DE APPEL

VORMEN

DE OPLOSSING: KERNFUSIE?

MAKKELIJKER GEZEGD DAN GEDAAN

DE TOEKOMST VAN 3D PRINTERS

Printen met plastic

BEROEMD DEENS SPEELGOED

De weg naar creativiteit

37.5

Het verenigingsblad van W.S.G. Isaac Newton

DE ANIMARI VAN THEO JANSEN


ANIMARIS CURRENS VENTOSA

DOOR **RACHEL MOLLINK**

Nee nee, het gaat dit keer niet over die voetballer, maar over Theodorus Gerardus Jozef Jansen (Den Haag, 14 maart 1948). Hij heeft natuurkunde gestudeerd en vanaf 1980 is hij kunstenaar. Eén van zijn eerste kunstwerken was een vliegende schotel van vijf meter doorsnee. Deze heeft hij volgeblazen met lucht en de UFO maakte een piepgeluid en gaf licht. Veel Delftenaren hebben dit ding zien vliegen en de schotel haalde toentertijd de voorpagina van de krant gehaald. Daarna is Theo Jansen begonnen met het bouwen van strandbeesten, of zoals hij ze zelf noemt: De Animari.



Strandbeesten zijn beesten gemaakt van pvc-buizen die zelf over het strand kunnen lopen. Hierachter zit een hele theorie en diverse berekeningen, want wanneer de pvc-buizen niet goed in elkaar zitten, kan het beest niet lopen, valt hij om of waait hij zelfs weg. Er moeten dus goede verhoudingen tussen de lengtes van de pvc-buizen worden gevonden. Het bouwen van de beste constructie heeft Theo Jansen gedaan door middel van trial-and-error en is dus net als in de natuur een kwestie van evolutie. De evolutie van de Animari heeft zeven tijdperken: Pregluton, Gluton, Chorda, Calidum, Tepideem, Lignatum, Vaporum en Cerebrum. Tijdens deze zeven tijdperken hebben de Animari zich steeds verder ontwikkeld.

PREGLUTON

Tijdens dit tijdperk zijn nog geen echte strandbeesten gemaakt. Wel raakte hij onder indruk van een boek van Richard Dawkinds (Engelse zoöloog). Hierdoor heeft hij een virtueel beestje in de computer gemaakt en deze noemde hij Animaris Lineamentum. Hij vond het interessant hoe dit beestje bewoog en hoe hij zich zou kunnen voortplanten. En daar begon het allemaal...

GLUTON – DE PLANKBAND PERIODE

1990

In deze tijd heeft Theo Jansen veel pvc-buizen gekocht, omdat deze buizen konden buigen, ze bijna niets wegen en goedkoop zijn. Hij zaagde stukjes buis en begon het eerste strandbeest in elkaar te zetten. Hij maakte de stukjes buis vast met plakband en zo ontstond het eerste beest, Animaris Vulgaris. Dit beest had 28 poten, deze poten waren verbonden met een draaiende ruggengraat (krukas) in het midden. Als de ene poot op de grond stond, werd het andere net opgetild. Uiteindelijk is de Animaris Vulgaris overleden en de oorzaak van het technisch falen was het plakband. De gewrichten en verbindingen waren niet stijf en sterk genoeg om het hele lijf te dragen.

CHORDA – DE SJORPERIODE

1991-1993

In deze periode is het plankband vervangen door tiewraps; vandaar de naam sjorren. De pvc-buizen werden geknakt en dan verbonden door middel van een tiewrap. Hieruit ontstond het beest Animaris Currens Vulgaris. De Animaris Currens Vulgaris was het eerste beest wat ook daadwerkelijk kon staan en lopen. Gewrichten van dit beest bestonden uit een ring en een dun buisje. In deze periode liepen de gewrichten vaak vast als gevolg van zand dat tussen de buisjes kwam.



ANIMARIS RHINOCEROS TRANSPORT

CALIDUM – DE HETE PERIODE

1993-1994

De heteluchtbrander is eigenlijk de grootste ontdekking van dit tijdperk. Als de heteluchtbrander op een pvc-buis wordt gericht, wordt de buis zo zacht dat het makkelijk vervormd kan worden. Deze vorm blijft ook nog eens behouden na afkoeling. Door gebruik van dit apparaat konden de hoekpunten van de constructies strakker en dus steviger worden gemaakt. Hierdoor werd het geraamte veel stijver. Tijdens dit tijdperk zijn twee Animari gemaakt, namelijk Animaris Currens Ventosa en de Animaris Sabulosa. De eerste kon niet lopen op windkracht, de tweede liep wel op de wind en dat deed hij zijwaarts. Daarnaast schepte het tweede beest ook een klein beetje zand.

TEPIDEEM – DE LAUWE PERIODE

1994-1997

Harde wind is erg gevaarlijk voor de beesten, want vaak overleven ze dit niet. Hier moest dus iets op verzonnen worden. Tijdens dit tijdperk is de Animaris Ancora gemaakt. Dit beest had een zwaar rol-anker en deze zat vast aan de propeller van het beest. Dit rol-anker was ervoor om de beesten te beschermen tegen de harde wind, want zo waaide hij niet heel makkelijk weg. Deze propellerbeesten liepen zijwaarts en liepen ook het beste op de wind. De zee en het mulle zand zijn ook een gevaar, dus hier moeten de beesten omkeren. Ook werd de Animaris Properans gemaakt, deze had een propeller waarvan de bladen om konden keren, zodat het beest in de tegenstelde richting ging lopen. Helaas was deze propeller te zwaar, dus dit beest heeft het niet heel lang volgehouden.

In het Tepideem kwam ook de kudde ter sprake. Het leven in een kudde, net zoals in de natuur heeft voordelen, maar heeft ook zeker nadelen. Beesten kunnen schuilen achter elkaar voor de wind, maar de beesten kunnen ook makkelijk met hun poten in elkaar haken en verstrikt raken. Ook de voorplanting van deze beesten was in dit tijdperk een belangrijk aspect. Helaas moest dit nog met de hand en moest Theo Jansen helpen met het voortplanten. De Animaris Geneticus werd gemaakt en deze had inderdaad nog hulp nodig bij het voortplanten. De genetische informatie van dit beest werd bepaald door de lengtes van de buisjes van het skelet. De verhouding van de buisjes ten opzichte van elkaar bepaalden de kwaliteit van de poot. Met behulp van de computer werd de optimale verhouding gevonden. Het skelet van dit beest bestond uit twaalf poten en telde welliswaar 357 buisjes (genen). De lengtes van deze buisjes bepalen dus de vorm en grootte van het strandbeest. Op strand werd een kudde van zeven Animaris Genetici losgelaten. Tussen deze zeven zaten kleine genetische verschillen. Er werd een loopwedstrijd gehouden en degene die het snelst een bepaalde afstand had afgelegd is het sterkst (survival of the fittest). De genetische code van het snelste beest werd gekopieerd, oftewel er werden nieuwe buisjes geknipt die overeenkwamen met de lengte van het winnende beest. Vervolgens werden de buisjes van de langzame beesten vervangen door de kopieën van de winnende buisjes. De langzame beesten zijn als het ware gereanimeerd met nieuwe genen en dit kan gezien worden als het nageslacht van het winnende beest.

LIGNATUM – DE PERIODE VAN HET HOUT

1997-2001

Tijdens dit tijdperk begint Jansen met het maken hele grote beesten. De pvc-buizen worden aan de kant gelegd en hij gaat op zoek naar andere materialen.Allereerst is Theo Jansen gaan experimenteren met hout en dit zorgde voor een heel ander uiterlijk van de beesten. Er is ook daadwerkelijk een beest gebouwd van hout, Rhinoceros Lignatus, en hij woog 250 kilogram.

Toen kwam er in 2004 nog de Animaris Rhinoceros Transport, dit beest woog 3,2 ton en hij was 4.7 meter hoog. Dit beest was niet gemaakt van hout, maar van staal! Het frame was van gepoedercoat staal en de huid



ANIMARIS PERCIPIERES RECTUS

was van polyester. Daarnaast kon je zelfs in het beest zitten. Ook met dit beest zijn proeven gedaan. Eén man was genoeg om het beest opgang te brengen en het liep ook uitstekend op de wind. Hij liep zelfs te hard, waardoor de gewrichten het begaven.

VAPORUM – DE PERIODE VAN DE STOOMGELUIDEN

2001-2006

In alle bovengenoemde tijdperken werd het beest verplaats door de wind. In dit tijdperk, het Vaporum, heeft het beest de stap gemaakt van verplaatst worden naar zichzelf verplaatsen. De strandbeesten uit de vorige tijdperken hadden de eigenschap dat ze door hun bouw en vleugels vatbaar waren voor de wind. Deze beesten waren dus afhankelijk van de wind, maar dit kon ook voor gevaarlijke situaties leiden. De Animaris Percipiere Rectus is gemaakt in dit tijdperk en was in staat zichzelf te fixeren op het strand. Op zijn neus zat een hamer die een dikke buis in de grond sloeg. Als deze neus is gefixeerd, dan is het hele beest gefixeerd. Als de wind gaat draaien, dan draait het beest gewoon mee zodat hij met zijn neus in de wind blijft staan. Dit beest overleefde een storm met windkracht acht.

De zichzelf verplaatsende strandbeesten zoals de Animaris Percipieres hebben een maag. Deze maag bestaat uit PET-flessen, deze worden met behulp van de windkracht opgepompt tot een hoge druk. Het pompen gebeurt door een soort fietspompjes die gemaakt zijn van pvc-buizen. Deze pompjes worden dan weer aangedreven door de vleugels die voor op het beest zitten. Het duurt een paar uur voordat deze flessen vol zitten, maar ze bevatten dan wel potentiële wind. Als je de dop van de PET-fles afhaalt, komt de wind er met een grote snelheid uit. Om deze wind onder controle uit de fles te halen en te gebruiken om het beest voor te bewegen, zijn spieren nodig. De spier bestaat uit een buis waar een andere buis in heen en weer kan bewegen. Om de binnenste buis zit een ringetje, zodat deze buis kan werken als zuiger. Als de lucht uit de flessen middels een slangetje in de buis loopt, duwt hij de zuiger naar buiten en daardoor strekt de spier zich. Een leuk feitje is dat de strandbeesten betere spieren hebben dan wij. Ze zijn lichter en sterker en de spieren van de Animaris Excelsus kunnen wel 200 kilogram opdrukken. De eerder genoemde spieren kunnen weer andere spieren aansturen, door middel van "zenuwen".

Er zijn ook nieuwe zenuwcellen ontwikkeld tijdens dit tijdperk. Bij deze zenuwcellen werd gebruik gemaakt van een knakkende luchtslang. Als de slang geknakt is, laat hij geen lucht meer door. Als de buis, door middel van een zuiger, naar boven beweeg knakt de slang dicht. Op die wijze kan een slang met behulp van luchtdruk geopend of gesloten worden.

CEREBRUM – DE PERIODE VAN DE HERSENEN

2006-NU

In dit tijdperk zijn zintuigen ontwikkeld, namelijk het waterzintuig en het mulle-zandzintuig. Het waterzintuig is een slangetje dat over de grond sleept. Wanneer het beest over het strand loopt zuigt het lucht aan. Wanneer het slangetje water aanzuigt, verhoogt de weerstand waardoor er een zenuwcel omklapt. Hierdoor keert het beest om. Het mulle-zandzintuig voelt de druk oplopen in de spieren, wanneer het beest in het mulle zand loopt. Het reflex is dan omdraaien! De looprichting van de pootjes wordt dan omgeschakeld. Het resultaat is dan dat het best op en neer loopt tussen de branding en het mulle zand.

TOEKOMST

Je kan zien dat de strandbeesten door deze zeven tijdperken al heel wat ontwikkelingen mee hebben gemaakt. Maar Theo Jansen is nog lang niet klaar: zijn doel is dat deze beesten uiteindelijk in kuddes op het stranden leven zonder dat hij nog te hulp moet schieten. De beesten nemen dan telkens beetjes zand mee van het strand naar de duinen, waar ze het achterlaten. Dit zou een grote invloed kunnen hebben op het landschap.

MAKKELIJKER KUNNEN WE HET NIET MAKEN

Er zijn twee zekerheden in het leven. De eerste, het leven is eindig: hoe je het ook wendt of keert, er komt een dag dat het allemaal voorbij is. De tweede, je zult belasting betalen: of je nu werkt, iets koopt, iets wint of iets erft, de fiscus zal je vinden en een gedeelte van het geld oversluizen naar de schatkist. De oorsprong van deze wijsheid laat ik even in het midden, maar voor de gemiddelde Nederlander kloppen deze waarheden. Ik zeg gemiddeld, want er is namelijk één grote uitzondering op de regel. Sterven valt moeilijk aan te ontkomen, dus gaat het hier over de tweede zekerheid, de belasting. En nee, ik heb het niet over bedrijven die via allemaal ingewikkelde constructies, zoals de "double Irish with a Dutch sandwich" (zoek maar op), hun geld stevig in eigen bezit houden, maar over instellingen letterlijk zo oud als de weg naar Rome: religieuze en liefdadige instellingen.



Deze instellingen betalen in Nederland namelijk geen belastingen: geen vennootschapsbelasting, geen onroerendgoedbelasting, geen winstbelasting, simpelweg geen belasting. Er is wat voor te zeggen dat dit eerlijk is. De liefdadigheidsorganisaties houden zo meer geld over voor hun goede doelen en ook een instelling zoals de katholieke kerk heeft bijvoorbeeld meer geld over voor liefdadigheid. Helaas schijnen er nog al wat profiteurs van dit stelsel te zijn.

Zo is daar bijvoorbeeld de Scientology "kerk", een instelling die nogal een dubieuze status heeft. Zo zijn leden verplicht duizenden euro's te betalen om hoger op de spirituele ladder te komen en worden er allerlei megalomane bouwprojecten uitgevoerd. De leider van de organisatie, David Miscavige, is ook niet bepaald een gemakkelijke jongen en heeft meerdere aanvaringen met de Amerikaanse belastingdienst gehad. Bovendien regent het aantijgingen van lichamelijk geweld op zijn adres. Toch is ook deze organisatie in Nederland vrij van het betalen van belasting.

Er zijn andere voorbeelden, zei het van een wat minder bedenkelijk niveau. Zo verdienen de directies van sommige liefdadigheidsorganisaties zoals het Rode Kruis lonen vergelijkbaar met de Balkenendenorm. Toch een vreemde gang van zaken voor organisaties die met relatief weinig geld veel proberen te doen. Hoe is het mogelijk dat sommige personen op deze manier mogen profiteren?

Een bekende uitspraak luidt: "Leuker kunnen we het niet maken, wel makkelijker". Maar ook deze uitspraak is kennelijk niet voor iedereen waar. LH

Na zes jaargangen bij de Appel *wordt het voor mij tijd om afscheid te nemen van de redactie. Nu blijf ik nog wel een paar maanden student, maar zie het einde van deze jaargang als een goed moment om te stoppen. Ik heb in al die jaren veel plezier beleefd aan het schrijven van verschillende stukken (en sinds twee jaar de column) en wens de huidige redactie en alle redacties die mogen volgen, veel succes met het maken van de Appel.*

FRACTALS

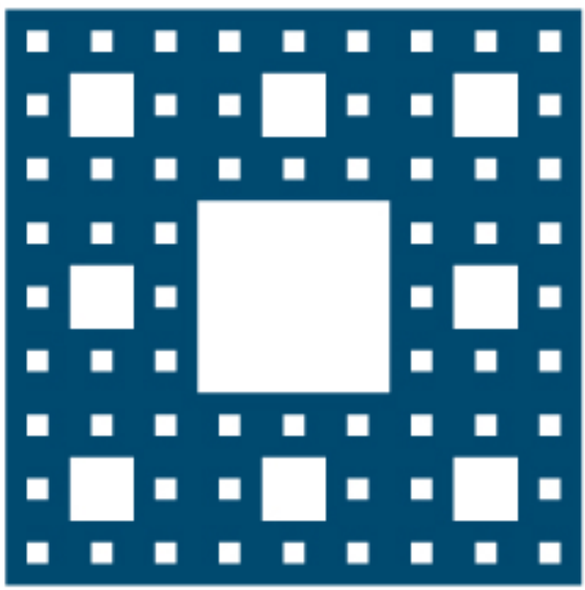
PRACHTIG, VERDOMD INGEWIKKELD EN TOENEMEND BRUIKBAAR

Ze zijn er in alle soorten en maten. Vanwege de wonderlijke vormen zou je ze zo aan de muur hangen. Maar fractals zijn meer dan een mooie plaatjes. Het zijn meetkundige figuren die bestaan uit eenzelfde patroon dat zich herhaalt naarmate je verder inzoomt. Een simpel voorbeeld is het tapijt van Sierpinski. Uit een vierkant wordt precies in het midden een vierkant verwijderd dat 1/9 gedeelte van het vlak beslaat. Ditzelfde wordt gedaan voor elk van de overgebleven acht deelvierkanten. Deze procedure wordt oneindig vaak herhaald. Eigenlijk heel simpel. Tot je de wiskunde erbij haalt. Want wat is het oppervlak van een vlak waar je oneindig veel gaten in maakt? Precies, nul. Dus is er dan wel een figuur?

DOOR **FLOOR SEGETH**



1 X 1 = 1



3 X 3 = 8

HOEVEEL DIMENSIES?

De meetkunde lijkt een van de meest tastbare takken van wiskunde te zijn. Er is immers weinig abstract aan een vierkant of cirkel. De fractal gooit dit beeld drastisch om. Dit heeft te maken met de dimensie van een fractal. Voor bekende meetkundige figuren ligt de dimensie erg voor de hand. Een cirkel is tweedimensionaal en een bol driedimensionaal. Dit betekent dat wanneer je de straal van een cirkel verdubbelt het oppervlak met een factor $2^2=4$ toeneemt en wanneer je de straal van een bol verdubbelt het oppervlak met een factor $2^3=8$ toeneemt. Deze relatie tussen de factor waarmee de eendimensionale lengte L – in dit geval de straal – toeneemt en de factor waarmee de grootte van het figuur S toeneemt, is

$$S=L^D$$

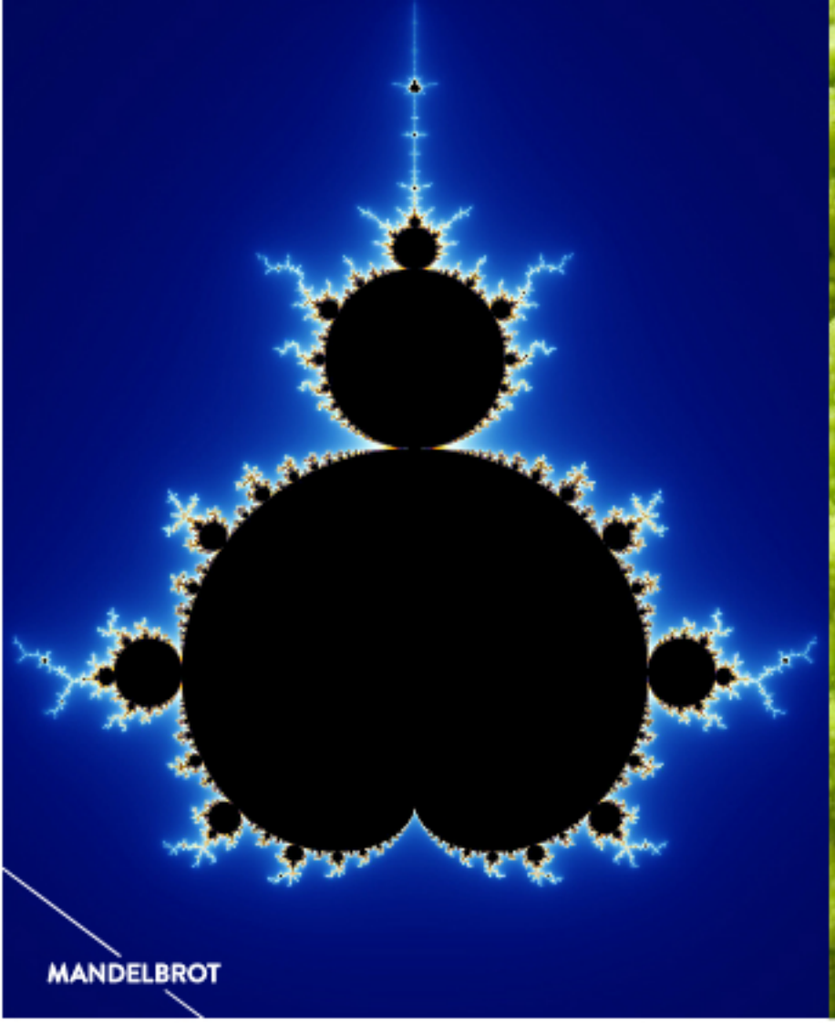
Hierin staat D voor de dimensie van het figuur. Deze formule kan worden herschreven tot

$$D=\log_L S=\frac{\log S}{\log L}$$

Laten we nu terug gaan naar het tapijt van Sierpinski. Als we hierin de lengte en breedte met een factor 3 toenemen (L=3), neemt het oppervlak toe met een factor 8 (zie figuur). De dimensie die hieruit volgt is

$$D=\frac{\log 8}{\log 3}=1{,}8928$$

Dit is geen geheel getal. Dit is, naast de zelfgelijkendheid, een tweede belangrijke eigenschap van fractals: de 'non-integer' (fractale) dimensie. Elk figuur met een dimensie die geen geheel getal is, is een fractal. De andere kant op geldt dit niet: er bestaan ook fractals met een 'integere' dimensie.



MANDELBROT



MEER MINDBLOWING WISKUNDE

Tot zover zijn we alleen in gegaan op het simpel te construeren tapijt van Sapinski. De algoritmes voor de meeste fractals zijn niet zo simpel. Zo bestaat de Mandelbrot verzameling uit de complexe getallen c=a+b i waarvoor de reeks

$$C, C^2 + C, (C^2+C)^2 + C, (((C^2 + C)^2 + C)^2 + C,$$
$$((((C^2 + C)^2 + C)^2 + C)^2 + C, ...$$

niet naar oneindig nadert. Je kunt de elementen van deze reeks schrijven als een algoritme, namelijk

$$Z_{N+1} = Z_N^{\,2} + C$$

waarbij z_n in eerste instantie nul is. Je kunt nu de Mandelbrot verzameling tekenen door voor elk punt c te bepalen of bovenstaand algoritme naar nul nadert of niet. Nadert z_(n+1) niet naar oneindig voor een bepaald punt c, dan zit dit punt in de verzameling. Voor punten middenin en ver buiten de Mandelbrot verzameling hoeft het algoritme maar enkele keren doorgevoerd te worden om te bepalen of het punt binnen of buiten de verzameling valt. Dit is niet het geval voor de grens. Hoe meer stappen je gebruikt, des te exacter je de grens kunt beschrijven. Wanneer je vervolgens ver genoeg inzoomt op het grensgebied, zul je het oorspronkelijke uitgezoomde figuur herkennen. Het figuur is, zoals vereist voor een fractal, zelfgelijkend.

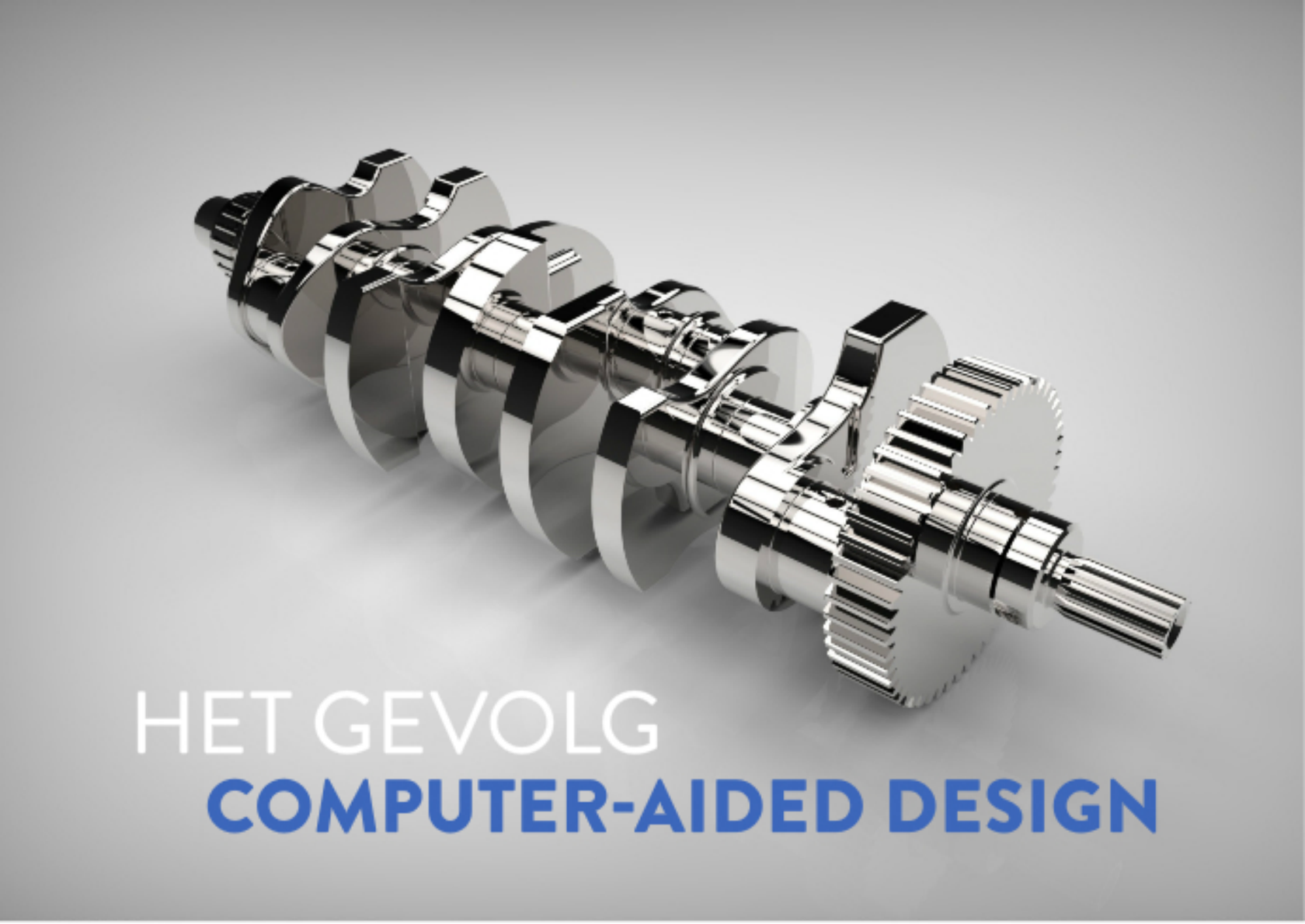
OVERAL FRACTALS

De eerste afbeelding van de Mandelbrot verzameling stamt uit 1978. Ruim 10 jaar eerder schreef Mandelbrot al artikelen over zelfgelijkendheid. Eén artikel gaat over de lengte van de Britse kust. Dit is een van de eerste artikelen over fractals, geschreven in een tijd dat de term 'fractal' nog niet eens gedefinieerd was. Het artikel beschrijft de kustlijnparadox: de eigenschap dat de gemeten lengte langs een kustlijn afhangt van de schaal waarop je meet. Hoe kleiner de meeteenheid, des te groter de lengte. Mandelbrot schrijft dat geografische figuren zoals kustlijnen gemodelleerd kunnen worden aan de hand van zelfgelijkende figuren met fractale dimensies. Deze paper werd een keerpunt in hoe over fractals werd gedacht. Het legde de link tussen wiskunde objecten en natuurlijke vormen.

Niet alleen kustlijnen kunnen worden benaderd met behulp van fractals. Ook bij de karakterisatie van de bladvorm van varens of de takstructuur van bomen wordt dankbaar gebruik gemaakt van fractale wiskunde. En het gaat nog verder. Er zijn astrofysica die geloven dat de sleutel tot het begrijpen hoe sterren worden gevormd ligt in de fractale natuur van het omgevende gas. En er zijn biologen die beweren het DNA fractale eigenschappen bezit aan de hand waarvan de evolutie van dieren verder kan worden uitgelegd. De belangrijkste hedendaagse toepassing van fractals ligt echter in de computerwetenschap. Een voorbeeld is het comprimeren van afbeeldingen: veel methodes hiervoor maken gebruik van fractalalgoritmes.

MEER DAN EEN MOOI PLAATJE

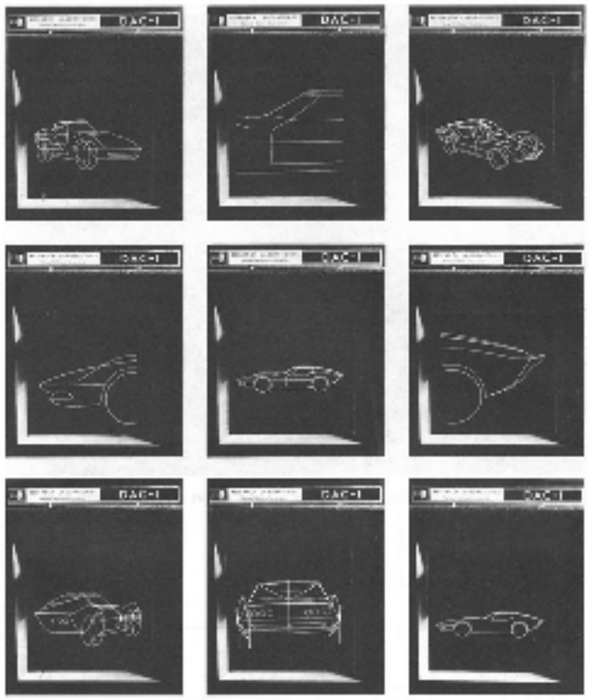
Hoewel de fractalmeetkunde niet aan bod komt is de meeste curricula is het een interessante en inspirerende tak van de wiskunde. Met de juiste algoritmen kunnen prachtige figuren worden gecreëerd. Wat dit meetkundige figuur nog interessanter maakt is dat het de beste bestaande wiskundige beschrijving is van vele natuurlijke vormen zoals kustlijnen, bergen en delen van levende organismen. Ik sluit me aan bij de volgende omschrijving van Mandelbrot: "Beautiful, damn hard, increasingly useful. That's fractals."

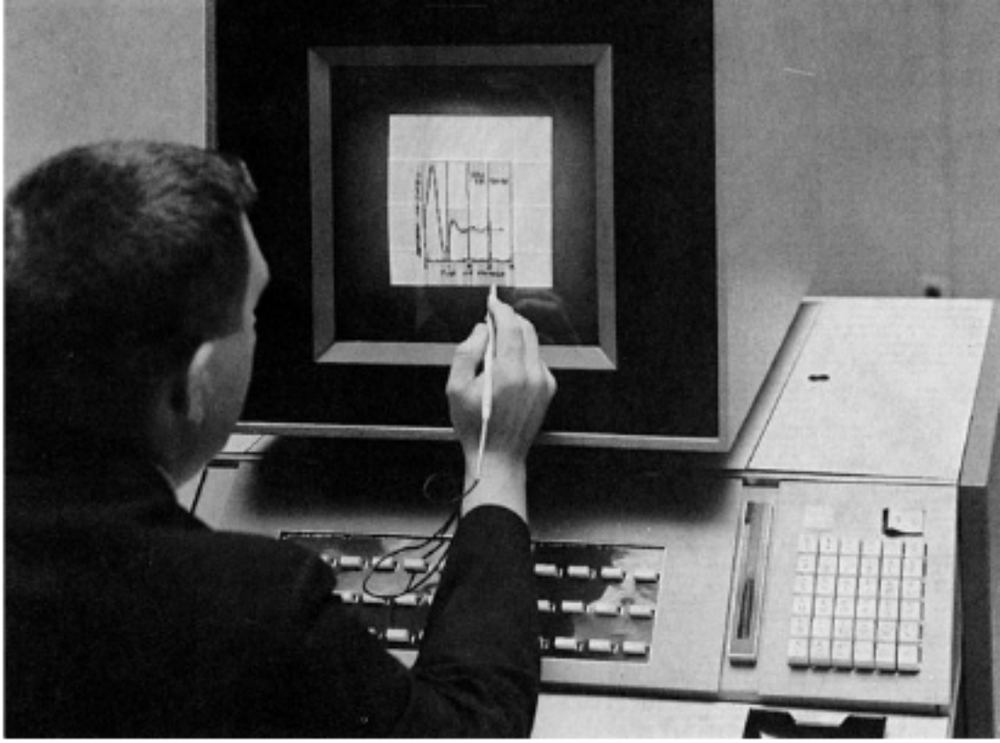


HET GEVOLG
COMPUTER-AIDED DESIGN

DOOR **TOM STROET**

Of je nou eerstejaars TOM'er of doorgewinterd masterstudent bent: iedere WB'er is zijn of haar studie begonnen met het vak Werktuigbouwkundig Tekenen. De eerste aanzichten worden op de ouderwetse manier getekend, met potlood en papier. Voor menig student levert dit de nodige frustraties op: iedere keer als een lijntje verkeerd staat of een gebied verkeerd gearceerd is, kan je weer je gummetje tevoorschijn toveren en net zo lang gummen tot er een gat in je vel papier zit. Het is dan ook een hele verademing als het papier opzij wordt gelegd en de CAD software voor het eerst wordt opgestart. Wanneer je de verschillende functies een beetje onder de knie hebt en je eerste modellen in elkaar klikt, kun je het je al bijna niet meer voorstellen dat dit vroeger allemaal met potlood gebeurde. De ontwikkeling van CAD heeft dus grote gevolgen voor ons WB'ers, en dat beperkt zich niet alleen tot de studie.





EEN NIEUW ONTWERP

De eerste stappen in de ontwikkeling van CAD werden gezet halverwege de 20e eeuw. Een van de pioniers op het gebied van digitalisering en automatisering is General Motors. De Amerikaanse autofabrikant begon al vroeg met het gebruik van computers: in 1952 begon GM al met het gebruik van machines die werkten op ponskaarten. Eind jaren '50 zette het bedrijf een experimenteel project op waarmee geprobeerd werd om de talloze ontwerptekeningen die het bedrijf rijk was te digitaliseren en op te slaan. Iedere afdeling, van conceptueel design tot detailontwerp, hanteerde namelijk een eigen standaard voor hun schetsen en tekeningen. Steeds wanneer een tekening van de ene afdeling naar de andere ging, moest deze aangepast of hertekend worden door de desbetreffende afdeling. Ook als er een aanpassing in het ontwerp werd gedaan moest er steeds een nieuwe tekening gemaakt worden. Dit moest anders en daarom ging de autofabrikant een samenwerkingsverband aan met computerproducent IBM. Dit resulteerde in een van de allereerste CAD systemen, genaamd DAC-1 (Design Augmented by Computer), waarmee door middel van ponskaarten tekeningen digitaal konden worden opgeslagen, geprojecteerd en aangepast. Met behulp van de ponskaarten konden ook automatische freesmachines worden aangestuurd. Dit waren dus ook de eerste stappen op het gebied van Computer-Aided Manufacturing.

Deze ontwikkelingen betekenden echter nog niet dat bij ieder bedrijf meteen de tekentafels de deur uit konden. Innovaties als het DAC-1 systeem waren zeer exclusief en alleen weggelegd voor de grote multinationals, voornamelijk in de automotief- en ruimtevaartindustrie, met genoeg kapitaal om in automatisering en digitalisering te investeren. Zelfs bij GM duurde het tot de jaren '70 voordat de tekenzalen structureel werden vervangen door CAD terminals. Sinds de jaren '70 begon de transitie pas echt op gang te komen met nieuwe ontwikkelingen als 3D modellering. Dit is grotendeels te danken aan de ontwikkeling van personal computers, die steeds meer rekencapaciteit kregen en steeds gebruiksvriendelijker werden. Nieuwe, goedkopere computers en CAD software maakten het ook mogelijk voor de kleinere ondernemers om over te stappen op digitaal tekenen. Vooral de introductie van AutoCAD zorgde voor een grote stap richting digitalisering. De eerste versie van dit 2D softwarepakket kwam uit in 1982 en binnen korte tijd ontwikkelde AutoCAD zich tot dé standaard op het gebied van 2D CAD software. In de jaren '80 werden ook de eerste solid modellers geïntroduceerd. Tegenwoordig zijn de solid modellers, zoals SolidWorks en Inventor, de standaard ontwerptools voor de Werktuigbouwkundige. De integratie met verschillende andere softwarepakketten, zoals CNC- en eindige elementensoftware, maakt dat het gebruik van CAD niet meer weg te denken is uit de toolbox van een WB'er.

CAD AAN DE UT

Een welbekende uitspraak is dat de ontwerpfase van een product invloed heeft op zo'n 80 procent van de productiekosten. De overgang van de tekentafel naar de tekencomputer heeft in de industrie dan ook groot effect gehad op productiecapaciteit en –kosten. Maar ook hier op de universiteit, en vooral bij WB, zijn de effecten merkbaar geweest. Vóór de introductie van CAD software was er veel meer aandacht voor tekenen en ontwerpen binnen het curriculum. De collegezalen in de Horsttoren waren toen nog ingericht als tekenzalen, waar studenten hun uiterste best deden geen fouten te maken in hun werktekeningen. De introductie van CAD software, eerst in 2D (Vellum) en later in 3D (SolidWorks) betekende dat de tekenzalen overbodig werden en dus werden ze omgevormd naar collegezalen.

Tegenwoordig wordt er een stuk minder aandacht besteed aan werktuigbouwkundig tekenen. Binnen een week of zes worden de eerstejaars studenten heel snel de basics aangeleerd, als zijnde een spoedcursus. Ondanks dat het gebruik van CAD zorgt voor veel vormvrijheid en flexibiliteit, is het de vraag of het de kwaliteit van de ontwerpen ten goede komt. Toen er nog met de hand werd getekend, was de student uren aandachtig bezig met één tekening en moest hij veel oog voor detail hebben. Zo niet, dan waren de tekeningen waardeloos en kon hij weer bij het begin beginnen. Tegenwoordig wordt er in luttele momenten een modelletje in elkaar geklikt, inclusief werktekeningen, en wordt er niet altijd meer zo aandachtig gekeken naar de kwaliteit van het ontwerp. Daarom is het van zeer toegevoegde waarde dat de eerste tekenlessen nog op papier gebeuren. Om een lang verhaal kort te maken volgt hier een advies voor iedere ontwerper die twijfelt aan de kwaliteit van zijn designs: zet je computer eens uit, slijp je potloden en ga terug naar de tekentafel!

ZONNE KRACHT 2.0

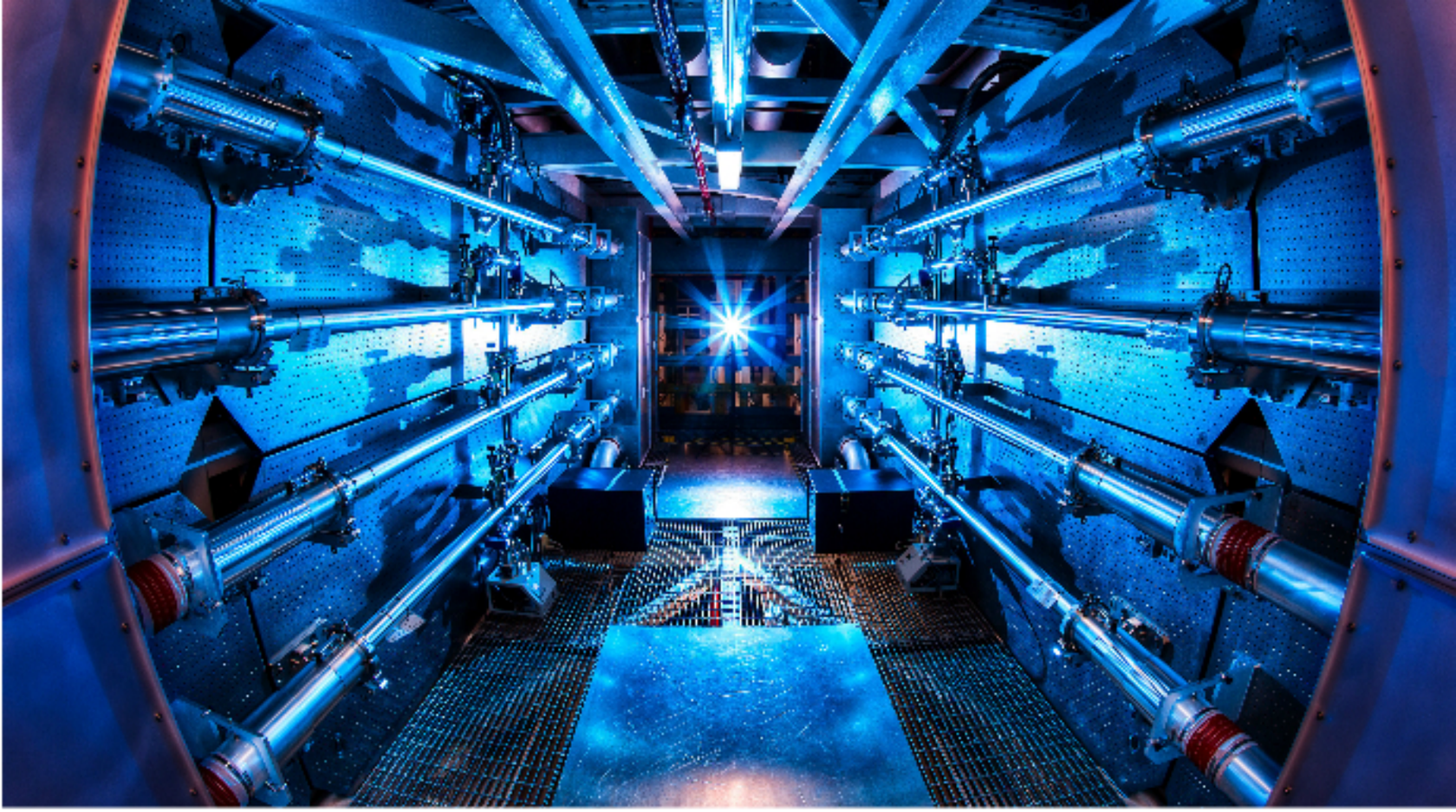
DOOR **JOACHIM KOOT**

Langzamerhand is de mensheid haar energievoorziening aan het verduurzamen. Kolencentrales worden vervangen door stuwdammen, zonnepanelen en windturbines. Toch zal ieder van jullie inzien dat deze duurzame(re) bronnen hun nadelen hebben. Ze zijn nog relatief duur, vervuilen het landschapen en hun energieproductie is beperkt. Energieopwekking door middel van kernfusie zou ons van al deze problemen kunnen afhelpen. De technologie draagt nog niet eens kinderschoenen, maar de potentie is enorm. Waarom is kernfusie nu precies zo gaaf?

WAT IS KERNENERGIE?

In 1905 maakte Albert Einstein een begin in de afleiding van massa-energierelatie, beter bekend als E=mc2. Deze relatie stelt dat massa een bepaalde hoeveelheid energie vertegenwoordigt. Normaal gesproken hebben we daar weinig aan. Dat verandert als je de massa van een object kunt veranderen op zo'n manier dat een deel van de massa verdwijnt. Een boomstam in tweeën zagen zorgt natuurlijk voor een massaverandering, maar de som van de massa van de halve boomstammen is onveranderd, aannemende dat we de stam doormidden hebben gezaagd zonder spanen achter te laten. Bij een atoomkern is het echter wel mogelijk om de massa te veranderen, door middel van kernsplitsing of kernfusie. Bij kernsplitsing wordt een atoomkern in twee of meerdere kleinere kernen gesplitst, bij fusie worden twee kleinere kernen samen een grotere kern. Bij beide principes zal de totale massa na de reactie groter óf kleiner zijn dan daarvoor. Het verschil in massa heet het massadefect en is een maat voor verandering van de hoeveelheid energie in de verbinding tussen de kerndelen. Bij een afname van de totale massa en dus een positief massadefect, is er massa verloren gegaan in de vorm van energie. De hoeveelheid verloren energie is gelijk aan de verloren massa maal de lichtsnelheid in het kwadraat, inderdaad de massa-energierelatie. Omdat licht zicht voortplant met een enorme snelheid, is de hoeveelheid vrijgekomen energie ook gigantisch.

Bij beide genoemde vormen van kernenergie wordt dit principe uitgebuit. Bij kernsplitsing wordt een atoomkern gesplitst en is de som van de massa's ietsjes kleiner dan de beginmassa. Fusie werkt juist andersom: twee atoomkernen versmelten tot een nieuw atoom dat een klein beetje lichter is dan je zou verwachten. Het massadefect is evenredig met de hoeveelheid vrijgekomen energie, die in de vorm van warmte is te gebruiken voor het genereren van arbeid. Met deze arbeid kun je elektriciteit opwekken met een generator of bijvoorbeeld direct een scheepsschroef aandrijven.



HOE WERKT KERNFUSIE?

Kernfusie is dus het proces van het samensmelten van twee atoomkernen tot een nieuwe. Dit is echter geen sinecure. Atoomkernen zijn namelijk positief geladen en dat maakt het samenbrengen van twee atoomkernen lastig. Pas als de sterke elektromagnetische kracht die de twee kernen uit elkaar houdt overwonnen is, zullen de kernen zich voldoende dicht bij elkaar bevinden om te fuseren. Ze worden dan bijeengehouden door de sterke kernkracht. Er bestaan verschillende principes om atoomkernen zo dicht bij elkaar te brengen. Er zijn twee principes die veruit het meest onderzocht worden en de grootste potentie hebben om in de toekomst daadwerkelijk een rol te spelen in onze energievoorziening. De eerste is thermonucleaire fusie. Bij deze techniek worden de atomen opgewarmd tot enorme temperaturen, tot wel 150 miljoen graden Celsius. Bij deze temperaturen ontstaat een plasma, een soort gasvormige fase waarin de temperatuur zo hoog is dat de elektronen uit de baan van hun atomen zijn gekomen en vrij bewegen door de ruimte. Omdat atoomkernen positief geladen zijn en elektronen negatief, bewegen de kernen en elektronen van elkaar af. Door de gigantische hoge temperatuur is de kinetische energie van de atoomkernen zo groot, dat ze soms spontaan tegenelkaar botsen en zo fuseren. Met de warmte die zo ontstaat kan idealiter het plasma in stand gehouden worden en een stoomturbine worden aangedreven.

Het tweede principe waarmee onderzoekers kernfusie kunnen bewerkstelligen, heet traagheidsopsluiting. Hierbij worden kleine bolletjes nucleaire brandstof met lasers beschoten. Het vermogen van deze lasers is zo groot, dat de buitenkant van de bolletjes ontploft waarbij de binnenkant wordt gecomprimeerd. Schokgolven bewegen dan door het materiaal en verhogen de druk en temperatuur in zoverre dat lokaal kernfusie plaatsvindt. Om tot een substantiële energieproductie te komen zouden tientallen bolletjes per seconde op deze manier tot fusie moeten worden gebracht. Dit is de grootste uitdaging, omdat de bestaande lasers hiertoe nog niet in staat zijn. Toch is het principe van traagheidsopsluiting ook een hoopvolle, zeker sinds de National Ignition Facility in de VS in 2013 het voor elkaar kreeg om meer energie te produceren dan nodig was om de fusie in gang te zetten.

ExxonMobil

More energy. Fewer emissions. It takes the brightest minds working together.









ExxonMobil hires exceptional people and every one of them is empowered to think independently, take initiative and be innovative. They thrive in our company culture: open, with an international mindset and down to earth.

Our hands-on approach, job rotation system and regular training enable our people to learn and develop their talents continuously. The acquired skills and knowledge will help them to become our future generation of managers.

ExxonMobil uses innovation and technology to deliver energy and petrochemical products to meet the world's growing demand. With constant innovation we improve the supply of reliable, affordable energy in a safe and environmentally responsible manner. We invest more than 1 billion dollar (US) annually in research, development and technology applications.

Interested to get a glimpse of what it is like to work for one of the world's most successful companies?

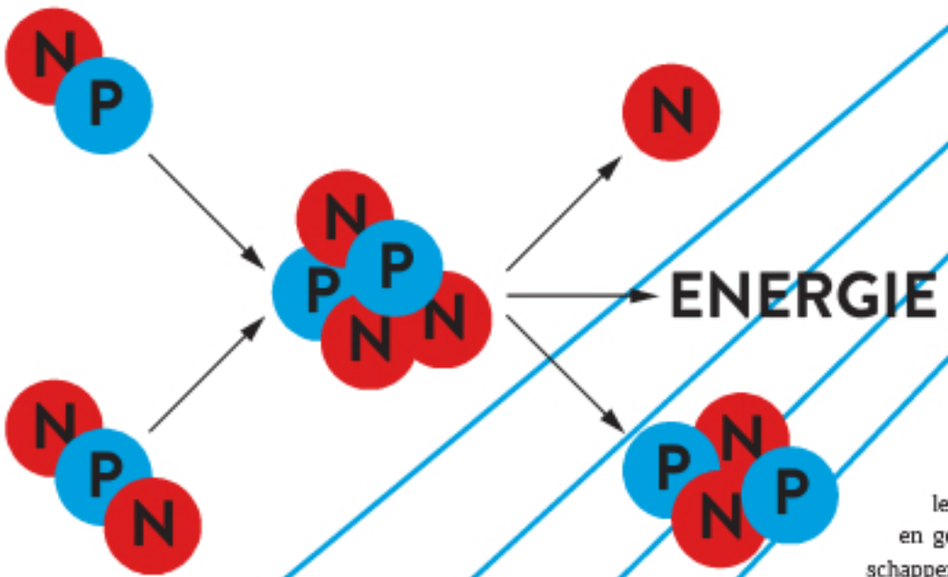
Check our starting positions and career opportunities:
www.exxonmobil.be/careers
www.exxonmobil.nl/careers

Energy lives here™

www.exxonmobil.com

WATERSTOF, DEUTERIUM EN TRITIUM

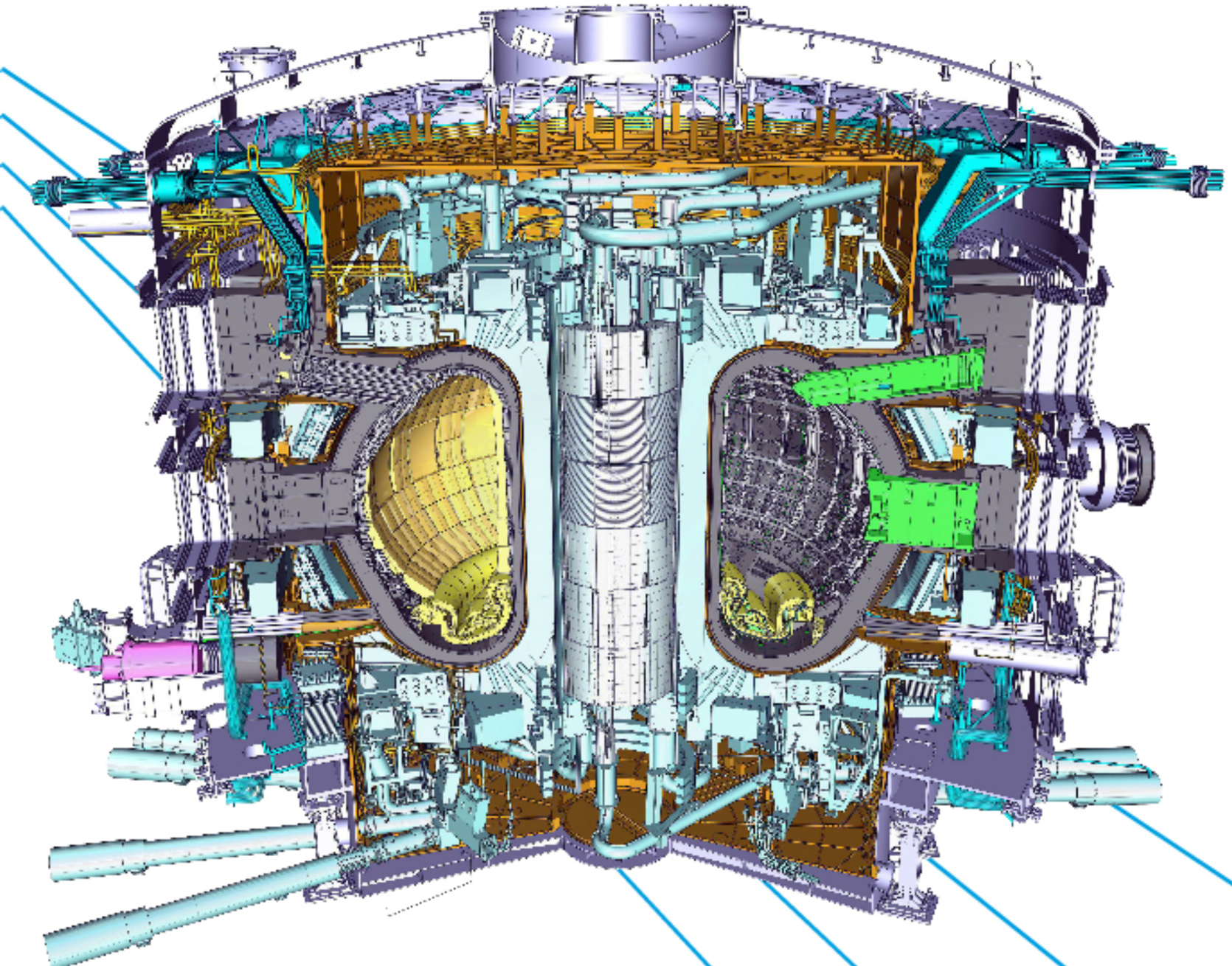
Alle elementen lichter dan ijzer-56, het meest voorkomende isotoop van ijzer, leveren energie op als ze fuseren. Toch wordt er voornamelijk onderzoek gedaan naar de fusie van de twee lichtste elementen: waterstof en helium. De fusiereacties van deze elementen zijn het eenvoudigst te bewerkstelligen en hebben de grootste efficiëntie. De meest gebruikte reactie is die met de waterstofisotopen deuterium en tritium, isotopen met respectievelijk een en twee neutronen in de kern. Een reactie met normale waterstofatomen is niet mogelijk, omdat het nieuw ontstane element, helium, alleen stabiel is als het een of twee neutronen in de kern heeft. Een tritium-deuterium reactie vindt plaats bij de laagste temperatuur en geeft de meeste energieopbrengst. Het nadeel van deze reactie is de noodzaak voor tritium, wat eerst gemaakt moet worden uit lithium, en de productie van neutronen, die reactorbekleding radioactief kan maken. Een deuterium-deuterium reactie heeft deze nadelen niet of veel minder, maar heeft hogere temperaturen nodig om plaats te vinden en heeft een veel lager rendement.



WAAROM WILLEN WE KERNFUSIE?

Kernfusie lijkt een fantastische energiebron. De brandstoffen, voornamelijk deuterium en tritium, zijn eenvoudig te verkrijgen en in enorme hoeveelheden beschikbaar. Ze zijn bovendien niet erg duur en leveren veel energie. Daarbij ontstaan geen broeikasgassen en geen fijnstof. Wat dat betreft deelt het veel goede eigenschappen met kernsplitsing. Maar fusie heeft een aantal voordelen die het potentieel eindeloos veiliger maken dan kernsplitsing. De kettingreactie die plaatsvindt in een fusiereactor kan alleen voortbestaan in een zeer precies gecontroleerde omgeving. Gaat er iets mis, dat dooft de reactie onmiddellijk uit. Een ramp vergelijkbaar met die in Tsjernobyl kan daardoor nooit plaatsvinden. Bovendien is het kernafval van een kernfusiereactor veel minder gevaarlijk dan dat van een splitsingsreactor. De elementen die ontstaan in de fusiereactie zijn nauwelijks radioactief, alleen de radioactieve besmetting van de reactorbekleding is een probleem. Dit gaat echter om substantieel minder materiaal dan bij een splitsingsreactor dat bovendien al na een jaar of honderd vervallen is tot ongevaarlijke stoffen. Aanzienlijk beter dan de tienduizenden jaren dat het afval van een splitsingsreactor gevaarlijk blijft.

Het feit dat we ondanks de vele voordelen nog geen kernfusie gebruiken voor onze energieproductie, toont aan dat er ook grote nadelen aan het principe zitten. De grootste zijn van technische aard. Het creëren van een temperatuur en druk hoog genoeg om fusie plaats te laten vinden is verschrikkelijk moeilijk, er vervolgens een continu en industrieel proces van maken is helemaal nog toekomstmuziek. Volgens onderzoekers zal het nog minimaal tot 2050 duren voordat commerciële kernfusie mogelijk is. De grootste vraag is echter een maatschappelijke: is het wel wijs om miljarden te investeren in onderzoek naar kernfusie, terwijl we dat geld ook in écht duurzame bronnen kunnen steken? Energieverbruik en de consumptie van andere materialen gaan dikwijls hand in hand en een schier eindeloze bron aan energie kan zomaar de aanzet zijn om onze planeet nog meer uit te melken dan we al deden, net nu het besef groeit dat we dat uitbuiten rigoureus moeten beperken. Een werkende kernfusiereactor zou voor de mondiale energieproductie natuurlijk een zege zijn, maar als het tot gevolg heeft dat we ons onkwetsbaar voelen op de aarde, kan het ook desastreus uitpakken. Het is aan de mensheid, specifiek beleidsmakers, om dit scenario te voorkomen.



TOKAMAK

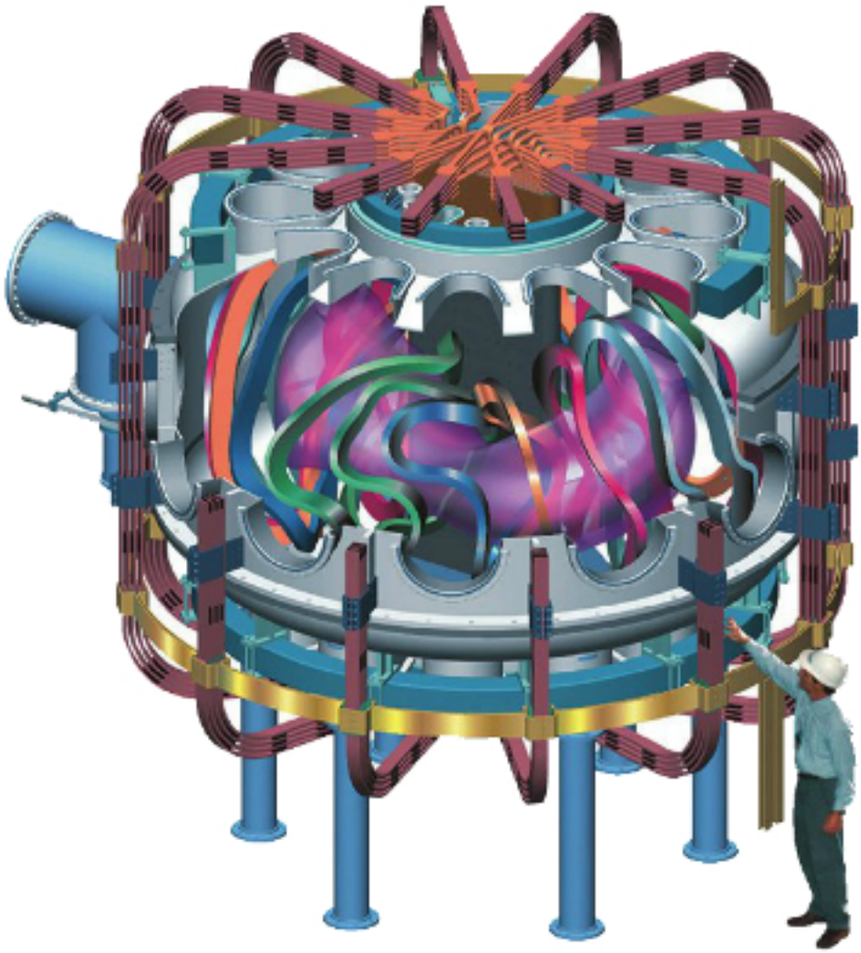
De tokamakreactor is een van de meest onderzochte reactoren om gecontroleerde thermonucleaire fusie te bewerkstelligen. Het principe is in de jaren vijftig bedacht door de Russische fysici Igor Tamm en Andrei Sakharov. Het plasma bevindt zich in een donutvormige buis, de torus genoemd. Met enorme supergeleidende magneten wordt het plasma van de reactorwand afgehouden, omdat de enorme temperatuur hiervan de reactor direct zou verwoesten. De geladen deeltjes in het plasma worden door de Lorentzkrachten bovendien met hoge snelheid voortgeduwd door de torus heen. Er ontstaat nog een groot probleem: de negatief geladen elektronen en de positief geladen atoomkernen drijven elkaar uiteen, waardoor het donutvormige plasma alsnog uitelkaar gedrukt wordt. Om dit te voorkomen wordt er een enorme stroom door het plasma gejaagd. Deze veroorzaakt een 'twist' in het plasma, waardoor de kernen en elektronen door elkaar gehusseld worden. Hierdoor blijft het plasma toch mooi opgesloten. Helaas zorgt deze stroom er wel voor dat het plasma instabiel wordt. Dit maakt het bijzonder lastig om met een tokamakreactor een continue fusiereactie in stand te houden. In plaats daarvan zal de reactor in pulsen kernfusie veroorzaken.

Momenteel is de ITER-reactor in Zuid-Frankrijk de meest geavanceerde onderzoeksreactor die werkt volgens het tokamakprincipe. De bouw van het complex is in 2013 begonnen en zal naar verwachting voor het eerst in 2020 een plasma in stand kunnen houden. Het project, dat naar verwachting 13 miljard euro gaat kosten, heeft als doel om een fusiepuls van acht minuten te kunnen vasthouden. Gedurende die tijd hoopt men 500 MW aan vermogen op te wekken door daar 'slechts' 50 MW aan vermogen in te stoppen voor het verwarmen en opsluiten van het plasma. Daarvoor heeft de reactor slechts een halve gram aan deuterium en tritium nodig...

STELLARATOR

Ook de stellarator is een kernfusiereactor die werkt op basis van het magnetisch opsluiten van het plasma. Het principe is bedacht in 1950 door de Amerikaanse fysicus Lyman Spitzer en er werd meteen veel onderzoek naar gedaan, totdat het principe ondergesneeuwd raakte door de succesvollere tokamaks. Net als bij een tokamakreactor wordt het plasma door een donutvormige torus geleidt, maar dit keer heeft de donut een heel grillige doorsnede. De twist die nodig is om de kernen en elektronen doorelkaar te husselen wordt nu door de elektromagneten geleverd. De reactorvorm die dit oplevert is zo complex, dat het doorrekenen van het magneetveld bijna ondoenlijk was. Pas sinds de laatste decennia, met de opkomst van computers en numerieke simulaties, wordt het voor onderzoekers eenvoudiger om te rekenen aan het principe en vervolgens goed te kunnen ontwerpen. Stellarators zijn echter veel stabieler dan tokamaks, omdat er geen stroom door het plasma gestuurd wordt, en kunnen daardoor wél continu fusiereacties in stand houden.

In Greifswald, een Duits kuststadje ten noorden van Berlijn, wordt momenteel aan de Wendelstein 7-X reactor gewerkt. De bouw hiervan is in 2000 begonnen en naar verwachting zal dit jaar nog het eerste plasma worden gecreëerd. De zal geen of nauwelijks fusiereacties plaatsvinden, maar zal vooral worden gebruikt om te demonstreren dat de stellarator in staat is om gedurende een langere tijd een plasma op te sluiten. Men streeft ernaar een half uur lang continu te kunnen draaien. De Wendelstein 7-X heeft 14 MW nodig om het plasma op te sluiten en te verwarmen.



LEGO VORMT DE TECHNICUS

DOOR JOACHIM VAN DE WEG

Februari 2015. In een klein hoekje van de krant stond iets opzienbarends: Over het boekjaar 2014 was tussen alle multimediagiganten, Apple, Samsung, Lego het sterkste merk, en is dat niet eens zo gek.

HET BEGIN

Crisis is zo slecht nog niet, tenminste dat ligt aan het doel wat je wil bereiken. Was de grote depressie in de jaren 30 er niet geweest dan hadden we wellicht nooit met Lego kunnen bouwen. Huh? Ja, zonder de crisis was er geen Lego geweest.

Voor het begin van Lego moeten we een heel stuk terug in de tijd, naar 1916 namelijk. In dat jaar kocht Ole Kirk Christiansen een houtwerkplaats in Denemarken waar hij grote onderdelen van huizen produceerde en daarnaast een groot meubelmaker was. Tijdens de crisis van de jaren 30 lag, net als nu, de huizenmarkt helemaal stil. Daardoor zat Ole zonder werk en dat bracht hem op het idee om miniatuurversies van zijn producten te gaan maken. Hij begon met maken van huisjes en wagentjes uit hout, waarbij hij de wielen van de wagentjes maakte van overgebleven jojo's. Hij noemde zijn speelgoed Lego, naar de twee Deense woorden Leg en Godt, die samen zoiets betekenen als speel leuk. Toen plastic de wereldmarkt overnam was het voor Ole en zijn zonen, die inmiddels bij hem in het bedrijf zaten een eenvoudige keuze om daarop over te stappen en te beginnen met het produceren van de stenen zoals wij die op dit moment kennen.

ONTWIKKELEND SPEELGOED

Ole had toen niet kunnen bedenken dat zijn idee uit zou groeien tot het sterkste merk in de wereld. En hoewel de hedendaagse legostenen nog passen steeds op die van toen, is er verder weinig hetzelfde gebleven. Lego heeft in de loop der tijden werelden geopend voor kinderen, die op geen enkele andere wijze geopend zouden kunnen worden.

Iedereen kent natuurlijk de 'gewone' legostenen, en waarschijnlijk heeft iedereen ook wel een doos boven op zolder liggen. Maar hoewel het daar ooit mee begon, is met name de 'technische' tak van Lego interessant voor technici. Met de komst van de eerste tandwielen van het bekende plastic, was het voor iedereen mogelijk om naar hartenlust de technicus uit te hangen. Voeg daar nog aan toe dat na 5 jaar na de komst van de eerste tandwielen ook de eerste motortjes een feit waren en de mogelijkheden werden werkelijk eindeloos.

VERSCHILLENDE TAKKEN VAN LEGO

Binnen het merk Lego zijn er vele submerken. We kennen inmiddels Lego Technic, Lego Star Wars, Lego Minecraft, Lego NXT, en nog vele andere takken. Nu heeft werktuigbouwkunde natuurlijk weinig te maken met Duplo, of Lego Elves te maken, maar eens te meer met Lego Technic of Lego Mindstorms. Deze takken van het merk maken het mogelijk om de technische werkelijkheid te vertalen naar de schaal van Lego.

Tegenwoordig koop je in een willekeurige speelgoedwinkel heel eenvoudig een doos met meer dan 2000 losse onderdelen en onderdelen die het mogelijk maken de modellen van afstand te besturen. Dit maakt het voor de ontwerpers van Lego mogelijk, alles te ontwerpen wat in ze opkomt, van shovels tot kranen en van graafmachines tot Unimogs.



Het mooie is van Lego, dat je het model, dat je kunt bouwen volgens de aanwijzingen in de doos, simpel uit elkaar kan halen en zelf aan de slag kan. Je kunt je creativiteit en inspiratie de vrije loop laten en wellicht bedenk je op die manier wel iets geniaals.

MOC'S

Het zelf bouwen van lego modellen, het maken van een zogenaamde My Own Creation (MOC), is het ultieme voorbeeld van de mogelijkheden van het Deense speelgoed. Als je de woorden 'Lego MOC' zoekt op google dan vliegen de zelfgemaakte creaties je om de oren. Het mooie van deze MOC's is dat er niet een hetzelfde is. Hierdoor gebruiken verschillende 'bekende' bouwers van Lego elkaars ideeën, waardoor de horizon almaar verder wordt verbreed.

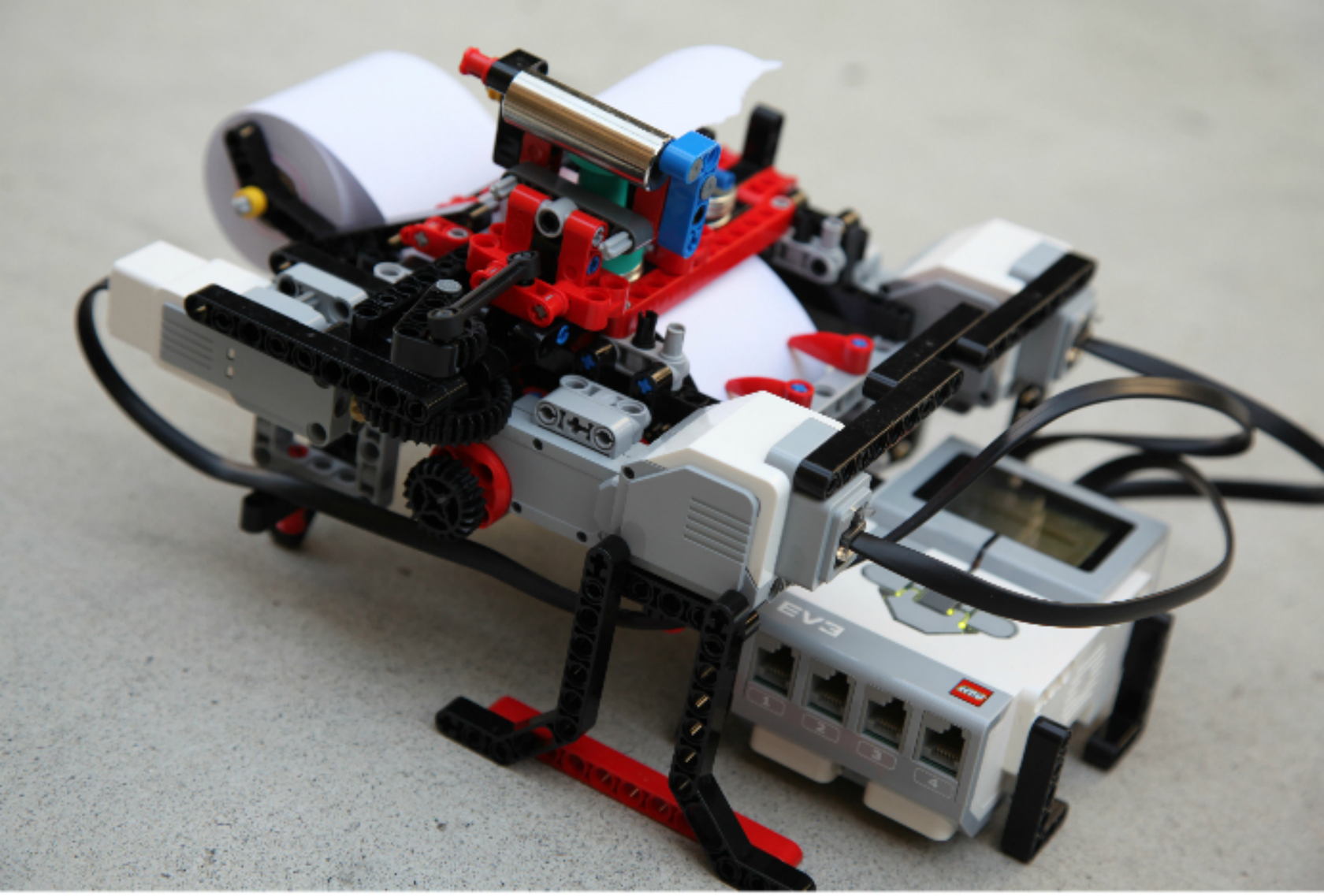
Zoals al gezegd zijn er op het internet enorm veel voorbeelden van de mogelijkheden van Lego te vinden. Om aan te geven hoe groot de mogelijkheden van Lego nou feitelijk zijn zullen we kijken naar enkele voorbeelden uit het circuit van de bekende Legobouwers en enkele van hun modellen.

Dit vijf kilo zware monster is een van de beste voorbeelden van de oneindige mogelijkheden van Lego. Gemaakt door de Poolse Legobouwer Pawel 'Sariel' Kmiec, is dit een van de meest bekende modellen op het internet. Al zijn modellen bevatten vaak veel elektrische componenten, denk aan motoren, lampjes, schakelaars, waarmee hij probeert zoveel mogelijk van zijn modellen realistisch te laten functioneren. In de Tow Truck zitten 17 motoren en bijna 19 meter aan kabels. Al deze componenten maken het mogelijk dat het model onder andere kan rijden en sturen, een volledig functionele kraan heeft, een van de achterassen omhoog kan halen.

Het mooie van Sariel, is dat hij een enorme site bijhoudt waarop hij over ieder model dat hij maakt, een uitgebreide en hele diepe beschrijving toevoegt waarin hij bepaalde karakteristieke onderdelen van dat model uitlegt. Een mooi voorbeeld hiervan zijn de steunpoten van de hierboven getoonde Tow Truck II.

Hij legt exact uit hoe het concept werkt en hoe hij dit gemodelleerd heeft met de beschikbare onderdelen in Lego. Wat we hier ook uit kunnen opmaken is dat Lego zich erg goed leent om bijvoorbeeld een prototype te maken van een ontwerp binnen ons vak. Doordat de mogelijkheden eindeloos zijn is het mogelijk om feitelijk alles terug te brengen tot de schaal waarop Lego zich bevindt om vervolgens het idee in Lego uit te werken. Dit lijkt misschien onvoorstelbaar maar het volgende voorbeeld geeft aan hoe complex Lego-ontwerpen kunnen zijn

Dit is een model van een versnellingsbak van lego, maar niet zomaar eentje. Deze versnellingsbak is op dit moment hét voorbeeld van een versnellingsbak van Lego, dit komt door twee zaken. Ten eerste door de hoeveelheid versnellingen die het model heeft, 7 versnellingen vooruit en 1 achteruit. Maar het mooiste aspect van dit model is manier waarop je hem moet schakelen: Het ontwerp maakt gebruik van slechts 1 'versnellingspook', waar veel anderen Lego-modellen meerdere 'poken' gebruiken. Het concept is bedacht door een Spanjaard die een zo realistisch mogelijke Bugatti Veyron wilde bouwen. Door middel het experimenteren met veel verschillende versies van zijn ontwerp, en steeds de beste elementen te combineren, heeft hij het voor elkaar gekregen om een volledig functionerende versnellingsbak te bouwen uit enkel en alleen
Lego onderdelen.



PURISTEN

Net zoals Sariel, en Sheepo, de man van de versnellingsbak, zijn heel veel van de Legobouwers op deze wereld zijn echte puristen, ze gebruiken geen lijm, en gebruiken de onderdelen zoals ze deze gekocht hebben. Dit houdt in dat ze niet aan hun onderdelen zagen, boren of op een andere manier vervormen. Als je de grenzen van het plastic op wilt zoeken en bereid bent een aantal van je onderdelen te verlijmen of qua vorm te veranderen dan opent zich de uiterste mogelijkheid van Lego. Doordat Lego binnen bepaalde toleranties gemaakt wordt, loopt het vaak wat stroef en kan het niet snel genoeg van richting te veranderen. Door hier een beetje aan te morrelen is het mogelijk om zelfs motoren van Lego te maken die op luchtdruk te maken. Doordat een aantal van de onderdelen aangepast zijn is het mogelijk om met deze motoren een snelheid van meer dan 3000 omwentelingen per minuut te halen. Het enige nadeel is dat je altijd een compressor bij je moet hebben om de motor aan te drijven...

PROTOTYPES

De mogelijkheden van Lego zijn dus ronduit eindeloos te noemen, maar wat moeten wij werktuigbouwers er mee? In de praktijk worden er regelmatig eerst enkele prototypes van gemaakt, vaak heel basic maar ook regelmatig in een wat verder stadium. Een van de mooiste voorbeelden hiervan is de braille printer van Shubham Banerjee. Deze jongen van 13(!) jaar uit Silicon Valley, is inmiddels eigenaar van een bedrijf dat onderzoek doet naar het produceren van braille printers. Hoe? Met Lego.

Het begon toen Shubham een opdracht van school kreeg om iets bedenken waar de armere mensen van deze planeet iets aan hadden. Hij vroeg aan zijn ouders hoe blinde mensen konden lezen en op die manier kwam hij uit bij het braille. Toen hij zag dat deze zogenaamde braille printers al gauw meer dan €1500 kosten, was zijn missie compleet. Hij ontwierp, bouwde en programmeerde een printer van Lego door gebruik te maken van de NXT-tak van Lego. NXT, een afkorting van het woord Next, maakt een brug tussen de computer en Lego. De onderdelen maken het mogelijk om Lego een programma uit te laten voeren. Toen bleek dat zijn geschreven programma werkte en het idee van de braille printer daadwerkelijk haalbaar was, kreeg hij van zijn vader een voorschot van $35.000 om een bedrijfje te starten en zijn concept verder uit te werken. Het bedrijfje, genaamd Braigo, is inmiddels overgenomen door chipfabrikant Intel, die wel heil zag in de missie van Banerjee en heeft Banerjee een baan gegeven.

TROUBLESHOOTING

Mocht je er in je verdere studie nou echt niet meer uitkomen of willen SolidWorks en Matlab niet uitvoeren wat jij bedacht hebt, kijk dan eens op zolder bij je ouders of vraag eens aan een van je huisgenoten of ze nog een doos Lego hebben staan. Als dit niet het geval is kun je altijd nog eens op het internet rondkijken of er iemand is die al eerder jouw problemen heeft opgelost door middel van Lego. De modelijkheden zijn eindeloos, nu de problemen nog...

CAREER

DARE TO DISCOVER THE BEST YEARS OF YOUR LIFE...



...AT DAMEN, YOU CAN STEER YOUR OWN COURSE

Right from the first day that you join our company, you'll be given the freedom and responsibility to chart your future course with us. Whether it's about your part in the Damen Business Course, an internship or graduation project or your first career step at one of our yards worldwide. We'll be there to help you discover your abilities and put them to maximum use.

Check our website www.damen.com/career or contact us to start your future best years at Damen.

We take pride in enabling your career
Kommer Damen

DAMEN

DAMEN.COM/CAREER

LEREN VAN JE FOUTEN

Van je fouten moet je leren. Dat is een oud gezegde, en één waar de meeste mensen het wel mee eens zullen zijn. Anders wordt een spreekwoord geen spreekwoord. Wie de mist ingaat, kan maar beter zorgen dat het geen tweede keer gebeurt. Daar bestaat volgens mij ook een spreekwoord over. Als bij een grote organisatie een fout wordt gemaakt, zo'n grote fout, met veel negatieve media-aandacht en miljoenenverlies tot gevolg, wordt er normaal gesproken dan ook een onderzoek ingesteld om te onderzoeken wie er verantwoordelijk zijn en wat er beter kan. Organisaties zijn soms net mensen. Logge, trage mensen die graag schuldvragen stellen.



De koning van het onderzoeken instellen is de overheid: blunders van de regering worden onderzocht door parlementaire enquêtecommissies, die er niet voor schromen om de kopstukken van de samenleving op het matje te roepen. Commissies waarvan elke scheet in de media breed wordt uitgemeten. Hun bevindingen worden genoteerd in rapporten van legendarische proporties, honderden pagina's, en dan reken ik de bijlagen nog niet mee. In de kranten worden die honderden pagina's met veel hak- en snijwerk teruggebracht tot een artikel van tweeduizend woorden, waarin precies staat welke sukkels zoveel van onze belastingcenten hebben verkwanseld. En dan mogen de koppen gaan rollen.

Als een fout van de overheid volledig onderzocht en de verantwoordelijken zijn gestraft, ligt er de taak om soortgelijke fouten in de toekomst te voorkomen. De vastgelegde processen worden dan herschreven, het computerprogramma wordt aangepast en de fout komt inderdaad niet meer voor. Leerproces succesvol afgerond! Maar soms zie je iets interessants gebeuren bij de overheid: de fout wordt zo grondig voorkomen, dat er andere problemen ontstaan. De wat meer politiek betrokken lezers herinneren zich misschien nog de Bulgarenfraude: Oost-Europeanen kwamen in grote touringcars naar Nederland, huurden een short-stayappartement en vroegen allerlei toeslagen aan bij de Belastingdienst. Na een paar weken vertrokken ze weer, maar ze bleven een jaar lang de toeslagen incasseren. Toen de Belastingdienst daar na een jaar achter kwam, was het geld allang verdwenen. Schande! De fout werd snel gerepareerd: voortaan werden aanvragen voor toeslagen uitvoerig gescreend voordat er werd uitbetaald. Het gevolg? Wachtlijsten van meerdere maanden lengte, waardoor hulpbehoevende huurders soms duizenden euro's voor moesten schieten die ze niet hadden en betalingsachterstanden kregen. Schande!

Leren van je fouten was voor de Belastingdienst zó belangrijk, dat ze even de reden dat ze altijd meteen begonnen met uitkeren, uit het oog verloren. Helaas kun je niet alle fouten voorkomen. Fouten maken is nu eenmaal menselijk. En organisaties zijn soms net mensen. TDW



IEDERE TECHNICUS KAN ZICH BIJ ASML UITLEVEN

STAGES VOOR GRENSVERLEGGERS

USB-sticks van 16 Gigabyte liggen nu voor nog geen tien Euro bij de supermarkt. Niet iets waar je vaak over nadenkt, maar ondertussen is het een prestatie van wereldformaat. Mogen we je even meenemen in de wereld van Moore's Law? Oftewel de hoog-complexe omgeving waar bedrijven wereldwijd bijna jaarlijks (en tegen een enorme inspanning) een verdubbeling van de capaciteit van chips realiseren. Waar technologische doorbraken bij voorkeur enkele nanometers klein zijn. En waarvan één van de belangrijkste spelers in Nederland, om precies te zijn in Veldhoven, staat.

ASML



ASML
For students who think ahead

CRUCIALE STAP

Welkom bij ASML, fabrikant van lithografiemachines voor de productie van computerchips. ASML levert haar apparatuur aan alle grote chipproducenten ter wereld, waaronder Samsung, Intel en TSMC. Van de dozijn productiestappen om tot een chip te komen, vult ASML er maar één in, maar wel een hele cruciale. Lithografie omvat het belichten en chemisch etsen van wafers om de onderdelen op de chip te 'printen'. Daarmee is het haalbare formaat compleet afhankelijk van de nauwkeurigheid in het lithografieproces. Met de laatste generatie machines van ASML kun je lijnen printen op een chip van circa 20 nanometer dun. Dat komt op hetzelfde neer als het printen van een complete roman van 500 pagina's op 1 centimeter van een menselijke haar!

UITDAGENDE STAGE-OMGEVING

Je kunt je voorstellen dat ASML een enorme uitdagende omgeving biedt om stage te lopen. Dat kan in uiteenlopende technische richtingen. Naast elektro-, werktuigbouwkunde-, en informaticaspecialisten kan eigenlijk iedere technicus zich uitleven in deze omgeving. ASML is voortdurend opzoek naar slimme studenten, die aanleg hebben voor techniek, leergierig zijn en goed in een team kunnen werken. Stageprojecten zijn er van 3 maanden tot 12 maanden tegen een leuke vergoeding en altijd onder uitstekende begeleiding van ervaren ASML-medewerkers. Kijk maar eens naar de reacties van onze oud-stagiairs.

"Het beste van ASML zijn de mensen die ik heb ontmoet. Ik ben nooit eerder in een omgeving geweest met zoveel kennis en ervaring."
-Niels Hoogers,
Electrical Engineering-

"ASML is een echte smeltkroes van baanbrekende technologie. Je kunt niet anders dan ervaring opdoen, want iedereen staat voor je klaar om je te helpen met je project."
-Veerle Crijns,
Applied Physics-

"ASML is Multidisciplinair met een grote M. Iedere meeting schuif je aan tafel met nieuwe experts uit alle richtingen. Je leert zo veel!"
-Christine Gerpheide,
Computer Science-

"Ik wist dat ASML een gouden kans was, maar leek voor mij vanuit Ierland wat complex. Gelukkig hebben ze een uitstekend georganiseerd programma en zelfs hulp bij het settelen in Nederland."
-Ryan Harrington,
Mechanical Engineering-

AANMELDEN

Ben jij een grensverlegger en heb je interesse in een stageplaats bij ASML? Kijk dan snel voor de vacante stageplaatsen op www.asml.com/students. Staat er geen project van je interesse bij, maar heb je zelf een innovatief of creatief idee; laat het weten via internships@asml.com Wij kijken graag naar een project op maat!



WOORD VAN DE VOORZITTER

Op moment van schrijven staat de Halfjaarlijkse Algemene Vergadering voor de deur, een moment om te peilen of de eerste maanden van ons bestuur goed verlopen zijn. Om aan de rest van de vereniging te tonen wat onze voortgang is en om te zien of er in het vervolg van ons bestuursjaar dezelfde lijn doorgezet kan worden. Het thema van de Appel is Vormen, waar wij denken dat ons jaar al behoorlijk mooi vorm heeft gekregen zal dus tijdens de HAV blijken of de rest van de vereniging daar ook zo over denkt.

Ondertussen zijn een aantal leuke nieuwe commissies gevormd. De MasterCie bijvoorbeeld, deze commissie heeft voorheen al eens bestaan. Met het opnieuw oprichten verwachten we de masterstudent meer relevante activiteiten te bieden. Als eerste activiteit heeft een geslaagde masterbarbecue plaats gevonden. Ook zijn er met het initiatief "eigen-idee-commissie" de BusCie en de SportCie opgericht. Twee commissies die toevallig in het verleden ook al eens hebben bestaan en waarvan wij denken dat ze erg nuttig zijn. De BusCie heeft dit collegejaar met hun 'gebeun' en adviezen zeker hun nut bewezen, aldus uw Commissaris Newtonbus. Tevens is de SportCie ook druk aan de gang activiteiten op te zetten met een sportief karakter.

Immers is gebleken dat met de Batavierenrace, maar ook meer recent met het StAf-toernooi, de vereniging veel sportieve leden heeft. De vorm tijdens de Batavierenrace was zo goed dat we voor het eerst in jaren de top 100 gehaald hebben. Daarnaast is het een knappe prestatie om met beide teams de poulefase van het StAf-toernooi door te komen. Uiteindelijk heeft ons A-listar team de derde positie behaald en heeft het B-ier team in de kwartfinales het moeten afleggen tegen finalist Concept.

En ja, wat doet de rest van de vereniging dan? Waarschijnlijk probeert de rest zijn of haar lichaam in vorm te brengen voor de zomer. Enthousiaste sporters zullen te vinden zijn in de sportschool, anderen zullen zich focussen op de vorm van een prachtige studentenpens. Deze Appel zal te laat zijn voor mijn persoonlijk advies in het maken van deze keuze. Ik kan je echter wel een fantastische zomervakantie wensen, voor velen een uitlaatklep om even weer bij te komen voor het volgend collegejaar. En voor de enkeling die nog een herkansing te maken heeft, veel succes!

Tot slot, veel plezier met die ene dag in de vakantie waarop je denkt, ik pak de Appel er even bij en ga genieten van de artikels die de Appelredactie keer op keer weer met plezier maakt!

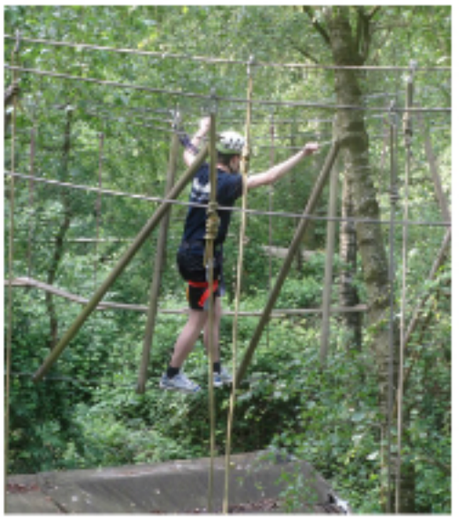
Wessel Pot

Voorzitter der W.S.G. Isaac Newton

Citius, Altius, Fortius

58

VERENIGINGSNIEUWS



EERSTEJAARS KLIMMEN

Maandag 1 juni kon je bij het klimbos Rutbeek de eerstejaars werktuigbouwkundestudenten door de bomen zien schieten. De enthousiaste studenten waren niet te stoppen en baanden zich snel een weg over het wirwar van bruggen, touwen en andere verbindingen tussen de bomen. Hangend aan touwen snelden de eerstejaars zich met grote stappen over de grote gaten tussen boomstammen. Sommigen probeerden over de touwen te kruipen, anderen probeerden te lopen en natuurlijk werd er ook aan gehangen. Na afloop kon er nog even gezwommen worden; we waren immers bij het Rutbeek. Dit was echter alleen weggelegd voor de meest fanatieke eerstejaars. Al met al een geweldige ervaring, die volgend jaar wel weer door de nieuwe eerstejaars herhaald zal worden.



DE TRIP

De trip dit jaar ging naar Praag. Met als leus "The far east, party like a beast" beloofde de trip beestachtig goed te worden, en dat werd het ook! De busreis met shulties, de scavenger hunt in de vroege ochtend en de kroegentochten in de late avond: alles was perfect uitgestippeld door de commissie. De deelnemers kregen veel vrije tijd, waardoor er vaak in kleine groepen de stad ingetrokken werd. Waar de ene groep kwam voor het cultuur snuiven, kwam de andere groep voor goedkoop bier en eten. Gelukkig heeft Praag dit allebei te bieden en doordat je als deelnemer heel veel vrijheid kreeg kon je zelf weten wat je ging doen. Aan het eind van de trip werden alle verhalen, foto's en filmpjes gedeeld. Dat niemand er over uitgepraat raakte bleek wel uit de terugreis, waar de hele busreis lang verhalen en anekdotes aan elkaar werden verteld. Hoewel veel van deze anekdotes zeer vermakelijk waren, zijn ze jammer genoeg waarschijnlijk niet geschikt om in de Appel te plaatsen. We kijken alweer uit naar wat de trip ons volgend jaar brengt!



PIETER SCHELTE

Groot, Groter, Grootst. 382 meter lang, 124 meter breed, een liftcapaciteit van 48000 ton en de mogelijkheid tot het leggen van pijpleidingen met een diameter van 68 ". Bijna 80 Newtonianen hebben genoten van de onvergetelijke excursie naar de Pioneering Spirit ofwel de Pieter Schelte. Na de lange busreis naar de Tweede Maasvlakte werden de deelnemers met een kleine boot naar de Pieter Schelte gevaren. Daar aangekomen werd er eerst geluncht op het schip. Uitspraken als "deze lunch is nu al mijn 15 euro waard", "dit is de beste lunch van mijn leven" en "ik kan nu vredig sterven" laten wel horen wat voor soort lunch het was. Tijdens de lunch werd een kleine presentatie gegeven waarna de rondleiding kon begonnen. De deelnemers werden in kleine groepjes opgedeeld en werden zo het hele schip over geleid. De brug, de machinekamer, het dek en de enorme installaties om buizen van 12 meter lang te vervoeren en te lassen, alles werd laten zien en alle immense feiten en getallen werden genoemd waarvan bij veel deelnemers de mond openviel van verbazing en ongeloof. Helaas duurde de rondleiding maar 2 uur, omdat de boot terug naar de Bus gehaald moest worden. Allseas heeft ons laten weten dat er al weer plannen zijn voor een nog groter schip. We kijken er al naar uit!



STAFTOERNOOI

Ook dit jaar deed Newton weer mee met het jaarlijkse Studenten Afdelingen toernooi (StAftoernooi), waarin er werd gevoetbald tegen alle andere studieverenigingen. Vanuit Newton werden er 2 teams vol met sportieve Werktuigbouwers afgevaardigd. Het A(llstar)-team zat in de poule met Paradoks 1, Inter-Actief 1 en Atlantis 1, het B(ier)-team zat in de poule bij Daedelus 1, Stress 3 en Proto 1. Waar het A-team overtuigend alle wedstrijden met ruime cijfers won, had het B-team het iets moeilijker. Na het verlies tegen Daedelus 1 moesten de 2 andere wedstrijden gewonnen worden, om als beste 2e toch door te mogen naar de kwartfinales. Na een spannende 5-4 overwinning tegen Proto ging ook het B-team door naar de kwartfinales. En de kwartfinales trof het A-team Paradoks 1 (waarvan ze in de poule-fase al met 8-1 hadden gewonnen) en trof het B-team een van de favorieten: ConcepT 1, die helaas een maatje te groot bleek. Omdat Paradoks tot 2 keer toe niet kwam opdagen behaalde het A-team wel de halve finale. Hierin moesten ze het opnemen tegen het altijd lastige Stress 1. Na een zeer spannende 90 minuten, waarin Newton de betere kansen had maar vergat zichzelf op voorsprong te zetten, werd het verlenging en uiteindelijk penalty's. Helaas zaten de Goden ons niet mee en strandde het A-team in de halve finale. In de strijd om de 3e plek wisten ze wel te winnen van Daedelus. Alsnog een geweldige prestatie en volgend jaar zullen we zeker weer meedoen.



EERSTEJAARS-FEEST

Afgelopen 29 april 2015 heeft traditiegetrouw het eerstejaarsfeest plaatsgevonden. De commissie heeft, samen met Dimensie en Communiqué, een episch themafeest neergezet. Het desbetreffende thema was 'Fairytales Scarytales'. De meeste gegadigden hielden zich ook aan het kledingvoorschrift. De WB'ers waren gekleed in de meest uiteenlopende gewaden, terwijl de leden van andere clubjes zich wat laffer kleedden. Naast de kledij, was de nachtkelder ook omgetoverd in de trant van 'Fairytales Scarytales'. De ene helft was gedecoreerd met spinnenwebben en andere gruwelementen, de andere met vrolijkheden. De stemming zat er goed in en het bier vloeide rijkelijk; aldus een zeer geslaagde avond.

1, 2, 3, 4

DE VIERDE DIMENSIE

Menig onderzoeker houdt zich bezig met de vierde dimensie, iedereen fantaseert over de aard van deze dimensie. Iets wat niet waarneembaar is voor de mens, maar waar toch veel mensen zo fascinerend dat er de meest wilde theorieën ontstaan. Er worden zelfs complete films over gemaakt, denk bijvoorbeeld aan "Inception", een oudere versie van "Planet of the Apes" en de nieuwere film "Interstellar". In deze films wordt gespeeld met tijd of met bepaalde natuurkundige wetten om maar te fantaseren over die extra dimensie. Natuurlijk zijn hier allerlei bewijzen voor dat dit niet mogelijk is, maar de richting van het verhaal is toch erg interessant.

DOOR HUGO WESSELINK

DE DRIE DIMENSIES

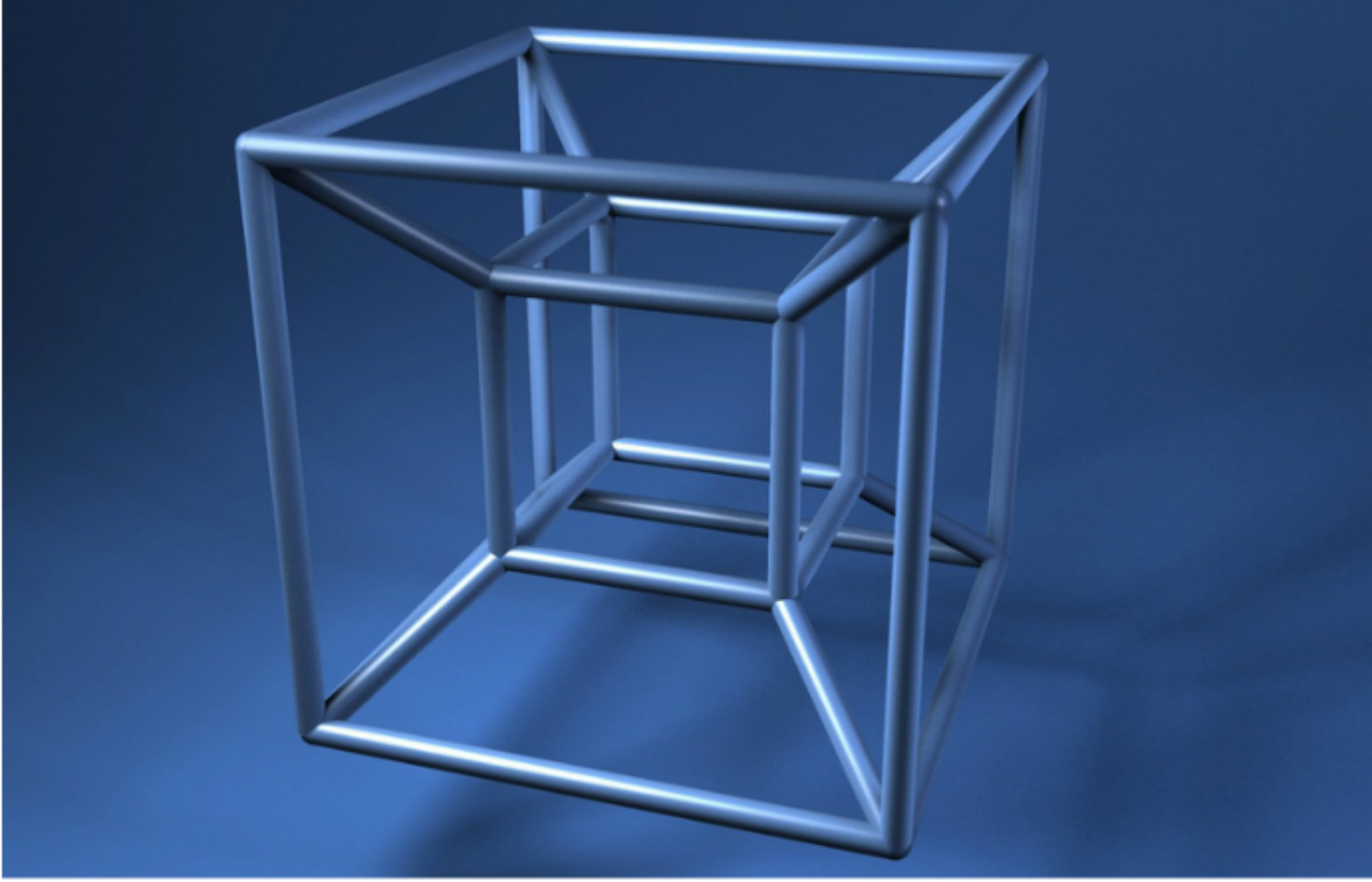
Maar hoe werken dimensies nou eigenlijk? Iedereen weet wat je bedoelt met de eerste- en tweede dimensie. Als er vervolgens nog een as wordt toegevoegd komen we in de derde dimensie. Dit is hoe wij de wereld zien, met verschillende dieptes in plaats van gewoon een plat vlak. Althans, zo wordt het door onze hersenen bedacht. Wij zien namelijk alles in een plat vlak. We kijken naar de projectie op ons netvlies een hartstikke plat plaatje. De diepte die we zien is een optische illusie van de platte plaatjes van onze beide ogen die over elkaar worden gelegd. Dit samengevoegd met beweging en tijd en we zien ons welbekende 3D beeld. We kunnen echter wel onze hersenen voor de gek houden door meerdere plaatjes voor elkaar te zetten. Dit kan bijvoorbeeld met een stereogram, dit zijn twee plaatjes die door scheef te kijken over elkaar vallen. Een andere techniek die tegenwoordig steeds vaker voorkomt is de 3D-film. Wat begon met een miljardenstunt genaamd Avatar, is nu bijna in alle bioscopen te zien.

NOG ZO'N DIMENSIE

Een drie dimensionaal beeld is dus gemakkelijk voor te stellen door ons mensen. Bij een vierde dimensie wordt het echter moeilijker, want wat is de vierde dimensie? Ik heb hem zelf nog nooit gezien en ik sta er jammer genoeg niet alleen voor. Voor de mens is het niet mogelijk om de vierde dimensie waar te nemen. Een Amerikaanse wetenschapper heeft het wel geprobeerd. Hij heeft ongeveer een jaar lang naar dergelijke projecties gekeken met de hoop dat zijn hersenen ooit de knop om zouden zetten en hij de vierde dimensie kon zien. Hij was hierin echter niet succesvol. Een manier om deze vierde dimensie uit te leggen is om je te realiseren hoe we van 2D naar 3D gaan. Met een plat vlak van zes vierkantjes kun je kubus vouwen. Menig mens heeft dit ook moeten doen op zijn of haar basisschool. Maar wat nou als we dit platte vlak van 6 vierkantjes in de derde dimensie nemen. Stel we gaan van zes vierkantjes naar zes kubussen. Vervolgens krijg jij de opdracht om de zijkanten van deze kubussen aan elkaar te plakken en er een vier dimensionaal figuur van te maken. Dit figuur wordt de Hypercube genoemd. Deze opdracht is voor de mens net zo moeilijk als een nieuwe kleur bedenken. Blijkbaar zijn onze hersenen niet in staat om deze opdracht uit te voeren. Het zou kunnen dat andere levende wezens wel over deze eigenschap beschikken, maar ook dit is dus niet te ontdekken.

EINSTEINS DIMENSIE

Einstein had een compleet andere gedachtegang over die ene dimensie. Hij zag het namelijk niet als de bovengenoemde hypercube, hij zag de tijd als de vierde dimensie. Deze theorie heet ook wel de ruimtetijd. De ruimtetijd is gebaseerd op de relativiteitstheorie welke ook bedacht is door Einstein. Echter, Einstein was niet de allereerste die hier over nadacht. Galileo Galilei had al rond 1600 gedachten over dit principe. De rode draad van de relativiteitstheorie is dat de wetten van natuurkunde niet afhankelijk mogen zijn van de snelheid die een waarnemer heeft ten opzichte van andere waarnemers. Einstein had ook zijn ideeën over deze theorieën en stelde de algemene relativiteitstheorie voor. Hierin wordt verteld dat waarnemers die zich in rust in een gelijkmatig zwaartekrachtsveld bevinden gelijkwaardig zijn met waarnemers die een constante uniforme versnelling ondervinden. Om het te visualiseren zou je het kunnen zien als een perfecte trein die met een constante snelheid over het spoor heen rijdt. In deze trein kun je een balletje verticaal de lucht in gooien en deze komt ook weer perfect in je hand terecht. Ditzelfde kun je doen terwijl jij op het perron van deze trein zou staan. Als je hier hetzelfde balletje weer



de lucht in gooit zal deze ook weer precies in je hand belanden. Hierbij stelde Einstein ook nog dat de lichtsnelheid in een vacuüm een universele constante is en dat deze voor iedere waarnemer gelijk is. De tweede relativiteitstheorie van Einstein is de speciale relativiteitstheorie en zijn wereldberoemde formule E=mc^2 is niet het enige wat uit deze theorie ontstond. Er wordt hierin namelijk ook gesteld dat de tijd en ruimte geen aparte dimensies zijn, maar dat deze met elkaar zijn verweven.

Hiermee komen we ook aan bij "Einsteins vierde dimensie" de ruimtetijd. Naast onze drie welbekende dimensies was voor Einstein de tijd de vierde. Ook beschrijft Einstein met zijn relativiteitstheorieën hoe de ruimtetijd wordt "gekromd". Deze kromming ontstaat door het aanwezige van materie en energie in het heelal. Massa wil namelijk altijd in de snelste weg van punt A naar B en de zwaartekracht kan dit tegen werken. Hierdoor kan de gravitatie ook de tijd aanpassen, hoe groter de gravitatiekracht hoe langzamer de tijd gaat. Dit is het principe wat voor komt in boeken of films. Bij een zwart gat is de gravitatiekracht zo groot dat de tijd vertraagd kan worden en wanneer men dan terug naar aarde af zal reizen, zal hier meer tijd hebben verstreken dan de persoon die bij het zwarte gat was heeft meegemaakt. Omdat fotondeeltjes geen massa hebben is de lichtsnelheid in een vacuüm ook de hoogst mogelijke snelheid haalbaar. Hierdoor is het dan ook niet mogelijk om daadwerkelijk terug naar het verleden te gaan door middel van tijdreizen. Je zou dan simpelweg sneller moeten gaan dan de lichtsnelheid en dat is ons tot op heden nog nooit gelukt.

HET BLIJFT INGEWIKKELD

Hoe lang men zich ook blijft verdiepen in die dimensies, die vierde blijft ingewikkeld. Edwin A. Abbott, een Engelse schoolmeester had zich dit ook al bedacht. Hij schreef een boekje genaamd "Flatland: A romance of many dimensions". Het verhaal in dit boekje speelt zich af in een wereld die maar twee dimensies kent. Alle inwoners bestaan dan ook uit vormen met meerdere hoeken. Helemaal politiek correct is het niet, want hoe meer hoeken een vorm heeft hoe belangrijker deze is. Bovenaan staan de priesters wiens vorm een perfecte cirkel is en hieruit is ook duidelijk te merken dat het boekje uit de 19e eeuw komt. Onderaan de rangorde plaatst Abbott de vrouw, in het boek valt deze niet op omdat zij een tweehoek is. Dit komt er op neer dat het streepjes zijn die alleen maar gezien kunnen worden als zij heen en weer schudden of geluid maken. Los van het feit van Abbott's rare orde in de samenleving is het boek wel interessant als de derde dimensie er in voor komt. Eens in de zoveel tijd daalt er een bol op aarde neer waar alle Flatlanders geschokt op reageren. Ze kunnen de bol namelijk niet bevatten, omdat ze maar twee dimensies zien. Ze zien de bol dan ook als een cirkel, maar niet op een manier zoals ze dit gewend zijn.

Wellicht zal er ooit een moment komen dat we de vierde dimensie kunnen waarnemen. En dan niet met experimenten die al zijn uitgevoerd gebaseerd op Einsteins theorieën, maar dat we opeens een vierde dimensie kunnen zien. Op dit moment blijft het gissen naar het mysterieuze, maar het zou toch mooi zijn als hier ooit verandering in komt. Al zal dit waarschijnlijk nooit gebeuren.

NIEUWS VAN DE EVALUATIECOMMISSIE

BLOK 2A VAN COLLEGEJAAR 2014/2015

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 2A van collegejaar 2014/2015 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,
Joachim Kool, Voorzitter

30% 3,4 PROJECT ENERGIE EN MATERIALEN

- De hoge studiedruk die werd ervaren, kwam voornamelijk door het kort achter elkaar plannen van tentamens en inlevermomenten.
- De stelling 'Het projectcollege van Bert Boxem was nuttig' scoorde zeer laag met een 1,8.

23% 3,4 PROJECT DYNAMISCHE SYSTEMEN

- Veel studenten geven aan een practicum over SPACAR te missen, de docent geeft aan dat hier naar gekeken gaat worden
- De reviewsessies scoren erg hoog en worden als leerzaam beschouwd door de studenten

30% 3,1 BASIC DESIGN PRINCIPLES FOR PRECISION

- Studenten geven aan dat er naast het oefententamen geen tot weinig mogelijkheden waren om met de stof te oefenen.
- Bijna elke student geeft aan dat hij of zij de studiedruk te laag vindt. Het commentaar hierbij is dat er te veel colleges zijn ingeroosterd voor dit moduleonderdeel en er ook te veel EC voor dit moduleonderdeel staan.

26% 3,6 SYSTEEMANALYSE

- Er is geen oefententamen beschikbaar gesteld, omdat (zoals ook in aangegeven in de werkcollegebundel) vrijwel elke werkcollege-opgave een representatieve toets opgave is.
- Het aantal practicumopgaven dat in de toekomst zal moeten worden afgevinkt zal worden gereduceerd. Daarnaast zal worden gepoogd meer begeleiding beschikbaar te stellen.

19% 3,9 DYNAMICA 1

- Het moduleonderdeel scoort op alle vlakken goed, soms zelfs uitstekend
- Het enige kritiekpunt lijken de uitwerkingen van de opgaven te zijn

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



26% 4,2 LINEAR SOLID MECHANICS

- Linear Solid Mechanics is improved in comparison with the previous evaluation.
- There still isn't an English reader available which was also mentioned in the previous evaluation report.
- The lecturer is very happy with the conclusions and understands the remark on the reader.

20% 3,7 PROCESS EQUIPMENT DESIGN

- The oral exam should be better explained to avoid unimportant questions and misunderstandings between the groups.
- The lecturer responded that the experience of this year can help him to do the communication better next year.

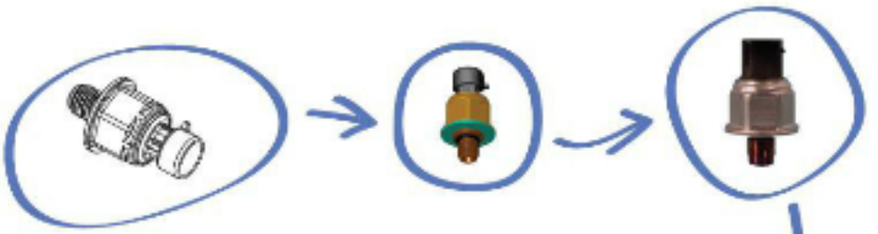
75% 4,1 STOCHASTIC MODELS IN OPERATION MANAGEMENT

- All aspects of the course score sufficient to good, this really is a very good course.
- The lowest mark (still a 3.4) is given on the suitability for self-study. The teacher cannot explain this grade, but thinks the students find the topics difficult and need more explaining. He is not sure whether that is a good or a bad thing for a master course.

34% 3,3 SOLAR ENERGY

- The course scores a 3.3 average, which is insufficient for a master course.
- This course can be improved a lot if a consistent set of study material was available instead of a combination of chapters, sheets and papers. The teacher already realised this and is therefore editing a book to be published by Wiley & Sons next year.
- The course is fairly hard for students without a background in physics. According to the teacher, this is experienced by many teachers in the field of solar energy. This is one of the reasons why she is editing a textbook on the subject.

Sensata
Technologies







PEOPLE AND PRODUCTS THAT MAKE A DIFFERENCE

The World Depends on Sensors and Controls



Apply at **www.workingatsensata.com**

INHOUD

06
3D Printen.
The sky is the limit

10
Theo Jansen.
PVC Strandbeesten

18
Kernfusie.
Zonnekracht 2.0

24
Lego.
Vormt de technicus



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 37, nummer 5, juni 2015

Oplage
900 exemplaren

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

© 2015 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
Joachim Koot

Eindredacteurs
Ruben de Jong
Jens Harmsen

Grafische vormgeving
Jelmer Kuiper
Dimitri Stepman
Jeroen van den Hoogen

Redactie
Laurens Hoek
Floor Segeth
Tom Stroet
Tim de Wit
Rachel Mollink
Joachim van de Weg
Hugo Wesselink
Robin Visscher

Drukker
Gildeprint Drukkerijen
Javastraat 123
7512 ZE Enschede

Advertenties & Advertorials

p. ExxonMobil	2
p. Damen Shipyards	23
p. ASML	28
p. Sensata	36



24

13 Column Laurens
Makkelijker kunnen we het niet maken

14 Fractals
Prachtig, verbazingwekkend ingewikkeld en toenemend bruikbaar

16 Het Gevolg
Computer-Aided Design

27 Column Tim
Leren van je fouten

30 Verenigingsnieuws

32 De 4e dimensie
X, Y, Z, ?

34 Evaluatienieuws

REDACTIONEEL

Van het smeden van een object tot de blokken in je blokkendoos, vormen kent vele betekenissen. Daarom heeft de Appelredactie weer een aantal mooie onderwerpen gevormd, om deze laatste Appel van het collegejaar mooi vorm te geven. Het thema is breed. Zo gaan wij in op de vormen van atomen bij een artikel over kernfusie en even later over de vormen van de intrigerende PVC strandbeesten van kunstenaar Theo Jansen. Nog veel abstracter dan atoomkernen wordt het bij de fundamentele beschouwing van de dimensies als de Appel een beschrijving geeft van de vierde dimensie. Veel concreter wordt het juist weer bij 3D-printen: nog nooit waren driedimensionale tastbare modellen zo dichtbij als nu. Vormen is dus een breed thema en deze Appel heeft een dito selectie aan artikelen. Hopelijk kan het je bekoren!

Naast de gebruikelijke inleiding van het thema van deze Appel, wil ik graag mijn afscheid als hoofdredacteur aankondigen. Inmiddels heb ik bijna vier jaargangen bij de Appel meegedraaid, waarvan ik de laatste twee als hoofdredacteur heb bijgedragen. Dit was een mooie en eerzame functie en ik ben altijd trots geweest op het inhoudelijk én grafisch mooie tijdschrift dat de Appelredactie vijf of zes keer per jaar uitbrengt. Het is een compliment voor de redactie dat alle leden, ondanks een zware studie en een zwik aan extra-curriculaire activiteiten, steeds weer de tijd en het enthousiasme vinden om artikelen te schrijven, foto's te maken en pagina's op te maken. Tom Stroet zal in mijn voetsporen treden en de komende tijd leiding gaan geven aan dit georganiseerde zootje ongeregeld. Ondertussen zal ik langzaamaan naar de achtergrond verdwijnen, maar weest niet bevreesd: ik hoop ook in de nabije toekomst nog mijn bijdrage te kunnen leveren. Ook oudgediende Jelmer Kuiper vertrekt bij de Appel. Als graficus en fotograaf heeft hij vijf jaar lang, waarvan ruim twee als eindredacteur, een belangrijke vinger in de pap gehad bij de vormgeving van ons mooie blad. We wensen hem veel succes bij zijn burgerbestaan en zullen zijn expertise en soms sterke mening missen.

Ten slotte rest mij niets meer dan het jullie wensen van veel leesplezier bij de volgende Appel en ik hoop dat jullie daarbij enorm genieten van een al dan niet welverdiende zomervakantie. Tot ziens!

Joachim Koot
Hoofdredacteur

3D PRINTEN

THE SKY IS THE LIMIT

DOOR ROBIN VISSCHER

3D printen, ook wel bekend als Additive Manufacturing, is enorm in opmars. Velen spreken van een industriële revolutie op het gebied van productieprocessen. Door het laagsgewijs opbouwen van een driedimensionaal product is 3D printen eenvoudig en flexibel, wat het ook zeer eenvoudig en aantrekkelijk maakt om complexe producten te maken. Deze techniek wordt al langer toegepast in de industrie, maar door het verlopen van een aantal patenten en het toegankelijker en goedkoper worden van de techniek, is de ontwikkeling in een stroomversnelling gekomen. Dit is ook te danken aan het opensourceproject RepRap, waarbij honderden mensen van over de hele wereld mee kunnen werken aan de ontwikkeling van een 3D printer die zijn eigen onderdelen moet kunnen printen. Ook duiken er online steeds meer diensten op die de voordelen van het 3D printen bij de doorsnee consument aan het licht brengen. Zo kunnen mensen zelf producten ontwerpen en elders laten printen, of bekende producten van internet downloaden en laten printen. En in combinatie met een 3D scanner, heb je een heel gaaf kopieerapparaat. Maar hoe werkt dit 3D printen eigenlijk en wat is hier nou zo gaaf aan? De Appel ging op onderzoek uit.

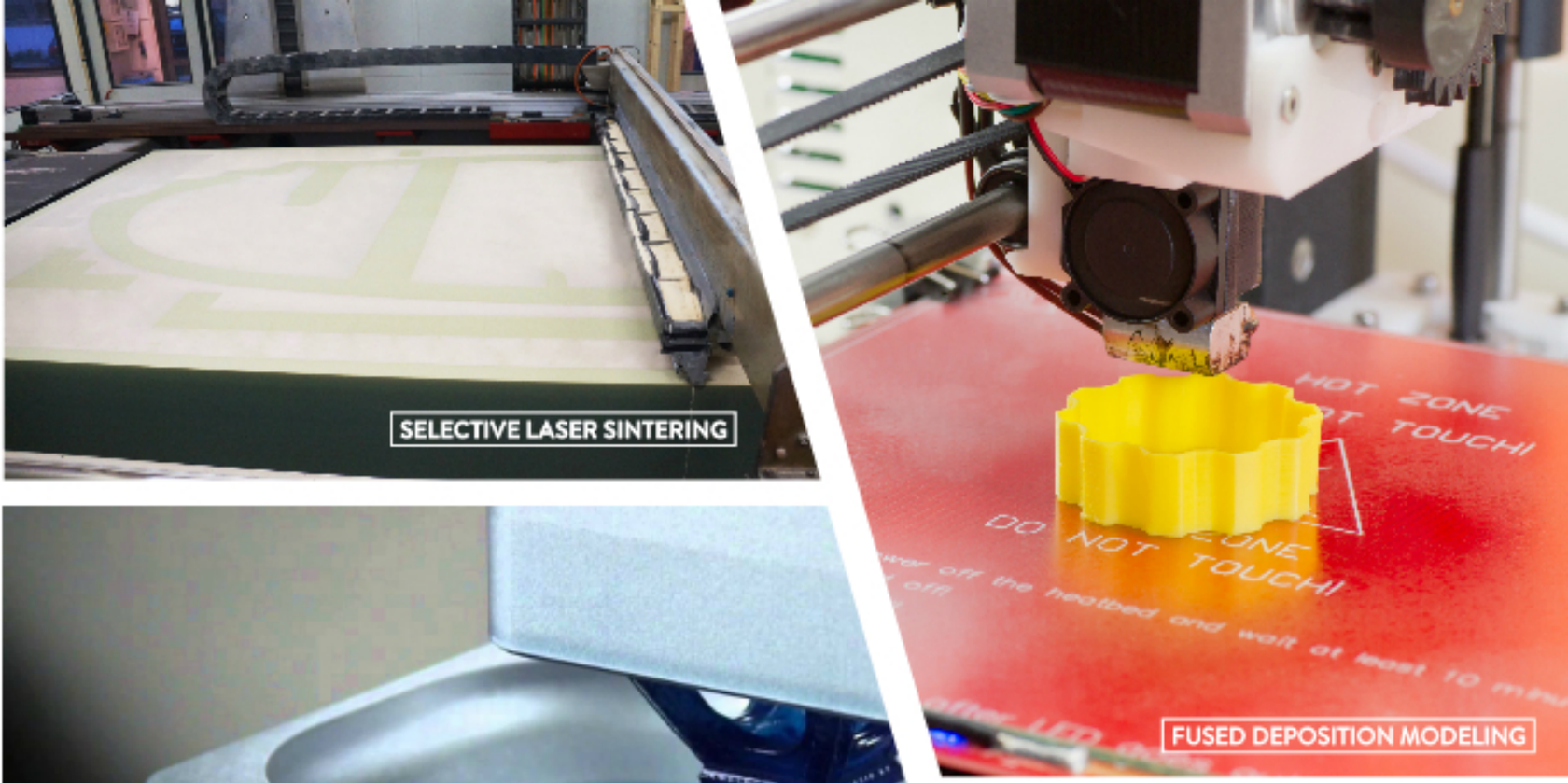
WAAR HET BEGON

Het begon allemaal bij een klein Amerikaans bedrijfje dat dunne coatinglagen op tafels herstelde door middel van UV-licht. Werknemer Charles Chuck Hull was de man die in 1983 op het idee kwam om deze dunne lagen op elkaar te stapelen om zo laag voor laag een 3D-object te bouwen. Om dit idee uit te werken, kreeg hij een klein lab toegewezen om in zijn vrije tijd met dit idee te experimenteren. In dit lab experimenteerde hij maanden lang in zijn eentje door een bak vol met vloeibaar fotopolymeer te belichten met een gefocuste straal UV-licht. Hierdoor polymeriseerde de vloeistof dat door de lichtstraal geraakt werd tot een vaste stof. Dit deed hij computergestuurd. Chuck noemde deze techniek stereolithografie. In 1986 startte Hull zijn eigen bedrijf in Californië: 3D Systems. Dit bedrijf werkte, en werkt nog steeds, verder aan de ontwikkeling van het 3D-printen.

METHODEN

Inmiddels zijn er ook andere methoden voor 3D printen ontwikkeld. De bekendste manier van 3D printen is Fused Deposition Modeling (FDM), deze methode wordt vooral gebruikt voor de thuisprinters voor particuliere consumenten en komt veel in de media. Deze printers bestaan uit een spuitkop en een tafel die ten opzichte van elkaar kunnen bewegen. Het materiaal wordt van een rol afgewikkeld en als een dik draad in de spuitkop aangevoerd. Veelal worden deze printers uitgevoerd met een beweegbare spuitkop in x- en y-richting en een tafel die verantwoordelijk is voor het instellen van de hoogte. Er zijn ook uitvoeringen waarbij de spuitkop maar één vrijheidsgraad heeft en waar de tafel ook een translatie in het horizontale vlak opneemt. De spuitkop spuit laagjes thermoplastisch materiaal op elkaar waardoor een 3D object ontstaat.

Een andere manier die meer in de industriële kringen wordt toegepast is Selective Laser Sintering (SLS). Bij deze techniek wordt een laagje thermoplastisch poeder beschoten door een laser. Het poeder dat door de laser wordt geraakt smelt aan elkaar waarna er een nieuwe laag poeder overheen wordt gestreken. Zo wordt laag voor laag het 3D voorwerp opgebouwd. Op deze manier kunnen er ook metalen producten ge-3D-print worden.





Daarnaast is ook stereolithografie nog steeds een veelgebruikte 3D print methode. Hierbij kan het vloeibare fotopolymeer van boven of van onderen belicht worden.

Verschillende methoden, verschillende materialen, maar al deze methoden beginnen allemaal wel bij dezelfde basis: de ontwerper. De ontwerper zet zijn wildste fantasieën om in een 3D CAD-model. Dit model wordt vervolgens in een leesbaar bestandstype voor de 3D printer (.STL bestand) opgeslagen. In dit bestand is het ontwerp opgeslagen als duizenden hele dunne laagjes. Eenmaal verzonden naar de 3D printer, wordt de fantasie werkelijkheid.

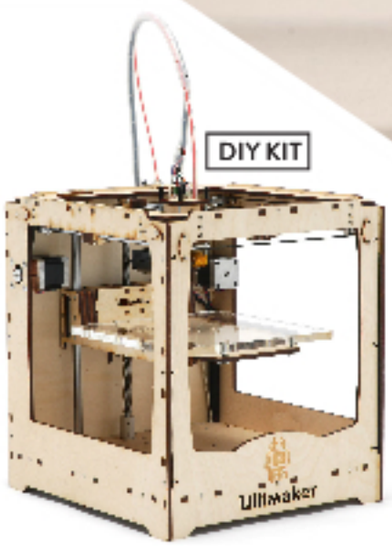
ONTWIKKELING

3D-printen wordt ook wel Rapid Prototyping genoemd omdat het in de eerdere jaren vooral werd gebruikt om snel prototypes te bouwen en te testen. 3D-printen is nog niet geoptimaliseerd voor massaproductie maar daar wordt veel onderzoek naar gedaan. Maar niet alleen op het gebied van massaproductie wordt onderzoek gedaan. Ook naar de eigenschappen van het materiaal en het toe te passen materiaal wordt gekeken. Zo is er in de loop der jaren al een grote stap gemaakt in het verbeteren van nauwkeurigheid en vervorming van de geprinte producten. Waar producten vroeger vooral bros en breekbaar waren, kunnen er tegenwoordig degelijke en stevige producten geproduceerd worden. Een enorm voordeel van het produceren met deze methode is dat er geen materiaal verloren gaat bij het vervaardigen van de producten, iets wat bij draaien en frezen bijvoorbeeld wel het geval is.

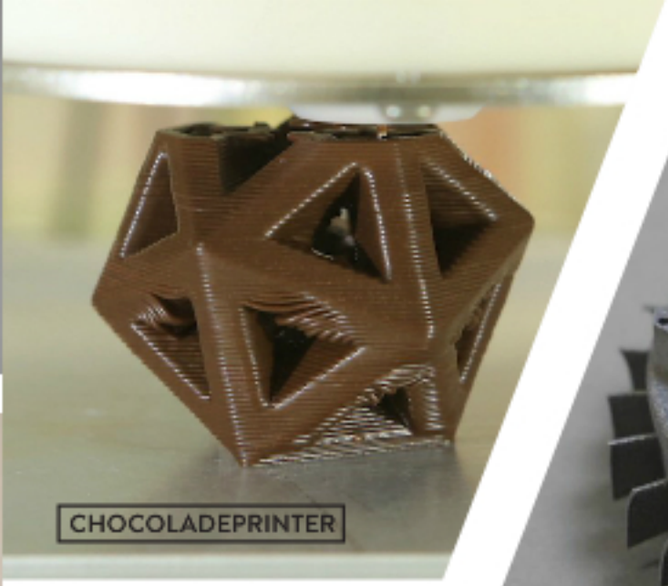
3D printen begon als productieproces voor in de industriële wereld, maar is tegenwoordig ook enorm populair bij particulieren. Door alle ontwikkelingen zoals nieuwe methoden en andere materialen zijn de printers steeds kleiner en eenvoudiger maar ook veel goedkoper geworden. Hierdoor worden de printers ook toegankelijker voor de particuliere consument. Het Nederlandse bedrijf Ultimaker ontwikkeld 3D printers middels opensource kennis en heeft een zelfbouwkit op de markt gebracht waarmee je je eigen printer in elkaar kunt zetten.


ONDERARM PROTHESE

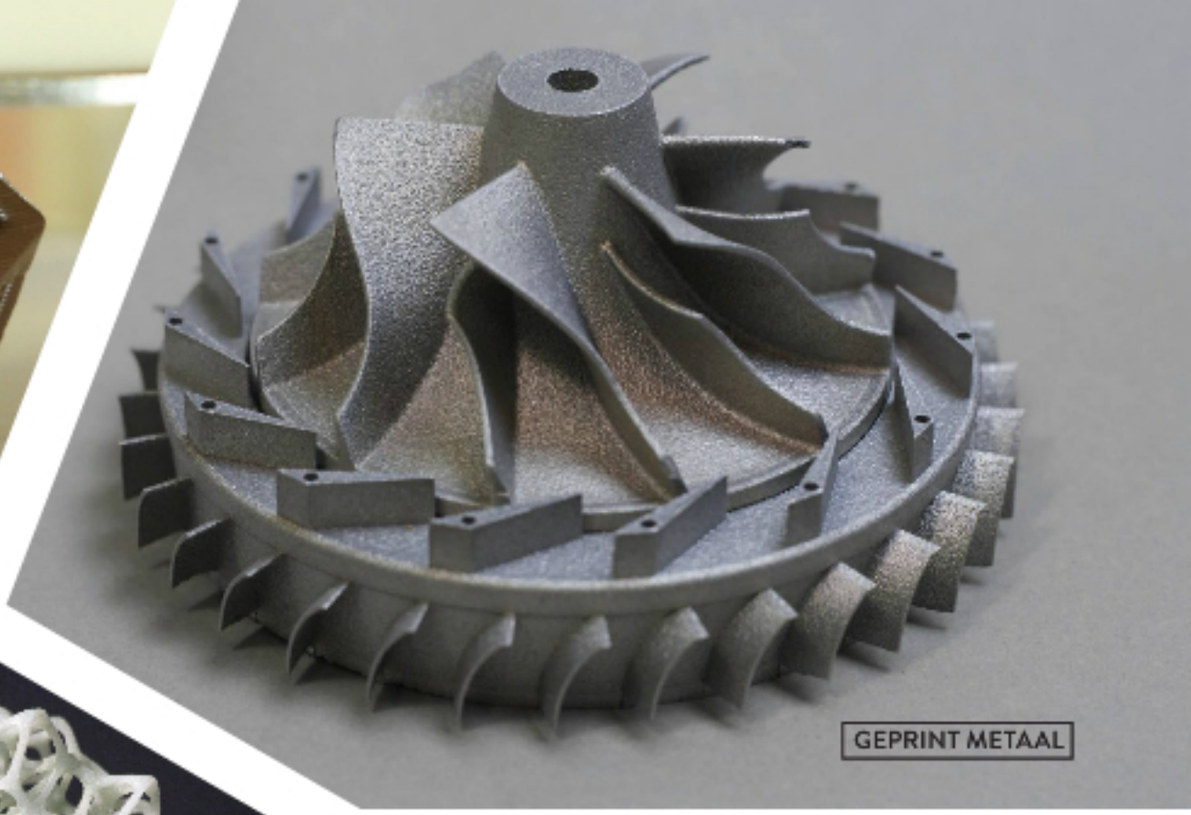

KUNST


DIY KIT
Ultimaker

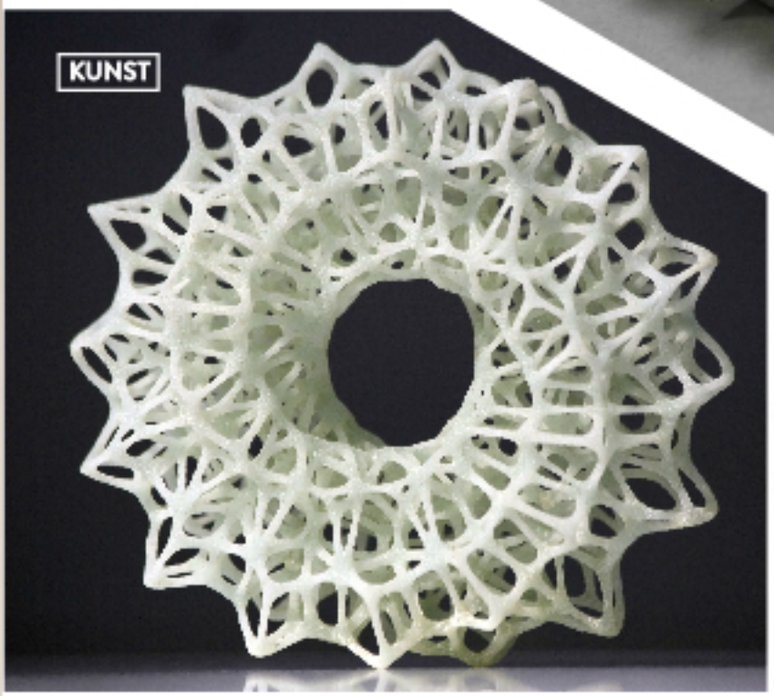

GIPSARM



CHOCOLADEPRINTER



GEPRINT METAAL



KUNST

MATERIALEN

Het aanbod aan printbare materialen is in de loop der jaren ook enorm uitgebreid. Het materiaal waarmee het 3D-printen is uitgevonden was fotopolymeer. Dit materiaal wordt hedendaags nog steeds gebruikt, maar wel in geoptimaliseerde vorm om krimp van het geprinte product te voorkomen. Naast fotopolymeer worden er inmiddels steeds meer materialen toegepast. Met SLS kunnen er bijvoorbeeld naast kunststoffen producten ook metalen producten gemaakt worden door het metaal in poedervorm aan elkaar te smelten. Ook kan er al geprint worden met hout, keramiek, beton papier en zelfs glas. En als je denkt dat het niet gekker kan, komen ze met printers op de markt die voedsel kunnen printen. Zo worden er onder andere al chocolaatjes en waterijsjes geprint en kun je als medewerker van Google al lunchen met pasta uit de 3D-printer. Er wordt ook aan het milieu gedacht bij de ontwikkeling van nieuwe printmaterialen. Zo wordt er ook geprint met een biologisch afbreekbaar plastic wat gebaseerd is op maiszetmeel. De meeste 'thuisprinters' werken met ABS, van dit materiaal worden ook Lego blokjes gemaakt.

TOEPASSING

Door deze verscheidenheid aan toepasbare materialen is deze productiemethode ook in een enorm breed scala aan sectoren toepasbaar. Zo zijn veel kunstenaars en designers heel blij met een 3D printer. Doordat bijna elke complexe vorm van bijna elk materiaal geprint kan worden, is je eigen fantasie de enige limiet. Er zijn ook veel hobbyisten die graag hun fantasie omzetten in een mooie 3D tekening en deze bestanden te koop aanbieden op internet zodat andere mensen zelf hun eigen kunst voor in de vensterbank kunnen (laten) printen. Ook in de fashionwereld wordt er gebruik gemaakt van deze techniek. Complete jurken, schoenen en de daarvoor bestemde kledingkasten kunnen geprint worden. Daarnaast kunnen speelgoed en gadgets door middel van 3D printen worden vervaardigd. Er kunnen zelfs al complete huizen geprint worden! Een andere sector waar de 3D printer van grote waarde kan zijn, is de medische sector. Hier wordt ontzettend veel geëxperimenteerd en getest met 3D printen. Zo worden er schedels en protheses geprint. Zelfs organen en huid kunnen al geprint worden met een 3D printer.

Waar houdt het op? De opties zijn eindeloos en de voordelen stapelen zich op. Maar toch is niet iedereen euforisch over dit technische hoogstandje. Want echt alles kan geprint worden, dus ook wapens. En daar is niet iedereen blij mee. Ook zijn er veel producten uitgerust met auteursrechten waardoor het printen hiervan problemen op kan leveren. Er is daarom ook veel discussie omtrent deze productiemethode en de eventuele wetten en regels die hierover opgesteld zouden moeten worden.

In de toekomst zullen bedrijven en ontwikkelaars dus zorgvuldig om moeten gaan met het beschrijven van patenten om zo hun producten te kunnen beschermen. Vooral omdat de ontwikkeling maar door blijft gaan en het toepassingsgebied zich maar blijft uitbreiden. Zo wordt er verwacht dat er in de toekomst complete vliegtuigen en transplanteerbare organen geprint gaan worden. Ook wordt er voorspeld dat het niet lang meer duurt voordat de thuisprinter net zo standaard in een huishouden past als een wasmachine. Naar verwachting kunnen we over een aantal jaar zelfs dineren in een restaurant waarbij het eten uit de printer rolt. En vind je dat standbeeld in de tuin van de buren ook zo prachtig? Dan kopieer je deze gewoon! De honger in Afrika wordt opgelost en de losse-euro-man print zijn eigen euro's. The sky is the limit. Hulde voor de 3D printer!