 1, 2, 3 & 4



Onderdelen 3 & 4





len zorgen ervoor dat het laatste tandwiel een hogere hoeksnelheid heeft vergeleken met het eerste tandwiel. Op deze tandwielen zitten tevens de wijzers voor het aanduiden van uren, minuten en eventueel seconden. Dit is het tweede onderdeel. Dan is er het ankerrad, dat samen met het anker ervoor zorgt dat de veer niet direct afloopt, maar stap voor stap de tandwielen een bepaalde hoek laat draaien. Deze vormen samen het derde onderdeel. Een balanswiel, met ook daarin een spiraal, draait telkens heen en weer. Dit balanswiel zorgt ervoor dat de heen-en-weer beweging altijd constant is. Dit is het vierde onderdeel. Een pinnetje op dit balanswiel grijpt tijdens elke ronde aan in het anker. Het anker kantelt op die manier telkens om een asje om vervolgens het ankerrad een tandje verder op te laten schuiven. Door dit opschuiven kunnen de op spanning gehouden wijzer tandjes weer een stukje verder roteren. De wijzers lopen. De vier onderdelen zijn gevisualiseerd in het plaatje. Dit zeer fijne mechanisme zorgt ervoor dat het klokje het tikkende geluid maakt. Omdat dit allemaal zeer nauwkeurig moet gebeuren met zo min mogelijk wrijving bevat een hedendaags mechanisch horloge soms wel 25 tot 27 robijnen lagertjes. Dit materiaal is gekozen omdat het een zeer hoge hardheid heeft. Hierdoor is de wrijving nihil en daardoor is de slijtage zeer gering. Bij een mechanisch horloge met een zichtbaar mechanisch systeem is vaak goed te zien hoe het balanswiel zeer snel heen en weer roteert.

QUARTZ HORLOGE

Een quartz horloge lijkt identiek aan het mechanisch horloge. Iedere seconde tikt het seconde tandwiel en op hun beurt draaien de minuut- en urenwijzers mee. De energie wordt hier alleen op een andere manier verkregen. Bij een quartz horloge wordt namelijk een batterij als energiebron gebruikt. Ook het tellen van de seconde gaat anders. Wat bij een mechanisch horloge het ankerrad, anker en balanswiel deden, doet een kristal nu. Het kristal genaamd quartz heeft een bekende eigenfrequentie. Deze is 32768 Hz. Door het aantal trillingen te tellen weet men wanneer een seconde is verstreken. Specifiek dit kristal wordt gebruikt omdat met quartz een zeer stabiele trilling opgewekt kan worden. De trilling wordt omgezet in een digitaal signaal (puls) en door een spoel geleid. De puls is nu magnetisch en kan gebruikt worden om een rotor aan te drijven. De rotor drijft het mechanische binnenwerk aan zodat de wijzers de juiste tijd aangeven.

De nauwkeurigheid van een quartz horloge heeft vaak te maken met de kwaliteit van het horloge. De eigenfrequentie hangt af van het formaat, welke varieert door inkrimping en uitzetting. Een beter horloge zal dus bij temperatuurschommelingen accurater lopen, in vergelijking met een kwalitatief minder horloge. Alsnog typeert een quartz horloge zich door zijn zeer accurate functioneren. Deze hebben ongeveer een fout van twintig seconden in een maand tijd. Een mechanisch horloge heeft daarentegen een fout van ongeveer één minuut per dag. Dit is echter afhankelijk van de gesteldheid van het horloge. Veel minder is dus ook mogelijk. Er is dus eigenlijk geen reden om niet voor een ouderwets automatisch mechanisch horloge te gaan.

The energy company that's also a technology company.

To develop breakthrough technologies that help the world meet its growing energy needs takes leadership and investment. ExxonMobil is an industry leader in the advancement and application of energy technology, investing around $1 billion annually in R&D. That's why we're able to take on the toughest energy challenges around the world.

ExxonMobil

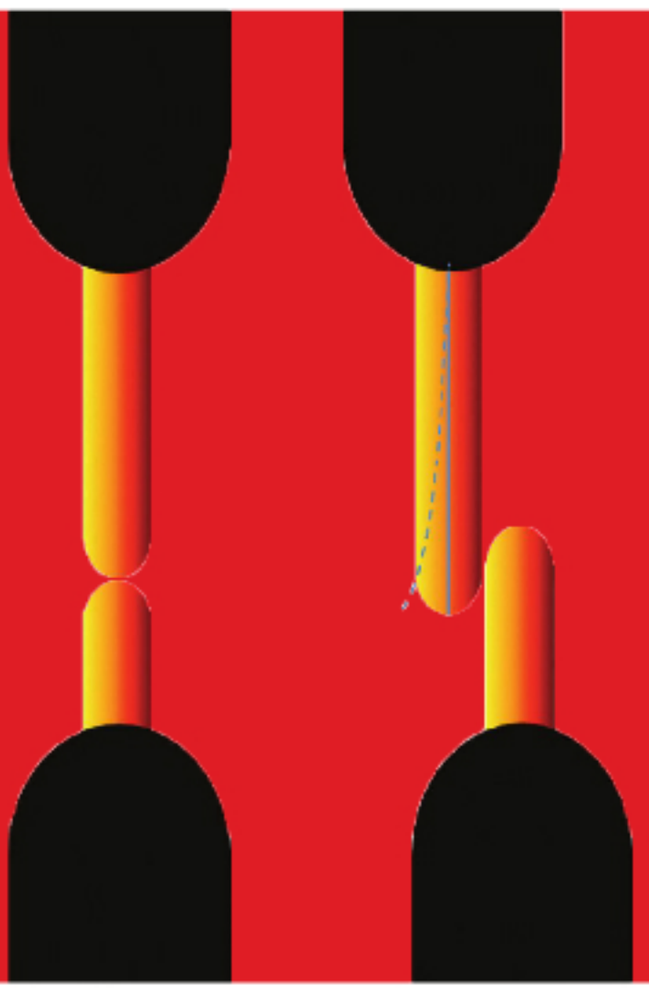
Energy lives here™



LASSEN
VOOR GEVORDERDEN

DOOR **JOACHIM VAN DE WEG**

Als je het geluk hebt gehad in module één om met een MIG-apparaat te hebben kunnen spelen, dan weet je hoe het voelt om twee stukken staal tot een stuk te maken. Het heeft iets machtigs over zich. Het lassen met een MIG-apparaat, of wat voor regulier lasapparaat dan ook, heeft echter z'n nadelen. Nadelen die het onmogelijk maken om hele kleine onderdelen te verbinden.



MIG-, MAG-, TIG-, elektrodelassen, ze hebben allemaal een aantal dingen gemeen. Een hoge stroom bij een lage spanning en tijdens het lassen wordt het geheel natuurlijk heet. Dit maakt het onmogelijk om voor hele kleine toepassingen gebruik te maken van deze algemene methoden. Nu is dat op zich natuurlijk niet erg, het wordt echter een ander verhaal als we het hebben over toepassingen op nanoschaal. Een voorbeeld van zo'n toepassing op nanoschaal is het gebruik van ultradunne gouddraadjes (<10 nm) in de computersystemen van de toekomst.

Nu goed, voor nanotoepassingen is het conventionele lassen dus geen optie, maar hoe moeten we dan verbindingen maken? Solderen kan niet, omdat het geheel dan alsnog heet wordt, lijmen is ook geen optie. Al met al lijkt het een erg lastig probleem. Het gekke is echter dat de oplossing heel eenvoudig is: koudlassen vergt nauwelijks energie en de bijwerkingen zijn ook veel minder dan bij conventioneel lassen. Maar hoe werkt het dan?

Om te beginnen moet je je bewust zijn van het feit dat het echt om hele kleine draadjes gaat, draadjes met een diameter van maximaal 10nm zijn maar enkele atomen dik (goud heeft immers een atoomstraal van 0,135 nm). Doordat deze draadjes zo dun zijn is er veel meer interactie tussen de verschillende atomen aan de eindjes van de draadjes mogelijk dan bij 'gewone' draadjes. Dit maakt het proces van koudlassen mogelijk.

Om überhaupt te kunnen nanolassen heb je een heel aantal hele dure machines nodig, onder andere een High Resolution Transmission Electron Microscope (HRTEM), een Scanning Tunneling Microscope (STM) en een Atomic Force Microscope (AFM). Het koudlassen van gouddraadjes is

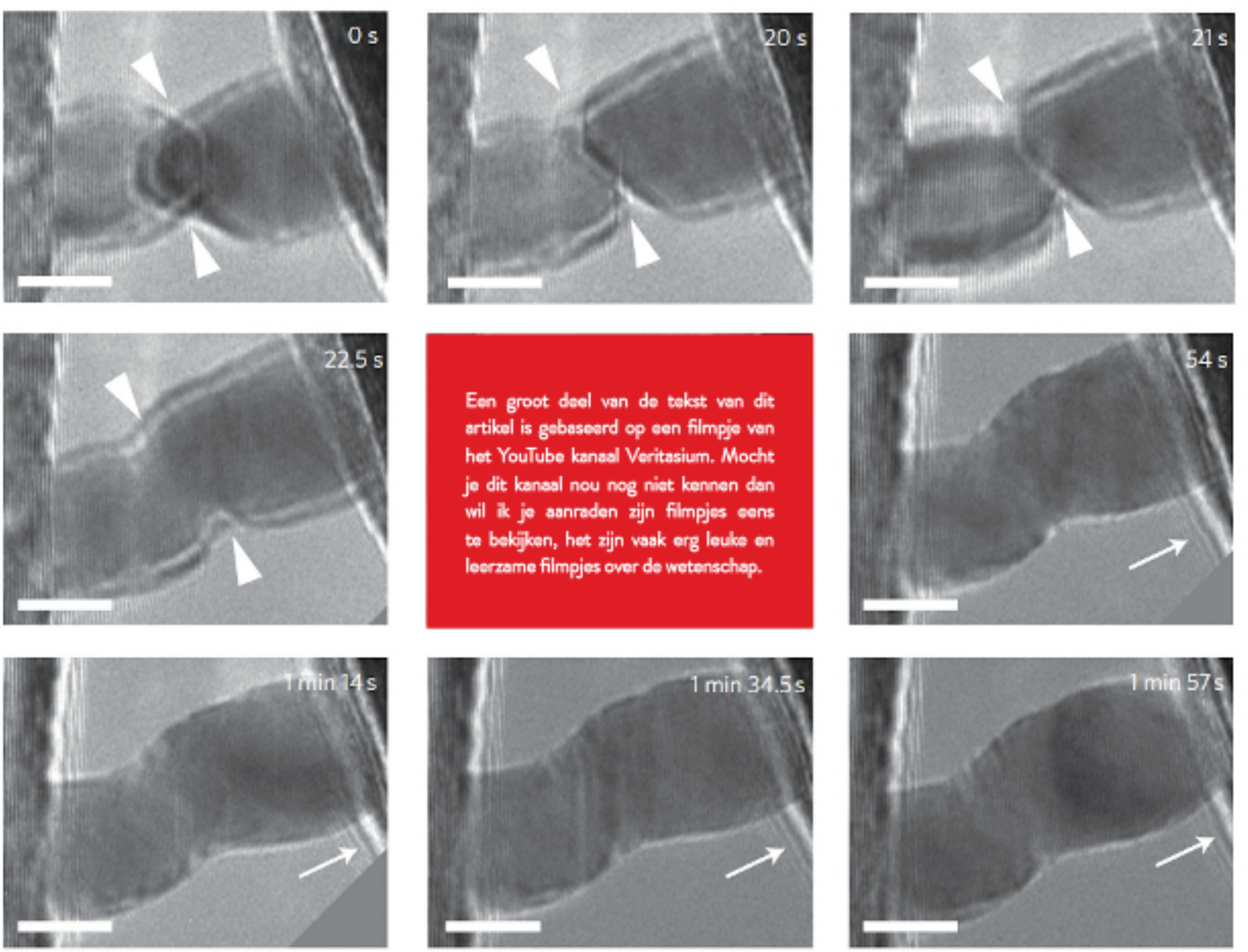
dus niet iets wat je thuis kan doen, hoewel je dat ook wel niet verwacht zult hebben. Daarnaast is het van belang dat de draadjes eenkristallen zijn. Vervolgens heb je een steriele omgevingen nodig. Cliché, maar daarom niet minder waar. Het is van groot belang dat er geen enkele vervuiling in de machines en de lassen zit, anders werkt het eindproduct niet. Als laatste voorbereiding heb je een vacuüm nodig. Dit is natuurlijk geïeerd aan de steriele omgeving, maar het is wel belangrijk omdat het koudlassen niet werkt zonder vacuüm.

Als je de voorbereidingen eenmaal getroffen hebt dan stelt het allemaal niet zoveel meer voor. Doordat de atomen zo open aan de oppervlakte liggen is er niet meer nodig dan gewoon contact tussen de beide draadjes. Dit komt door een belangrijke eigenschap van het vacuüm: Er is geen zuurstof aanwezig. Hier op aarde in normale atmosfeer is vanzelfsprekend zuurstof aanwezig. Ieder metaal dat aan de lucht wordt blootgesteld gaat aan de oppervlakte verbindingen aan met het zuurstof, ook wel roesten genoemd. In vacuüm kan dit niet waardoor je het pure metaal aan de oppervlakte overhoudt.

Als je vervolgens twee van deze perfecte eenkristallen tegen elkaar aan brengt gebeurd er iets bijzonders, de twee draadjes groeien spontaan aan elkaar. Dit is het gevolg van de ontbrekende oxidelaag op het metaal. Hierdoor kunnen de elektronen van de het ene draadje als het ware overspringen naar het andere draadje. Dit gebeurt vanzelf en om met wetenschapper Richard Feynman te spreken: "De elektronen hebben helemaal niet door dat ze zich in een ander draadje bevinden". Als meerdere elektronen overspringen, kunnen de verschillende atomen een verbinding aangaan en vormen de twee draadjes een geheel.

Nu blijft er echter nog een vraag over: Wat is de kwaliteit van deze las? Het is natuurlijk wel leuk en aardig dat het allemaal relatief eenvoudig gaat, maar het geheel zou zinloos zijn als de verbinding bijvoorbeeld niet sterk zou zijn, of hele slechte elektrische geleiding zou hebben. Dit blijkt allemaal echter niet het geval te zijn. De verbinding is, net als bij het regulier lassen, net zo sterk, of sterker dan het beginmateriaal. Daarbij komt dat de elektrische eigenschappen ook bijzonder goed zijn, iets wat voor de eerdergenoemde toepassingen natuurlijk erg belangrijk is.

Het is misschien wat vroeg om te zeggen dat deze vorm van lassen de toekomst zal zijn voor de nanotechnologie, maar het begin is wel veelbelovend. De tijd zal leren of de werkwijze zoals die nu is, in de toekomst ook daadwerkelijk toegepast zal worden. Maar tot die tijd zullen we onze processors op de traditionele manier moeten produceren, iets waar ASML dan weer gelukkig van wordt.



Een groot deel van de tekst van dit artikel is gebaseerd op een filmpje van het YouTube kanaal Veritasium. Mocht je dit kanaal nou nog niet kennen dan wil ik je aanraden zijn filmpjes eens te bekijken, het zijn vaak erg leuke en leerzame filmpjes over de wetenschap.

De iOb

Apple wil ons, maar wa

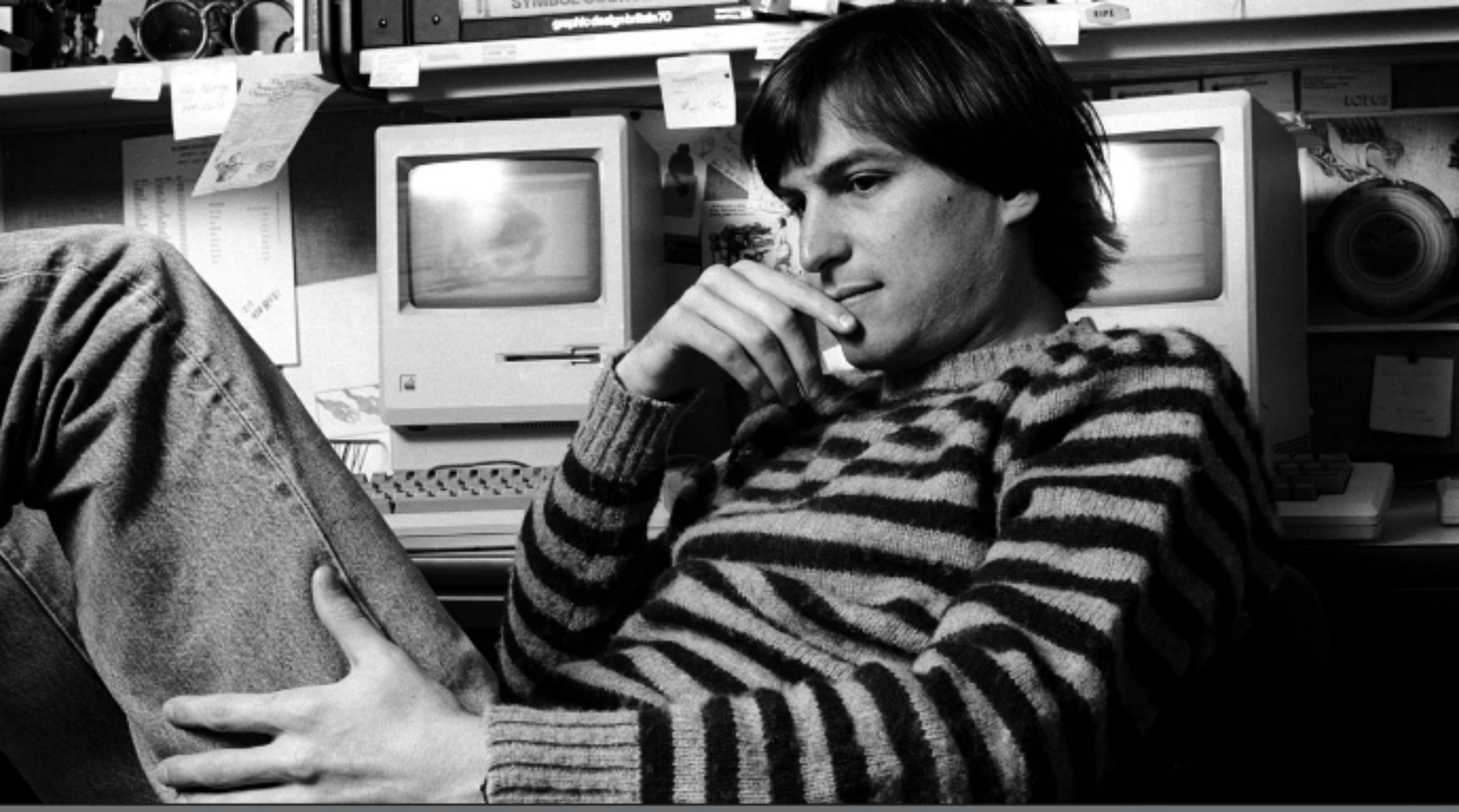
Wij werktuigbouwkundigen
Isaac Newton; dagelijks kome
zijn wetten en wijsheden. Het fu
orie over zwaartekracht onstond
um of bibliotheek maar in een boo
van de vallende appel is iets wat
maar al te graag voordragen aan
horen. Grappig, dat een boomgaa
een dergelijke revolutie. Ook grapp
een boomgaard aan het fundame
revolutie, namelijk die in de cons
Het bekendste en meeste oms
markt dankt namelijk haar naar
heb het natuurlijk over Apple.
de passie voor dit stuk fruit we
gaan sommigen wel heel ver
Hoe komt het dat iPhones
weg te denken zijn uit o
waarom w

osessie

aarom willen wij Apple?

DOOR **TOM STROET**

zijn schatplichtig aan Sir
en wij in aanraking met
ndament van zijn the-
niet in een laboratori-
mgaard. De anekdote
vij werktuigbouwers
een ieder die het wil
ard kan zorgen voor
ig, als je bedenkt dat
nt staat van nog een
umentenelektronica.
treden bedrijf in deze
n aan een boomgaard. Ik
Wij van de Appel snappen
el, maar in het geval van Apple
Waarom is Apple zo succesvol?
iPads en MacBooks niet meer
nze maatschappij? Kortom,
llen wij Apple?



Toen ik in groep acht zat kreeg ik mijn eerste mp3-speler cadeau. Een klein apparaatje was het, met maar liefst 256 MB geheugen, genoeg ruimte voor zo'n dertig tot veertig liedjes. Mijn interesse in muziek was nog klein, net als mijn muziekcollectie, dus de capaciteit was voor mij ruim voldoende. Door de eindeloze mogelijkheden van het internet werd mijn collectie langzaam maar zeker te groot voor deze MP3-speler, dus ging ik op zoek naar vervanging. Die vond ik in een rode iPod Nano met 4 GB aan opslagcapaciteit. Ik kon het geheugen op dat moment bij lange na niet vullen en de prijs vond ik te hoog, maar ik kocht hem toch. Om onverklaarbare reden wilde ik dit apparaatje gewoon hebben. Bij het eerste gebruik was ik meteen verkocht. De interface, de navigatie met het kenmerkende ronde scrollwieltje, de automatische synchronisatie met iTunes. In vergelijking met andere, logge en trage MP3-spelers was dit de hemel. Uiteindelijk lukte het me om dit apparaat volledig te vullen en dus wilde ik ook deze vervangen. Mijn keuze ging automatisch weer naar een iPod Nano: wederom vond ik het te duur, maar ik wist wat ik ervoor terug zou krijgen: 16 GB verpakt in een metalic blauwe cover en een soepele interface. Tot op de dag van vandaag gebruik ik mijn iPod, inmiddels ruim acht jaar oud, nog iedere week. Mijn Apple-obsessie beperkt zich tot de aankoop van deze twee Nano's, in tegenstelling tot vele anderen. Het valt mij op dat veel mensen Apple beschouwen als iets speciaals. Voor sommigen is de obsessie zelfs zo groot dat ze overnachten voor de winkel om maar als eerste een nieuwe iPhone te kunnen bemachtigen. Anderen zien dit hoofdschuddend aan.

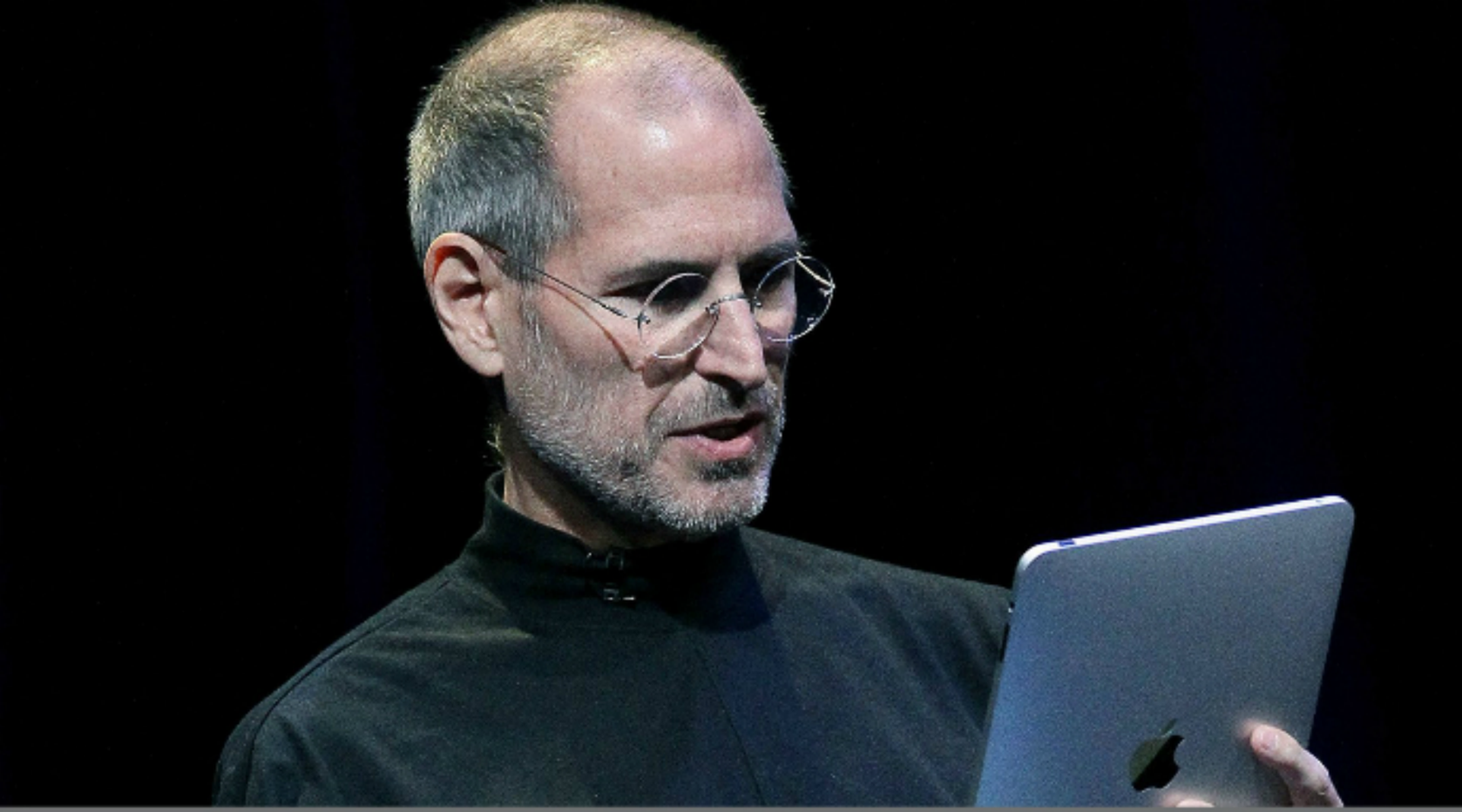
iN HOKJES

Aangezien iedereen Apple kent, heeft ook iedereen er een mening over. Naar mijn idee kan er onderscheid gemaakt worden tussen vijf verschillende groepen. Als eerste zijn er de fanboys, de geobsedeerden. De mensen die, zoals gezegd, voor de Apple Store overnachten. De mensen die aan het werk zijn op hun MacBook, in de trein een filmpje kijken op hun iPad en even later gebeld worden op hun iPhone. De mensen die de geestelijk vader van Apple, Steve Jobs, als een soort god adoreren. Als Apple een simpele paperclip op de markt brengt en er honderd euro voor vraagt dan zullen zij als eerste in de rij staan om deze te kopen. Hier lijnrecht tegenover, aan de andere kant van het spectrum, bevinden zich de haters. Voor hun is alles wat het Apple logo draagt klaar voor de schroot. Ze willen zelf kunnen kiezen wat ze met hun hardware doen in plaats van dat Apple het hen voorschrijft. Ze vinden het belachelijk om zo veel geld uit te geven, alleen om een logootje van een appel op hun laptop te hebben. Het meeste hebben ze nog wel een hekel aan de fanboys, degenen die het bestaan van iedere andere elektronicaproducent ontkennen. In veel gevallen gaat het bij de haters meer om een principekwestie dan om een werkelijke afkeer van de producten.

Met deze twee groepen als uitersten zijn de overige drie iets genuanceerder. Er is nog de groep mensen die niet voor Apple kiest, simpelweg omdat de producten niet aan hun eisen voldoen. Ze willen een specifieke toepassing die niet wordt ondersteund door Apple producten of ze hebben dermate lage eisen dat het zonde is om extra geld uit te geven aan specificaties die je niet gebruikt. Verder zijn er nog de mensen die wel Apple zouden willen, maar het niet kopen omdat ze het te duur vinden. Ze kiezen voor een alternatief dat ongeveer hetzelfde zou moeten bieden tegen een lagere prijs. En dan is er natuurlijk nog de groep die Apple wil en het geld er wel voor over heeft. Een veelgehoorde uitspraak bij deze groep is dat ze hun geld aan Apple uitgeven omdat ze "gewoon goede producten willen, producten die gewoon werken". Vooral tussen deze laatste twee groepen wordt veel heen-en-weer gependeld.

iN-COMPATIBEL

Wat maakt het dat wij de producten van Apple zo graag willen hebben? Zijn ze zo veel anders dan de rest? Is het omdat ze op technologisch gebied verschillen van de competitie? Gedurende de bestaansgeschiedenis van Apple heeft het bedrijf wel een aantal innovaties geïntroduceerd waar-



mee het zich onderscheidde van de rest. Denk aan de grafische user interface van de eerste Macintosh of de grote opslagcapaciteit van de iPod. "Think different" is de slogan die Apple in 1997 lanceerde en die nog altijd met het bedrijf en Steve Jobs geassocieerd wordt. Maar anno 2016 zijn de verschillen tussen de productlijnen van Apple en die van haar concurrenten, bijvoorbeeld Samsung of Dell, maar klein en daarmee lijkt de slogan zijn glans enigszins te hebben verloren. iPhone of Galaxy, MacBook of XPS: de verschillen in technische specificaties zijn tegenwoordig marginaal. Apple lijkt haar technologische voorsprong kwijt te raken. Een groot verschil is wel te vinden in de diversiteit van de productlijnen. Waar een bedrijf als Samsung de markt bombardeert met een scala aan smartphones in verschillende prijsklassen, blijft Apple volhardend door zich met de iPhone steeds te focussen op het hoogste segment. Deze trend is aanwezig in de gehele productlijn van Apple en zou kunnen verklaren waarom de producten zo'n aantrekkingskracht op ons hebben. Als je voor Apple kiest dan straal je blijkbaar uit dat je voor hoge kwaliteit gaat, zelfs al zijn vergelijkbare producten van andere producenten net zo goed.

Is er dan helemaal geen verschil tussen de producten van Apple en de rest? Ja, natuurlijk is er wel een verschil. Twee woorden kunnen worden gebruikt om dit verschil aan te duiden: gebruikservaring en compatibiliteit. Al sinds het ontwerp van de eerste computer in 1976, de Apple I (in principe niet meer dan een printplaat), zijn deze twee termen onlosmakelijk met Apple verbonden en dat is te danken aan Jobs. Steve Wozniak, de ontwerper van de Apple I, wilde de blauwdrukken beschikbaar stellen voor andere hobbyisten maar Jobs wilde daar niks van weten. In zijn filosofie dienen de producten een volledige gebruikservaring te bieden aan de gebruiker, zonder dat die gebruiker zelf iets aan het product verandert. Kortom, de producten moeten alle functionaliteit bieden die de consument wil zonder enige behoefte aan een externe partij. Jobs wilde dus de zogenaamde 'complete package' aanbieden. Apple doet er alles, maar dan ook echt alles aan om te zorgen dat haar producten niet samen gebruikt kunnen worden met die van de concurrent. De 'complete package' is hermetisch gesloten. Een eigen besturingssysteem, eigen connectoren, software die alleen beschikbaar is voor eigen producten; allemaal voorbeelden van de incompatibiliteit van Apple ten opzichte van concurrenten. Deze incompatibiliteit wordt tegengegaan door een uitstekende integratie tussen de producten van Apple zelf. Neem daar nog het strakke design, de futuristisch ogende Apple Stores en de unieke productpresentaties bij en je hebt een duidelijk beeld van de gewenste gebruikservaring. Als je eenmaal voor Apple kiest, dan betekent dat dus dat Apple jou in principe dwingt om bij Apple te blijven en geen devices van andere producenten te gebruiken. Voor de een is dit een zegen, voor de ander een hel. Gebruikservaring en compatibiliteit zijn eigenlijk de twee grootste factoren die bepalen tot welke groep je behoort. Fanboys

De naam 'Apple' vindt werkelijk zijn oorsprong in een boomgaard. Toen Steve Wozniak en Steve Jobs hun eerste computer maakten was Jobs ondergedompeld in de golf van tegencultuur en spiritualisme die heerste in de Silicon Valley regio. Jobs vertoefde veel op de boerderij van zijn vriend Robert Friedland, die zijn huis openstelde voor vrienden die op zoek waren naar innerlijke verlichting. In ruil daarvoor vroeg Friedland zijn vrienden te helpen in de boomgaard van de boerderij. Jobs, geïnspireerd door het werk in de boomgaard, noemde zijn nieuwe bedrijf 'Apple Computers'. Ook de naam van hun beroemdste PC stamt af van een appelras, McIntosch. De naam van dit apparaat werd "verkeerd" gespeld om copyright te omzeilen.



WOORD VAN DE VOORZITTER

59



De eerste module van het nieuwe collegejaar is alweer voorbij. Hoog tijd voor een nieuwe Appel. De eerstejaars hebben hun geconstrueerde balletjessorteermachines gepresenteerd aan Newton en kunnen dat hoofdstuk afsluiten. De tweedejaars zijn begonnen met project 6. Daar nemen ze de zware taak op zich om samen te werken met studenten van Industrieel Ontwerpen en Technische Bedrijfskunde; Een buitengewone uitdaging.

Ook voor het bestuur is er een nieuwe tijd aangebroken. De hoogtepunten van ons bestuursjaar zijn inmiddels achter ons en we zijn druk bezig met het stokje over te dragen. Degenen die dit stokje moeten aannemen zijn ondertussen geselecteerd. Vijf heren en twee dames lopen de komende tijd dan ook rond met een prachtige kandidaatbestuursdas. Spreek ze vooral aan, want naar alle waarschijnlijkheid zitten jullie straks een jaar lang met ze opgescheept.

Het thema van deze Appel is nano. Eén nanoseconde flitste het door mijn hoofd dat dit thema helemaal niet bij Newton lijkt te passen. Onze vereniging is immers groots en wordt alleen maar groter. Wat wil je ook wanneer men naar wereldoverheersing streeft. Wanneer commissie- of bestuursleden iets bouwen, wordt er gestreefd het zo groot en lomp mogelijk te maken. Na deze nanoseconde kom ik tot inkeer. Om als een studiegenootschap piekfijn te kunnen functioneren, moet alles tot in detail goed kloppen, dus ook op nanoschaal. Uit het feit dat Newton zo goed functioneert, kan men opmaken dat de vereniging op deze schaal de zaakjes ook op orde heeft. In de praktijk komt dit terug. Newtonianen nemen immers steeds vaker functies in bij bedrijven die zich bezighouden met nanotechnologie. Tegenwoordig lassen, frezen, draaien en boren Newtonianen niet alleen op de gebruikelijke schaal, maar ook op nanoschaal. Dus nano past ook in dit opzicht prima bij Newton.

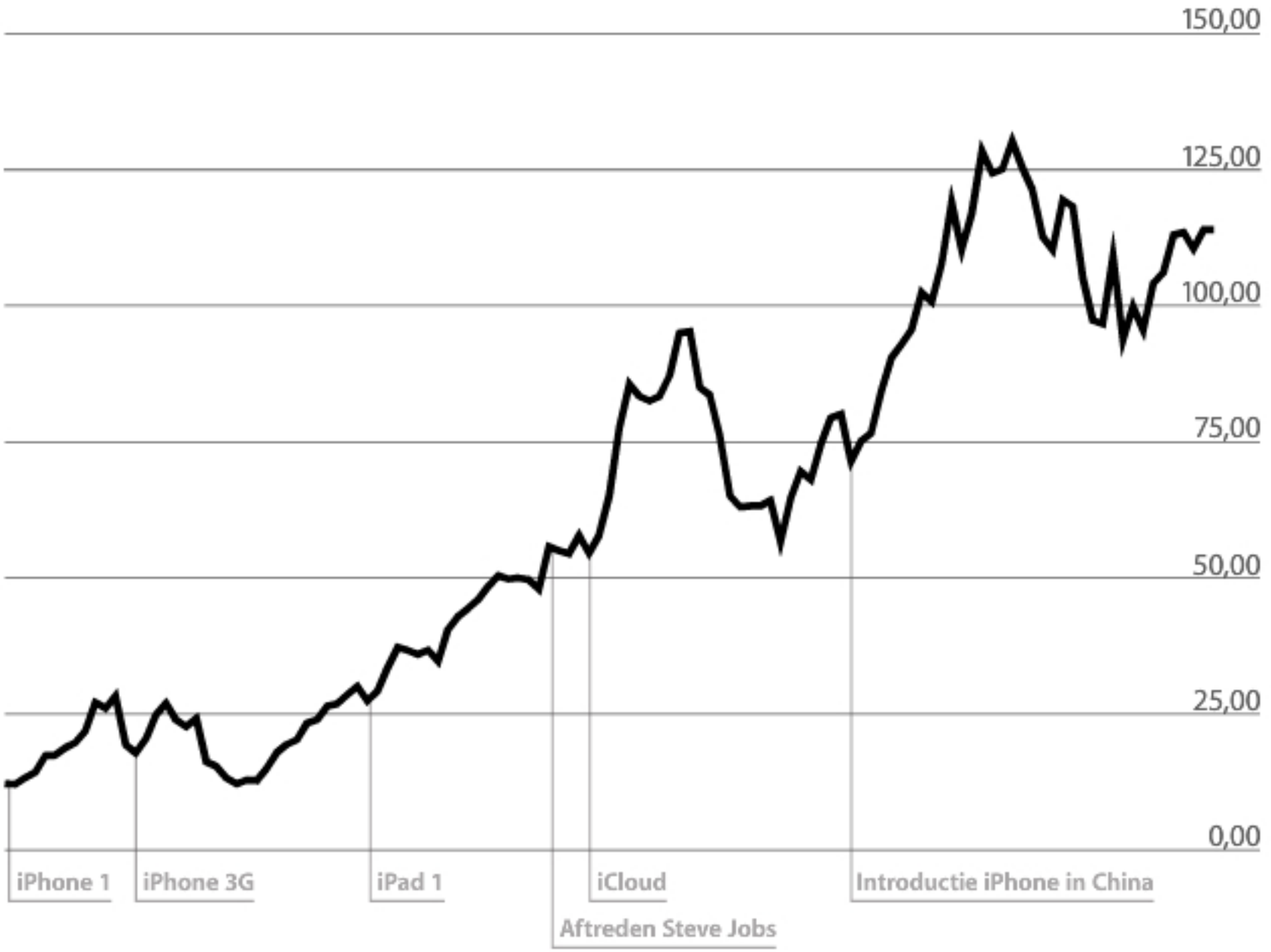
Als Newton zelf nog had geleefd, had het hem vast deugd gedaan, dat zijn wetten nog steeds worden toegepast en dat er nog steeds meer toepassingen bedacht worden die wortelen in zijn gedachtegoed.

Dan rest mij niets meer behalve iedereen veel plezier te wensen met het lezen van deze Appel (voor hopelijk langer dan een nanoseconde).

Thijs Masmeijer

Voorzitter der W.S.G. Isaac Newton

Discendo Floremus



vinden de compatibiliteit tussen de verschillende Apple producten en bijbehorende ervaring fantastisch, haters walgen van de incompatibiliteit met overige apparaten en de twijfelaars twijfelen of ze moeten toegeven aan zo'n rigoreuze overstap. De keuze heeft namelijk grote gevolgen voor de portemonnee.

MONOPOLIE-GELD

Er is natuurlijk een grote keerzijde aan al die mooi ontworpen, soepel geïntegreerde producten: geld. Op financieel gebied is de mening van de meeste consumenten eensgezind. Ze vinden de producten van Apple duur en laten we eerlijk zijn: dat zijn ze ook. De iPhone 7 heb je voor €770, een iPad Air kost je zo'n €440 en een MacBook Pro maakt je ruim €2000 lichter. Kortom, een rib uit je lijf. Als je het Apple virus echt te pakken hebt en je wilt dus al deze producten hebben dan stapelen de bedragen zich op. Voor een 'complete package' ben je duizenden euro's verder. Waarom zijn Apple producten dan zo duur? Je zou toch zeggen dat hoge prijzen zorgen voor een afschrikwekkend effect. Deze vraag is dikwijls gesteld aan Jobs en zijn opvolger, Tim Cook. Het antwoord is altijd hetzelfde: bij Apple staan goede producten centraal. Ze ontwikkelen consumentenelektronica van hoge kwaliteit en willen geen concessies doen om de prijs laag te houden. Echter, een paar jaar geleden heeft Cook daar in een interview aan toegevoegd dat Apple wel degelijk bezig is met prijs. Bij de ontwikkeling van de MacBook is wel geprobeerd om de prijs laag te houden, maar dit ging ten koste van de kwaliteit. Dus in plaats daarvan presenteerde Apple de iPad, een goedkoper alternatief die een "ongelofelijke ervaring" biedt. Voor de consument is deze opmerking te vertalen naar: Apple wil geen goedkope laptop aanbieden dus geeft het je een dure tablet. Toch ligt de hoge prijs niet alleen aan de ontwikkelingskosten. De hoge winstmarges die worden gerekend dragen voor een groot deel bij aan de prijs die jij en ik in de winkel betalen. Apple heeft alle reden om dit te doen want het bedrijf heeft door de jaren heen haar eigen monopolie gecreëerd. Met name OS X, het besturingssysteem op de Mac, zorgt ervoor dat je als consument min of meer gedwongen wordt om steeds weer een Mac te kiezen aangezien het alleen op Apple computers werkt. Kortom, als er geen competitie is kun je ervoor vragen wat je wilt. Maar ook de compatibiliteit met de andere producten en de integratie via iCloud zorgen ervoor dat je eigenlijk niet meer terug kunt als je eenmaal aan Apple begonnen bent. Dus, betalen pannenkoek!

Hoge prijzen zorgen echter wel voor een immateriële toegevoegde waarde. Wie een MacBook Pro, een iPhone 7 én een iPad Pro bezit, heeft blijkbaar het geld om die te kunnen betalen. Aangezien wij mensen vrij hebberig en materialistisch zijn aangelegd is het niet gek dat we aan iedereen willen laten zien dat we de duurste en nieuwste hebbedingetjes in ons bezit hebben. De producten van Apple lenen zich hier perfect voor. De simplistische look, het witte design, het appeltje; met Apple kan je gezien worden en uitstralen dat je het financieel op de rit hebt. Loop eens binnen in een willekeurige hippe koffietent en je weet wat ik bedoel: MacBooks en iPhone's



zijn daar meer regel dan uitzondering en met je HP laptop en je B-merk smartphone durf je je daar eigenlijk niet te vertonen.

OP DE JUISTE KOERS?

Maar goed, al die speculaties over het succes van Apple en de redenen waarom wij hun producten willen kopen zegt natuurlijk niks over het daadwerkelijke succes van Apple. Echte beta's leven volgens het motto "meten is weten" dus wordt het tijd om eens naar de cijfers te kijken. De aandelenkoers van de afgelopen tien jaar laat zien dat Apple sinds het introduceren van de eerste iPhone in 2007 een explosieve groei heeft doorgemaakt. Veel sprongen in de koers zijn te herleiden naar de introducties van nieuwe modellen. Helaas bestaat er in de aandelenwereld niet zoiets als oneindige groei. Na de recordhoogte in de zomer van 2015 is het aandeel in waarde gedaald en onderhevig aan fluctuaties. Nieuwe productreleases lijken niet meer het gewenste resultaat te bereiken op Wall Street. Wellicht heeft dit iets te maken met de producten zelf. Het revolutionaire aan de nieuwe producten -denk aan de iPhone 3G of iCloud- lijkt wat te zijn verdwenen. De iPhone en de iPad boorden een compleet nieuwe bron van inkomsten aan voor Apple. Nu moeten wij als consumenten het vooral doen met nieuwe updates en snufjes. Het meest opvallende aan de iPhone 7 is dat het apparaatje geen jack-aansluiting meer heeft voor je hoofdtelefoon. Vergeleken met de aankondiging van een heel nieuwe product als de iPad is dit slechts een schamel detail voor een telefoon van zo'n €800. Wil Apple de groei opnieuw doorzetten, dan zal het op zoek moeten naar de zogenaamde 'next big thing', een echt nieuwe innovatie die ons allemaal weer naar de Apple store doet rennen. De laatste kwartaalcijfers liegen er ook niet om. In het derde kwartaal van 2016 zag Apple de omzet dalen met 9 procent en voor het derde kwartaal op rij zijn er minder iPhones verkocht dan het jaar ervoor. Apple lijkt steeds meer moeite te hebben met het opwekken van ons verlangen naar haar fysieke producten. De toekomst is natuurlijk lastig te voorspellen, maar de cijfers liegen niet. Daarentegen groeit de dienstverlening wel gestaag in de vorm van de App Store en Apple Music. Tijdens de presentatie van de kwartaalcijfers bracht CEO Tim Cook zelfs de mogelijke betrokkenheid van Apple in de autoindustrie ter sprake dus wie weet rijden we over een paar jaar wel rond in een iCar.

Wat Apple ook doet, of het nou vasthoudt aan haar exclusieve karakter of haar markt gaat verbreden met een ander aanbod, het bedrijf zal ons ongetwijfeld weer op de een of andere manier in haar ban houden. Voor veel mensen zal het niet uitmaken: de haters blijven haten en de fans blijven kopen. De vraag is alleen wat de groep twijfelaars doet. Blijft Apple dat exclusieve merk dat de meeste van ons stiekem wel willen hebben? Wordt het de standaard op het gebied van consumentenelektronica? Verdwijnt dat zwarte appeltje volledig van onze markt? In dat laatste geval kan ik toch één troost bieden: gelukkig kun jij je altijd nog vermaken met de Appel.

HET LIDWOORD



DOOR HUGO WESSELINK

Onze vereniging telt zo'n achthonderdvijftig leden. Velen hiervan zal je niet of maar heel vaag kennen. Dit is begrijpelijk, want twee weken lang kennismakingsgesprekken houden, is voor weinig mensen een pretje. Om toch meer te leren over je medewerktuigbouwers is hier het lidwoord. De rubriek waar per Appel een lid in de schijnwerpers komt te staan om over zijn passie of hobby te vertellen. In deze editie is Kjell van den Boogert aan het woord. Kjell is derdejaars bachelor student met een passie die niet vaak voorkomt. Hij beoefent een sport waar menig mens het zweet van op het voorhoofd komt te staan. Dit doet hij dan ook nog eens op zo'n hoog niveau dat de universiteit hem een topsportersstatus heeft gegeven zodat hij naast zijn studie alle focus op zijn sport kan leggen.

Maar wat doet Kjell dan precies? Eerlijk gezegd is het mountainbiken over een parcours waarvan je denkt dat dit niet mogelijk is. Zelf vertelt hij dat je het in twee disciplines kan opsplitsen: XCO wat staat voor "cross country olympic" en enduro. Deze twee disciplines zijn echter wel compleet verschillend. Zo startten alle deelnemers tegelijk bij XCO en leggen ze een parcours van vijf kilometer meerdere malen af zodat je ongeveer negentig minuten bezig bent. Bij enduro kun je wel zo'n zes a zeven uur op een dag onderweg zijn vertelt Kjell. Hier zitten dan een aantal stukken in waarvan de tijd wordt gemeten. Op al deze stukken rijdt je alleen en aan het eind van de dag hoor je pas wie in totaal het snelste was. Bij XCO mag je het parcours verkennen van tevoren en is er tijdens de race veel meer chaos bij renners onderling. Bij enduro echter mag je het terrein niet verkennen en rijdt je blind. Afdalingen zijn hier in het algemeen ook nog eens steiler dus je draagt meer bescherming vertelt Kjell. Ten slotte meldt hij dat XCO meer op fysieke kracht gaat, terwijl het bij enduro juist om techniek draait.

Wat ik mij afvroeg was waarom Kjell beide takken van sport beoefent, terwijl deze totaal verschillend zijn. Kjell vertelt dat hij altijd alleen XCO deed, echter toen hij kwam studeren in Enschede had hij minder tijd voor trainen. Terwijl hij in zes VWO nog zestien à achttien uur per week trainde is dit tegenwoordig nog maar twaalf uur. Door nu ook aan enduro te doen kan hij meer op zijn uithoudingsvermogen focussen wat hij dan weer kan gebruiken bij XCO. Tegenwoordig heeft Kjell de stempel topsporter van de universiteit gekregen. Hierdoor kan hij makkelijker dingen verplaatsen en vakken laten staan buiten het TOM model om.

Sinds hij deze stempel heeft gekregen heeft hij weer meer tijd om echt als topsporter door het leven te gaan. Echter heeft Kjell zijn hele leven deze status al gehad. Toen hij nog mee deed



bij de junioren (zeventien en achttien jarigen) deed hij dit al op hoog niveau. Hij ging toen de hele wereld over voor de meest belangrijke wedstrijden in deze tak van sport, tot aan het wereldkampioenschap toe. Gewonnen heeft hij zo'n wedstrijd tot nu toe nog nooit. Wel werd hij ooit vierde op een Nederlands kampioenschap, omdat een oneerlijk einde van de race hem de titel kostte. Hij heeft zich toen gefocust op het EK en het WK en werd hier met de Nederlandse selectie twintigste en dertiende. Tegenwoordig valt hij onder de beloften, dit is de klasse van onder 23 jaar en boven de junioren. Ook hier zit de vaart er nog steeds in, zo vertelt Kjell mij dat hij nu al 23e van de negentig is geworden bij de wereldbeker in Canada en zilver heeft gepakt op het NK. Toen ik hem vroeg of hij het studentenleven niet miste was er een twijfelachtig antwoord. Deels is het jammer dat hij niet in een studentenhuis kan wonen, omdat dit niet erg handig is. Maar alles wat hij door zijn sport van de wereld heeft gezien is het zeker waard.

Voor veel sporters op hoog niveau blijft er een lastige keuze na de middelbare school: studeren of volop focussen op de sport. Kjell heeft er voor gekozen om wel te gaan studeren. Zijn moeder had hier ook een belangrijke rol in. Zij was namelijk schaatsster op hoog niveau en heeft niet gestudeerd. Een andere belangrijke rol voor zijn keuze is zijn tweede passie. Het creëren van de perfecte demper van mountainbikes. Als mountainbiker ben je al bezig met afstellen van je fiets totdat het voor jou optimaal is vertelt Kjell. "Verder ben ik met mijn vakantiewerk ook al bezig met het onderhoud en het tunen van dempers. Dit is het stukje praktijk wat ik mis bij mij studie en zodoende toch kan vullen." Verder vertelt hij mij dat je tot je 35e wel mee kan bij XCO. Kjell kan dus nog even mee om de absolute top te bereiken. Mocht dit niet lukken dan is er in ieder geval al een goed alternatief, wat mooi aansluit op zijn studie.

"Het mooie aan mountainbiken is dat mensen er het verkeerde beeld bij hebben", vertelt Kjell. Velen denken aan net iets te zware mannen die even een uurtje op zondag gaan fietsen. "Als ik dan vertel of laat zien wat ik doe dan zijn mensen wel verbaasd." XCO geeft je alle adrenaline die je nodig hebt, vooral voor adrenaline junkies zoals ik, lacht Kjell. Op dit moment lijkt het vreemd om enduro en studie te combineren. Vooral als je nagaat dat zijn focus nog steeds op de XCO wedstrijden ligt. Toch denk ik te kunnen zeggen dat Kjell hier een hele mooie tussenweg in heeft gevonden.

IKKE IKKE IKKE EN DE REST KAN STIKKEN

Ikke, ikke, ikke, en de rest kan stikken!

"Ik ga dit jaar gezonder eten, meer sporten, minder drinken, stoppen met roken en meer tijd met mijn gezin doorbrengen"; 'Goede' voornemens die iedereen ondertussen wel kent. Ik heb zelf ieder jaar maar één goed voornemen: dat ik volgend jaar weer geen goede voornemens bedenk. Iets wat dus inherent een jaarlijkse mislukking is. Maar waarom hebben we eigenlijk goede voornemens? Psychologen zeggen dat het een goede ontwikkeling is, omdat het voor sommige mensen net dat duwtje in de goede richting is wat ze nodig hebben, ook al mislukken de meeste doelen. Het is eigenlijk wel een grappige manier om jezelf te motiveren om je leven te beteren en dan doen we het ook nog allemaal tegelijk. Alleen één ding valt mij op: bijna alle voornemens gaan over zelfverrijking. We doen het eigenlijk altijd om onszelf beter te maken. Daarbij zijn de voornemens die niet over ik, mijzelf of mij gaan, vaak een omweg om jezelf een beter gevoel te geven. Nu is dat natuurlijk het hele idee van een goede daad. Vrijwilligerswerk in Afrika of een oud dametje helpen met de boodschappen; bij veel mensen heeft dit als doel om zichzelf beter te laten voelen of een 'experience' op te doen, uitzonderingen daar gelaten.



Nu is het zo dat egoïsme in ons brein geprogrammeerd zit en zou niemand iets doen zonder motivatie. Dus als mensen goede daden doen met als reden zichzelf beter te laten voelen, prima. Op die manier gebeurtd er in ieder geval weer wat goeds in de wereld. Het beloningssysteem voor goed gedrag is al eeuwen oud, alleen noemde men dat vroeger karma. Niet de variant die we nu gebruiken, waarin iedere reaguurder 'KARMA' schreeuwt' als een pestkop een nerd zit te treiteren en vervolgens in elkaar getimmerd wordt. Nee, de variant waarin goede daden op de lange termijn beloont worden met voorspoed en slecht gedrag altijd gevolgd wordt door onheil. Echter heb ik het idee dat mensen dat laatste tegenwoordig wel eens vergeten. We zijn altijd bezig met onszelf en onze naaste omgeving naar een hoger niveau te tillen en vergeten daarbij de mensen die wat verder weg staan. Ik werd zelf laatst nog gevraagd om een soort pindakaas te kopen voor kinderen in Afrika en het enige waar ik aan kon denken was dat ik zelf ook nou niet heel ruim in de centen zit. Even vergeten dat ik afgelopen jaar nogal veel tripjes naar het buitenland heb mogen maken, mijn onderwijs geramd zit en ik nooit honger hoef te hebben. Nu werd mij om een bijdrage gevraagd van zes euro per maand en stond het super egoïstische promomeisje meer haar commissie van 35 euro te verkopen dan het goede doel, maar dat even terzijde.

Ik denk dat we in Nederland in een neerwaartse spiraal terecht zijn gekomen. Door polarisering beginnen we dicht te slibben en uit paniek klampen we vast aan alles wat binnen armslengte afstand van ons komt. Hierbij vergeten we soms dat er toch echt wel mensen zijn die ook wel graag alles zouden aangrijpen, maar te ver van alles afgehouden worden om überhaupt te kunnen graaien. Dus als jullie allemaal eens nadenken of je geen voornemens kan bedenken waar je zelf echt niet beter van wordt maar de rest van de mensheid wel, dan ga ik weer even een oud vrouwtje helpen oversteken. Kan ik de rest van het jaar weer gemene opmerkingen maken. Fijn 2017 iedereen! JH

JOIN THE CLUB

De leden van de Ingenieursclub hebben een passie voor techniek. We delen kennis, werken aan vernieuwende oplossingen voor technische uitdagen en gaan regelmatig op bedrijfsbezoek. Zo bouwen we samen aan onze persoonlijke ontwikkeling en loopbaan. Natuurlijk is het ook gewoon gezellig. Het is een informeel netwerk van studenten, juniors en seniors. Heb jij interesse in techniek? Ben je bijna afgestudeerd? Doe mee!

KENNISMAKEN MET DE ARBEIDSMARKT

Aan het woord is Jon Lieben, hij volgt de master Mechanical Engineering aan de UT: "Als laatstejaars student wil ik graag kennis maken met het bedrijfsleven. Bij wat voor soort bedrijf wil ik straks werken? Wat houden bepaalde functies in? Hoe pakken senior engineers werkzaamheden aan? Via de Ingenieursclub maak ik kennis met het "echte" werk, met ervaren engineers. Daarnaast hoop ik straks via de Ingenieursclub een leuk netwerk op te bouwen waarmee ik mijn ervaringen kan delen als ik aan het werk ben. Mijn sociale leven, sowieso mijn dagindeling, zal dan heel anders zijn. Hoe gaan andere starters met bepaalde situaties om? Via het netwerk van de Ingenieursclub hoop ik daarachter te komen."

LIEVER KLEIN EN GOED

"Het leuke van de Ingenieursclub is dat we als leden erg veel vrijheid hebben. Wij bepalen het soort activiteiten en kunnen zelf allerlei activiteiten initiëren. Bijvoorbeeld een bedrijfsbezoek of meelopen met senior engineers. De club is dit jaar opgericht en we willen het een hechte club laten worden. We willen gewoon een leuke, nuttige club zijn. Daarbij geldt: liever klein en goed, dan groots en log. Denk je dat de Ingenieursclub wat voor jou is? Spreek me dan eens aan of mail me: jonlieben1992@gmail.com," aldus Jon.

JOIN THE CLUB

Lid worden is vrij eenvoudig en kan via www.ingenieursclub.nl. Daar zijn geen kosten of allerlei ingewikkelde voorwaarden aan verbonden. Wat dat betreft zijn we een simpele, laagdrempelige club. Het enige wat we vragen is dat je betrokken bent. En dat mag je op je eigen manier invullen. De één nodigt Ingenieursclubleden uit bij zijn/haar stagebedrijf, de ander bezoekt onze activiteiten en weer een ander deelt zijn/haar kennis over een technisch onderwerp. Het maakt allemaal niet uit, zolang we maar van elkaar leren, het gezellig hebben en zo bouwen aan onze ontwikkeling. Wat doe jij?



de INGENIEURS CLUB

WWW.INGENIEURSCLUB.NL

HISTORISCH PERSOON

ANTONI VAN LEEUWENHOEK



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.

DOOR **MAX VAN DE WOUW**

Zo'n 400 jaar geleden was de Republiek der Nederlanden niet veel meer dan een moerassig, nat en overbevolkt landje. Het beschikte niet over natuurlijke grondstoffen en mineralen, en vruchtbare grond voor boerderijen was schaars. Hoewel dit wellicht niet erg aantrekkelijk klinkt, staat deze periode beter bekend als de Gouden Eeuw. Nederland ontwikkelde zichzelf in een kleine honderd jaar tot een welvarend en tolerant land. Handel, kunst en wetenschap bloeiden op. Tientallen autodidacten hebben toen de basis gelegd voor de hedendaagse, moderne wetenschap. Onder wie ook Antoni van Leeuwenhoek, de man die dingen zag die nog niemand had gezien.

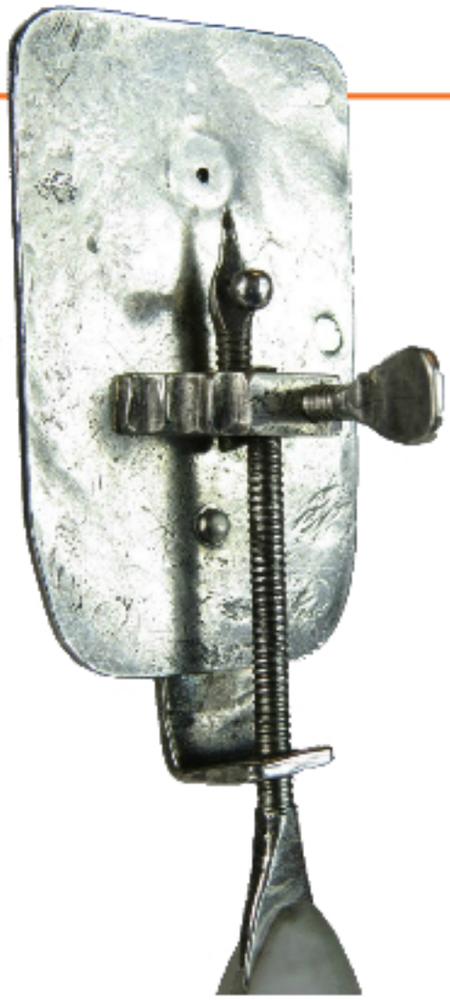
Van Leeuwenhoek is geboren op 24 Oktober 1632 te Delft, als de zoon van Philips Antonyszoon en Margaretha Bel van den Berch. Enkele dagen later werd hij gedoopt als 'Thonis Philipszoon'. Later veranderde hij zijn naam naar Van Leeuwenhoek, naar zijn ouderlijk huis dat zich bevond nabij de Leeuwenpoort. Zijn vader was mandenmaker en zijn moeder kwam uit een familie van bierbrouwers. Op vijfjarige leeftijd overleed zijn vader, waarna zijn moeder al snel hertrouwde. Rond zijn tiende levensjaar overleed ook zijn stiefvader. Antoni ging een korte tijd naar school in Warmond, een dorpje ten noorden van Leiden, en werd in deze periode ondergebracht bij zijn oom in Benthuizen.

Op 16-jarige leeftijd genoot Van Leeuwenhoek een opleiding in boekhouding en kassier bij de Schotse textielhandelaar William Davidson. Gedurende deze periode kwam Van Leeuwenhoek in aanraking met vergrootglazen. Deze werden gebruikt om de kwaliteit van het linnen en textiel te inspecteren. Men gelooft sterk dat zijn fascinatie voor lenzen en glaswerk hier zijn oorsprong heeft, naast zijn belangstelling voor sterrenkunde, wiskunde, natuurkunde en scheikunde.

Na enkele jaren nam hij ontslag bij de textielhandelaar om te trouwen met Barbara de Mey en een eigen winkel te beginnen in linnen, garen en band. Van Leeuwenhoek werd al snel een bekend persoon binnen Delft en omstreken door zijn succes als handelaar. Rond 1660 kreeg hij de titel 'Kamerbewaarder van Heeren Schepenen', een betaald ambt met bepaalde privileges waar geen verdere verplichtingen aan verbonden waren. Barbara zou zes jaar later te komen overlijden, als weduwnaar gaat hij dan kort op reis naar Londen.

Robert Hooke publiceerde gedurende deze periode zijn natuurwetenschappelijk onderzoek Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Miniature Bodies Made by Magnifying Glasses (1664). Een boekwerk waarin Hooke onder andere een plantencel, vliegenoog en een vlo beschrijft. Men gelooft dat Van Leeuwenhoek in Londen zijn hand wist te leggen op een kopie van deze publicatie en geïnspireerd raakte om zijn vergrootglazen eens voor wat anders te gebruiken dan textiel. Zonder enige kennis van de natuurwetenschap, vreemde talen of het schrijven van een wetenschappelijk verslag leert Van Leeuwenhoek zichzelf de kunst van het observeren en beschrijven. Hier blijkt ook wat voor bekwaam vakman hij is wanneer hij zichzelf de ambacht van glasblazen, slijpen en polijsten leert. Hij ontwikkelde een microscoop met een klein glazen bolletje tussen twee metalen plaatjes, waarbij het preparaat geklemd kan worden tussen twee schroeven zodat het beeld scherpgesteld kan worden. De microscoop dient dicht tegen het oog gehouden te worden waarbij men door de microscoop tegen een lichtbron in kijkt. De beste microscoop die Van Leeuwenhoek uiteindelijk weet te maken heeft een vergroting van 480x, vele malen sterker dan de microscoop van Hooke, welke respectievelijk een vergroting had van 30x.

Van Leeuwenhoek legde de waarnemingen die hij deed met zijn microscoop vast in brieven en stuurde deze naar bekenden, onder wie anatoom Reinier de Graaf. Van Leeuwenhoek ziet echter niet in wat voor belang men heeft bij zijn waarnemingen, De Graaf weet hem uiteindelijk te overtuigen dat zijn bevindingen revolutionair



"Wanneer ik iets bijzonders vond, heb ik het altijd gezien als mijn plicht dit op papier te noteren, zodat zij die vernuftig zijn daarvan kennis kregen."

Antoni van Leewenhoek wist met zijn microscoop enkele belangrijke problemen op te lossen waar anderen nog tegen aan liepen. Zijn microscoop bestond uit een enkele lens, gevormd van een klein klazen balletje wat overblijft bij het glasblazen. Het glazen balletje werd tussen metalen plaatjes geklemd. Het preparaat bevind zich op een naaldje welke doormiddel van een set schroeven in focus was te brengen. Zijn gehele microscoop paste in de palm van de hand waarbij de andere hand vrij was om de bevinden op te schrijven. De afgebeelde microscoop heeft een vergroting van 248x.

zijn. De Graaf besluit hierop in 1673 de ontdekkingen van Van Leeuwenhoek te introduceren aan de Royal Society in Londen. Zijn brieven worden uiteindelijk gepubliceerd in de Philosophical Transactions. De manier van werken van Van Leeuwenhoek en zijn angstvallige manier van geheimhouding over de manier van het vervaardigen van zijn lenzen wekt echter argwaan op, en de Royal Society besluit om een delegatie zijn kant op te sturen om zijn wonderlijke waarnemingen zelf te aanschouwen. In 1680 wordt Van Leeuwenhoek benoemd als lid van de Royal Society en gaf men hem een erkenning voor zijn wetenschappelijke werken. Van Leeuwenhoek, zonder enige kennis van vreemde talen, blijft zijn brieven in het Nederlands schrijven. De brieven worden vertaald naar het Engels of Latijn door ene Henry Oldenburg, welke speciaal voor de brieven van Van Leeuwenhoek Nederlands leert.

Enkele ontdekkingen die Van Leeuwenhoek deed zijn rode bloedcellen, bacteriën en spermatozoa. Bij de laatste aanschouwde hij een overweldigende menigte diertjes met staarten, waaruit hij concludeerde dat dit levensdragers waren en dat de vrouwelijke voortplantingsorganen slechts dienen als een voedselvoorziening voor deze diertjes. Uiteindelijke komt men tot de conclusie dat bevruchting plaatsvindt wanneer een spermacel een ei penetreert. Van Leeuwenhoek wordt hierdoor ook wel gezien als de 'De Vader van de Microbiologie'. Van Leeuwenhoek onderzoekt verder nog diverse organismen, plantencellen, dierlijke weefsels en de bloedsomloop.

Van Leeuwenhoek is uiteindelijk in 1671 hertrouwd met Cornelia Swalmius, welke komt te overlijden in 1694. Vanaf dan blijft hij alleen achter met zijn dochter Maria, zijn andere kinderen zijn veelal op jonge leeftijd gestorven. Tot op zijn sterfbed blijft hij brieven dicteren aan de Royal Society. Zijn laatste observatie beschrijft het rimpelen en samentrekken van de spieren in zijn middenrif, een aandoening die uiteindelijk 'de ziekte van Van Leeuwenhoek' wordt genoemd. Antoni van Leeuwenhoek komt op 26 augustus 1723 te overlijden, op 91 jarige leeftijd. Op 31 augustus 1723 wordt hij begraven in de Oude Kerk te Delft. Antoni was een rijk man, wat blijkt uit de erfenis die hij zijn dochter nalaat: ruim 90.000 gulden. In totaal schrijft hij 285 brieven met wetenschappelijke observaties.

De bevindingen van Antoni van Leeuwenhoek hebben een grote bijdrage gehad in onderzoek naar microscopische wezens, bacteriën en cellen. Wonderbaarlijk genoeg ontdekt een Britse microscopist in 1981 dat de de preparaten welke Van Leeuwenhoek naar London shad gestuurd nog altijd in uitmuntende staat verkeerden.

Sinds 1979 organiseert de Royal Society of London een jaarlijkse lezing over microbiologie, "The Leewenhoek Lecture." In 1877 stelde de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) de Leeuwenhoekmedaille in; een prijs welke eens per 10 jaar wordt uitgereikt aan een geleerde, welke zich in deze 10-jarige periode het meest verdienstelijk gemaakt heeft op het gebied van microbiologie. Vanaf 2015 wordt de prijs uitgereikt door de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Microbiologie (KNVMI. Het internationale "Antonie van leeuwenhoek" tijdschrift bestaat sinds 1934 en richt zich op de algemene microbiologie.

In Amsterdam bevindt zich het Antoni van Leeuwenhoekziekenhuis, welke gespecialiseerd is in oncologie: de diagnose en behandeling van kanker. Het initiatief hiervoor ontstond in 1913, waar na een inzamelingsactie van geld in 1914 een kliniek werd begonnen. Gedurende de 20e eeuw is de kliniek enkele malen verhuisd. Het Nederlandse Kanker Instituut vormt samen met het ziekenhuis een organisatie, het NKI-AVL.

EUROREIS MOVING FORWARD

DOOR **RUBEN KLOMP**
FOTO'S **RIANNE SWIERSEMA**

Iedere twee jaar organiseert een aantal enthousiaste Newtonianen een reis door Europa, de Euroreis. Afgelopen november was het weer zo ver en dit keer met het thema "Moving Forward". We zijn elf dagen op reis geweest om bedrijven te bezoeken die iets met dit thema te maken hebben. Onze reis voerde ons via Frankrijk door het Verenigd Koninkrijk.







DAG 1

Op een mooie woensdagochtend verzamelen achttien Newtonianen (waaronder Theo Punt van de werkplaats) op de parkeerplaats voor de Spiegel. Niet veel later liggen alle spullen in de busjes en is iedereen klaar voor vertrek. Op naar direct het eerste bezoek van de reis: het MARIN (Maritime Research Institute Netherlands) in Wageningen. Ons bezoek bij het MARIN is opgedeeld in verschillende delen. We beginnen met twee presentaties waarbij ons verteld wordt wat het MARIN nou eigenlijk doet. Het MARIN heeft als doel om schepen groener, veiliger en slimmer te maken. Ze proberen dit te bereiken door fundamentele problemen op te lossen. Hierbij moeten we denken aan golfgedrag en de interactie tussen vloeistof en constructie. Deze fundamentele kennis wordt daarna rechtstreeks toegepast voor het optimaliseren van bijvoorbeeld de vorm van de romp en het aandrijfsysteem om schepen efficiënter te maken.

Het tweede deel van de dag bestaat uit een bezoek aan 'het CERN' van het MARIN: een diepwater basin in een enorme drukcabine waar het mogelijk is om de druk te verlagen tot 0,1 atmosfeer. De reden voor testen onder zulke lage druk ligt bij het schalen van de modellen. De luchtdruk is een van de parameters die voor een juiste test mee geschaald moet worden met het model. Aan het einde van de dag is er speciaal voor ons een borrel georganiseerd. Na hier gezellig na te kunnen praten over een interessante eerste dag van de reis, vervolgt de tocht zich verder naar onze eerste slaapplek in Calais.

DAG 2

De tweede dag brengt ons een bezoek aan de scheepswerf van Damen in Duinkerken. Na een korte introductie (met uiteraard een kanttekening over de veiligheid op een werf), krijgen we een presentatie over de geschiedenis van Damen, de sterke punten van de aanpak van Damen en de daarbij behorende visie. De verkoop en productie van het bedrijf zijn gericht op vaartuigen met veel normalisatie. Hierdoor zijn ze in staat om (delen van) vaartuigen op voorraad te hebben en productie te begin voordat er een bestelling is geplaatst. Dit alles zorgt voor een korte levertijd, meer efficiëntie in de productie en een betere en constantere kwaliteit van producten. De werf in Duinkerken is bedoeld voor onderhoud, reparaties en het aanpassen van schepen. Op deze locatie zijn drie dokken. Een daarvan is een zogenaamd "floating dock". Dit wordt gevuld met water waardoor het dok zinkt en een schip erin kan varen. Daarna wordt het water er weer uit gepompt en komt het dok met schip en al weer uit het water. In een van de normale, 'droge dokken' ligt een containerschip. Deze

INHOUD

20
Horloges. Precisiemechanica onder de loep

26
De iObsessie. Waarom willen wij Apple?

32
Lidwoord. Kjell van den Boogert

38
Reisverslag Euroreis. Moving Forward



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

Uitgave
Jaargang 39, nummer 2, januari 2017

Oplage
950 exemplaren

Abonnementen
Abonnementen op de Appel zijn te verkrijgen bij het bestuur van W.S.G. Isaac Newton. Abonnementsprijs 25 euro per jaar

© 2016 de Appel
De redactie is op geen enkele wijze verantwoordelijk voor de inhoud van de aangeleverde kopij en houdt zich het recht kopij in te korten en te wijzigen.

Hoofdredacteur
Tom Stroet

Eindredacteurs
Ruben de Jong
Jens Harmsen

Grafische vormgeving
Jeroen van den Hoogen
Joachim van de Weg
Michiel Louwé
Rachel Mollink

Redactie
Theodoor Stoverinck
Ruben Klomp
Joachim Koot
Robin Visscher
Hugo Wesselink
Max van de Wouw
Ingmar Krabben
Roland Gulijs
Ernst Meijer

Drukker
Gildeprint Drukkerijen
Javastraat 123
7512 ZE Enschede

Advertenties & Advertorials

p. 2	ASML
p. 13	Peutz
p. 23	ExxonMobil
p. 35	TT-Engineering
p. 46	Thales
p. 52	AME

wordt opnieuw geverfd en er vinden wat kleine reparatiewerkzaamheden aan plaats.

Na het bezoek aan Damen rijden wij richting de trein bij Calais onder het kanaal door. Na een korte treinrit rijden we het land van mijlen en van links rijden binnen. Op naar ons hostel in Londen!

DAG 3

De volgende ochtend nemen we het openbaar vervoer naar het centrum van Londen. Onze inmiddels zeer geliefde busjes krijgen hier een paar dagen rust. Na een korte wandeling met uitzichten op bezienswaardigheden als de Big Ben en de London Eye komen we bij het gebouw waar het Shell International Trading and Shipping Company gevestigd is. Na een korte introductie staan hier vijf presentaties voor ons op het programma. De belangrijkste werkzaamheden van Shell focussen zich op het transporteren van energie, het ontdekken van nieuwe brandstofbronnen, ontwikkeling van gereedschappen voor brandstofproductie en het verplaatsen en verhandelen ervan. Liquid Natural Gas (LNG) is een vorm van brandstof waar veel aandacht aan besteed is tijdens de presentaties. Bij Shell wordt er gedacht dat dit de brandstof van de (nabije) toekomst zal zijn, omdat het een veel schonere verbranding heeft dan brandstoffen op basis van olie. Een van de onderwerpen tijdens de presentaties was de Prelude, een immense drijvende productiefaciliteit voor LNG. Dit schip is namelijk 488 m lang en 20 m onder het waterniveau. Boven op het dek is een faciliteit geplaatst van 14 verdiepingen hoog en het gehele gevaarte heeft een opslagcapaciteit van 200 000 m3. Na de lunch wordt een LNG-bunkerschip besproken. Dit type schip is bedoeld om andere schepen van LNG te voorzien, zonder dat deze schepen de haven in hoeven.

Na het bezoek aan Shell maken we een mooie sightseeing wandeltour. Hierbij lopen we onder andere langs het parlementsgebouw, Buckingham Palace en langs No. 10 Downing Street. De tour eindigt bij het Imperial College waar we een afspraak hebben met Marc Masen, oud UT-docent. Aldaar hebben wij van Marc en een van zijn Britse collega's een tour







avond hebben in voorbereiding op de nog komende week.

DAG 6

Maandag was Akzonobel Limited aan de beurt. Als onderdeel van de 'performance coatings' afdeling specialiseren ze zich op de locatie in het overspuiten van auto's. Dit gebeurt voornamelijk met verongelukte auto's. Bij productie worden onderdelen van een auto die geverfd zijn verhit tot zeer hoge temperaturen. Bij reparatie is dat niet mogelijk omdat de gehele auto al in elkaar zit en niet alle onderdelen hier bestand tegen zijn. Dit geeft een extra uitdaging bij het overspuiten. Een nieuwe technologie die AkzoNobel heeft ontwikkeld werkt door middel van een UV-bestraling.

Na de lunch heeft AkzoNobel een verrassing voor ons: ze hebben voor de middag een bezoek geregeld bij het Thatcham Research Centre. Daar kijken ze naar reparatie van voertuigen na ongelukken en zij worden gesponsord door verzekeringsmaatschappijen. Dit gebeurt met het doel de kosten van reparaties te verlagen. Daarnaast zijn zij sterk betrokken bij het verbeteren van de ontwerpen van auto's en alle innovaties binnen de automobielindustrie. Na een presentatie over hoe zij te werk gaan en wat hun visie is op de duizingwekkende vooruitgang op het vlak van zelfrijdende auto's, is het tijd voor een rondleiding om dit alles in praktijk te zien. Aan het einde van de rondleiding is er nog gelegenheid voor een demonstratie van een automatisch noodrem systeem, waarbij wij dit systeem zelf kunnen onderwerpen aan de test. We sluiten de dag af met een goede maaltijd in een gezellige Engelse pub.

DAG 7

Vandaag is een dag voor de echte autoliefhebber. We gaan langs bij Morgan Motor Company. Voor iedereen die het niet kent, zoek ze op! Dit bedrijf maakt typische Britse wagens met een klassieke look. De dag begint met een korte video over de geschiedenis van Morgan, waarbij duidelijk wordt dat dit familiebedrijf ontstaan is uit een hobby. Iedere auto wordt





handgemaakt door vakmannen in de fabriek in Malvern. Het frame van de auto's wordt gemaakt van essenhout vanwege zijn buigzaamheid en sterkte. De gladde krommingen in het frame worden gemaakt door houten balken te buigen en aan elkaar te lijmen. Daarna wordt dit frame bedekt met een laag plaatmetaal. De vormingstechnieken die worden gebruikt waren eerst te perfect. Onze gids vertelt over hoe dit proces herontworpen moest worden om te zorgen dat de panelen er handgemaakt uitzagen. Verder zijn er tal van onderdelen aan een Morgan aanpasbaar, op enkele speciale edities na is geen enkele auto uit deze fabriek hetzelfde.

Na een gaaf bezoek als deze moet iedereen even bij komen, dus is de rest van de middag vrij in Birmingham. Daarbij worden de verschillende pubs uiteraard niet over het hoofd gezien.

DAG 8

Voor deze dag staat er een bezoek aan Dennis Eagle in Warwick op de planning. Zij maken vuilniswagens voor een nichemarkt, omdat hun trucks niet de standaard vuilniswagens zijn. In het Verenigd Koninkrijk komt het veel voor dat de vuilnismannen niet achterop de vrachtwagen meeliften tijdens het ophalen van vuilnis, maar iedere keer weer in de cabine gaan zitten. Om deze reden zien de wagens van Dennis Eagle er anders uit dan een standaard vrachtwagen. Zij plaatsen namelijk de motor een stuk naar achteren, waardoor de cabine veel lager kan worden geplaatst, een zogenaamde 'Low Entrance Cabin'. Nog een voordeel is beter zicht voor de bestuurder. Ze kijken ook zeker naar de toekomst, voor Kopenhagen heeft Dennis Eagle namelijk vrachtwagens gemaakt die volledig elektrisch zijn. Andere brandstoffen waarvan zij denken dat ze toekomst hebben zijn CNG en waterstof. Na deze uitleg over het bedrijf van de manager is het tijd voor een rondleiding langs de productielijn. De productielijn van dit bedrijf is opgedeeld in verschillende assemblagestations. Omdat ze een kleine markt hebben is het aantal wagens dat ze maken niet groot. Hierdoor gebeurd alles met wat ze doen met de hand.

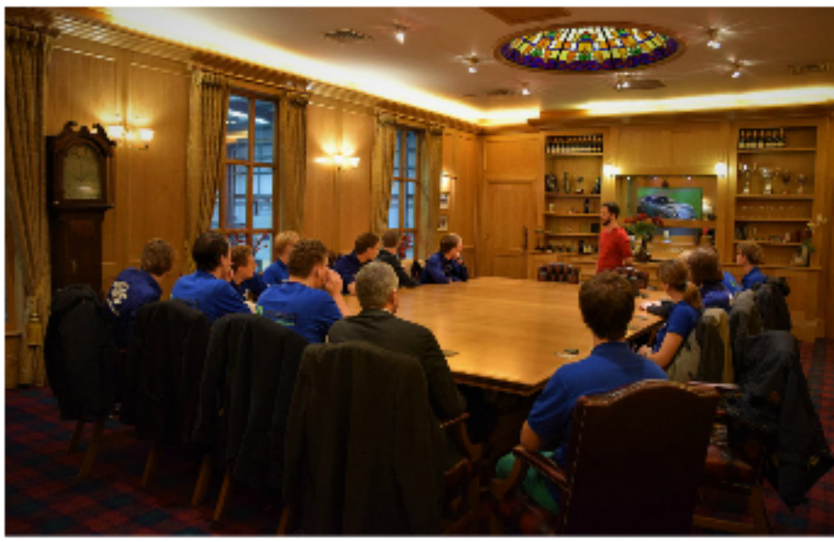
Na gezien te hebben hoe je een vuilniswagen bouwt is het tijd voor het Tranport Museum in Coventry. In dit museum wordt de ontwikkeling van vele voertuigen door de geschiedenis heen weer gegeven: van fietsen tot auto's tot treinen. Zo wordt ook de invloed van bijvoorbeeld de Tweede Wereldoorlog op voertuigen laten zien. Aan het einde van de dag is het tijd voor een lange tocht richting Preston waar we de hostels achter ons kunnen laten en heerlijk kunnen slapen op de goddelijke bedden van het hotel!

DAG 9

Ook de volgende morgen blijken de heerlijke voordelen van het hotel: een uitgebreid ontbijt buffet staat beneden voor ons klaar om ons voor te bereiden op de komende dag. Voor deze dag staat een bezoek aan Leyland Trucks voor ons klaar. Als onderdeel van de Paccar groep maken zij DAF-vrachtwagens. Na een korte presentatie over de geschiedenis van Leyland Trucks, het samen komen met DAF Trucks en later Paccar, is het tijd voor een rondleiding door de fabriek. De fabriek die hier staat is enorm. Aan het begin van de fabriek wordt het chassis opgehangen aan een rail aan het plafond, van waar hij heel langzaam op constante snelheid door de hele fabriek heen kan slingeren. Ondertussen worden bij de verschillende stations alle onderdelen aan het chassis gemonteerd. Elke vrachtwagen die gemaakt wordt is op bestelling. Er zijn namelijk zo veel verschillende onderdelen aanpasbaar aan deze vrachtwagens dat het niet te doen is om ze op voorraad te hebben. Iedere zeven minuten komt er een nieuwe vrachtwagen van de band rollen, wat maakt dat er zo'n 65 vrachtwagens per dag geproduceerd worden. Gelukkig is er ook nog tijd om even in een van de XF's, of een van de kleinere broertjes CF of LF, plaats te nemen.

Na een mooie tour dwars door een nationaal park (waar we zelfs de eerste sneeuw spotten!) komen we in de middag aan bij het Advanced Manufac-









turing Research Centre (AMRC) in Sheffield. Daar wordt veel onderzoek gedaan naar verschillende productiemethoden, waaronder additieve productiemethoden. Hier krijgen we een rondleiding door de verschillende gebouwen waar gigantische CNC-machines stonden. Aan het einde van de dag doen we ons te goed bij een All you can eat-restaurant, vergezeld door een van de onderzoekers. Een aantal hebben zich zo vol gegeten dat het niet helemaal goed gaat wanneer ze bij de pub erna hun pint snel weg moeten drinken omdat onze Engelse barman op tijd naar bed wil. Gelukkig is er verder op in de stad nog een gezellige kroeg open, waarna we ook deze nacht weer kunnen genieten van een heerlijk hotel.

DAG 10

Na nog zo'n heerlijk ontbijtbuffet is het laatste bezoek van onze reis aan de beurt: Ginetta. Zij specialiseren zich in circuit raceauto's en leveren hun wagens over de hele wereld. Na een korte introductie in een veel te fancy vergaderruimte is het tijd voor een uitleg over hun nieuwste en stiekem ook wel gaafste wagen. Om controle te hebben op het ontwerp- en bouwproces gebeurt dit alles in huis, van prototypes tot aan het uiteindelijke testen. Omdat gewicht een grote factor is tijdens het racen wordt het grootste deel van de onderdelen van de chassis van hun auto's gemaakt van composiet materialen. Na een rondleiding langs alle stappen van het proces om de raceauto's, is er ook nog ruimte om er zelf even in te zitten. Aan het einde van de tour hebben wij zelfs een aantal onderdelen meegekregen als herinnering die een mooi plekje zullen krijgen in de Newtonkamer.

Na ons allerlaatste bezoek is het tijd om richting Hull te gaan voor de boot. Na daar een uur van de tijd van het meisje van de Subway in te nemen met het maken van 18 5-foot-broodjes en een rondje te lopen door Hull zelf is het tijd om de boot op te gaan. Daar staat een mooi ontbijtbuffet klaar voor ons, vergezeld door Grolschbeugels.

DAG 11

Na wederom van een ontbijtbuffet te hebben genoten, binnen te zijn gekomen in de haven van Rotterdam en de busjes weer van de boot te hebben gemanoeuvreerd, is de reis dan toch echt over: we zijn weer terug in Nederland. Een mistige 300 kilometer lange tocht later zijn we weer terug op het terrein van de universiteit.

De commissie wil alle deelnemers en begeleiders via deze weg nogmaals bedanken voor een geweldige reis! Zonder jullie was dit niet gelukt! En uiteraard gaat onze dank ook uit naar alle gave bedrijven waar we langs konden gaan tijdens deze reis!

DE GROTE 2016 FILIPPINE



1. NIEUWE EIGENAAR VAN GROLSCH
2. DOODGESCHOTEN BRITSE POLITICA
3. DE OPVOLGER VAN DE BUGATTI VEYRON
4. NEDERLANDSE NOBELPRIJS WINNAAR
5. DÉ GAMING HYPE VAN 2016
6. BRUSSEL EN PARIJS WERDEN GETEISTERD DOOR
7. DE NIEUWE PRESIDENT VAN AMERIKA
8. AFZWAAIEND RECTOR
9. DE DOOR NASA ONTDEKTE POTENTIEEL NIEUWE AARDE
10. DE RAKET VAN SPACEX DIE TERUGKEERDE OP AARDE
11. BERIJDER VAN DE RODE STIER
12. BEROEMDE MUSICUS OVERLEED BEGIN 2016
13. NEERGESTORT OP MARS
14. TECH WAARDOOR JE JE IN EEN ANDERE WERELD BEGEEFT
15. ENGELAND TREEDT UIT DE EU

De nummers geven overeenkomende letters aan. De grijze balk vormt een woord. Mail het woord voor 3 februari naar: **puzzel@isaacnewton.utwente.nl** en maak kans op een lekkere prijs.

THALES
Together • Safer • Everywhere

www.thalesgroup.com



Judie Ibrahim

Student Aviation Studies, Hogeschool van Amsterdam, 23 jaar

"Toen ik op zoek was naar een stage heb ik veel bedrijven aangeschreven, van drie bedrijven kreeg ik een aanbieding. Ik koos voor Thales omdat het een internationaal georiënteerd bedrijf is met meer dan 85% export. Tijdens mijn opdracht bij Thales hield ik mij bezig met het analyseren van het kostprijscalculatie proces en onderzocht ik waar dat mogelijk te verbeteren. Aangezien ik bij Aviation Studies mij vooral bezig houd met techniek zocht ik juist een stage waar ik mij bezig kon houden met bedrijfskundige processen. Het onderwerp van de opdracht bij Thales was mij onbekend, maar juist daarom wilde ik ermee aan de slag en zag ik het als een uitdaging.

Ik ben van mening dat je met een oprechte interesse theorie wel eigen kunt maken. Toen ik bij Thales aan de slag ging was ik verrast over de open cultuur. Je kunt iedereen aanspreken en er wordt tijd voor je vrijgemaakt om je verder te helpen. Als je zelf initiatief neemt dan liggen er veel kansen. Na mijn advies te hebben geïmplementeerd ben ik van plan om in september te beginnen met een de Master Business Administration aan de UvA in Amsterdam.

Ik denk dat dat de combinatie van een technische Bachelor met een Bedrijfskundige master je helpt om met twee verschillende brillen naar oplossingen te zoeken. Ik onderhoud contact met mijn stagebegeleider en hoop dat ik na mijn master bij Thales aan de slag kan."

> "Als student is je grootste angst dat je afstudeeronderzoek in een lade verdwijnt. Bij Thales word je echt serieus genomen en is er vertrouwen in je. Zo wordt mijn advies omtrent een nieuwe methode van kostencalculatie zelfs in 2016 geïmplementeerd."

Op zoek naar een stage, af
Start jouw carrière bij Thales. K

"Tijdens mijn studie was ik mij al aan het oriënteren op de arbeidsmarkt. Ik was op zoek naar een technisch bedrijf met een interessant product waar ik mijn natuurkunde achtergrond zou kunnen inzetten. Op de BètaBedrijvenBeurs in Nijmegen kwam ik in gesprek met een recruiter van Thales. Zij nodigde me uit op het hoofdkantoor om samen de mogelijkheden bij Thales te bespreken. Eén van de vacatures sprong er voor mij meteen uit, namelijk die voor de functie van Trial Conductor. Hiernaar heb ik gesolliciteerd en na een paar gesprekken werd ik aangenomen. Inmiddels werk ik al een paar maanden met veel plezier bij Thales.

Als Trial Conductor bouw ik voort op de tijdens mijn studie opgedane kennis. Regelmatig zal ik met een team naar het buitenland gaan om onze radarsystemen op marineschepen te testen. Daar laten we op zee aan de klant zien dat het systeem inderdaad zo goed is als beloofd in het contract. Dit doen we door middel van allerlei scenario's. Zo laten we bijvoorbeeld een F-16 invliegen om te zien wanneer de radar deze voor het eerst detecteert.

Tijdens mijn sollicitatie kreeg ik ook een aanbod van een ander technisch bedrijf, maar de goede sfeer bij Thales was voor mij doorslaggevend. De mensen hier zijn erg behulpzaam en nemen de tijd om je iets uit te leggen. Thales voldoet zeker aan het beeld dat ik ervan had: een high tech bedrijf met een fijne werksfeer."

"Als Trial Conductor bouw ik voort op de tijdens mijn studie opgedane kennis. Regelmatig zal ik met een team naar het buitenland gaan om onze radarsystemen op marineschepen te testen."



Annelot Schuring

Afgestudeerd in Natuurkunde,
Radboud Universiteit Nijmegen, 24 jaar

studeerplek of eerste baan?
ijk op www.thalesgroup.com/nl

NIEUWS VAN DE EVALUATIECOMMISSIE

Elke periode evalueert de Evaluatiecommissie een selectie van de Bachelor- en Mastervakken van de opleiding werktuigbouwkunde. Daarnaast worden ook vakken van de Master Sustainable Energy Technology geëvalueerd. Dit kan alleen maar dankzij de inzet van studenten die onze enquêtes invullen. Hiervoor wil ik jullie hartelijk bedanken.

Vier keer per jaar zullen wij de belangrijkste punten van de evaluaties behandelen in de Appel. Zo krijg je snel een beeld van de bevindingen van de commissie en de reacties van de betrokken docenten. In deze editie worden de vakken en moduleonderdelen van blok 2B van collegejaar 2015/2016 behandeld. Ben je nieuwsgierig naar het volledige rapport van een vak of moduleonderdeel? Kijk dan op onze website: http://www.utwente.nl/wb/evaluatie.

Namens de Evaluatiecommissie WB/ME/SET,
Remon Haarhuis, Voorzitter

14% 3,3 PROJECT ONTWERP EN CONSTRUCTIE

- Studenten vinden het project relevant en uitdagend.
- Met betrekking tot de communicatie en organisatie binnen het project kan dit nog beter. Dit geldt onder andere voor het op tijd uitleggen van de theorie.

16% 3,7 STERKTELEER

- Studenten vinden het moduleonderdeel interessant en zeggen dat er genoeg oefenvragen zijn voor een beter begrip van de stof.
- Het tempo van de colleges mag hoger volgens de studenten. Met name het lange stilstaan bij de basiswiskunde is niet nodig.

17% 3,2 MODELLEREN EN PROGRAMMEREN 4

- Studenten zijn positief over de beschikbaarheid van de docent en de werkcolleges.
- Wat betreft het oefenmateriaal wordt gezegd dat dit er weinig was en dat hierdoor de voorbereiding op het tentamen lastig was.

25% 4,1 MATHEMATICS D1

- Studenten vinden het onderdeel relevant en de beschikbaarheid van de docent wordt ook als positief ervaren.
- Studenten vinden deze werkvorm van wiskunde prettig, vooral de opzet en begeleiding.
- Bij de opgaven missen uitwerkingen, waardoor voorbereiding op een tentamen lastig is.

32% 2,7 PROJECT MECHATRONISCH ONTWERPEN

- Verbeter de organisatie van het project. Hier lijkt veel winst gehaald te kunnen worden. Geef bijvoorbeeld duidelijk aan wat er in het begin wordt verwacht van de studenten. Dit is voor de meeste studenten onduidelijk.
- Geef de relevante informatie eerder en duidelijker aan de studenten.
- Verklein de projectgroepen. Veel studenten geven aan dat de groepen te groot waren om aan dit project te werken. Bij de opstellingen konden maar maximaal een paar studenten testen en bleef er weinig werk over voor de rest.

32% 2,5 SYSTEEM- & REGELTECHNIEK 1

- Verbeter de sheets van de colleges. Laat deze aansluiten op de stof die verstrekt wordt in het dictaat.
- Zorg voor meer oefenopgaven. Studenten geven aan weinig te hebben kunnen oefenen om zich goed voor te bereiden op het tentamen.
- Maak het dictaat duidelijker.
- Laat de informatie van de afzonderlijke docent niet te veel overlappen met de informatie van de andere docent.

Dit percentage geeft de verhouding aan tussen de respondenten en het aantal studenten die het vak gevolgd hebben.

De gemiddelde score die door de respondenten aan het vak gegeven wordt is hier weergegeven. Dit is een score van 1 tot 5



36% 3,3 HYDROGEN TECHNOLOGY

- Students mention mention the lack of coherence in the course and ascribe it too broad.
- The course is going to be completely revised this year and will focus on "Energy Storage" as opposed to the current course which addresses all aspects of a Hydrogen based economy.

19% 4,0 NONLINEAR SOLID MECHANICS

- Due to the fact that the lectures were recorded, it was possible to review the difficult part, which was of great value according to the students.
- With regard to the exam requirements, students mention that it was not always clear whether it was expected from them to be capable of deriving a certain formula or just know them by heart.

31% 3,9 DESIGN PRINCIPLES FOR PRECISION MECHANISMS

- The students mention that the lecture sheets were too disordered.
- The exam contained several errors or vague questions, students rather see some open questions. The lecturer will improve this issue.

31% 3,4 MULTIPHASE FLOWS

- Students liked the multi lecturer nature of the course
- There seems to be a relatively big difference in lecture quality between the lecturers

44% 3,6 LEAN SIX SIGMA GREEN BELT

- Students find the course too 'easy' for a master course
- For this course a €80 book had to be bought which just included all PowerPoint sheets

30% 3,7 STOCHASTIC MODELS IN PRODUCTION AND LOGISTIC

- The sheets did not explain the subject very well according to the respondants
- Students mention that the discussions outside of the lecture rooms were helpful



6 Lab-on-a-Chip
Grootschalig onderzoek in het nanolab

8 SmartTip
Nano pioniers op de campus

12 De BusCie
Commissie aan het woord

14 Verenigingsnieuws

16 Hoe klein is nano?
Een kleine vergelijking

19 Net studenten
Column Joachim

24 Lassen voor gevorderden
Koudlassen

34 Ikke, ikke, ikke en de rest kan stikken
Column Jens

36 Antoni van Leeuwenhoek
Historisch persoon

45 Puzzel
De grote 2016 Filippine

48 Evaluatiecommissie

50 Licht in beeld
Femtofotografie

REDACTIONEEL

Er viel mij laatst een trend op hier aan de universiteit: mijn studie wordt steeds abstracter naarmate ik dichter bij het afstuderen kom. Simpele staticaberekeningen, balkentheorie: peanuts natuurlijk. Elasticiteitsleer, Laplacetransformaties, delaminatiemechanismen: dat is, zoals een bekende voetbalcoach zou zeggen, andere koek. Het lijkt erop dat we deze trend bij de Appel ook zijn gaan volgen. Waar de vorige editie, doe-het-zelf, nog erg tastbaar en relateerbaar was, waagt de redactie zich deze keer aan een veel abstractere materie. Het thema is deze keer namelijk nano. Uw eerste associatie zal ongetwijfeld zijn dat deze Appel dus over kleine dingen gaat, maar voor velen van u is het waarschijnlijk onduidelijk hoe klein nano nou precies is. Wanneer het voorvoegsel 'nano' wordt gebruikt, is dit meestal om iets aan te duiden wat wij niet met het blote oog kunnen waarnemen. Nano spreekt dus erg tot de verbeelding. De redactie heeft een poging gedaan om dit voor u als lezer iets te verduidelijken.

Natuurlijk staan we in Twente voorop als het gaat om nano. We kennen allemaal het nanolab op de campus, Mesa+, maar wat ze daar nou precies lijkt voor de buitenstaander soms wat vaag. We nemen één van de projecten van dit instituut, Lab-on-a-chip, onder de loep en hebben daarvoor contact gezocht professor Albert van den Berg, leerstoelhouder van dit project. Verder komen er een aantal andere wetenschappelijke fenomenen op nanoschaal voorbij in deze Appel die je zelf vast nog niet had gezien. En na het daverende succes van de puzzel in afgelopen editie konden we die in deze uitgave natuurlijk niet weglaten.

Tegen de tijd dat u deze Appel voor zich heeft is het jaar 2016 al verstreken en bent u vast druk bezig met het behalen van uw nieuwjaarsdoelen. Wij als redactie zijn zeer tevreden over de gang van zaken dit afgelopen jaar, maar hopen in 2017 natuurlijk nog mooiere en interessantere Appels aan u voor te kunnen schotelen. Namens de gehele reactie wil ik u een voorspoedig 2017 wensen. O ja, en ook veel leesplezier.

Tom Stroet
Hoofdredacteur

LICHT IN BEELD

DOOR ERNST MEIJER



In het MIT Media Lab heeft een team een camera ontworpen welke ongelooflijk snel foto's achter elkaar kan maken. Het doel van het ontwerpen van deze camera was het in beeld brengen van de ontwikkeling van licht door de ruimte. Normale camera's krijgen per frame dusdanig veel fotonen binnen, dat het gemaakte frame geen informatie meer heeft over de fotonen en dus het licht zelf. Dit kan opgelost worden door een zeer korte sluitertijd te gebruiken. Zo kan het tijdsinterval heel accuraat worden bepaald worden tussen twee fotonen om de camera te bereiken. De camera die het team heeft ontworpen, heeft een sluitertijd van 1.85 ps ($1.85*10^{-12}$ s). Licht heeft een snelheid van ongeveer 0.3 mm/ps, dus tussen twee beelden legt het licht een afstand af van ongeveer 0.5 mm. Naast dat dit hele mooie beelden geeft van licht door verschillende media, lijken de toepassingen van deze nieuwe technologie grenzeloos.

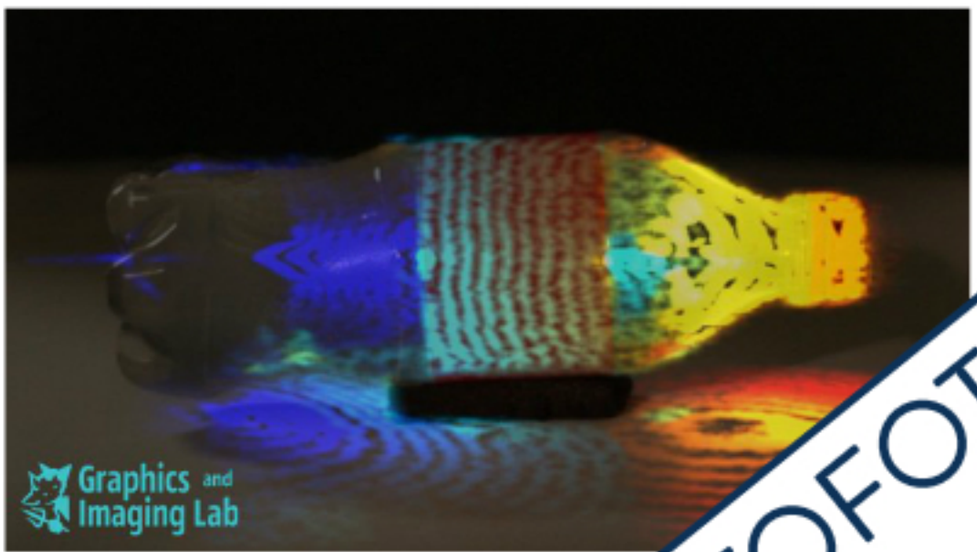
Als een 100W bureaulamp wordt gefilmd met een sluitertijd van 2 ps, vangt de camera ongeveer een foton per frame op. Als er een laserstraal werd afgeschoten om de ontwikkeling van dit pakketje fotonen door de ruimte vast te leggen, moeten de fotonen in de laserstraal afkaatsen op deeltjes in de lucht en dan door de camera opgevangen worden. Het aantal fotonen dat wordt opgevangen door de camera afkomstig van de laserstraal is uiteraard vele malen kleiner dan het aantal fotonen van een bureaulamp. Het geringe aantal fotonen dat per frame opgevangen wordt door de camera was dus een groot probleem. Er was dus een laser nodig met een heel hoog vermogen, zodat er zich zo veel mogelijk fotonen in het pakketje bevinden die kunnen afkaatsen op deeltjes in de lucht. Echter, een laser met een zeer hoog vermogen kan niet snel genoeg aan- en uitgeschakeld worden om een duidelijk pakketje fotonen weer te kunnen geven. De oplossing die het team heeft bedacht, is om dezelfde film heel vaak maken. Er worden dus heel veel korte laserstralen afgeschoten door een laser met een relatief laag vermogen (500 mW). De data van elke film van een korte laserstraal wordt samengevoegd tot een film waarin duidelijk het pakketje fotonen te zien is en hoe het zich verplaatst in de ruimte. De laser schiet met een frequentie van 75 MHz, er worden dus ook 75 miljoen filmpjes per seconde gemaakt en samengevoegd.

De camera werkt met een zogenaamde 'streak sensor'. Dit is een sensor met een zeer hoge meetfrequentie die, in één (in dit geval horizontale) ruimtelijke dimensie, de inval van verschillende fotonen kan detecteren. Per zes seconden hebben genoeg fotonen de sensor bereikt om een duidelijke eendimensionale film te maken. Deze film is dus samengesteld uit 450 miljoen filmpjes. Nu voor een horizontale rij pixels de film is gemaakt, wordt het focuspunt van de sensor een fractie verticaal verplaatst. Weer zes seconden later is er een film gemaakt van 2 pixelrijen dik. Dit proces wordt 600 keer herhaald, waardoor een beeld ontstaat met 600 pixelrijen. Een film maken waarin wordt weergegeven hoe licht zich voortbeweegt in 1 nanoseconde duurt dus ongeveer een uur.

Het omzetten naar duidelijke beelden bleek alsnog een uitdaging. Niet alleen vanuit de software, maar vooral vanuit de toeschouwer. Mensen zijn niet gewend om licht te kunnen zien en met simpelweg vertragen werd een deel van de informatie onderbelicht. Omdat de camera precies weet wanneer de laser geschoten is en wanneer de fotonen binnen komen, kan de afstand berekend worden van de camera tot hetgeen waar het licht op weerkaatst is. Het team heeft drie weergavemethoden gevonden waarin verschillende informatie wordt weergegeven. De eerste manier, genaamd 'full fusion', is de meest voor de hand liggende methode, welke een zwart-wit beeld geeft van het licht. Deze methode speelt als het ware alle filmpjes die in een uur gemaakt zijn over elkaar af. Dit geeft een filmpje waarin de lichtintensiteit gedurende de hele film duidelijk te zien is. De tweede manier wordt 'rainbow fusion' genoemd. Nu worden frames "ingekleurd" op basis van de tijd die het licht erover heeft gedaan om de afstand van de laser naar de camera af te leggen. Blauw betekent dat het licht er relatief kort over heeft gedaan, waar rood betekent dat het licht er relatief lang over heeft gedaan om de lens te bereiken. De laatste manier om licht in beeld weer te geven is de zogenaamde 'peak time'. Nu wordt per frame bepaald waar de lichtintensiteit het hoogst is en de rest van het frame wordt donker gemaakt. Weer worden de frames op basis van tijd gekleurd. Het licht wordt bij de laatste twee methoden dus gekleurd op basis van hoe lang het licht erover heeft gedaan om van de lichtbron naar de camera te komen. Als fotonen niet direct na de eerste weerkaatsing vanuit het pakketje naar de camera gaan, maar bijvoorbeeld eerst nog weerkaatsen op een tafel, treedt er een interessant effect op. Om dit te begrijpen moeten er twee mogelijke trajecten met twee weerkaatsingen onderscheiden worden die een foton kan afleggen. De eerste is het traject waarbij het foton een tweede weerkaatsing heeft op het tafeloppervlak ver van de camera af. Bij het tweede traject weerkaatst het foton midden tussen de camera en het oppervlak van eerste weerkaatsing. Via de eerste weg legt het foton een langere weg af vergeleken met de tweede weg. Dit zorgt ervoor dat de tweede weerkaatsing van het licht vervormd is. Deze vervorming kan worden gecorrigeerd met behulp van de relativiteitstheorie van Einstein.

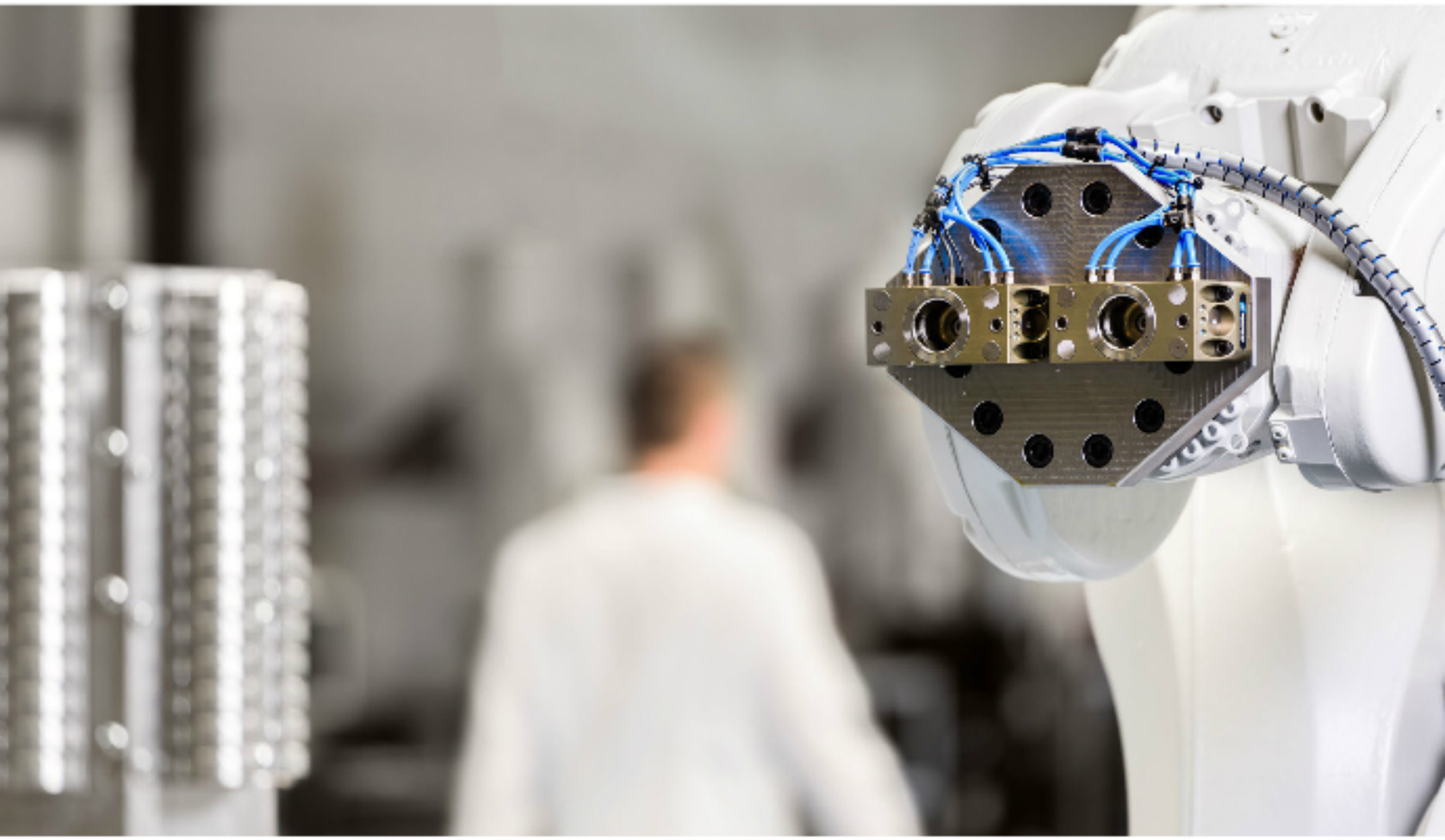
De camera kan dus ook precies meten hoe lang een foton onderweg is geweest. Dit betekent dat er met behulp van de snelheid van het licht berekend kan worden hoe lang het traject is dat het foton heeft afgelegd. Door het pakketje fotonen vaker te laten weerkaatsen, kunnen de vormen van een object om een hoekje bepaald worden. Met een camera om een hoekje kunnen kijken opent een wereld van mogelijkheden. Bij endoscopieën kan om hoekjes gekeken worden, waardoor de operatie veel minder pijnlijk is. Auto's kunnen bij onoverzichtelijke situaties met deze techniek om een hoekje kijken en dodelijke ongelukken voorkomen.

Nu is het apparaat nog zo groot als een kamer, maar dat waren de eerste computers ook. Het is een geweldig idee om te bedenken dat je in de toekomst met een app op je telefoon kunt kijken of het fruit rijp is in de winkel, zonder erin te hoeven knijpen. Of dat de brandweer een brandend huis in kan kijken om te zoeken naar slachtoffers. De ontwikkeling van deze nieuwe technologie opent heel veel nieuwe deuren. De mogelijkheden zijn eindeloos.



FEMTOFOTOGRAFIE

AME



AME

AME is an independent developer and manufacturer of high quality electronic products located in the top technological region of the world (Brainport Eindhoven). Our goal is to create innovative products that exceed customer expectations. We accomplish this by integrating product development and manufacturing and keeping a clear focus on the product and its function. Driven by technology, we strive for the best solution combining the disciplines of electrical, mechanical, software and industrial engineering. Through creativity, passion, ambition, motivation and a highly educated level of our employees AME secures its goal of being a profitable company.

Join our teams

Driven to exceed expectations and to excel in creating innovative solutions, our team of experts in continuously looking for future best-in-class colleagues within the technological disciplines of applied physics, electrical, mechanical, software and industrial engineering.

Career

If you are interested in working with a talented, ambitious and experienced team of professionals using the best tools available and would like to work in a fast growing organization full of career opportunities then you are most welcome to apply for a job or take a look at our opportunities by visiting our website.

Internships and part-time jobs

AME is the ideal work environment to develop hands-on experience while completing your studies. You will be involved in challenging real-world projects and work with experts from a multitude of technological disciplines. We invite you to get in touch with us to discuss any internship and/or job openings.

Applied Micro Electronics "AME" B.V.
Esp 100 | 5633 AA Eindhoven | recruitment@ame.nu | +31 40 26 46 400

WWW.AME.NU



DOOR **THEODOOR STOVERINCK**

LAB-ON-A-CHIP

Wat is de aarde toch klein. Met een diameter die ruim honderd keer kleiner is dan die van de zon, kan ik dat toch wel zeggen? Alles is relatief, want de diameter van een haar is iets kleiner dan een tiende van een millimeter. En dat is nog groot ten opzichte van het gebied waarop nanotechnologie zich afspeelt, namelijk tussen enkele tientallen tot enkele honderden nanometers.

Een instituut dat zich bezighoudt met onderzoek op het gebied van nanotechnologie, waaronder nano-optica, nanomaterialen en nanofluidica, is MESA+. Met bijna zeshonderd onderzoekers, is MESA+ een van 's werelds grootste nanotechnologische onderzoeksinstituten, gevestigd in het nanolab op de campus van Universiteit Twente.

Professor doctor ingenieur Albert van den Berg is wetenschappelijk directeur van het onderzoeksinstituut voor biomedische technologie MIRA. Daarnaast is hij leerstoelhouder van de Lab-on-a-Chip leerstoel, de BIOS-groep, onderdeel van zowel MESA+ als MIRA. Hij studeerde technische natuurkunde aan de Universiteit Twente. Tijdens zijn promotietijd van 1984 tot 1988, hield hij zich bij MESA+ al bezig met cleanroomtechnologie. Na vijf jaar werken in het Zwitserse Neuchâtel bij het centrum voor microtechnologie trad hij in 1993 aan bij MESA+. Toen lag de nadruk op het fors verkleinen van sensoren, nu wordt er veel onderzoek gedaan naar het manipuleren van vloeistoffen in kanalen op nanoschaal.

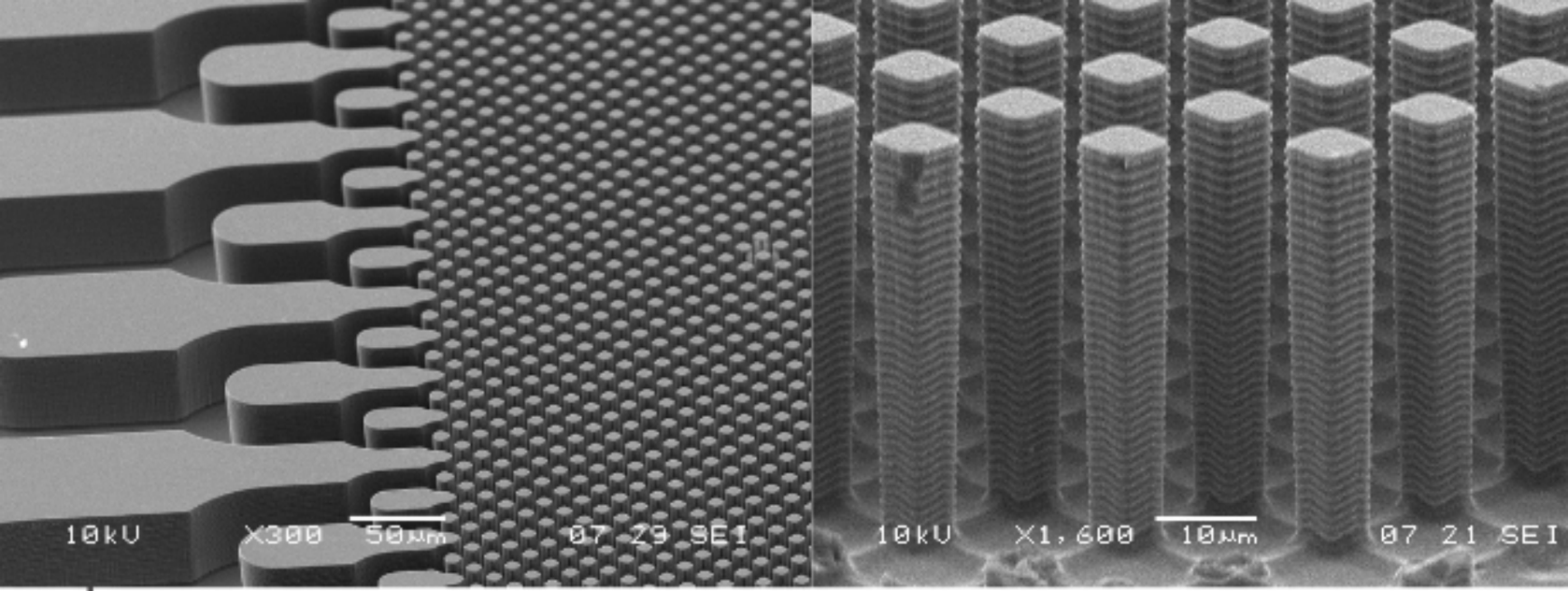
LAB-ON-A-CHIP

Bij Lab-on-a-Chip worden minilaboratoria gecreëerd die volledig op één chip passen. Hiermee kunnen, bijvoorbeeld in de gezondheidszorg, goedkoop analyses worden uitgevoerd. De chip heeft genoeg aan hele kleine hoeveelheden van de te onderzoeken vloeistof en kan vrij nauwkeurig een diagnose stellen. Vloeistoffen in zulke kleine hoeveelheden, gedragen zich heel anders dan we zouden verwachten. Om er echt iets mee te, kunnen is het belangrijk kennis te hebben van het gedrag van vloeistoffen op deze schaal. Van den Berg wist deze vloeistoffen met zijn kennis over microfluidica, vloeistoffen in hele kleine hoeveelheden, met behulp van elektrische velden door kleine kanaaltjes te sturen op een chip. Dit resulteerde in een publicatie in een van de meest gerenommeerde wetenschappelijke tijdschriften van de wereld, 'Science'.

"Het was een perfecte elevator-pitch!"

Dat er middels nanotechnologie interessante oplossingen voor een breed gamma aan problemen gevonden kunnen worden, is in de afgelopen decennia wel gebleken. Zo heeft een goed gesprek, een jaar of vijftien geleden, tussen Van den Berg en psychiater Pieternel Kölling in een skilift in het Zwitserse Riederalp, geleid tot een apparaat dat het lithium-gehalte in bloed meet. Het gaat om een chip die aan ongeveer een miljoenste deel van een druppel bloed al genoeg heeft om een goede meting te kunnen doen. Lithium wordt als medicijn gebruikt voor manisch-depressieve patiënten en een te hoge concentratie kan zeer schadelijk zijn. "Het was een perfecte elevator-pitch!", aldus Van den Berg. "En een bijkomende toepassing was dat het apparaat ook andere eigenschappen kon meten en daarmee bijvoorbeeld melkziekte bij koeien kon vaststellen en feilloos biermerken kon herkennen." Het apparaat is gecommercialiseerd door spin-off bedrijf Medimate.

Een andere toepassing van nanotechnologie kan gevonden worden in de vroegdiagnostiek van bepaalde soorten kanker. Eén op de drie Nederlanders krijgt persoonlijk te maken met kanker. De meest voorkomende vorm van deze ziekte is darmkanker. Darmkanker is goed te behandelen, mits het vroeg gediagnosticeerd wordt. En dat laatste is lastig, bovendien zijn lichamelijke onderzoeken zeer onprettig. Onderzoekers van de BIOS-groep zijn hiermee aan de slag gegaan en hebben onderzocht op welke



SEM-opname van microchip voor detectie van kankergerelateerd DNA

manier darmkanker makkelijk gediagnosticeerd zou kunnen worden. Als doel kwam daaruit een pil te ontwikkelen die in het lichaam darmvloeistof naar binnen pompt en aldaar DNA-eigenschappen meet. De kleinste nanopomp die de BIOS-groep hiervoor ontwikkeld heeft, kan op een nauwkeurigheid van een honderdste picoliter pompen. Ter vergelijking: één picoliter is ongeveer gelijk aan het volume van een witte bloedcel, tien kubieke micrometer. Deze meting van het DNA is mogelijk door gebruik te maken van Silicium-nanodraadjes waarvan de weerstand verandert als er kankerspecifiek DNA aanhecht. De uitslag kan op deze manier via de mobiele telefoon automatisch naar de arts worden gestuurd. Dit project is uitgelopen op een spin-off bedrijf, Nanomed Diagnostics, dat nu in plaats van pillen, micro-gefabriceerde chips produceert dat kanker-gerelateerd DNA in urine detecteert.

"Tegenwoordig zijn we veel bezig met het ontwikkelen van zogenoemde Organs-on-a-Chip. Hierbij verbinden we stukjes weefsel en organen op een chip met microfluidische kanaaltjes om op deze manier medicijnen te testen en ziekten in organen nauwkeurig te analyseren. Daarnaast onderzoeken we de werking van katalysatordeeltjes in Labs-on-a-Chip en doen we onderzoeken naar micro-apparatuur voor vroegdiagnostiek van allerlei ziekten." Voor de toekomst richt BIOS zich onder andere op duurzaamheid in de zin van CO_2-reductie met behulp van zonlicht. Hiervoor ontwikkelt het team microfluidische apparaten en analysetechnieken waarmee het in combinatie met out-of-the-box methodes CO_2 probeert weg te vangen. Zo wordt onder andere gekeken naar de werking van kalkalgjes in microdruppels.

Albert van den Berg is tweemaal naar de Verenigde Staten van Amerika afgereisd voor een sabbatical. Beide keren kwam hij terug met mooie ideeën voor verder onderzoek en mochten hij en zijn onderzoeksgroep een European Research Council Advanced Grant aannemen. Het laatste bezoek was onder andere aan de George Whitesides Research Group en aan het Wyss Institute, beide gekoppeld aan de Harvard University. Hier zijn de ideeën ontstaan die de basis leggen voor een deel van het huidige onderzoek bij MIRA. Van den Berg: "Met het Wyss Institute werken we aan het project Organs-on-a-Chip en hierbij met name het uitlezen van bepaalde parameters met behulp van elektrische metingen."


ALBERT VAN DEN BERG

WAARDERING

Het werk van Albert van den Berg is niet onopgemerkt gebleven. Hij en zijn onderzoeksgroep hebben reeds mooie prijzen in ontvangst mogen nemen. Vanaf 2002 mag Van den Berg zich Simon Stevin Meester noemen en in 2008 en 2014 kreeg hij European Research Council Advanced Grants. In 2009 mocht hij zijn NWO-Spinozapremie in ontvangst nemen, de hoogste onderscheiding in de Nederlandse wetenschap. Hierbij kreeg hij €2.500.000,- om te besteden aan nieuw onderzoek. "We hebben er veel mooie dingen mee kunnen doen. We hebben een aantal zeer risicovolle projecten gestart. Zo hebben we gekeken naar fusie van biologische cellen in microdruppels, hebben we spermacellen geanalyseerd en onderzoek gedaan naar het gebruik van grafeen in microfluidische structuren. Daarnaast is er een bedrag gegaan naar het ontwikkelen van een chip die bloedanalyse doet. Op een heel ander vlak hebben we het boekje 'Een pil met een lab erin' gefinancierd en met een aantal partners een lesmodule gemaakt over Lab-on-a-Chip. Ik vind het erg belangrijk dat ook jonge mensen leren wat wij op de universiteit doen en wat de toepassingen van ons onderzoek zijn. Er is nog een klein bedrag over dat ik ga gebruiken voor het organiseren van bijvoorbeeld een workshop in de Alpen met als doelgroep wetenschappers die ook van skiën en snowboarden houden." De workshops slaan aan, zo blijkt ook uit het verleden. In 1994 organiseerde Van den Berg samen met professor Piet Bergveld de workshop MicroTAS. Deze is uitgegroeid tot een jaarlijks terugkerend evenement waaraan meer dan 1.200 onderzoekers van over de hele wereld meedoen.

Van den Berg benadrukt dat alle successen alleen maar mogelijk zijn geweest dankzij de jonge, talentvolle onderzoekers van de BIOS-groep. "Echt een super enthousiaste groep, waar ik altijd een heel warm thuis vind!"

SMARTTIP
WIE NIET GROOT IS, MOET SLIM ZIJN



DOOR ROLAND GUIJS

Verscholen op de campus, in het gebouw van het voormalig NanoLab, is de High Tech Factory gevestigd. Van buiten ziet het er vrij armoedig en misschien wel wat vervallen uit, maar de binnenkant is precies het tegenovergestelde hiervan. Binnen is het compleet gerenoveerd en herbergt het zeer kostbare apparatuur in verschillende laboratoria en cleanrooms. Het is dé plek voor high-tech ondernemers om zich te vestigen, vanwege alle faciliteiten die aanwezig zijn en gebruikt mogen worden. Een van deze bedrijven is SmartTip, een bedrijf dat speciale probes ontwikkelt. Eigenaar Daan Bijl probeert, samen met zijn zes collega's, om onder andere de toekomst van het RAM-geheugen zoals wij dat nu kennen te veranderen. Maar laten we bij het begin beginnen, in een onderzoekslab in Zwitserland om precies te zijn.

CHRISTOPH GERBER

Sommigen zal deze naam bekend voorkomen, hij heeft namelijk zeer recent een eredoctoraat van de Universiteit Twente ontvangen. Zijn werk begon in Rüschlikon, in een van de onderzoekscentra van IT-gigant IBM. Daar werkte hij aan de Scanning Tunneling Microscope (STM), die het mogelijk maakt om atomen in 3D te zien. Deze STM had wel een aantal beperkingen, waarvan een belangrijke was dat het alleen bij geleidende oppervlakten werkte. Gerber zag ruimte voor verbetering en kwam met een revolutionaire ontwikkeling, de Atomic Force Microscope, afgekort tot AFM. Dit was in het begin van de jaren 80. De werking van de AFM kan worden vergeleken met die van een platenspeler; een naald beweegt over het te onderzoeken oppervlakte, waarmee deze loodrecht op dit oppervlakte staat. Deze naald is gemaakt van een relatief flexibel materiaal en heeft een zeer scherpe punt. Als deze punt een verandering in de oppervlakte tegenkomt, zal de naald een kracht ondervinden en wat verbuigen. Deze verbuiging is uiteraard niet zichtbaar met het oog en wordt dan ook met behulp van specialistische optiek zichtbaar gemaakt. Een laser beschijnt de naald en de reflectie hoek wordt opgemeten. Doordat de naald, en dus het beschenen oppervlak, wat verbuigt, verandert ook de reflectiehoek. Met behulp van de wet van Hooke kan vervolgens de uitgeoefende kracht worden berekend (welke meestal een ordegrootte heeft van 10-9 N). Deze kracht kan van alles zijn, afhankelijk van de situatie: contactkracht (of normaal kracht), Van der Waals kracht, magnetisme etc. Het puntje van de naald hoeft dus niet in contact te komen met het oppervlak, deze hoeft er alleen heel dicht bij te komen. Het meten zelf kan in verschillende 'modes' gebeuren, welke te verdelen zijn in 2 groepen: statisch en dynamisch. In de eerstgenoemde groep valt de 'contact' en 'non-contact mode'. Hierbij wordt het puntje van de naald simpelweg (vlak) over het te onderzoeken oppervlakte gehaald. In dynamische modes zijn er ook twee groepen te onderscheiden: de oscillatie met amplitudemodulatie (AM) en oscillatie met frequentiemodulatie (FM). In beide gevallen wordt de naald op en neer bewogen in een hoog tempo, het verschil zit echter in de meetwijze; bij AM wordt deze oscillatiefrequentie gelijk gehouden, en kan men aan de verandering in de amplitude de uitgeoefende kracht bepalen. Bij FM gebeurt dit precies andersom, daar wordt de kracht aan de hand van een variabele frequentie bepaald. Deze laatste methode kan ook worden toegepast in een vacuüm en biedt dan ook mogelijkheden voor toepassing in de ruimte.

WORKING ON THE EDGE

De naald, ook wel de probe genoemd is het belangrijkste onderdeel, en dan met name het puntje van de de probe, de tip. Vroeger, ten tijde van de ontwikkeling van de AFM, werd deze gemaakt van wolfraam. Dat is hetzelfde materiaal waarvan bijvoorbeeld ook de draden van de gloeilamp gemaakt werden. Deze draad werd dan verhit en bewerkt tot er een scherpe punt ontstond. Deze methode leverde echter geen uniforme naalden op en daarnaast was de punt van de naald alsnog relatief gezien vrij dik. Al vrij snel vond men echter een betere en nauwkeurigere manier om de naalden te produceren met behulp van hét materiaal van de tweede helft van de 20e eeuw: silicium. Het bleek namelijk zo te zijn dat tijdens het ets-proces van silicium (zie kader: etsen), bepaalde vlakken in de kristaloriëntatie niet

zo snel wegetsen vergeleken met de andere vlakken. Met name de zogeheten (1,1,1)-vlakken doen er erg lang over. Doordat deze vlakken onder een hoek van ongeveer 53° staan, ontstaan er afschuiningen aan de rand van het etsgebied. Bij de klassieke ets-toepassingen is dat geen probleem, als men lang genoeg wacht zullen ook deze vlakken zwichten en wordt er alsnog een uniforme laag verkregen. Echter, door het te etsen oppervlak maar klein genoeg te maken en op het juiste moment het ets-proces af te breken, ontstaat er een uitsparing in de vorm van piramide waarvan het kleinste punt een breedte heeft van slechts 5 nm. Door in plaats van een uitsparing te etsen het materiaal eromheen te etsen, ontstaat er een zeer fijne en nauwkeurige piramide. Aan deze piramide zit een balkje dat met het blote oog net te zien is. Door de grootte van het balkje aan te passen, kan men de eigenfrequentie van het geheel bepalen, wat van essentieel belang is als de probe in een dynamische mode wordt gebruikt.

Aan dit balkje zit, vooral vanwege de hanteerbaarheid, een stukje silicium van enkele millimeters groot. Deze methode bestaat al geruime tijd en SmartTip heeft zich toegelegd om slimme toepassingen te vinden voor de tip van de probe (hier ontleent het bedrijf ook zijn naam aan). De eerste ontwikkeling die het bedrijf deed, was het magnetiseren van het puntje door deze met een heel dun laagje te coaten. Toepassingen hiervan zijn bijvoorbeeld het meten van magnetische krachten van materialen op moleculaire schaal. Ook hebben ze als eerste het voor elkaar gekregen om een kanaaltje van enkele nanometers breed aan te leggen door de tip heen (zie kader). Hiertoe maken ze gebruik van de zogeheten Focused Ion Beam (FIB) techniek, wat in feite neer komt op het bombarderen van het materiaal met ionen. Deze techniek wordt onder andere ook gebruikt in een Scanning Electron Microscope (SEM), alleen dan met wat zwakkere stralen. Daarnaast is het SmartTip gelukt om de productie van deze tips op te schalen, zonder dat de nauwkeurigheid daaronder lijdt. Zo kunnen ze wafers(zie kader:De kleinste 3D printer ter wereld) van 800 probes produceren, die stuk voor stuk exact dezelfde eigenschappen en afmetingen hebben.

MINI MULTIMETERS

Tegenwoordig maakt elke laptop of computer gebruik van DRAM als werkgeheugen. Deze techniek stamt uit 1966 en is ontwikkeld door Dr. Robert Dennard, welke in dienst was van IBM. DRAM is een bepaalde type RAM (Random-Access Memory) dat relatief simpel werkt. De chip bestaat uit matrices van zeer kleine bitcellen (er zitten miljarden bitcellen op 1 chip), die op hun beurt bestaan uit een transistor en een condensator. In elke bitcel kan 1 bit (0 of 1) worden opgeslagen. De rijen en kolommen in de matrix worden uitgelezen, dan wel beschreven. Echter, de lading in de bitcellen lekt snel weg, waardoor de inhoud ervan constant ververst moet worden om te zorgen dat er geen informatie verloren gaat. Veel producten hanteren de zogeheten JEDEC-standaard, wat betekent dat elke rij in de matrix minimaal een keer per 64 ms ververst moet worden (aan dit 'dynamische' gedrag ontleent DRAM zijn naam). Mede hierdoor is DRAM erg energievretend. Als de spanning van de chip wordt gehaald, vervalt alle opgeslagen data

ETSEN

Het proces van chemisch etsen stamt uit de Renaissance, waar het werd gebruikt om schilden, harnassen en dergelijke te versieren. Een combinatie van zout, houtskool en azijn werd gebruikt om het plaatstaal aan te tasten. De plekken die niet aangetast mochten worden, werden bedekt met een laagje lijnzaadolie. Tegenwoordig wordt etsen vooral gebruikt in de halfgeleiderindustrie en in de productie van printplaatjes. Het oppervlak van het te behandelen product wordt bedekt met een sluitende laag die niet gevoelig is voor de chemische reactie. Op de plek waar het materiaal (meestal een metaal) verwijderd moet worden, wordt deze laag verwijderd. Vervolgens wordt het geheel in een zuurbad gedompeld, waar een reactie ontstaat tussen het zuur en het metaal. In de meeste gevallen betreft dit een redox-redactie. Hier lost het metaal als het ware op, en ontstaat het gewenste patroon, dan wel vorm.