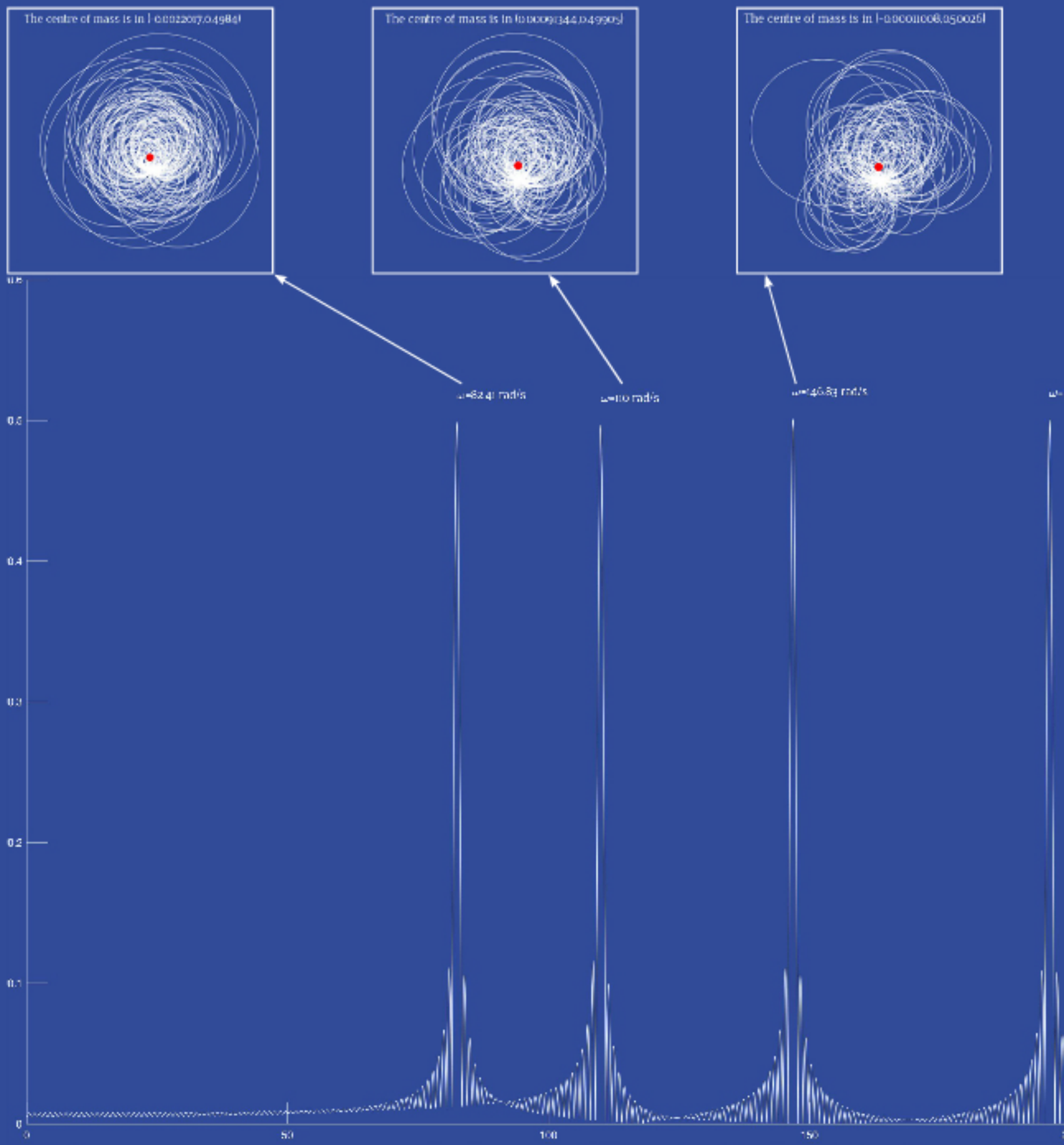
DE APPEL
RECYCLING

RE-CYCLE-ING
A VISUAL APPROACH TO THE FOURIER ANALYSIS

LINKE SOEP
Het plastic afval in de oceanen

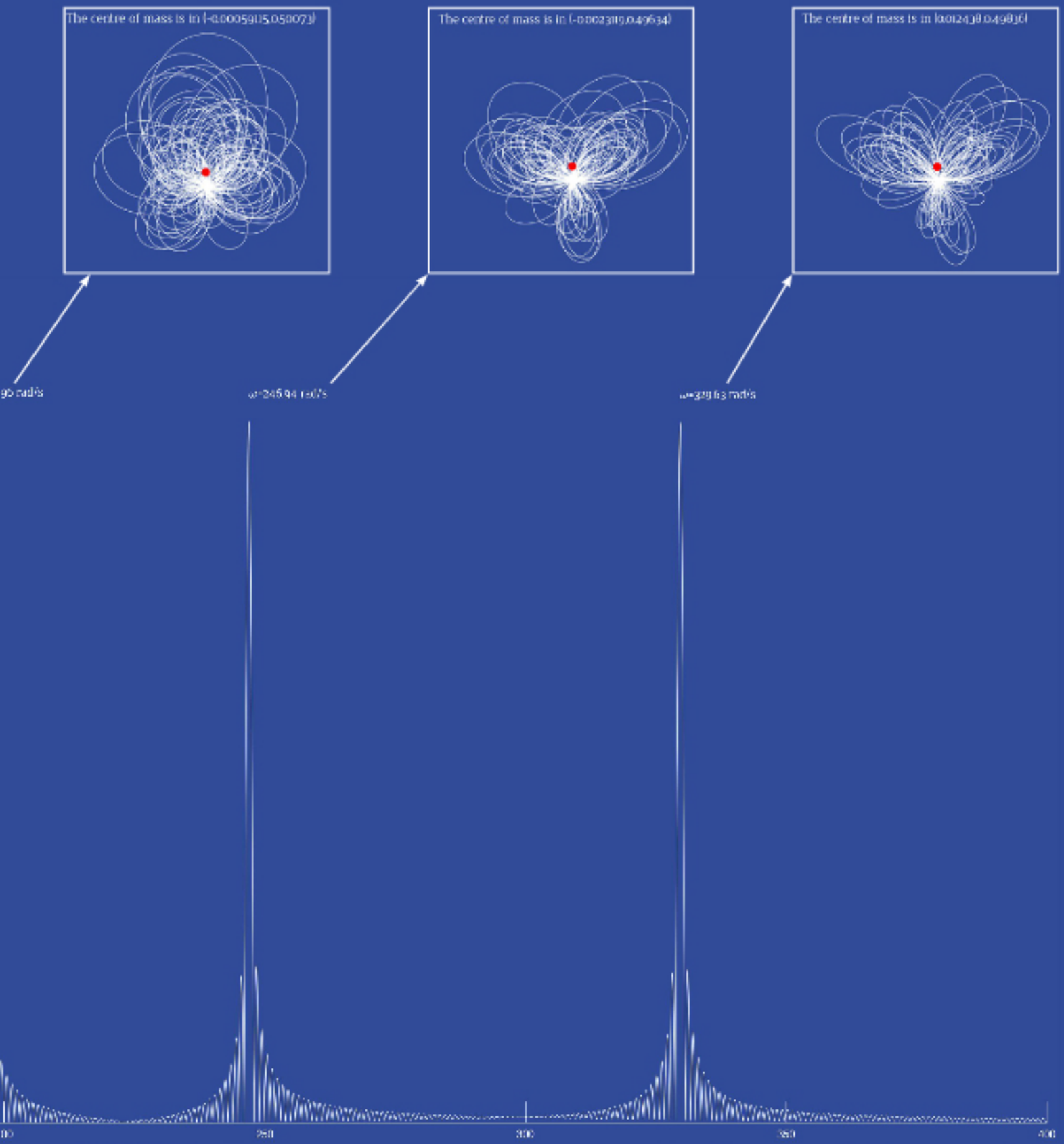
DOWNCYCLING
Het levensverhaal van een boek, een blik en een wijnfles

40.5
Het verenigingsblad van W.S.G. Isaac Newton



RESULT

With a very simple Matlab script, the whole idea of the winding machine has been implemented and tested on a signal consisting of the six frequencies on a set of guitar strings. As we can clearly see, the winding machine is easily able to extract the frequencies by calculating the centres of mass of the graphs. Something that is also noticable is the fact that each of the peaks has a value of 0.5, which makes sense when taking into account that the original signals have an amplitude of 1 and the fact that the centre of mass can never be further than halfway up. All in all I hope that our journey has given you a new view on the Fourier Transform and given you a better understanding of what is happening. Although actual functions in software packages do the extraction in a more complex and faster way, this visual approach nicely represents what is happening in the black box that is the Fourier Transform.



FINAL NOTES

With that there comes an end to my contribution to "De Appel". For the past three-and-a-half years I have worked hard, but with great joy on what continues to be the best association periodical at our university.

Furthermore, I would like to recommend the 3Blue1Brown YouTube channel to you. Their video on the Fourier Transform formed the basis for this article and there are many more interesting videos on mathematics on the channel to check out.

WORKING AT IHC

BIG AND IMMERSIVE

Visit royalihc.com/careers
for employee stories
and career opportunities.

MORE THAN VACANCIES AT ROYAL IHC **100**

THE TECHNOLOGY INNOVATOR.

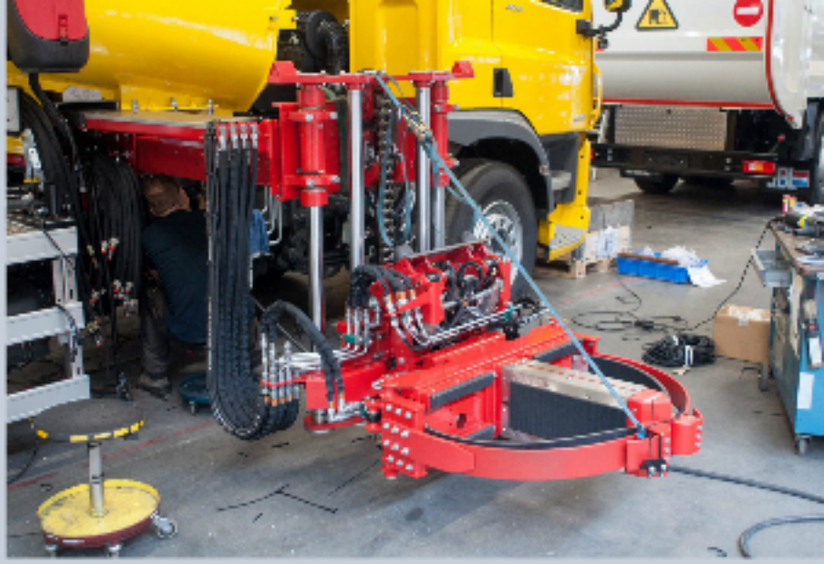
ROYALIHC.COM/CAREERS

VOLVO

Bezoek VDL Translift

DOOR **FAUSTO VISSER**
FOTOGRAFIE **MICHIEL LOUWÉ**

In Nederland werd in 2016 alleen al 3.218.000.000 kilogram aan restafval opgehaald. Binnen de gemeente Enschede, waar we rond het landelijke gemiddelde zitten, komt dit uit op 72.000.000 kilogram afval per jaar. Al dit afval moet ingezameld, afgevoerd en verwerkt worden. De uiteindelijke verwerking in Twente wordt gedaan bij de afvalverbrander in Hengelo, maar het vereist veel handarbeid voor het inzamelen van al dit afval. De vuilniszakken of minicontainers (ook wel bekend als kliko, sulo, milko of otto) moeten handmatig naar de achterkant van de truck gebracht worden.



Gelegen op een bedrijventerrein aan de rand van Dronten zit VDL Translift. Sinds 2014 ingelijfd in de grote VDL Groep maar opereert desondanks voornamelijk naar eigen inzicht. Op de locatie in Dronten zitten alle onderdelen van het bedrijf bij elkaar, naast de productie hal zit het kantoor. Hier zitten een fulltime engineering team, aftersales en management allemaal bij elkaar onder één dak. In de aangelegen fabriekshal komen van de klanten de kale truck chassis aan de voorkant binnen, om via een U-vormige route de assemblage lijn te volgen.

Ten opzichte van de traditionele vuilniswagens, die je hoogst waarschijnlijk al eens voorbij hebt zien komen, wordt bij deze trucks het afval mechanisch ingeladen. Dit bespaart arbeid doordat er geen vuilnismannen achter de truck aan hoeven te lopen om het naar de achterkant te brengen. In plaats daarvan hoeft er alleen naar de container toe gereden te worden en dan doet de mechaniek de rest van het werk.

Bij de zijlader systemen van Translift zijn er drie componenten die direct in contact komen met het afval: de grijper die de containers oppakt, de pers die het binnen gegooide afval samenperst en als laatste de opslag waarin het afval geperst blijft tot aan de afval centrale. Deze drie onderdelen bestaan in allerlei variaties, afhankelijk van wat voor toepassing het voertuig zal hebben en de soort containers die opgehaald moeten worden.

Voor het oppakken van de containers is er per soort container een compleet andere oplossing; voor de standaard minicontainer die jij hoogst waarschijnlijk ook voor de deur hebt staan wordt een grijper gebruikt. Deze grijper bestaat uit een buitenschaal, gemaakt van gekromd verenstaal met daarin een band van ruw rubber om grip te krijgen. De grijper tilt de minicontainer in een grote boog naar boven en kiepert deze leeg in de trechter. Tijdens het maken van deze grote boog wil het nog wel eens gebeuren dat in een nauwe straat een nietsvermoedende schutting in de weg staat. Om dit op te lossen is er een verbeterde versie gemaakt, waarbij de minicontainer eerst linear omhoog getild wordt, voordat deze gekanteld wordt. Dus blijft er nog maar een kleine boog over en kan dit systeem ook in zeer smalle straatjes gebruikt worden.

Voor ander soortige containers zoals bedrijfscontainers of centrale inzamellocaties zijn de oplossingen iets minder complex doordat deze containers uitgerust zijn met een opnamesysteem. Voor ondergrondse bakken, die je vaak in Enschede ziet, is ook een compleet andere truck vereist. Dit zijn trucks die, met behulp van een kraan, van bovenaf de bakken van soms wel zeven kuub optillen en in één keer dumpen in de bovenkant van de truck. De kraanvoertuigen zijn ook uitgerust met een aantal slimme regel- en camera systemen zodat in principe het inzamelen gedaan kan worden met maar één werknemer.

De uitschuifbare poten van de truck houden rekening met hoever deze zijn uitgeschoven en koppelen op basis daarvan terug aan het systeem hoeveel er getild mag worden. Verder zijn de grijpertrucks uitgerust met vijf camera's, hiermee kan de chauffeur bijna alles om de truck heen zien. Eén daarvan wordt gebruikt om de truck uittelijnen vanuit de cabine.

Nadat het afval in de trechter is gevallen, wordt het via de schroevenpers in de opslag geperst. Deze schroeven van bijna twee meter lang draaien tegen elkaar in en worden aangedreven door twee hydraulische motoren zodat er voldoende koppel gegenereerd kan worden om het afval te persen. Deze schroeven worden zelfs in Dronten in elkaar gelast vanwege het feit dat het een zwaar belast en lastig te produceren onderdeel is. Het is zeer onpraktisch om in één keer een soort 'wokkel' aan staal te produceren, dus wordt dit onderdeel in stappen geproduceerd. Het in elkaar zetten van de schroeven gaat als volgt: op een zacht stalen cilinder wordt een conus gelast, dit vormt de kern van de schroef, dan worden er gekromde halve cirkels aan de cilinder vast gelast. Als laatste stap wordt aan het einde van de schroef, een dikke laag hard staal (60 HRC) opgelast waardoor de dikte hier bijna verdubbeld wordt tot drie centimeter. Dit omdat het laatste stuk van de schroef altijd in contact is met het afval in de opslag en dus het hardst slijt. Door deze zeer stevige constructie kunnen de schroeven

nagenoeg al het gft en restafval verwerken, alleen papier blijkt een speciaal geval te zijn. Dit bleek elk jaar na de uitgifte van het telefoon boek, waardoor de oude versies allemaal bij het afval belandden. Doordat papier nagenoeg niet samen te drukken is, wilde een pakket met meerdere telefoonboeken wel eens de schroeven blokkeren. Nu wordt voor de papiertrucks een schroef gebruikt met een constante spoed in plaats van één die afneemt over de lengte, aangezien het afval dan alleen vermengd en verplaatst wordt en niet meer samengedrukt.

De laatste directe stap is de container waarin het afval bewaard wordt, totdat het gelost wordt bij de centrale of onderweg. Doordat hier ook weer twee verschillende varianten geproduceerd worden door Translift, kunnen er zijladers geleverd worden met een vaste container maar ook met een wisselbare container. Hierdoor kan het afvalinzamelvoertuig de hele tijd in de wijken blijven waar het moet werken en kan een ander voertuig de volle containers meenemen.

Nagenoeg alle bewegende delen op de vuilniswagens worden aangedreven via hydrauliek, aangezien vaak grote kracht vereist is. De hydraulische schema's, ventiel systemen en de regeltechniek worden allemaal ontwikkeld binnen VDL Translift, alleen de software wordt slim uitbesteed aan VDL Steelweld. Hierdoor wordt er handig gebruik gemaakt van kennis beschikbaar binnen de VDL Groep. Op deze manier weet VDL Translift in een competetieve markt vooruit te lopen door techniek.

LINKE SOEP

HET PLASTIC AFVAL IN DE OCEANEN

DOOR **RUBEN KLOMP**

De term plastic soep zal eenieder van ons vast eens voorbij hebben horen komen. En foto's van zeedieren verstrikt in netten of ander plastic, hebben we waarschijnlijk ook wel eens gezien. Maar hoe zit het nu precies met die bergen afval in het water? Hoe ontstaat het en wat zijn nou echt de gevolgen? En misschien nog belangrijker: Wat kunnen we er aan doen? Dit artikel hoopt je meer duidelijkheid te geven over het hoe nu precies zit met het plastic afval in onze oceanen.

In 1997 ontdekt Charles Moore tijdens het zeilen op de Stille Oceaan een plastic vuilnisbelt en noemde dit de 'plastic soup'. Na verder onderzoek bleek het hier te gaan om een significant hogere concentratie plastic afval dan op andere plaatsen in de oceaan. Zoals de naam 'soep' al impliceert zijn deze afvalputten geen echte tapijten van plastic of haast drijvende eilanden, zoals het soms in de media wordt geschetst. Het plastic bleek dan ook niet alleen te drijven op het wateroppervlak, maar te zweven door de gehele waterkolom.

Later bleek deze locatie ontdekt door Moore, ook wel bekend als 'The Great Pacific Garbage Patch', niet de enige plek te zijn waar de plastic concentraties zo hoog zijn. Er zijn vijf belangrijke locaties waar het plastic zich verzameld en dit heeft een vrij eenvoudige verklaring: alle oceanen zijn continu in beweging, aangedreven door een combinatie van het Coriolis-effect ten gevolge van de rotatie van de aarde en het luchtdruk verschil in de belangrijkste windrichtingen. Deze stromingen veroorzaken immense draaikolken, zo geheten 'gyren'. In onze oceanen vormen zich vijf van zulke draaikolken: de Noord-Pacifische, de Zuid-Pacifische, Noord-Atlantische en de Zuid-Atlantische gyren en degene in de Indische Oceaan. Zij bevinden zich net boven of onder de evenaar en zijn door deze ronddraaiende stromingen haast te vergelijken met gigantische doucheputjes waar al het afval van de oceanen in terecht komt en vervolgens ook niet meer uit komt. En aangezien we iedere twee jaar evenveel plastic produceren als het gewicht van alle mensen op aarde bij elkaar opgeteld en een groot gedeelte hiervan in zee terecht komt, denk ik dat het goed voor te stellen is hoe hard deze soep aangedikt wordt. En zoals eerder gezegd, er is zeker geen sprake van een drijvende opeengestapelde massa van plastic. Maar gezien het feit dat de stromingen zo'n veertig procent van het zeeoppervlak beslaan is dit ook niet denkbaar, ongeacht de enorme hoeveelheden die rond drijven.

Naast het feit dat er veel van ons plastic afval in de oceaan terecht komt, kunnen ook grote stormen en tsunami's zichtbaar bijdragen aan de verzameling van plastic in de gyren. Zo is er in de afgelopen jaren in de Noord-Pacifische gyre veel afval afkomstig uit Japan gevonden, wat naar alle waarschijnlijkheid te maken heeft met de tsunami van 2011. Daarnaast draagt ook "verloren" afval, al dan niet opzettelijk, afkomstig van de vracht- en passagiersscheepvaart, maar voornamelijk ook de vissersindustrie, aanzienlijk bij aan het probleem.

Dit betekent echter niet dat de gyren de enige locaties waar de concentraties dermate hoog zijn. Er zijn zelfs plekken waar de concentraties groter zijn dan in deze enorme draaikolken. Op deze hotspots concentreert het plastic zich, maar om andere redenen dan de eerder genoemde circulerende stromingen. Een voorbeeld van een locatie met hoge concentratie is de Middellandse Zee. Plastic afval komt hier via rivieren en kuststeden gestaag terecht, maar doordat de relatief kleine uitgang naar de Atlantische Oceaan, de Straat van Gibraltar, kan maar weinig afval ontsnappen. Op een gelijke manier vormt zich in verschillende binnen zeeën een hotspot, waar plastic afval zich op hoopt.

GEVOLGEN

Nu weten we wat de plastic soep is en hoe het ontstaat, maar wat zijn precies de gevolgen? We kennen allemaal waarschijnlijk wel de afbeeldingen van schildpadden met een stuk plastic om zich heen. Of de verhalen van verstikte dolfijnen die vast zijn geraakt in het afval. En het is waar, grote stukken plastic kunnen inderdaad zorgen voor verstrikking, wat bij tal van diersoorten kan leiden tot verwondingen, maar in veel gevallen ook tot de dood.

Verstrikt raken is echter niet de enige factor die dierenleed veroorzaakt. Voor veel dieren is het niet mogelijk om het ronddrijvende plastic te onderscheiden van voedsel. Schildpadden bijvoorbeeld zien plastic tassen al snel aan voor kwallen. Maar ook veel vogels hebben er last van. Zo scheert de Noordse Stormvogel met open bek over het water, waardoor ook de kleinere stukken plastic opgeslokt worden. Op deze manier worden vogels, vissen en alle andere zeedieren getroffen door het rondzwervende plastic. Bij dieren die relatief grote stukken plastic binnenkrijgen kunnen delen van hun maag-darm stelsel verstopt raken, wat fatale gevolgen kan hebben. Voor andere dieren kan het binnenkrijgen van plastic catastrofale gevolgen hebben doordat het dier een gevuld gevoel krijgt, terwijl het veel te weinig voedingsstoffen binnen heeft gekregen. En wanneer een dier dood gaat, komen de plastic delen weer terug in het water om opnieuw opgegeten te worden.

Zelfs wanneer een dier niet direct dood gaat aan de gevolgen van het plastic, komt het vergiftigde beest, met delen plastic in zijn lichaam, wel in de voedselketen terecht. Op deze manier worden alle verschillende diersoorten getroffen door het probleem. Er wordt zelfs gevreesd voor potentiele menselijke risico's, wanneer de vergiftigde vis ongemerkt bij ons op het bord terecht komt. En in het geval van zeevogels als de Noordse Stormvogel, zullen die uiteindelijk op de kust ten onder gaan aan de gevolgen van het plastic, waarna uiteindelijk hun maaginhoud het enige is dat overblijft.

BIOLOGISCH AFBREEKBAAR

Een van de mogelijke oplossingen die je tegenwoordig vaak voorbij ziet komen is biologisch afbreekbaar plastic. Steeds meer verpakkingen zijn hiervan gemaakt en dat geeft ons het idee dat we goed bezig zijn. Dit plastic is immers minder schadelijk voor het milieu dan de standaard vorm. Toch? Ondanks dat de naam feitelijk zeker klopt, werkt het toch net wat anders dan de verwachtingen die het oproept.

Allereerst is het goed om bewust te zijn van het onderscheid tussen biologisch afbreekbaar plastic en bioplastic. Deze laatste term is over het algemeen bedoeld voor plastics die (deels) gemaakt zijn van natuurlijke stoffen. Hieronder vallen bijvoorbeeld suikerriet, zetmeel of polymelkzuur. Echter, deze plastics hebben dezelfde kenmerken als elk ander plastic en zijn daarmee dus ook niet per definitie biologisch afbreekbaar.

Dat gezegd hebbende, er zijn wel bioplastics die biologisch afbreekbaar zijn. Maar omgekeerd bestaan er ook reguliere plastics waarbij hetzelfde mogelijk is. De term biologisch afbreekbaar wil namelijk zeggen dat een plastic te composteren is. Hiermee wordt bedoeld dat het materiaal binnen zeven weken volledig zal verdwijnen wanneer het zich in een industriële composteerinstallatie bevindt die op 65 graden Celsius wordt gehouden. Onder deze omstandigheden kunnen bacteriën het materiaal met dergelijke snelheid afbreken. Zou je het echter op je eigen composthoop gooien, waar eenieder van ons vanzelfsprekend over beschikt, dan kan dezelfde afbraak gemakkelijk twee jaar duren.

En hier zit dus direct de crux van het verhaal. Over het algemeen zijn de omstandigheden waar het plastic terecht komt lang niet zo ideaal als in een composteerinstallatie. In een standaard composthoop niet, laat staan in de oceaan. Hier heerst een veel lagere temperatuur, kan er geen broei ontstaan zoals in een composthoop en er zijn veel minder bacteriën aanwezig die dit soort materialen aan kunnen. Dit heeft als gevolg dat dieren die met biologisch afbreekbaar plastic in aanraking komen, hier net zo veel last van kunnen hebben als van het reguliere plastic. Deze vorm van

JOIN US
IN EXPLORING A WORLD OF POSSIBILITIES

thalescareers.nl

LOCATED IN HENGELO, HUIZEN, EINDHOVEN, DELFT AND ENSCHEDE

100 INTERNSHIPS AND GRADUATION ASSIGNMENTS EVERY YEAR

THE MOST ATTRACTIVE EMPLOYER OF HIGH TECH JOBS IN THE FIELD OF SAFETY AND SECURITY

ACTIVE IN DEFENCE, TRANSPORTATION SYSTEMS AND CYBER SECURITY

THALES

Together • Safer • Everywhere

plastic kan dus goed verwerkt worden wanneer het ingeleverd wordt als gft-afval om vervolgens gecomposteerd te worden, daarmee is het echter nog geen oplossing voor het plastic soep probleem.

NIEUWE BEVINDINGEN

In de laatste jaren is er veel onderzoek verricht naar de plastic soep door een relatief nieuw bedrijf, The Ocean Cleanup. Dit bedrijf is opgericht naar aanleiding van het idee van een student uit Delft, Boyan Slat. Na een vakantie in Griekenland is hij enorm begaan geworden met het plastic soep probleem van onze oceanen. Zijn droom is om de plastic soep op te ruimen en in 2012 heeft hij zijn plannen gepresenteerd tijdens een editie van TEDx. Nadat deze in 2013 viraal ging, is het hard gegaan met de jonge ontwerper. Om een beter beeld te krijgen van het exacte probleem, is het bedrijf wat hij opgericht heeft, The Ocean Cleanup dus, begonnen met een uitgebreid onderzoek.

De onderzoekers beschrijven in hun artikel dat het overgrote deel van het afval bestaat uit grote en middelgrote voorwerpen. Dit deel zou 92 procent van het gewicht beslaan. De microplastics maken volgens dit onderzoek maar acht procent van het totale gewicht op. Wat we ons hierbij wel moeten realiseren is dat de oplossing van Slat voornamelijk gericht is op de grotere plastic delen. Het is daarom op zijn minst opvallend dat deze nieuwe resultaten zo gunstig uit pakken voor The Ocean Cleanup.

DE OPLOSSING(?)

Volgens Joost Dubois, hoofd communicatie van The Ocean Cleanup, worden de resultaten gebruikt om de precieze aanpak van het opruimen van het plastic afval bij te stellen. "Het is lastig om bijvoorbeeld microplastics op te ruimen, maar dat aandeel is relatief klein. Er liggen meer grote stukken dan gedacht en daarom denken we dat we negentig procent kunnen opruimen."

Voorheen zijn de hoeveelheden plastic vaak gemeten door middel van een fijnmazig net achter één enkele boot. Uit deze metingen is geconcludeerd dat microplastics, plastic dat uit elkaar is gevallen in deeltjes kleiner dan 5 mm, het grootste deel van het afval in de plastic soep uit zou maken.

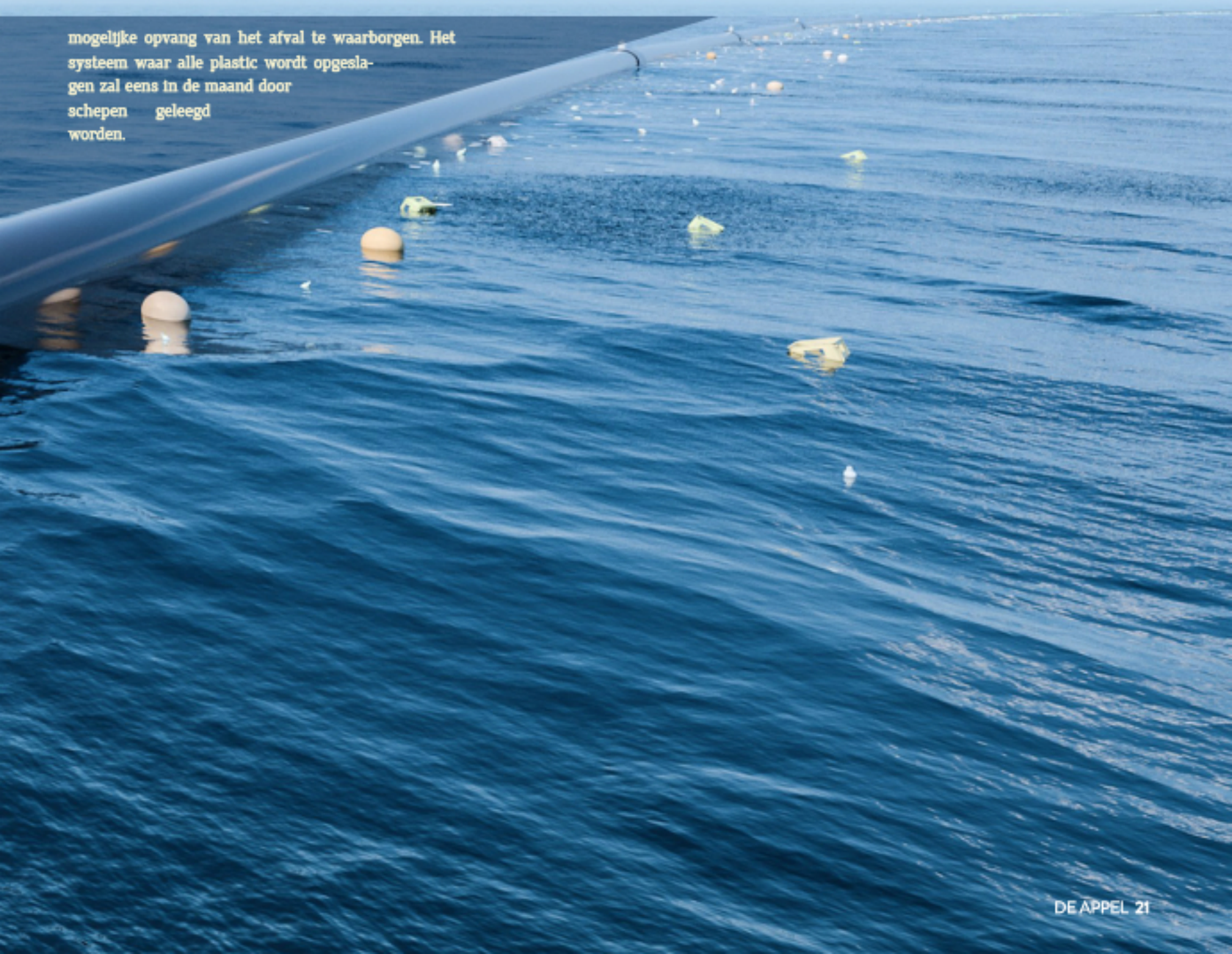
Op basis van nieuwe metingen concluderen de onderzoekers van The Ocean Cleanup dat de Great Pacific Garbage Patch zeker 80.000 ton aan plastic moet bevatten. Dit schrijven ze in Nature Scientific Reports. Dit zou betekenen dat de hoeveelheid plastic op deze locatie, vergeleken met twee studies uit 2014, vier tot zestien keer groter zou zijn. Deze verschillen worden door de onderzoekers voornamelijk verklaard door een nauwkeurigere onderzoeksmethode. Bij dit onderzoek is namelijk gemeten aan de hand van dertig schepen die tegelijkertijd en met grotere netten rondvoeren. Verder is het afval ook geanalyseerd aan de hand van foto's, gemaakt door twee vliegtuigen die over het gebied heen en weer vlogen. Op deze manier zouden ook de grotere stukken afval beter aan het licht zijn gekomen en dat blijkt ook uit hun conclusies.

Het afgelopen jaar is er, aan de hand van deze resultaten, een haalbaarheidsstudie gedaan. In een rapport van ruim 500 pagina's staat beschreven hoe alle verschillende aspecten van het idee zullen worden aangepakt: robuustheid, betaalbaarheid, verankering in de zee en afvoer van plastic. Aan de hand van deze studie wordt geconcludeerd dat het opruimen van plastic in gyren haalbaar is en The Ocean Cleanup wil daar nog dit jaar mee beginnen. Met behulp van twee honderd kilometer lange drijvende armen, liggend in een V-vorm, wordt al het plastic op één locatie geconcentreerd, gescheiden en verzameld. Door in plaats van netten gebruik te maken van een impermeabel scherm, kan al het afval tot drie meter diepte gevangen

worden en zullen dieren geen last hebben van de installatie. Zij zullen met de stroom mee onder het scherm door gaan. Testen met schaalmodellen tonen aan dat alles wat groter is dan een centimeter gevangen kan worden achter het scherm.

Diep in de oceaan stroom het water langzamer dan aan het oppervlakte. Daarom zal het systeem gebruik maken van een anker dat op een diepte van gemiddeld 600 meter in het water hangt. Met behulp van ballast zal de diepte van het anker, en daarmee de snelheid waarmee het systeem mee stroomt, gereguleerd kunnen worden. Hiermee kan gezorgd worden dat het systeem zich langzamer voort beweegt dan het plastic en zal op deze manier het afval opgevangen kunnen worden. Op deze manier zal het systeem, beïnvloedt door dezelfde factoren, zich op een soortgelijke manier over het water bewegen als het plastic alleen dan trager, zodat het afval opgevangen wordt. Zo hoopt The Ocean Cleanup een zo efficiënt mogelijke opvang van het afval te waarborgen. Het systeem waar alle plastic wordt opgeslagen zal eens in de maand door schepen geleegd worden.

Hoewel dit idee innovatief is en veel geprezen, zijn anderen ook sceptisch. Want ondanks dat er naast dit idee nog vele andere (kleinere) oplossingen zijn voor dit probleem, is door de schaal waarop de vervuiling plaats vindt, opruimen op zee haast als dweilen met de kraan open. En zelfs Boyan Slat is het hier mee eens. Preventie is nog vele malen belangrijker en hier kunnen wij met zijn allen ook wat aan bijdragen. Ondanks dat is Slat positief: tot nu toe was het überhaupt niet mogelijk om te dweilen. Verder hoopt hij dat zijn uitvinding zal bijdragen aan de bewustwording over de plastic soep en de grootschalige vervuiling waar wij ons met zijn allen aan schuldig maken. Ondergetekende hoopt met Slat mee....



COLEXIE

W.S.G. Isaac Newton kent vele commissies 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: Colexie

Hallo beste lezer! Om ons even voor te stellen, wij zijn de CoLeXie. Nu zal je vast denken: die ken ik niet... We staan niet erg op de voorgrond bij Newton, maar wij zijn verantwoordelijk voor nagenoeg alle excursies naar bedrijven. We zijn een doorlopende commissie die bestaat uit een groep van vijf studenten: Rachiel de Boer, Michel Nijhuis, Margriet Been, Danielle Kruijver en Thomas Schaap. Ieder commissielid is te herkennen aan zijn net iets te strakke overhemd en de irritante eigenschap om je constant aan te spreken over aankomende excursies. We worden geholpen door de extern van Newton, Sam. Iedereen zit bij deze commissie om meer ervaring op te doen bij bedrijven en om studenten in aanraking te laten komen met gave (en soms lompe) bedrijven. Afgelopen jaar hebben we verschillende excursies gedaan zoals naar de Agritechnika, Tata Steel en Enerpac.

We hopen een grote variatie bedrijven te koppelen aan Newton om iedere student de mogelijkheid te bieden zich te ontwikkelen. De uitdaging zit erin om goed contact op te bouwen met interessante bedrijven en daar uiteindelijk iets mee te organiseren. Op dit moment zijn we bezig met het plannen van het komende halfjaar. Na een aantal brainstormsessies hebben we weer een reeks bedrijven benaderd om volgend jaar langs te gaan. Een kleine preview; een excursie naar Shell en VDL zijn niet uitgesloten.

Een dagexcursie ziet er vaak zo uit: we rijden 's ochtends weg naar ergens in Nederland. Dan doen we een kop koffie bij het bedrijf en krijgen we een presentatie, lunch, rondleiding en soms een casestudy. En vaak wordt er afgesloten met een informele borrel te netwerken. Zo heb je de mogelijkheid om eens echt oriënterend bezig te zijn. De excursies worden lang van te voren aangekondigd door de posters in de Newtonkamer, let er dus goed op!

Heb jij echt gave ideeën voor excursies of een bedrijf dat jij heel graag eens van binnen zou willen zien? Dan kan je deze ideeën altijd doorgeven aan één van de commissieleden of Sam Zijp. Heb je na het lezen van dit artikel het gevoel: maar dat wil ik ook? Wij zijn nog op zoek naar een extra commissielid, dus voel je vrij om iemand van de commissie aan te spreken. Ons doel voor de komende jaren is om ons netwerk zodanig uit te breiden dat jonge werktuigbouwkundigen al snel in aanraking komen met alle verschillende mogelijkheden die ze na hun opleiding kunnen gebruiken.

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

Na mijn master Engineering Fluid Dynamics was het tijd om Twente te verlaten. Na enig zoeken tekende ik namelijk een contract bij Arcadis, waar ik aan de slag kon gaan als Junior Port Consultant in Zwolle. Met name in het begin ging menig wenkbrauw omhoog als ik mijn nieuwe collega's vertelde waar en wat ik heb gestudeerd; veel van mijn jongere collega's hebben namelijk in Delft gestudeerd en veelal waren dat studies met civiele techniek als basis. Ik merk juist dat mijn werktuigbouwkundige achtergrond heel goed van pas komt in de projecten die wij uitvoeren.

PROJECTWERK

In een van de projecten waar ik nu aan werk gebruiken we een potentiaal code om de waterbeweging in een nieuw te bouwen haven te berekenen wanneer er schepen door het aangrenzende kanaal varen. De code die we gebruiken wordt al veel langer gebruikt om krachten op afgemeerde en/of passerende schepen te berekenen. Vorig jaar is de code uitgebreid zodat we nu ook de veranderingen in het waterniveau kunnen berekenen of bepaalde locaties. Het is nog een flinke klus om de resultaten die we nu verkrijgen te controleren en te vergelijken met de werkelijkheid!

ERVARING IN DE PRAKTIJK

De stromingsleer colleges en Fourier transformaties van Analyse B, tegenwoordig onderdeel van systeemanalyse, komen me nu goed van pas. Als consultant binnen een ingenieursbureau ben je continu bezig om enerzijds ons programma in lijn met de theorie te houden, anderzijds ben je bezig om de deadlines van de klant bij te houden. Het zorgt voor een soort druk zoals wanneer je project tentamen stiekem best snel dichterbij komt. Die spanning maakt het naar mijn idee ook extra mooi als je vervolgens een goed rapport kunt opleveren en de klant van een helder antwoord kunt voorzien. Het is mooi om uit te vinden hoe ik de kennis uit mijn studie nu kan toepassen in de praktijk, voor de toffe projecten die Arcadis uitvoert.

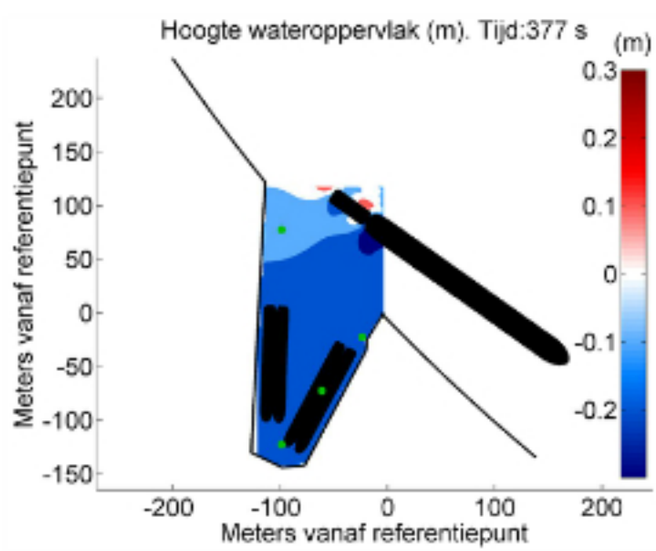
DIVERSITEIT IN FUNCTIE

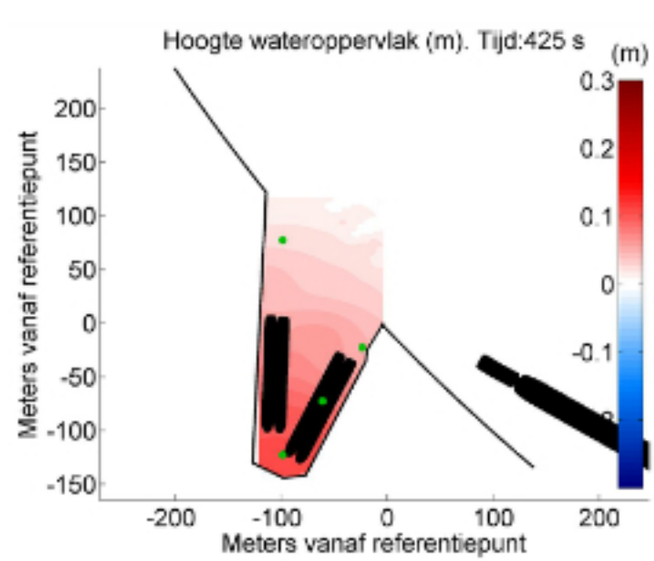
Ondertussen ben ik niet alleen maar aan het rekenen. Voor een ander project schreef ik een advies over de randvoorwaarden voor een nieuw aan te leggen brug: hoe breed en hoog deze moet worden om de schepen vlot en veilig te laten passeren. Ook werkte ik mee aan een risicostudie om te bepalen wat de gevaren zijn wanneer verschillende schepen door offshore windparken zouden mogen varen. De diversiteit in projecten maakt mijn werk afwisselend en uitdagend, waar bij ik veel leer van mijn collega's. Vanuit ons kantoor in Zwolle ga ik zo nu en dan op bezoek bij andere collega's of klanten elders in het land. Op die manier leer ik steeds meer van de organisatie kennen, en kan ik ook opzoek naar de projecten die mij aanspreken. Daarnaast is er natuurlijk ook ruimte om voor gezelligheid; er is regelmatig wat te vieren bij ons op kantoor. De ene week is het een verjaardag met taart bij de koffie, de andere week is een goede 'brainstorm' tijdens een borrel in de stad, genoeg vertier dus!

Berend Feldbrugge, *Junior Port Consultant.*

WERKTUIGBOUWKUNDE BINNEN ARCADIS

Binnen Arcadis zijn er veel verschillende functies denkbaar met een achtergrond in werktuigbouwkunde. Niet alleen op het gebied van havens en waterbouw, ook op het gebied van infrastructuur of bijvoorbeeld waterzuiveringsinstallaties. Jaarlijks bieden wij 170 studenten een (afstudeer) stage. Benieuwd naar mogelijkheden als stagiair of junior engineer, kijk op www.werkenbijarcadis.nl





IN THE PICTURE

STAF TOURNAMENT

This May the annual StAf-tournament took place again. In the men's tournament 25 teams of 18 associations competed for the StAf-cup. In the women's tournament eight teams competed.

The Newton 2 team fought for it and played four games, scored some goals, but sadly did not make it to quarter finals. But to give credit where credit is due, they did fantastic in the third half of every match.

The Newton 1 team did make it through the group phase. In this group phase they played and won three games, they should have played four but one of their opponents chickened out. In these three games they scored twenty-five goals and only got one goal against them. In the quarter finals the Newton 1 team had to play against the team of Daedalus, which the whacked with a whopping seventeen against zero. And so they went on to the semifinals, against Astatine. And once again the Newton team triumphed. And so they made it to the finals, against Stress. For those who of you who do not know, last year we were beaten by Stress, so this was bound to be an exciting match.

But first we will cut to the ladies tournament, which took place in between of the semifinals and the finals for the men. The Newton women's team played 3 matches in the group phase and made it to the semifinals. Here they managed to make it a tie, so they had to take penalties. Even in the first five penalties they managed to bring it to a tie. Sadly they lost at the sixth penalty, and therefore did not make it to the finals.

Then, on the 31st of May, it was time for the men's finals. First Newton scored, but Stress managed to score too. Then for a nerve-wrecking long time this one against one score did not change. But then, Newton scored and brought the score to a two against one. Finally the referee blew his whistle and Newton had won. Fireworks were lit, cans of lukewarm beer were opened and as icing on the cake champagne was sprayed around. As a result of all this, the StAf-cup can now be gazed at in the Newton room.

Not all Newton members who like soccer are good at it, but even those people helped. At almost every match a big group of supporters was present to cheer the Newton team into winning, whilst drinking the earlier mentioned lukewarm beers.

So to end this article, a big thanks to all soccer players and supporters who helped make this month a great and exciting one.

FLUNKYBALL

On the 29th of May the Newton Flunkyball tournament took place. Seven teams competed against each other for title of Best-Newton-Flunkyball-Team. The SportCie, the committee organizing the event, arranged seventeen crates of beer, and an inflatable pool, to cool the beers. 21 matches were played, five members per team, so ten beers per match, this sets the counter to 210 beers. So the seventeen crates (408 beers) sound like a bit of an overkill, but the jury was merciless and a lot of penalty beers were given and most players did not stop drinking when their game was over. In the end the Wazig team proved to be the best players.

TRIP TO LEUVEN

From the 25th till the 27th of May, a delegation of Newtonians visited the beautiful Leuven (Belgium). During these three days they saw various sight that are characteristic for Leuven, such as the Groot Begijnhof and the city hall. They went on a tour in a house brewery (beer made in a house brewery in only served in the housel, had dinner there and obviously tasted the beers during the dinner. At night they organised their own pubcrawl which lead to two very long and exhausting nights. All this resulted in a fun weekend that will not be forgotten anytime soon.

EXCURSION TO PCV

Friday the 8th of June we visited PCV, which was special in the sense that we could travel to PCV by bike since it is located on the Oldenzaalsestraat in a mansion once owned by the Van Heek family. On site we were welcomed by a few employees and two partners of PCV, after which a presentation followed on a recent project involving the preheating of transfused blood. Then we received a tour through the renovated office which showed quite a contrast between the classical building style and the modern office interior. In the basement more facilities were present: a prototype setup for coffee machine parts, long term tests of projects and a workshop. The day was concluded with an informal drink with quite a few employees.

TEQRAM ELECTRONICS FAIR

On the 6th of June a group of Newtonians traveled to Veldhoven to visit the vision, robotics and motion fair together with Teqram. Here they got to see a wide spectrum of different ways of vision used in robotics, combined with very different robotics. They saw autonomous carts that could be used to transfer good through a factory or to deliver office supplies to employees in the office. There were tripods playing checkers, and big robotics arms that could bin-pick (picking randomly orientated object and place them in desired position and orientation. Teqram arranged a great lunch and in the end the group stayed for a drink with the Teqram employees, where they discussed the future of vision robotics. All in all an entertaining and interesting day.

ECOLOGICAL INFLUENCE OF WIND TURBINES

Did it ever pass your thoughts that wind energy might create more problems, instead of being the solution to our energy problem? Some people in for example the United Kingdom do. Studies seem to show otherwise, but what is the actual influence of wind turbines on our environment?

CO_2 EMISSIONS

Lately, there has been some controversy around the CO_2 benefits of wind turbines. Opponents of wind energy development state that the conversion to wind energy uses almost equivalent, or even more CO_2 compared to the conventional methods. For example, in Britain there has been a discussion whether wind energy is really the right way forward. In this discussion the Global Warming Policy Foundation (GWPF) stated to the House of Commons: "There is a significant risk that annual CO_2 emissions could be greater under the wind scenario than under the gas scenario". The main reason for this, they say, is that the wind is not always present. Fluctuations in the wind and the demands of energy will not coincide. What will be done, when the entire country is watching the World Cup, or Eurovision, and there just happens to be no wind? In case this happens, the shortage should be spontaneously compensated with fossil fuel driven power plants. Changing the running capacity of these power plants would force them to run very inefficiently, causing for an increase in CO_2 emission.

It could be the case that the scepticism of the GWPF is justified, assuming that fluctuations in the wind speed would lead to an increase in fossil fuel derived electricity. However, a study by the Guardian based on data from the National Grid of 4000 half-hour periods spread over three months in the United Kingdom, shows that an increase in wind energy can be directly correlated to a decrease in fossil fuel energy. They state:

"A megawatt hour of wind typically meant the United Kingdom grid used one less megawatt hour of gas-derived electricity"

This research based on actual energy measurements suggests, that the trend towards wind energy decreases the total emission of CO_2 instead of increasing this amount.

The concerns about the influence of wind turbines on CO_2 emissions do however not diminish. The stated question of wind turbines being an actual net positive influence on the race against climate change still stands. Wind turbines become larger and larger with the biggest ones nowadays having a rotor size of more than two hundred metres. The production of these structures, the amount of materials, the transport of the constructs and their disposal all involve CO_2 emissions. All of which are not accounted for in previous stated research.

There are other studies with results that favour wind turbines and suggest we should put our future focus on this way of creating energy. Several of these state that the amount of CO_2 per kWh that is emitted by a wind turbine is around a hundredth of that for the most promising fossil fuels. A study by Wingas, one of the leading gas suppliers in the German market, showed that compared to other fossil fuels, natural gas was the most environmentally friendly. Natural gas only produced around 500 grams of CO_2 per kWh of electricity. This is huge when compared to wind energy. An elaborate overview of the status-quo in the knowledge of wind turbine emissions concludes, that per kWh of electricity by wind energy, 19 grams [113] of CO_2 are produced. Both studies for natural gas and wind energy take the entire life cycle of the process into account.

The general application of wind energy seems to reduce the total emission of CO_2 and the emissions per kWh are significantly lower than those of classic fuels. There is of course still some room for potential improvement. Firstly, the largest part of greenhouse gas generation of a wind turbine life-cycle comes from the production. In case of onshore machines, the actual turbine is dominant. In case of offshore units, the bases onto which the wind turbines are placed become more significant. These bases contain large amounts of concrete. Study has shown, that when using concrete constituents and an appropriate mix of ingredients the emissions linked to the bases can be reduced up to 44 percent. This whilst still meeting the strength and performance requirements. Recycling the concrete can play a role in the minimization and adds other environmental benefits such as a decrease in resource consumption.

After production of the constructs, the components must be transported from the manufacturer to the site where the turbines will operate. This life-stage of wind turbines follows the production phase in amount of CO_2 emissions. A case study of a wind park in Inner Mongolia, China, showed that by using shorter routes the amount of fuel needed for transport can be significantly reduced. The research encouraged large countries with high wind energy potential to have their manufacturers close to potential wind rich areas. Also, transport by boat or train would be able to considerably lower the long-distance emissions.

To counter the arguments of the critics in Britain, who mentioned the intermittency of wind energy as a hurdle, new systems should be developed. Systems to better predict when and where wind will blow will be able to help organisations such as National Grid. These companies, in charge of the entire grid of a country, have as a task to balance the energy consumption and generation. Knowing when the wind will blow allows them to better predict shortages and surpluses. On top of that new methods of storing energy, such as batteries or pumped hydroelectric storages, could help in creating a balance. This would reduce the need for quick fossil fuel back-up energy. However, the production of these energy storages will come with its own CO_2 emissions.

To conclude; The scepticism around the viability of wind energy to reduce the amount of CO_2 emissions is unjust as shown by a study of the Guardian. Wind turbines produce a significantly smaller amount of the greenhouse-gas per kWh regarding the entire life-cycle in comparison with fossil fuels. However, it does not solve the entire CO_2 struggle and investments must be done. Even when changing our entire focus to this energy production method.

DANGERS FOR FLORA

CO_2 is not the only concern regarding the environmental impact of wind turbines. Another reason for concern is the effect on the fauna near wind turbines. Especially birds and regarding offshore wind turbines, the marine life.

BIRDS

Starting with the wind turbines placed on land and thus their effect on the birds, there are concerns that wind turbines harm birds. Even so much that back in 2006 in Australia a wind farm was blocked by the environmental minister Ian Cambell because the wind turbines could harm the already endangered orange bellied parrots. So, are these concerns valid? In the case of the windpark mentioned above it was most definitely not, therefore the decision was reversed a few months later because the wind turbines would only kill one endangered parrot per 600 to 1000 years.

This is just one example and thus not the complete picture. Research in the United States has been done to find out how many birds are killed by wind turbines each year. However, it seemed that estimating the average casualties per year is hard to do which resulted in numbers of 50.000 to 500.000 a year depending on what study is used. This difference depends on what region is studied in the U.S. While this number is vague, it can at least be compared with other casualty numbers. For example, the amount of birds killed by communication towers, killing due to collisions with buildings or the amount of deaths by other energy sources. These numbers are significantly larger. Communication towers kill yearly around 4 million birds in the United States, fossil fuels around 14 million and there are almost 100 million birds that die due to collisions with buildings. So, should it be concluded that wind turbines hardly affect the birds? Not when taking the results of a different study. This study states

that the number of casualties due to wind turbines is way higher because of the way the casualties are measured in other studies. The carcasses of birds are counted near wind turbines. However, this does potentiality not take all the deaths into account since carcasses can be scavenged away by other animals. Furthermore, indirect effects are not taken into account either. Building a wind farm could influence the local ecosystem dramatically, resulting in a negative effect for birds as well.

The conclusion in most studies is, that there should be more research done to truly find the impact of wind turbines on birds. So, right now it is more an opinion, the numbers show that wind turbines are a very small part of the yearly bird deaths but could still be too much, especially considering that more wind turbines will be constructed in the near future. Furthermore, it could be that the way the numbers are found are not correct since it does not take everything into account. Even though the impact of the turbines is still uncertain, techniques and improvements are created which wind turbine designers could implement to decrease the amount of collisions. For example, in Scotland a map has been made to aid the designer to avoid high risk areas. Furthermore, a Texas wind farm now uses radar systems to detect the flight path of birds which leads to a lower amount of collisions during peak danger.

MARINE LIFE

Howerver, birds are not the only animals affected by wind turbines. The offshore wind turbine could besides birds also affect the marine life near the wind turbines. In this part of the article, birds will be excluded. There is rarely any research done and the research which is performed mentions almost zero casualties.

During the lifetime of an offshore wind turbine there are three phases that could affect the marine life. The construction of wind turbines could affect the marine life by high sound levels. These high sound levels could also occur when the turbine is operating. Apart from this the produced electricity is transported to land. This results in power cables emitting electromagnetic fields which can confuse some animals. Most studies agree that more time should be invested in this study, but that it seems harmless therefore not being the priority. Lastly, during decomposition once again marine life can be disturbed. Researchers agree that the sound during construction affects the marine life near the construction site in a negative way. However, it should be noted that the sound levels when operating does not affect the marine life. So, if the construction of the wind turbine is planned outside breeding periods of the local marine life, it will hardly cause any disturbance. The animals will return to the location when the construction is finished.

There are also some positive effects caused by wind turbines, the concrete and steel supports of the wind turbines act as artificial reefs. This allows new species to arise at offshore wind turbine sites. Furthermore, the wind turbines provide shelter from currents and good breeding conditions. Five Swedish offshore wind farm sites have been studied and researchers found that the fish populations benefit from the wind turbines, because there are more benthic communities growing at these locations due to the wind turbines. These benthic organisms mean more food for the fish around that area.

So, should we be positive about offshore wind turbines? Scientist warn us that we should not be too optimistic. So far it seems that the wind turbines have a positive effect, however there have been no long-term researches and these should be done first before all the effects can be mapped. Furthermore, during operation and decomposition, contaminations like oil and garbage could be released affecting the marine life in a negative way. Whatever the long terms effect will be, one thing can be said for sure and that is that the ocean life will change due to offshore wind turbines.

In a more general conclusion, scepticism and concerns being raised are always useful and make the designers of new technologies think. Applying new innovations to the real world should be assessed intensively and the pros and cons should be weighted. In the case of wind turbines, the influences are not substantial, but the concerns do point in a more clever and intelligent way of applying this technology.

This article is written by M. van de Berg, K. Boonk, J. Kaal and F. Oosterveld for the Master course Wind Energy. The reader is referred to the original article for the scientific references.

VERNIEUWINGS-VERSLAVING

Na een dag door complexe wetenschappelijke artikelen en readers geworsteld te hebben, vind ik het altijd een verademing om even door mijn Facebook tijdlijn te scrollen. Door de jaren heen mag het platform dan wel meer een newsfeed dan verzameling van, meestal semi-interessante, posts van vrienden en vage kennissen zijn geworden, het blijft nog steeds een makkelijke manier om op de hoogte te blijven van wat er buiten de muren van de Horst-toren gebeurt. Meestal blijf ik hangen bij amper nieuwswaardige berichten over mijn favoriete voetbalclub en het vergapen aan onbetaalbare videoapparatuur. Sinds enkele maanden volg ik echter ook RTL Z. Hoewel ik over het algemeen genomen niet zo'n grote fan ben van alles wat ons land aan commerciële zenders heeft voortgebracht, is deze pagina zeker de moeite waard om te volgen. Een van de berichten van de laatste tijd die eruit sprong was die over Cashly, een start-up die het mogelijk maakt digitale rekeningen te betalen met, zoals de naam al doet verwachten, contant geld. Waarschijnlijk kwam mijn verbazing voort uit het feit dat ik zelf zelden tot nooit meer betaal met brief-, dan wel muntgeld. Op het moment van schrijven heb ik dan ook meer plastic festivalmunten dan 'hard cash' bij me. De enige reden waarom ik dat nog bij me droeg was voor openbare toiletten op stations en ook die zijn inmiddels voorzien van contactloos betalen. Los van het feit dat ik mijzelf nooit naar de Primera zie gaan (bestonden die winkels überhaupt nog?) om mijn Coolblue bestelling contant te betalen, plus €4,95 verwerkingstoeslag, kan ik het initiatief van de oprichters van Cashly wel waarderen. Waarom moet alles steeds nieuwer en moderner, terwijl het oude nog voldoet? Natuurlijk is vooruitgang broodnodig en brengt het ook enorm veel voordelen. Ik was ook als een kind zo blij toen de treinen op het traject Zwolle-Enschede werden vervangen door modellen met airco, wifi en stopcontact. Afgelopen week had ik echter een pijnlijk moment van zelfreflectie, toen ik aan het uitrekenen was hoe lang het nog duurt totdat mijn telefoonabonnement verloopt. En ik dus moreel verantwoord mijn, nog perfecte werkende iPhone, zou kunnen vervangen voor een nieuw model. Daarnaast, een van de studieprojecten waar ik momenteel aan werk is het ontwerpen van een 'smart baby stroller'. Terwijl mijn groepje en ik werken aan een bluetooth gestuurde aandrijving en camera-gestuurd systeem dat registreert of de baby wakker is, borrelde toch langzaam de 'waarom-vraag' bij mij op. Want wat is er nou mis met een duwstang en het luisteren of het nog stil is in de kinderwagen voor je? Al moet ik wel zeggen dat kinderen momenteel nog een ver-van-mijn-bed show zijn en ik na de zoveelste gebroken nacht wellicht zou smeken om een gemotoriseerde kinderwagen. Ik heb nog steeds mijn twijfels of het concept van Cashly levensvatbaar is, maar ik kan mijzelf zeker vinden in het idee dat niet alles met Mach 9 gemoderniseerd en veranderd moet worden. Al vrees ik dat ik hier over acht maanden, als mijn abonnement verloopt, nogmaals aan herinnerd zal moeten worden. **RG**

CHAIRMAN'S NOTE

61

It is that time of year again. Just a few more weeks until the exams are over, the projects are handed in and you will finally be able to enjoy your well-deserved break. However, before all of you head of to who knows where for the summer holidays, it is always nice to take some time to reflect what we have accomplished in the past year. Luckily for you we have just the thing. A brand new Apple and it's going to be a good one.

So much has happened since the last Appel. Like true Newton fashion the masses gathered at the side lines to watch our teams compete in the StaF competition and it really worked. I'm sure you have heard this countless times by now but the absolute rock stars from Newton 1 took home the gold. They defeated Stress on that fateful Thursday afternoon after which a crowd of jubilant supporters ran onto the field to congratulate our victors. Even though the visibility during the match wasn't always at its best due to some mysterious purple smoke. It's always great to see so many Newtonians come together to enjoy an activity, especially when there is a bit of rivalry involved. Everyone who participated in the StaF tournament can be proud of what they have achieved.

In contrast to the rough sport of soccer, a wine tasting was hosted recently. For one evening the smell of beer in Diepzat was supplemented by that of freshly opened bottles of wine. This very classy activity was not very typical for our robust dinking chamber, however the enjoyment was. Just like the Trip to Leuven recently where enjoyment and relaxation are always very high on the agenda.

To end this note I would like to wish you all tonnes of success with the upcoming exams and projects. Hang in there and remember, if you ever need a cup of coffee, the newton room is right down stairs. And as always, I hope you enjoy reading this brand new Appel.

Tieme Vonk

Chairman of W.S.G. Isaac Newton

Disciplina Vitae Scipio

Binnenhaven Enschede

Gratis dagje uit goed besteed.

FOTOGRAFIE **MICHIEL LOUWÉ**

mt

TIJDELIJKE STALLING NODIG?
VOOR AUTO, CARAVAN, OPSLAGRUIMTE ENZ.
06-51669936 BEL NU 053-4338831
GRATIS STORTEN METALEN
DIREKT GELD NO
VERKOOP UW AUTO, BUSJE, CARAV
06-51669936 BEL NU 053-
GRATIS

STOP
GRATIS
STORTEN VAN
METALEN ★ FIETSEN
KLEDING ★ WASMACHINES
ENZ. ENZ. ENZ.
Loop eens binnen
Kringloopwinkel "Binnenste buiten"
OPEN: 08.00 – 12.00 U

DIREKT GELD
VERKOOP UW AUTO, BUSJE,
06-51669936 BEL NU
DIG?
AN ENZ.
338831
UITRIT

PLASTIC SCHEIDEN

WAAROM IS HET ZO BELANGRIJK?

DOOR **ALICIA KNIJNENBURG**

Als je om je heen kijkt, kom je altijd wel iets tegen wat gemaakt is van kunststof: een bidon, tas of je computer. Het materiaal gaat namelijk erg lang mee in tegenstelling tot bijvoorbeeld hout of glas. Het nadeel hiervan is echter dat het ook erg slecht afbreekbaar is en hierdoor schadelijk is voor het milieu. In plaats van dat het opgenomen wordt in de natuur, scheidt het zich in een grote hoeveelheid kleinere stukjes, wat het lastiger maakt om ze te vinden. Mede hierdoor heeft de Europese Commissie een voorstel ingediend voor het verbod op bepaalde kunststof producten. Afval scheiden zou een oplossing moeten bieden, maar hoe werkt dit precies en waarom is het zo belangrijk?

SOORTEN KUNSTSTOF

Je hoort het overal: 'Plastic scheiden is belangrijk'. Ook hier op de universiteit hebben we luxe nieuwe afvalbakken die het afval kunnen scheiden. De reden om afval te scheiden is omdat het makkelijker is om te recyclen dan niet gescheiden afval. Zo kan je papier dat in een papierbak zit prima hergebruiken tot nieuwe kranten maar het wordt lastiger wanneer het papier aangetast is door groen afval. Scheiden maakt recyclen dus makkelijker, echter is niet elke soort kunststof te recyclen. Van de drie soorten kunststoffen: thermoplasten, thermoharders en elastomeren, kan enkel van de eerstgenoemde nieuwe producten gemaakt worden. De reden hiervoor, zoals menig werktuigbouwer zal weten, is dat thermoplasten bij verhitting gaan verweken waardoor een nieuw gebruik van het materiaal mogelijk is. Thermoharders blijven juist hard bij verhitting tot het uiteindelijk gaat ontleden zonder vloeibaar te worden. Thermoplasten zijn dus echter wel recyclebaar en hierdoor is het scheiden hiervan erg belangrijk. Het verwerkingsproces van het afval tot het maken van nieuwe producten gaat hierdoor namelijk een stuk sneller en efficiënter.

VOORDELEN AFVAL SCHEIDEN

Het scheiden van plastic afval zorgt er ook voor dat er minder afvalhopen van verschillende soorten afval ontstaan. Het scheiden van afval gaat namelijk aanzienlijk makkelijker als het direct thuis gebeurt dan wanneer dit door een instantie een stuk later in het recycleproces gedaan moet worden. Gerichter scheiden zorgt er dus voor dat elke soort afval apart gerecycled kan worden en weer nieuwe producten kunnen ontstaan. Dit levert ook minder materiaal dat naar de afvalverbrandingsinstallaties gaat. Hoewel deze ovens verschillende zuiveringen hebben om de uitstoot van schadelijke stoffen te verminderen, is de uitstoot nog steeds erg nadelig voor het milieu. Meer materiaal dat kan worden gerecycled levert dus minder materiaal voor de ovens dus minder verbranding en CO_2-uitstoot. Minder plastic naar afvalovens brengen zorgt er ook voor dat er minder nieuwe plastics gemaakt hoeven te worden. Gerecycled plastic kan namelijk, mits het juist gebeurt, nagenoeg dezelfde kwaliteit leveren als het oude plastic. Als al het plastic gerecycled zou worden, zou er dus ook geen nieuw plastic gemaakt hoeven te worden. Het maken van nieuw plastic gebeurt met chemicaliën onder hoge druk en is schadelijk voor het milieu. Met recyclen zijn minder fossiele brandstoffen nodig en het zorgt dus voor een lagere uitstoot. Verder zorgt het scheiden van plastic voor minder normaal huishoudelijk afval. Erg logisch, zou je zeggen, maar het voordeel hiervan is dat het in de meeste gemeenten zorgt voor minder uitgaven. De papier- en gft-container is namelijk nagenoeg altijd gratis, net als zakken plastic verpakkingsmateriaal. De container met restafval kost echter wel geld en zo kan het scheiden van afval ook nog een leuke sport zijn om geld te besparen. Een weekendje weg zal het aan het eind van het jaar niet opleveren per persoon, maar een dagje moet kunnen. Overigens verschilt het per gemeente hoeveel je er exact op bespaart, maar één ding is zeker: afval scheiden is goedkoper.

ALTERNATIEVEN

Een van de belangrijkste alternatieven van kunststof zijn bioplastics. Zoals de naam al doet vernoemen is dit materiaal gemaakt van hernieuwbare grondstoffen zoals zetmeel, suiker of via micro-organismen. De huidige

bioplastics worden meestal gemaakt uit mais en bieten. Bioplastics kent drie soorten: wel en niet composteerbaar biobased plastics en niet biobased producten die wel composteerbaar zijn. Een belangrijkste voordeel van biobased plastics is dat er geen gebruik gemaakt hoeft te worden van fossiele grondstoffen. Het composteerbaar zijn van bepaalde biobased plastics heeft als extra voordeel dat het op natuurlijke wijze afgebroken kan worden. Dit klinkt allemaal natuurlijk fantastisch en de vraag rijst waarom we dit niet overal gebruiken. Hoewel de prijs, nog wel, hoger ligt dan normaal plastic is dat niet de voornaamste reden. Bioplastics zorgt namelijk voor concurrentie met de voedselindustrie. Aangezien de toekomst voorspelt dat landbouwgrond schaarser wordt, is het gebruik van deze grond voor andere doeleinden dan voedsel dus minder wenselijk. Daarnaast kunnen de meeste bioplastics voorlopig nog niet zomaar op de composthoop gegooid worden, maar moeten deze naar een speciale industriële compostvoorziening gebracht worden om daar verwerkt te worden en deze voorzieningen zijn nog lang niet overal aanwezig. Hoewel er dus wel een veelbelovend alternatief is, lijkt normaal plastic vooralsnog de beste optie.

RECYCLEN OF VERBRANDEN?

Het doel van de overheid is om 51 procent van kunststof verpakkingsmateriaal te recyclen in 2021 versus 45 procent in 2015. De meningen over of recyclen beter is of niet zijn echter verdeeld. Voor het milieu is het recyclen van afval weliswaar beter dan het verbranden van afval, maar het is niet kosteneffectief. Het ophalen en verwerken van huishoudelijk plastic afval zorgt namelijk voor hoge kosten. Bovendien heeft Nederland het goed voor elkaar wat betreft de uitstootnormen van schadelijke gassen die bij het verbranden van het plastic vrijkomen. De kosteneffectiviteit van het verbranden van plastic ligt dus aanzienlijk hoger dan van het recyclen hiervan. Echter zal de uitstoot hoger blijven en dus zal in de toekomst gezocht moeten worden naar goedkopere alternatieven voor recyclen.

PLASTIC SCHEIDEN?

Het moge dus duidelijk zijn dat het scheiden van plastic naast erg belangrijk ook erg handig is. Het zorgt voor minder CO_2-uitstoot, minder gebruik van fossiele grondstoffen en het kan je geld opleveren. Voorwaarde is echter wel dat het scheiden goed gebeurt en dat er niet ander afval bij het plastic erbij gegooid wordt. Let er dus voortaan op dat je echt alleen plastic afval in de oranje bak op de universiteit werpt en niet stiekem je koffiedik of je banenschil erbij gooit.

QUALITY ASSURANCE COMMITTEE REPORTING

Every quartile, the Quality Assurance Committee (QAC) evaluates a selection of the Bachelor and Master courses of Mechanical Engineering and the Master courses of Sustainable Energy Technology. We do this by sending a questionnaire to all the students that follow a specific course. Thanks to everyone that fills in these questionnaires, we are able to evaluate the different courses and write our reports. Thank you for your input!

In four editions of De Appel, we name the most important highlights of these evaluations. This way, you can get a short view of the results of the committee and, in some cases, the comments of the lecturers. In this edition, the courses of quartile 3 of the year 2017-2018 are mentioned. If you are curious about the full report of a course, you can go to our website: http://www.utwente.nl/wb/evaluatie.

On behalf of the Quality Assurance Committee ME/SET,

ALICIA KNIJNENBURG CHAIRMAN

22% 3,1 MODELLING & PROGRAMMING 3

- The students struggled to prepare for the test because of the module part being quite abstract.
- The students find this course very relevant to their education.

25% 3,9 MATHEMATICS D1

- Students did not find all the lectures very valuable, but the self-studies were helpful.
- Students prefer a paper test over a digital test, since no points were given for derivations of their answers right now.

22% 3,2 INTRODUCTION TO LCA

- The lectures were found to be very informative, though the slides are quite chaotic and somewhat distracting.
- Students question the validity of the method of examination, since they only get a few questions on which their mark is based.

25% 3,3 PROJECT DESIGN OF AN ENERGY SYSTEM

- The project required mostly knowledge gained in the second module of the Bachelor.
- Students really appreciated the supervised project hours .

35% 3,3 PROJECT FLUID MECHANICS AND HEAT TRANSFER

- The students struggled with the difficulty and work load for this project.
- The project is perceived as very interesting and valuable.

28% 3,5 SYSTEMS ENGINEERING

- The students would like more practice-oriented examples.
- The essay is a good way of testing the knowledge of system engineering.

28% 4,0 PRODUCTION MANAGEMENT

- The amount of exercises at exam-level is not sufficient, according to the students.
- The students are enthusiastic about the practicals, they were fun to do and useful to understand the learning material.

27% 3,9 INTRODUCTION TO THE FINITE ELEMENT METHOD

- The practical sessions were valuable for the students, but they would like to see the problems with the licenses fixed.
- Some lectures could benefit from more structure according to the students.

This percentage represents the amount of respondents out of the total students taking the course.

The average score, ranging from one to five, given by the respondents.

28% 3,7 STATISTICS

- The students state that the slides, book and exercises were good, but the answers contained a lot of mistakes.
- Some examples for the use of Statistics could be added, since the value of the course is not really clear to the students right now.

20% 3,8 AR&S – PREPARATION BACHELOR ASSIGNMENT

- Some students had trouble with starting their research proposal, because their assignment was vague and/or their supervisors were not accessible.
- The students state the lectures and information were good.

21% 3,3 AR&S - SOCIETAL EMBEDDING

- For some students the research on societal embedding felt artificial in combination with their bachelor assignment.
- The course clearly improved, especially the content of the lectures.

27% 3,3 PROJECT PRODUCTION SYSTEMS ENGINEERING

- The students say the size of the groups was a challenge and made the project time-consuming.
- It was unclear to the students how the project exam influenced their individual grade.

22% 4,1 COMPOSITES

- Students find the course interesting and relevant and they think the company assignment is a good addition to the course.
- The preparation for the exam was a bit hard, since no previous exams were available. Since this was the first year that there was a written exam, next year there will be a practice exam.

40% 3,5 DESIGN, PRODUCTION AND MATERIALS

- Students find the course very relevant and the content interesting.
- The study material could use improvement, since no material is available besides the lecture slides.
- Students indicate that the course contained almost no new information since a lot was already given in the Bachelor of Mechanical Engineering.

49% 4,0 ENERGY STORAGE

- The course is considered as very interesting and students appreciate the availability of the lecturer.
- Students indicate that they would like the course to split into two parts, so that both parts can go more in-depth on their specific topic.

59% 3,8 HUMAN MOVEMENT CONTROL

- The implementation of Ans in the course is appreciated but brought along a lot of problems due to bugs in the program.
- Students would like to see less multiple choice questions for the exam.
- The course is appreciated by the students and is found to be relevant.

25% 3,7 LINEAR SOLID MECHANICS

- The lectures were not always well-structured and the sheets were vague.
- The reader is still in Dutch, which some students found a bit weird. A translation would be appreciated.
- Students appreciated the assignments and say they were well related to the rest of the course.

22% 4,2 SURFACE TECHNOLOGY

- The teacher was always available for questions, which is appreciated by the students.
- The students find the subject very good and interesting!

62% 4,5 THEORY OF ODE

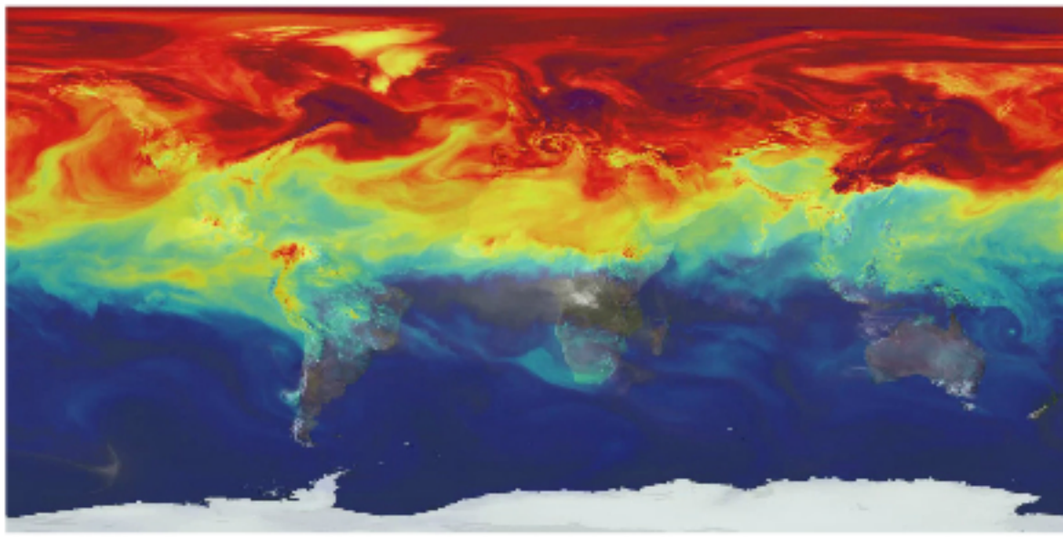
- There were a lot of small mistakes in the reader and the slides, students like to see them fixed.
- Students appreciate the course and find it very interesting!

MOEDER NATUURS AUTOMATISCHE RECYCLING

NATUURLIJKE KRINGLOPEN

In de natuur komen talloze verschillende kringlopen voor die ons allen beïnvloeden. De grootste daarvan is toch de koolstofkringloop. Twee grote hiervan zijn de water- en koolstof kringloop. Waarschijnlijk heb je al wel van de bovengenoemde gehoord. Minder bekende cycli zijn de stikstofkringloop en de fosforkringloop. Al deze kringlopen zijn eigenlijk gewoon scheikunde dat zich op een globale schaal uit. Welke processen hier allemaal mee te maken hebben en welke invloeden deze cycli met zich meenemen gaan we in dit artikel bekijken.

DOOR **ALMER LAGERWEIJ & KOEN KLEVERWAL**



WATERKRINGLOOP

Laten we beginnen met de waterkringloop, hierover heb je als het goed is op de middelbare school bij aardrijkskunde wel wat meegekregen. Het grootste deel van deze cyclus kan je beschrijven door middel van oppervlaktewater dat verdampt, dit water vormt wolken, wolken raken verzadigd en het water uit de wolken keert uiteindelijk terug naar de grond als neerslag. Deze neerslag kan gelijk in het oppervlaktewater terugkeren. Of het kan opgenomen worden in de bodem, wat dan uiteindelijk ook weer terugkomt bij het oppervlaktewater. Ook kan de neerslag gelijk weer verdampen, wat weer wolken vormt en zo door blijft gaan. Op die manier is de cyclus compleet.De cyclus kende je dus waarschijnlijk wel. Wat je misschien niet beseft is de omvang van deze cyclus. Er verdampt namelijk meer dan 1000 kubieke kilometer water per dag. Om dat een beetje in beeld te brengen; dat staat gelijk aan 400 miljoen olympische zwembaden per dag. Per jaar zit je net onder de 500000 kubieke kilometer aan verdampt water. Als je al dat water zou verdelen krijg je een laag van bijna een meter over de hele aarde.

KOOLSTOFKRINGLOOP

Deze natuurlijke kringloop heeft de laatste tijd extreem veel aandacht van de media gehad, grotendeels door het broeikaseffect dat koolstofdioxide (CO_2) heeft op de aarde. Smeltende ijskappen, stijgende waterpeilen, extreem weer, uitstervende dieren, alles is de schuld van dit tamelijk 'onschuldige' gas. Hoe zit het eigenlijk met deze kringloop? En waar komt alle negatieve aandacht voor dit prachtige natuurlijke fenomeen vandaan? Eerst moeten we het verschil zien tussen de biologische en geologische koolstofkringloop, dit zijn twee cycli die samen de gehele koolstofkringloop vormen.

BIOLOGISCHE KRINGLOOP:

Koolstof komt via autotrofe organismen het voedselweb binnen. Een voorbeeld van een autotroof organisme is een plant. Deze organismes binden CO_2 uit de lucht of waterstofcarbonaat uit het water en maken er organische stoffen van zoals glucose. Het organische koolstof kan nu worden geconsumeerd door heterotrofen en door de voedselketens heengaan. Om de energie uit de koolstofbindingen te halen, zoals bij suikers, breken heterotrofen en autotrofen deze bindingen af. In dit proces wordt de koolstof in de vorm van CO_2 afgestaan. Ook reducenten kunnen organische koolstof weer omzetten naar CO_2. Zij breken dode organismen en ander afvalmateriaal af. Er wordt geschat dat er jaarlijks zo een 1000 tot 100.000 miljoen ton koolstof door het biologische pad gaat.

GEOLOGISCHE KRINGLOOP

De geologische kringloop van koolstof duurt veel langer dan de biologische die hiervoor beschreven is. Het duurt typisch miljoenen jaren om het hele geologische pad te volgen. Koolstof kan lang worden opgeslagen in de atmosfeer, vloeibaar water, sediment, rotsen, fossiele brandstoffen en het inwendige van de aarde. Het niveau van CO_2 in de atmosfeer wordt beïnvloed door het reservoir van koolstof in de oceanen en vice versa. Het wordt nu iets meer scheikundig, koolstof uit de atmo-

steer lost op in het water en reageert met watermoleculen in de volgende reactie:

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons CO_3^{2-} + 2H^+$$

Het carbonaat CO3^2- reageert met Ca^2+ ionen tot calciumcarbonaat. Calciumcarbonaat is van grote belang voor schelpen in het maritieme leven. Wanneer deze organismes doodgaan, kunnen hun overblijfselen naar de zeebodem zakken en daar deel worden van het sediment. Indertijd verandert dit in kalksteen, wat het grootste koolstofreservoir van de wereld is. Aan land wordt koolstof opgeslagen als organische koolstof in de decompositie van levende organismen of anorganisch in rotsen en mineralen. Dieper in de aarde bevinden zich fossiele brandstoffen zoals olie, kool en natuurlijk gas. Deze fossielen waren ooit de overblijfselen van planten, wat zich gedurende miljoenen jaren onder anaerobe (zonder zuurstof) omstandigheden heeft gevormd.

MENSELIJKE INVLOED

Sinds de industriële revolutie beïnvloeden mensen de koolstofkringloop door koolstof direct uit te scheiden aan de atmosfeer. Dit gebeurt veelal door het verbranden van de bovengenoemde fossiele brandstoffen, het vervuilen van de lucht, beschadigen van planten en veel agricultuur wat leidt tot minder koolstof in de grond. Om het belang van een evenwicht in deze cyclus te laten zien, heeft NASA foto's gerenderd waarin te zien is wat er gebeurt met CO2 in de atmosfeer wanneer de helft van de broeikasgassen niet geabsorbeerd kunnen worden. "foto nasa"

STIKSTOFKRINGLOOP

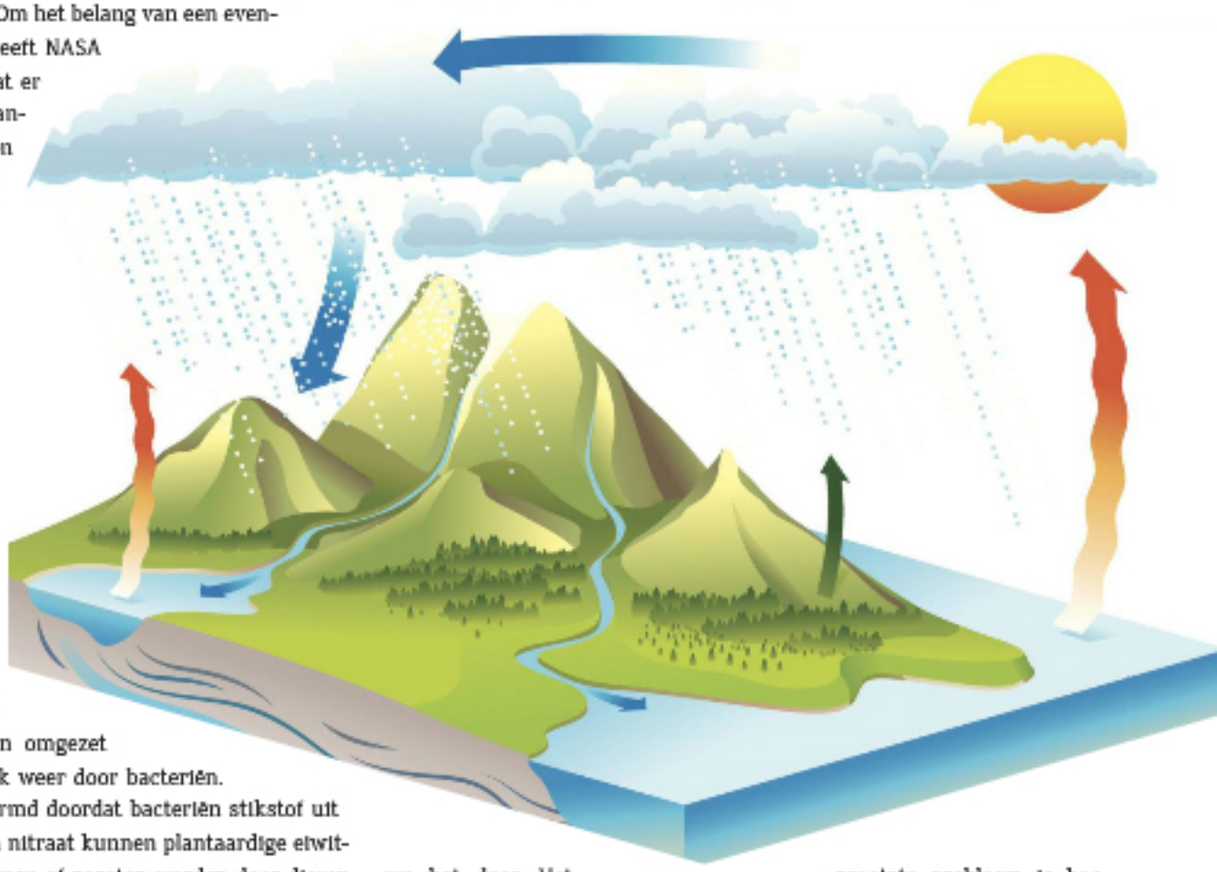
Elk levend wezen heeft stikstof nodig, het is namelijk nodig voor de vorming eiwitten en DNA. Deze cyclus is dus essentieel voor al het leven op aarde. Stikstof komt voor in veel verschillende vormen. In de cyclus wordt de stikstof van de ene vorm naar een andere vorm omgezet. De cyclus bestaat uit meerdere stappen. In eerste stap wordt er ammoniak gemaakt, door bacteriën, van dode organismen. De ammoniak wordt door bacteriën omgezet in nitriet. Het gevormde nitriet kan omgezet worden in ammonium en nitraat, ook weer door bacteriën.
Er kan ook ammonium worden gevormd doordat bacteriën stikstof uit de lucht halen. Van de ammonium en nitraat kunnen plantaardige eiwitten worden gevormd. De planten kunnen of gegeten worden door dieren of sterven. De dieren kunnen van de plantaardige eiwitten weer dierlijke eiwitten maken. Als de dieren en planten gestorven zijn kan de cyclus weer opnieuw beginnen doordat bacteriën de afval eiwitten weer omzetten in ammoniak.

FOSFOR KRINGLOOP

Als laatste willen we kort kijken naar de fosforkringloop, deze is tamelijk onbekend namelijk. Fosfor is een essentiële voedingsstof voor planten en dieren. Het is deel van DNA, moleculen die energie opslaan (ATP en ADP) en het is een bouwsteen voor bijvoorbeeld botten en tanden. Fosfor is wel een beetje anders dan de bovengenoemden cycli, dit komt omdat fosfor niet gasvormig in de lucht gevonden wordt, maar wel in water, de bodem en het sediment. De fosforkringloop is ook de langzaamste cyclus van alle genoemde stoffencycli. Fosfor wordt vooral als fosfaatzout gevonden in rotsformaties en oceaansedimenten, deze rotsen verweren en dit zorgt voor fosfaat in het water. Fosfaat wordt opgenomen door waterplanten die vervolgens geconsumeerd worden door dieren. Als deze dieren en planten sterven keert het fosfaat tijdens de afbraak weer terug in sedimenten en rotsformaties, hiermee is de cyclus weer rond. Zoals je misschien ziet lijkt dit proces erg veel op het biologische gedeelte van de koolstofcyclus.

CONCLUSIE

Al deze cycli die het leven maken zoals het is, zouden er ook gewoon zijn geweest zonder ons. Ze bewegen in de achtergrond zonder dat iemand het eigenlijk doorheeft, pas als het niet goed gaat met deze kringlopen hebben



we het door. Het grootste probleem is hoe wij als mensen deze kringlopen vaak negatief beïnvloeden. Als de natuur uit haar evenwicht wordt gehaald kunnen de gevolgen gigantisch zijn en dit moeten we zien te voorkomen door allemaal iets voorzichtiger te zijn op moeder natuurs recycling. Dus als we met zijn allen wat meer gaan recyclen,

INHOUD

14
Bezoek aan VDL Translift.

26
The ecological influence of wind turbines.

30
Binnenhaven Enschede. Dagje uit goed besteed

34
Plastic scheiden. Waarom is het zo belangrijk?

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 40, nummer 5, juli 2018

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

© 2018 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 van de Weg

Eindredacteur
Roland Guijs

Grafische vormgeving
Jeroen van den Hoogen
Ruben de Jong
Michiel Louwé

Redactie
Daan Fiter
Cas Hollaar
Koen Kleverwal
Ruben Klomp
Alicia Knijnenburg
Ingmar Krabben
Almer Lagerweij
Tom Stroet
Fausto Visser
Bram Westerveld

Drukker
Drukbedrijf.nl
Joan Muyskenweg 114
1114 AN Amsterdam

Advertenties & Advertorials

p. 02	Thales
p. 12	IHC
p. 23	Arcadis
p. 40	Darling
p. 49	AME
p. 55	Exxon Mobil

CREATING SUSTAINABLE FOOD, FEED AND FUEL INGREDIENTS FOR A GROWING POPULATION

THE WORLD'S LEADING PRODUCER IS LOOKING FOR TALENT

With more than a century of experience, Darling Ingredients is the world's largest producer of sustainable natural ingredients from edible and inedible organic residuals. Headquartered in Irving, Texas, and with an international head office in Son, The Netherlands,we are the only publicly traded company in our industry (NYSE/DAR). With approximately 10,000 dedicated employees globally and a strong presence in North America and Europe we are one of the largest companies in the industry. A pioneering innovator in repurposing, we create a wide range of products and customized specialty solutions for the food, feed, pet food, fuel and other industries at plants in over 200 locations on five continents.

Working for Darling Ingredients

means working for an ambitious industry leader in an entrepreneurial and no-nonsense industrial environment and where 'best in class' is the standard. If you can make a difference in the development and growth of our company, choose Darling Ingredients for a challenging career.

darlingii.com

DARLING INGREDIENTS

DAR PRO Bakery Foods Nature Safe ecoson Rousselot Peptan besthides ROTHSAY TERRA DAR PRO hepac LARU cth Rendac sonac DAR PRO

CHASSE PATATE

Ik kan de zomer toch wel als mijn favoriete seizoen bestempelen. Lekker weer, een festivalletje hier en daar, barbecueën met vrienden, en natuurlijk lekker veel sport. Op televisie, welteverstaan. Laat ik niet de illusie wekken dat ik zelf iedere dag in de sportschool sta. Nee, dat laat ik aan anderen over. Ik kijk liever toe hoe men zich in het zweet werkt. Ook tijdens het schrijven van deze column word ik op mijn wenken bediend. Het WK voetbal is in volle gang en de mooie goals vliegen me om de oren. Mijn beoogd kampioen, Frankrijk, is al geplaatst voor de knock-out. Laten we hopen dat mijn voorspelling uitkomt. Waarschijnlijk niet, want uiteindelijk wint Duitsland. Zo werkt het voetbal nou eenmaal.

Ik geniet eigenlijk nog meer van dit soort clichés dan van de sportprestaties zelf. Je kunt ze vooraf allemaal benoemen. De gedoodverfde favoriet wordt uitgeschakeld door een voetbaldwerg, een waardeloos team schopt het tot de kwartfinale simpelweg door de bus te parkeren, en de Duitsers scoren de winnende in de 95e minuut. Heerlijk als mijn verwachtingen worden waargemaakt. Wat dat betreft word ik twee keer verwend deze zomer. De moeder aller sportclichés moet namelijk nog beginnen: de Tour de France. Drie weken lang slow-tv van topniveau. Meer dan honderd uur genieten van de luchtbeelden van besneeuwde bergtoppen, vervallen kasteeltjes en meerennende idioten in een Borat-string, terwijl het peloton zich het snot voor de ogen trapt op een beklimming van de hors catégorie. Uiteraard wint een Fransoos op quatorze juillet en uiteraard belandt een onfortuinlijke renner in de chasse patate. Dat alles wordt begeleid door het tenenkrommende commentaar van Herbert Dijkstra en Maarten Ducrot, die niet te beroerd zijn om ieder jaar opnieuw uit te leggen wat een chasse patate eigenlijk is. Ik kan niet wachten.

Excuses voor de cynische ondertoon. Ondanks de vele clichés kijk ik altijd graag naar de Tour. Waarom dan toch die toon? Omdat ik zelf ook het gevoel heb dat ik me in de chasse patate bevind. Ik ben nu halverwege mijn afstudeertraject. Ik ben er eerlijk gezegd helemaal klaar mee, maar het einde is nog niet in zicht. Ik sta met één been in het studentenleven en met de ander in het burgerbestaan, zonder me echt te kunnen identificeren met een van beide. Ik bungel ergens daartussenin, als een onfortuinlijke eenzame renner die de kopgroep vijftig meter voor zich ziet rijden, niet dichterbij komt en baalt dat hij niet die spurt in zijn bil heeft gezet. Er lijkt geen einde aan de beklimming te komen.

Een renner in de chasse patate heeft eigenlijk maar één optie: doortrappen tot de finish. Als je je laat afzakken tot het peloton is alle moeite voor niets geweest. Je kunt er maar beter het beste van maken. Dat is dan ook wat ik ga doen. Terwijl iedereen geniet van een welverdiende vakantie, werk ik gestaag door aan mijn scriptie. Ik trap door, rond en rond, tot ik eindelijk de finish heb bereikt. Dan gooi ik mijn handen in de lucht en kom ik juichend over de streep. Niet omdat ik heb gewonnen, de winnaar is al lang gehuldigd en gemasseerd. Ik juich omdat ik het heb gehaald.

Met deze woorden zwaai ik af. Na ruim vier jaargangen valt hier voor mij het doek. Het was me een genoegen om te mogen werken aan het mooiste blad van de campus, en ver daarbuiten. *Cave Vermem!* TS

NEDERLAND ALS HEAT EXCHANGER

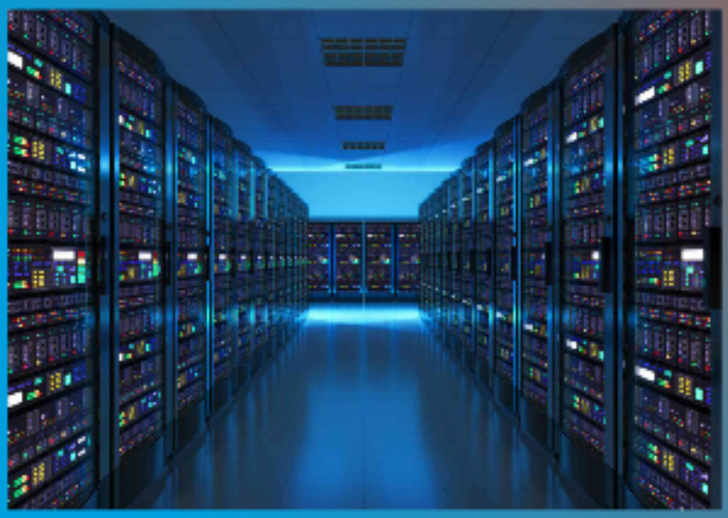
OPWARMEN ZONDER DE AARDE TE VEEL OP TE WARMEN

DOOR **INGMAR KRABBEN**

Om het grote wereldprobleem weer eens te benoemen, de aarde warmt in een rap tempo op. De meest triviale oplossingen lijken al bedacht en zijn beland in het verbeterstadium. In 2017 kwam ongeveer veertien procent van de verbruikte stroom uit duurzame bronnen. Dit percentage groeit gestaag en lijkt te kort te schieten voor een CO2-neutraal 2050. Na de gemaakte klimaatakkoorden lijkt het besef dat de oplossingen voor de energietransitie van de wereld in alle hoeken gezocht moet worden, alleen maar te groeien. Het recyclen van het bijproduct warmte lijkt een van deze puzzelstukjes. De energie die op deze manier bespaard wordt, leidt indirect tot een vermindering van CO2-uitstoot wat op zijn beurt weer voor zorgt dat de opwarming van de aarde niet sneller toeneemt. Maar hoe belangrijk is dit puzzelstukje?

HOE WORDT RESTWARMTE GEBRUIKT?

Restwarmte is een vorm van energie die vaak ongebruikt een systeem verlaat. Deze restwarmte is op grote schaal te vinden in bijvoorbeeld de industriële sector, agrarische sector en zelfs dienstensector. Op kleine schaal vinden we het terug als huishoudelijk gebruikt warm water en warmte geproduceerd door bijvoorbeeld airconditionings. Al vanaf de 19e eeuw wordt deze restwarmte op grotere schaal teruggewonnen met behulp van warmtewisselaars. Tegenwoordig zijn warmtewisselaars niet meer weg te denken in allerlei apparaten en processen, te denken aan auto's, computers en industriële processen. In laatstgenoemde wordt de meeste restwarmte dan ook teruggewonnen om de efficiëntie van het gehele proces te verhogen. Echter, het gebruik van warmtewisselaars betekent niet dat er geen energie, in de vorm van warmte, verloren gaat. In bijvoorbeeld de olie- en gasindustrie komt het vaak voor dat een reststroom een lage temperatuur heeft en niet meer gebruikt wordt. Dit omdat de verhoogde efficiëntie niet opweegt tegen de extra kosten die gemaakt moeten worden. Ook is de geproduceerde restwarmte in de dienstensector niet altijd te hergebruiken in het proces. Een mooi voorbeeld zijn de datacenters. Datacenters behoeven veel koeling om de temperatuur stabiel te houden. De huidige koelsystemen geven hun opgevangen energie af aan de buitenlucht. Deze restwarmte kan ook anders gebruikt worden. Gezien het aantal datacenters sterk toeneemt, zou er volop gekeken moeten worden naar het hergebruiken van deze restwarmte. Dit gaat hand in hand met het feit dat in Nederland 44% van de totale energie wordt gebruikt voor de opwarming van ruimten.



praktijk zal dit neerkomen op meer dan een miljoen huishoudens. De Dutch Data Center Association (DDA) heeft de overheid dan ook opgeroepen om stappen te ondernemen. Naast de datacenters krijgt ook de provincie Zuid-Holland een warmtenet dat restwarmte uit de Rotterdamse haven gaat gebruiken om huizen in Den Haag en Leiden en kassen in het Westland te verwarmen. Naar schatting zal dit netwerk een half miljoen huishoudens kunnen verwarmen. Het voordeel van deze locatie is de kleine afstand tussen vraag en aanbod waardoor warmteverlies tijdens transportatie laag kan blijven.

CONCRETE PLANNEN?

In Denemarken wordt momenteel zestig procent van alle huizen centraal verwarmd met voornamelijk groene bronnen. In Nederland is dat slechts vijf procent. In dat opzicht lijken we een steekje te laten vallen. Bijvoorbeeld datacenters kunnen namelijk relatief makkelijk worden aangesloten op zulke warmte netwerken zonder enige benodigde vorm van opslag doordat hun aanvoer van warmte constant is. Daarbij kan de terugkerende koude stroom gebruikt worden om de datacenters weer te koelen. Het grootste obstakel lijkt tot nog toe de investering in het warmte netwerk. Ook de investering in eventuele hittepompen en aansluiting op het warmte grid spelen een rol. Dit lijkt allemaal een kwestie van tijd voordat het concrete vormen aanneemt. De verwachting is dat in 2030 rond de twee miljoen huishoudens worden verwarmd met restwarmte.

VAN HET AARDGAS AF IN ENSCHEDE?

Recent is warmteleverancier Ennatuurlijk in juni dit jaar begonnen met het uitbreiden van het stadsverwarmingsnetwerk. Een start is gemaakt met het aanleggen van een zes kilometer lange leiding van zuid naar noord. Momenteel zijn achtduizend huishoudens aangesloten op dit netwerk, waar het er in de toekomst 37.000 zullen zijn. Dit is ongeveer de helft van het totaalaantal huishoudens in Enschede. De toegevoerde warmte zal voornamelijk op een groene manier geproduceerd worden. Dit netwerk zal zich in de toekomst ook lenen voor het gebruik van restwarmte om de huizen te verwarmen. Het huidige netwerk beslaat de wijken Roombeek en Helmerhoek. In de wijk Roombeek staat de warmtekrachtcentrale genaamd de Stadshaard. Deze nog gasgestookte centrale wekt elektriciteit op en de daarbij vrijkomende warmte wordt gebruikt voor warmtedistributie in de wijk. De haard is bekleed met Delfts blauwe tegels van Hollandse openhaarden en is na de vuurwerkramp gebouwd met een efficiente manier van warmtevoorziening als doel.

KOOLSTOF NEUTRAAL IN 2050?

Of het gebruik van restwarmte de opwarming van de aarde volledig tegen zal gaan lijkt een utopie. Als gezegd is het zaak om iedere kans van CO_2-reductie aan te grijpen, waar het gebruik van restwarmte een grote rol zal gaan spelen. Voor Nederland lijkt het gebruik van restwarmte een goede weg om een volledige energietransitie te verwezenlijken en hiermee de energieakkoorden te behalen.

WAT IS ER MOGELIJK?

Kijkend naar de potentie en omvang, krijgt restwarmte vooralsnog niet de aandacht die het verdient. Door CE Delft is berekend dat de ordegrootte van het restwarmtepotentieel in Nederland rond de honderd PJ(10^17 J) per jaar ligt. Dit is ongeveer een derde van het huidige totale warmtegebruik van de Nederlandse huishoudens. Een grote bron van restwarmte zijn de benoemde datacenters. Deze restwarmte is gratis, groen en van hoge kwaliteit. Het gebruik van data groeit exponentieel. Dit heeft de afgelopen zes jaar geleid tot een gemiddelde groei van achttien procent van de Nederlandse datacenter markt. Deze enorme groei is voornamelijk toe te schrijven aan de goede beschikbare dataverbindingen, het gunstige vestigingsklimaat en de opkomst van Internet of Things. Deze enorme groei in de Nederlandse datacenter markt is proportioneel met de groei in restwarmte. Het is theoretisch mogelijk rond de twee miljoen huishoudens van warmte te voorzien met slechts de restwarmte van datacenters. In de

SHADOWING DAYS

The Shadowing Days are organized by alumni association Principia together with W.S.G. Isaac Newton. During a Shadowing Day you can join an engineer for a day at a company that you are interested in. It can be valuable if you want to know which master direction you want to choose or if you want to know if a company fits you. The added value of a Shadowing Day in comparison to an excursion or an open day is that you see a real day of an engineer. I had an interview with Hanneke who did a Shadowing Day.

Luc van Dijk
Commissioner of Educational Affairs

Hanneke Reuvekamp
Third year bachelor student Industrial Design

Luc: Who are you and what are you studying right now?

Hanneke: I am Hanneke and I am in my third year of Industrial Design now. In my minor I did the Mechanical Engineering premaster because I was interested in technical courses. It was very different, a bit difficult but fun.

Luc: How did you know that Shadowing Days existed?

Hanneke: During the premaster period there was an announcement on the Blackboard page. It sounded interesting. There was a link to the website of Newton with some information and a list of companies.

Luc: What is the procedure for applying for a Shadowing Day?

Hanneke: You can mail your motivation for a specific company. My interest is healthcare so Phillips was my match. Then there is a time of mailing each other.

Luc: Did you achieve your goal with attending a Shadowing Day?

Hanneke: I am still not sure what I want to do, but a day in the life of an engineer was really nice. Maybe I am doubting because the day was nice. It takes quite a long (waiting) time to organize the day, but now I know if a big company would fit me. I think the effort is worth it!

The day of Hanneke is a nice example of a Shadowing Day. By attending such a day you can gain more information about a certain company. It is possible to have a Shadowing Day yourself too. You can find Shadowing Day information at the Newton website after clicking Educational. Please contact me if you are interested.

EDUCATION

Luc van Dijk
Commissioner of Educational Affairs

Behind the scenes people are always working on improvements in education. For example, we have an evaluation committee within Mechanical Engineering and Sustainable Energy Technology. They check the Module Evaluation and the feedback in order to provide a better view from the courses. Useful feedback is always welcome and they really try to do something with it. The evaluation committee tells the lecturers the outcome of the surveys and the lecturers try to adapt their courses to make them better. An example of a big change is module 5 and 8. There is an article to make clear what has changed due to (your) feedback down here. If you have ideas or tips for better education, you can always contact me as well.

Before the start of TOM there was a single project about mechatronics, project F. This project had a duration of two modules. After the start of TOM it was split into two projects. The goal of the project was designing, modelling, controlling and validating mechatronic precision elements. In module 5 the project groups consisted of 4 people and the next module 2 groups were joined to a group of 8. The groups had to discuss each other's designs and to choose the best one. This design was realized by people from the workshop. In module 8 the students had to make a model of the design and make a controller for it. Eventually students needed to show that the design satisfied the specifications.

Remarks from students from the evaluations:

- Between module 5 and 8 there was time needed for the project even though module 6 and 7 had to be followed.
- Only the best design was built, the other students could not continue with their own design.
- After the design was realized students discovered that sensors or actuators did not work properly. The materials were old.
- It is no use to look at one single design with 8 people. There is only work for 3 or 4 people.
- The laboratory for the project is too small, the students cannot work in a relaxed way.
- If a mistake was found in the design, it was difficult to fix it.
- Some students wanted to build the design themselves.
- The project as well as the entire module were evaluated as insufficient.

These remarks led to a new way of organizing the project. During module 5, the project focus is in the last week of the module. In that week a design of a construction with certain degrees of freedom has to be made. During the module a practical of Design Principles of Precision Mechanisms (DPPM1) has to be done. To vary the group sizes in the bachelor, the group size for this project is 2. It is tried this year for the first time and it was evaluated positively.

During the project in module 8 students have to design a precision mechanism using a construction box in groups of 4 to 6 students. The boxes consist of sensors, actuators, beams and fastening materials. Flexures and fixtures designed and produced from laser cutting by staff of the workshop. Construction boxes are favorable because the design can be made and adjusted quickly. It is also nice that the box can be used for a different type of design each year.

Prof. Brouwer saw students working with such a mechatronic construction box in the US during a conference. He was very enthusiastic about it. The module team researched what the construction box for module 8 should consist of; example designs were made and tested to compose the boxes. The module team thinks that due to this big change, the comments of the evaluations will be mostly solved. The team hopes that students become more enthusiastic and get better insight in dynamics and system engineering.

Wouter Hakvoort & André de Boer

RECYCLING IN DE RACEFIETS

DOOR **BRAM WESTERVELD**

Een fiets en haar onderdelen zijn een goed voorbeeld van producten die gemakkelijk hergebruikt of recycled kunnen worden. Veel maten van de onderdelen zijn gestandaardiseerd en alle materialen zijn veelvoorkomend. Dit geldt echter niet voor racefietsen, welke gemaakt zijn van de modernste materialen en nauwkeurig ontworpen onderdelen. Toch is in de technologie en de ontwikkeling van deze fietsen veel recycling te bespeuren, maar dan als hergebruik van technieken.

EERSTE ETAPPES

De ontwikkeling van de fiets ging van start in het begin van de negentiende eeuw. Aanvankelijk dienden fietsen als ondersteuning tijdens het lopen, en zeker tot 1860 werden er nog loopfietsen aangetroffen in Europa. Deze loopfietsen werden vélocipèdes genoemd. Later werden er door de Fransman Pierre Lallement trappers aan toegevoegd. Om de benodigde kracht te beperken werd het voorwiel vergroot, en dit resulteerde in de hoge bi met het kenmerkende grote voorwiel. Dit model was erg onhandig, mede omdat de bestuurder ver boven de weg zat en het sturen met een groot voorwiel erg lastig is.

Het eerste voorbeeld van hergebruik vinden we in de pogingen om dit probleem te omzeilen. Een andere manier om het koppel dat op de trappers geleverd diende te worden te verkleinen was het toevoegen van een achterwielaandrijving. De ketting die we tegenwoordig terugvinden op onze fietsen was echter nog niet uitgevonden dus er werd een idee gerecycled uit het concept van de stoomlocomotief. De trappers werden met vaste staven verbonden aan een grotere zwengel die aan de achteras verbonden was. Hierdoor werd het moment op het achterwiel groter en kon men met een gemakkelijker formaat wielen fietsen.

Dit inspireerde uitvinders later om een ketting en een losse trapas te combineren. Dit leverde in 1885 de veiligheidsfiets op. Deze fiets, uitgevonden door de brit James Starley, leek al erg op de fiets die wij nu kennen. De vorm van het frame, de houding van de bestuurder en de grootte van de wielen leken elk erg op de huidige fietsen. Wel waren er wat aanpassingen nodig om het comfort voor de gebruiker te garanderen. Om de wielen werden luchtbanden geplaatst, en uit de horlogeindustrie werd de uitvinding van de kogellager gerecycled. De ontwikkeling van de fiets voor de gewone man heeft hierna geen doorbraken meer gekend. Enkele kleine toevoegingen als versnellingen, spatborden en handremmen deden in de loop van de jaren hun intrede maar een revolutionaire aanpassing bleek niet meer nodig.

EEN NIEUWE TAK VAN SPORT

Toen veel mensen in het bezit van een fiets kwamen ontstonden er sporten op het stalen ros. De ontwikkeling van hiervoor gespecializeerde fietsen heeft wel het een en ander teweeg gebracht. Hier werden ook inzichten uit andere industrieën toegepast. Voor mountainbikes werden de schokdempers van auto's afgekeken, maar vooral in racefietsen zien we veel technieken terug die origineel een andere toepassing hadden. Door de opkomst van de wielersport werden er veel manieren gezocht om snellere fietsen te ontwerpen. De belangrijkste eigenschappen van een racefiets zijn het gewicht en het aerodynamische gedrag. Om deze laatste factor te verbeteren werden de windtunnels, gebouwd voor luchtvaartinnovatie, op een andere manier gebruikt. Een van de duidelijkste vooruitgangen die hieruit is voortgekomen is te zien in de tijdritfiets met het dichte achterwiel dat minder luchtweerstand bleek te ondervinden. Om de aerodyna-

Reconstructie van fiets met locomotiefaandrijving

Safety bike uit 1885

mica te verbeteren werden ook FEM-analyses die ontwikkeld waren voor de civiele techniek gebruikt om het frame te perfectioneren.

De drang naar lichtgewicht materiaal vindt men ook terug in de lucht- en ruimtevaartindustrie. In de jaren 80 werden carbonvezels steeds beter verkrijgbaar, met name door de vraag naar deze materialen door vliegtuigbouwers. Het duurde tot 1992 tot Trek de vooruitgang van deze materialen wist toe te passen en het eerste volledige carbonframe wist te maken, met een gewicht van 1.1 kilogram. Het duurde tot 2000 dat de overkoepelende wielerunie (UCI) het minimumgewicht vaststelde op 6.8 kilogram. Hierdoor loonde het niet meer om een minimale hoeveelheid materiaal te gebruiken die mogelijk gevaarlijk kon zijn. Een betaalbaarder alternatief voor carbonframes vindt men overigens in het beter recyclebare magnesium. Dergelijke frames worden gemaakt door buizen aan elkaar te lassen.

Tegenwoordig lijken de eliteracefietsen op de weg erg op elkaar. In de wereldtop worden er af en toe wat kleine snufjes toegevoegd, maar het basisontwerp lijkt nog altijd erg op de fietsen van 50 jaar terug, vol met de gerecyclede ideeën van ver daarvoor. Blijkbaar geldt in de sport ook dat het op een oude fiets geleerd moet worden.

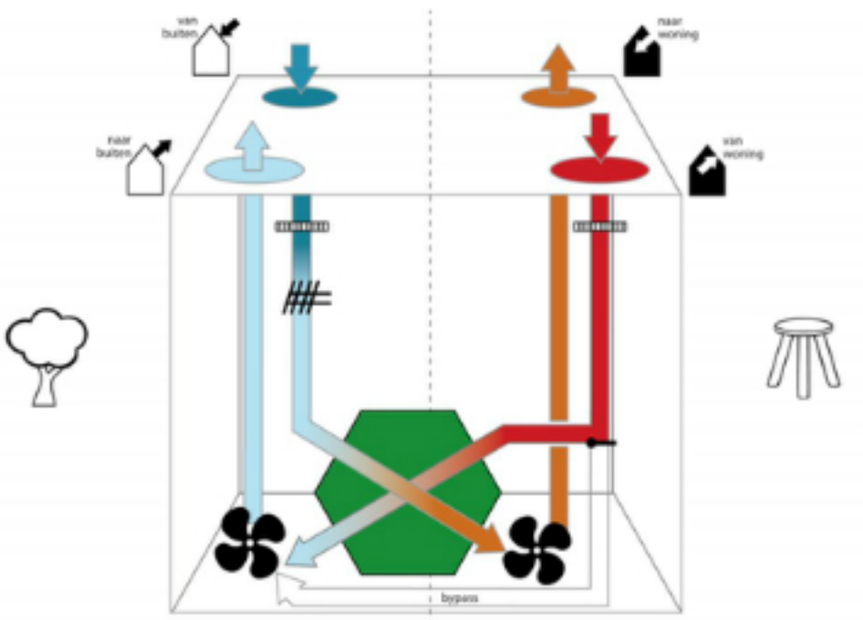
Tom dumoulin bij zijn tijdritfiets, kenmerkend is het dichte achterwiel.

DESIGNING AND DEVELOPING A BALANCED HEAT RECOVERY UNIT FOR THE VENTILATION OF RESIDENTIAL HOUSES

BY **JOOST FRANSSEN**

AME

As a young mechanical system engineer it is a pleasure to work within the Applied Micro Electronics "AME" B.V. environment. Together with a young, dynamic, multidisciplinary and enthusiastic team working on state-of-the-art technology. AME is an independent developer and manufacturer of high quality electronic products. The goal is to create innovative products that exceed customer expectations. AME accomplish this by integrating product development and manufacturing and keeping a clear focus on the product and its function. Driven by technology, AME strives for the best solution combining the disciplines of electrical, mechanical, software and industrial engineering. The development of Electronic products at AME require a lot of interaction between electronics, software and mechanics. Despite the name "AME" could put you off the scent, the mechanics is the essential part of product development. The last years this resulted in an excessively growth in mechanical development and production. Examples of application includes amongst others gear trains (for example of e-bikes), high-end touch user interfaces and a touch-free automatic opening smart toilet seat.



One of the largest projects at the moment, is designing and developing a balanced Heat Recovery Unit (HRU) for the ventilation of residential houses. This project includes developing a complete new product with competing performance. A successful product development consists of a good balance between the stakeholders. It is challenging to make the best choices together with the customer (market, look & feel), operations (manufacturability) and engineering (multidisciplinary). The mechanical design forms a large share of the project. Within the mechanical design new and to AME unknown techniques are implemented in the design. Subjects which require physics insight such as (vibro-)acoustics, aerodynamics and thermodynamics are included. A Matlab Simulink control algorithm is designed in order to react on temperature, humidity, air quality and frost protection. Also dynamical systems need to be designed, tested and implemented, such as a fan including a scroll fan housing and a bypass system for the summer nights. Designing the HRU is one part of the project, but prototyping and extensively testing the performance of the unit is another part. A complete four-meter-high test set-up is designed and build, in order to measure the performance of the prototypes to initiate a quick improvement cycle, before determining the product performance at the official test house. Also prototypes are build and placed in co-worker's homes to gain insight in the performance of the unit during a real-time winter test. Currently the first field test products are delivered to the customer. This allows us to start the next phase of the project, the industrialization phase, whereby the mechanics plays an important role. For the production of the unit multiple robot assembly applications are developed, which require specific robot tooling and the use of a vision system.

Concluding, for a mechanical system engineer it is a privilege to be part of this company and be able to develop challenging mechanical solutions for high-end products. If you have any questions or you are interest in a job, check our vacancies on www.ame.nu/career.

recruitment@ame.nu

ESP 100
5633 AA Eindhoven

30

06 Re-cycle-ing
A visual approach to te Fourier analysis

14 VDL Translift

18 Linke soep
Het plastic afval in de oceanen

22 ColeXie
Commissie aan het Woord

24 Association News

26 The ecological influence of windturbines

29 Vernieuwingsverslaving
Column Roland

30 Binnenhaven Enschede
Dagje uit goed besteed

34 Plastic scheiden
Waarom is het zo belangrijk?

36 Educational News

38 Natuurlijke Kringlopen
Moeder Natuurs automatische recycling

41 Chasse Patate
Column Tom

42 Nederland als Heat Exchanger
Opwarmen zonder de aarde teveel op te warmen

44 Evaluation report

46 Recyling in de racefiets

50 Kernafval

52 Downcyling
Het verhaal van een boek, een blik en een wijnfles

56 Graduation article
Aligning a deployable boom for satelites

REDACTIONEEL

De laatste... Voor m'n gevoel is het nog maar een paar weken geleden dat we met de redactie bij elkaar kwamen tijdens deze veertigste jaargang. Terugkijkend op de afgelopen jaargang kan ik zeggen dat we als redactie bijna driehonderd pagina's op een goede en strakke wijze hebben ingevuld. Ik ben er trots op dat ik deze jaargang de redactie mocht leiden, om zo samen een jaar lang te bewijzen welk verenigingsblad het mooist is.

Na terugkijken komt ook altijd vooruitkijken, en dat is voor mij toch enigszins dubbel. Omdat ik in september aan een nieuw hoofdstuk in mijn leven zal beginnen heb ik besloten om na een relatief korte periode mijn taken als hoofdredacteur weer neer te leggen. Door dit besluit kwam er een vacature vrij, en die zal iets anders ingevuld worden dan voorgaande wisselingen. Een vijftal redactieleden zal ieder een editie op zich nemen als hoofdredacteur/hoofdredactrice. Ik heb er het volste vertrouwen in dat zij zich in zullen zetten om de standaard van de Appel te waarborgen.

Dat brengt me uiteindelijk bij het blad dat voor u ligt. Het is een erg goed gevulde en zeker mooie Appel geworden. Met het thema, Recycling, was dat natuurlijk ook te verwachten: recyclen is immers een belangrijk onderdeel van onze maatschappij geworden. Van papier tot blik en van glas tot plastic, al deze materialen zullen aan bod komen. Ook kijken we naar de gevolgen van het niet juist recyclen van plastic, of de (on-)mogelijkheid van het recyclen van bijvoorbeeld restwarmte en kernafval.

Verder zijn er ook voor de echte werktuigbouwer een aantal artikelen te vinden in deze Appel. Zo is een aantal redactieleden op bezoek geweest bij Translift, en nemen we u mee op reis door de Fouriertransformatie.

Als laatste zijn er ook een heel aantal onderwijs gerelateerde artikelen te vinden in deze editie. Zo hebben een aantal studenten van de master een stuk over de ecologische impact aangeleverd en zijn er een aantal pagina's gewijd aan de evaluatie van het onderwijs. Daarnaast treft u ook een afstudeerartikel van een oud-student, die uitlegt hoe hij heeft bijgedragen aan het bouwen van een satelliet.

Al met al wens ik jullie allemaal heel veel leesplezier deze zomer en een mooie vakantie!

Het was me een genoegen,

Joachim van de Weg
Hoofdredacteur

KERNAFVAL

Toen de eerste kerncentrale werd geopend in 1951 werd er van uitgegaan dat men later wel een oplossing zou vinden voor wat er met het kernafval moet gebeuren. Het is nu al bijna 70 jaar later en er is nog steeds geen goede oplossing voor dit probleem. In Finland wordt er momenteel hard gewerkt aan een permanente oplossing voor kernafval. Er wordt een ondergronds netwerk aangelegd waar 6500 ton aan nucleair afval komt te liggen. Als de magazijnen allemaal vol zijn zullen de schachten afgevuld worden met klei om de komende 100.000 jaar niet meer geopend te worden. Hoe gaan we in Nederland dit probleem oplossen?

Kernafval, nucleair afval of radioactief afval wordt door het Internationaal Atoomenergie Agentschap gedefinieerd als materiaal dat radioactieve isotopen bevat of daarmee gecontamineerd is, in concentraties hoger dan wat minimaal meetbaar is en waarvoor geen praktische toepassingen bekend zijn. In andere woorden materiaal dat radioactief is en nergens voor gebruikt kan worden. Er zijn drie categorieën waarin radioactief afval wordt ingedeeld, die categorieën worden weer onderverdeeld op basis van oorsprong, activiteit en halveringstijd. Laag- en middelradioactief afval is afval met meer activiteit dan minimaal meetbaar is en maximaal 2kW/m3 aan warmte uitstraalt. Dit bestaat onder meer uit: handschoenen, laboratoriumglaswerk, kleding, injectienaalden en dierlijk materiaal van proefdieronderzoek. Hoogradioactief afval bevat langlevende isotopen en een warmte-uitstraling van meer dan 2 kW/m3. Het bestaat onder ander uit splijtstofelementen die als brandstof in onderzoeksreactoren zijn gebruikt en afval afkomstig van de productie van medische isotopen.

Al dit kernafval wordt door verschillende partijen geproduceerd. In Nederland is de kerncentrale in Borssele een belangrijke bron van radioactief afval. Splijtstof dat wordt gebruikt voor het opwekken van energie bevat grote hoeveelheden radioactief uranium, plutonium, cesium en tal van andere isotopen waarvoor geen toepassingen zijn. Als de kerncentrale ooit wordt gesloten zal er bij de ontmanteling grote hoeveelheden bouwmaterialen, pijpleidingen en andere onderdelen vrijkomen die zeer radioactief zijn. Bij de productie van medische isotopen voor verschillende specialismes en behandelingen in ziekenhuizen, zoals nucleaire geneeskunde, radiotherapie en brachytherapie komt ook kernafval vrij. Dit gebeurt in de onderzoeksreactoren in Petten en Delft, en dit levert laagradioactief afval op. Verder komt er bij tal van industrietakken zoals de olie-industrie of de chemische industrie ook laag- en middelradioactief afval vrij. Een ander proces waarbij kernafval vrijkomt is de ontwikkeling van kernwapens, gelukkig hebben we daar in Nederland geen last van.

Het probleem met radioactief afval is dat het tot wel duizenden jaren gevaarlijk is voor de volksgezondheid en het milieu. Vanaf de jaren 50 tot de jaren 80 van de vorige eeuw loste Nederland dit op door laag- en middelradioactief afval te dumpen in een vier kilometer diepe trog in de Atlantische Oceaan. Dit is natuurlijk geen duurzame oplossing omdat plankton radioactieve deeltjes op kan nemen. Deze micro-organismen staan aan het begin van de voedselketen waardoor het uiteindelijk weer terug kan komen bij de mens. Een andere oplossing zou kunnen zijn door het de ruimte in te schieten. Naast dat dit heel duur is, is er ook het risico dat de raket tijdens of kort na de lancering explodeert wat een ecologische ramp zou betekenen. Wat wel zou kunnen werken in plaats van het afval de ruimte insturen, is het tussen tektonische platen door naar de mantel van de aarde laten zakken. De redenering is dat het daar geen kwaad meer kan doen, dit is echter met de huidige stand van de techniek nog niet mogelijk. Een techniek waar wel veel mee geexperimenteerd wordt is partitie en transmutatie. Dit is een techniek die de halfwaardetijd aanzienlijk zou moeten verkorten. Partitie houdt in dat het bepaalde elementen uit het afval worden gefilterd. Deze elementen worden vervolgens bestraald met deeltjes, zodat ze veranderen in andere chemische elementen met een korte halveringstijd of minder schadelijke straling. Deze techniek is echter nog niet grootschalig toepasbaar. Wat op dit moment wel wordt gedaan, is verglazing. Dit is een techniek waar het afval aan glasvormende stoffen wordt gebonden, waarnaar het geheel tot glas wordt gesmolten en weer stolt. Dit is een relatief veilige manier van opslaan, echter, een mogelijk nadeel van verglazing is dat het niet goed mogelijk is de oorspronkelijke stoffen weer aan het glas te onttrekken als er een betere methode wordt gevonden (zoals transmutatie) om het radioactieve afval relatief

DOOR DAAN FLIER

onschadelijk te maken. Ook is het niet geheel duidelijk of er omstandigheden zijn waaronder het verglaasde materiaal kan scheuren of verbrokkelen, waarbij een deel van het radioactieve materiaal weer vrij zou kunnen komen.

Momenteel wordt in Nederland al het radioactief afval naar de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval, COVRA, in Borsele gebracht. Hier wordt het verwerkt alvorens het voor honderd jaar wordt opgeslagen. Bij laag- en middelradioactief afval is de verwerking er op gericht de radioactieve stoffen af te binden en te verpakken in beton. Na honderd jaar opgeslagen te zijn, is er bij het meeste laag-en middelradioactief afval nog zo weinig radioactiviteit over dat het in stalen containers kan worden opgeslagen. Het vaste afval wordt onder zeer hoge druk samengeperst tot een massief blok en daarna in beton verpakt. Zodra het verpakt is, wordt het opgeslagen. Waterige vloeistoffen worden met biologische en chemische behandelingen schoongemaakt alvorens het gereinigde water wordt geloosd. Kadavers van dierexperimenten en organisch ziekenhuisafval worden in een speciale verbrandingsoven vernietigd. De rookgassen van deze ovens worden twee keer gereinigd. Eerst in een natte wasstraat en daarna met een droog filtersysteem. Hoogradioactief afval wordt aangevoerd in zeer stevige transportcontainers. Vervolgens wordt het uit de containers gehaald, gecontroleerd, en zo nodig opnieuw verpakt, voordat het voor honderd jaar wordt opgeslagen. Dit gebeurt in een speciaal gebouw met muren van 1,70 meter dik. Het gebouw is speciaal zo sterk gemaakt dat het bestand is tegen allerlei extreme invloeden van buitenaf, zoals: windhozen, aardbevingen, overstromingen en vliegtuigongevallen. Na honderd jaar moet definitieve berging plaatsvinden.

Hier begint het echte probleem van kernenergie, bepaald radioactief afval moet voor honderdduizenden jaren opgeslagen worden. Er is alleen nog niet één land dat al succesvolle eindberging voor hoogradioactief afval heeft. In Duitsland en Amerika zijn pogingen ondernomen voor eindberging van laag- en middelradioactief afval en militair kernafval. In Duitsland sloegen ze vaten met kernafval op in een zoutkoepel. Het probleem is dat er water de zoutkoepel instroomt en zo wordt er pekel gevormd. Het pekel heeft de vaten aangetast waardoor ze zijn gaan lekken en er radioactiviteit vrijkomt. In Amerika gaat het niet veel beter, hier werd militair kernafval opgeslagen in een mijn, maar na een ongeluk waarbij 22 medewerkers werden besmet, werd dit project tijdelijk stilgelegd. Finland denkt momenteel de beste oplossing gevonden te hebben, waar het kernafval voor de komende 100.000 jaar veilig ligt opgeslagen. Maar momenteel is alles gebaseerd op aannames en voorspellingen, niemand weet precies wat er gebeurt als er een nieuwe ijstijd aankomt of als tektonische platen gaan bewegen.

Voordat kernenergie een relatief schone manier van energie opwekken wordt, zal er eerst iemand een goede oplossing moeten bedenken voor wat er met het kernafval moet gebeuren. Er van uitgaan dat een latere generatie het probleem oplost is net als een Life Cycle Analysis uitvoeren zonder rekening te houden met de disposal phase.

DOWNCYCLING

HET LEVENSVERHAAL VAN EEN BOEK, EEN BLIK EN EEN WIJNFLES

DOOR **CAS HOLAAR**

Recycling vermindert afval, vermindert het gebruik van grondstoffen en vermindert de uitstoot van broeikasgassen. De positieve effecten zijn zo groot dat we er met z'n allen steeds meer naar streven om alles zo circulair mogelijk in te richten en alles te hergebruiken. Voor veel producten geldt echter dat de kwaliteit bij ieder hergebruik een klein beetje afneemt, waardoor uiteindelijk niet meer aan de standaarden voldoet; wat gebeurt er dan mee? Komt het dan op een vuilnisbelt of kunnen we er dan toch nog iets mee? In dit artikel volgen we drie producten gedurende hun aftakelende levenslopen: een papieren boek, een aluminium blikje en een glazen witte wijnfles.

VAN ALFABET TOT AFVAL

Stel je voor, je bent er klaar mee, die studie WB gaat hem toch echt niet meer worden. Je neemt eens goed je tijd om te overwegen wat het dan wel zou moeten gaan worden en schrijft je vervolgens via Osiris in voor je nieuwe studie. In de kick-in kom je aan bij je nieuwe studievereniging en krijgt een flinke stapel nieuwe boeken en readers mee naar huis, maar in je kleine studentenkamertje heb je geen ruimte meer. Na veel wikken en wegen kom je tot de conclusie dat je trouwe readers van onder andere Ketenbeheer er toch aan moeten geloven en je gooit ze in de papierbak. Wat gebeurt er dan mee?

Allereerst is het goed om op te merken dat het niet vanzelfsprekend is dat oud papier hier vrijwel altijd in de papierbak verdwijnt. In Nederland wordt wel 84% van al het papier en karton gerecycled, en daarmee zijn wij koploper in de wereld! Per persoon gebruiken wij in Nederland ongeveer 95 kg papier per jaar, waarvan zo'n 20 kg in de vorm van boeken en ander papier dat we niet wegdoen, en de andere 75 kg gooien we weg, waarvan dus veruit het grootste deel in de papierbak.

Na het ophalen ondergaat het eerst een reinigingsstap. Hierin worden niet-papier en vervuild papier verwijderd uit de hoop. Daarna worden papier en karton gescheiden en gesorteerd op kwaliteit. Hierbij komen boeken bijvoorbeeld in een hogere categorie dan kranten. Deze gescheiden hopen worden vervolgens samen geperst tot grote balen die naar een papierfabriek vervoerd worden. Onze reader bevindt zich nu dus in een van de relatief hoge kwaliteit balen. In de fabriek wordt het papier vervolgens opgelost in water, waarbij de vezels loslaten en er een soort brij ontstaat die papierpulp genoemd wordt. Vervolgens ondergaat de pulp verschillende zeefstappen om nietjes, plakband, zand en andere vervuilingen te verwijderen. Als dat gewenst is wordt vervolgens flotatie toegepast, waarbij doormiddel van zeepbelletjes de inkt en andere bestandsdelen als kalk gescheiden worden van de pulp. Deze bestanddelen worden vervolgens bijvoorbeeld gebruikt als vulstof in lichtgewicht betonblokken. Met verschillende bleektechnieken kan de pulp vervolgens weer wit gemaakt worden, waarna het gebruikt kan worden voor de productie van nieuw papier.

Dit proces is echter niet eindeloos. Tijdens het recyclingproces worden de vezels waaruit het papier bestaat een beetje beschadigd en verliezen een deel van hun sterkte. Een individuele vezel overleeft zo'n 6 à 7 keer recyclen. De benodigde kwaliteit verschilt sterk per toepassing en daardoor is het belangrijk om de verschillende kwaliteiten van papier dus goed te scheiden. De gewenste kwaliteit van het nieuwe papier wordt bereikt door een bepaalde hoeveelheid verse vezels toe te voegen. Sommige soorten papier vereisen louter nieuwe vezels, waar bijvoorbeeld karton compleet van gebruikte vezels gemaakt kan worden. De kans is groot dat onze reader uiteindelijk onderdeel wordt van kartonnen dozen, misschien wel die doos van de pizza die je tijdens de doortrekavond van je eerste project op je nieuwe studie eet. Deze is helaas niet recyclebaar en beland via het restafval in de afvalverbranding die misschien wel de elektriciteit levert voor de lamp waaronder je dit artikel nog eens terugleest.

VAN COLABLIKJE TOT... COLABLIKJE

Tijdens het teruglezen van deze Appel krijg je toch wel wat dorst en besluit je een lekker blikje cola (of andersoortig fris) open te trekken. Wanneer deze leeg is kun je hem apart houden en op sommige plekken gescheiden aanbieden. Vaak ben je echter niet in de gelegenheid, heb je geen zin om naar een scheidingspunt te fietsen of sta je er niet eens bij stil dat dit mogelijk is. Je gooit het blikje dan maar in de afvalbak. Betekent dit dat het een verloren zaak is en dat het in de verbranding of op de vuilnisbelt terecht komt?

Niet getreurd, je bent niet direct een milieumisdadiger, de kans is groot dat het nog steeds gerecycled wordt. Bij de afvalverwerking wordt namelijk met behulp van magneten zoveel mogelijk metaal gescheiden van de rest van het afval. De kans is hier in Nederland groot dat het ging om een stalen blikje, 90 procent van de blikjes is dat hier immers, maar laten we er even vanuit gaan dat het een aluminium blikje was. Hoe zou dat dan in zijn werk gaan? Aluminium is een non-ferro metaal wat betekent dat het in principe niet aangetrokken wordt door magneten. Toch is er een slimme truc bedacht om aluminium alsnog uit de grote stroom te pikken. Aluminium geleid namelijk wel stroom en stroom creëert een magnetisch veld. Door onder specifieke condities zo'n magnetisch veldje te creëren in een stuk aluminium, kan het met behulp van magneten alsnog gescheiden worden van de rest van het afval.

Nadat het gescheiden is, wordt het blikje samen met alle andere stukken oud-aluminium omgesmolten, waarbij het in principe zonder enig kwaliteitsverlies weer tot nieuw, zuiver aluminium verwerkt kan worden. Hierna kan het bijvoorbeeld weer worden verwerkt tot een nieuw colablikje, maar ook tot auto-onderdelen of die fiets waarop je morgen weer naar de universiteit fietst. De recyclebaarheid van aluminium is zelfs zo goed dat 75%[1] van al het aluminium dat ooit geproduceerd is nog steeds gebruikt wordt, en recycling bespaart 95%[1] van de energie ten opzichte van nieuwe productie. Er is in dit geval dus geen sprake van downcycling, behalve misschien als jij met die fiets van een heuvel afrijdt.

VAN WITTE WIJNFLES TOT BIERFLESJE

Je hebt de Appel inmiddels bijna uit en kijkt even op je telefoon. Daarop zie je dat je een hoop berichtjes hebt gekregen van je vrienden die lekker een drankje aan het drinken zijn. Je besluit nog even met een klein glaasje witte wijn erbij het artikel af te lezen en daarna op de fiets te stappen. Na het inschenken zet je de fles, die nu leeg is opzij om morgen in de glasbak te gooien. Je denkt even aan hoe deze mooi rinkelend de volgende dag op de bodem van de bak kapot zal vallen en vraagt je stilletjes af wat er eigenlijk mee zou gaan gebeuren.

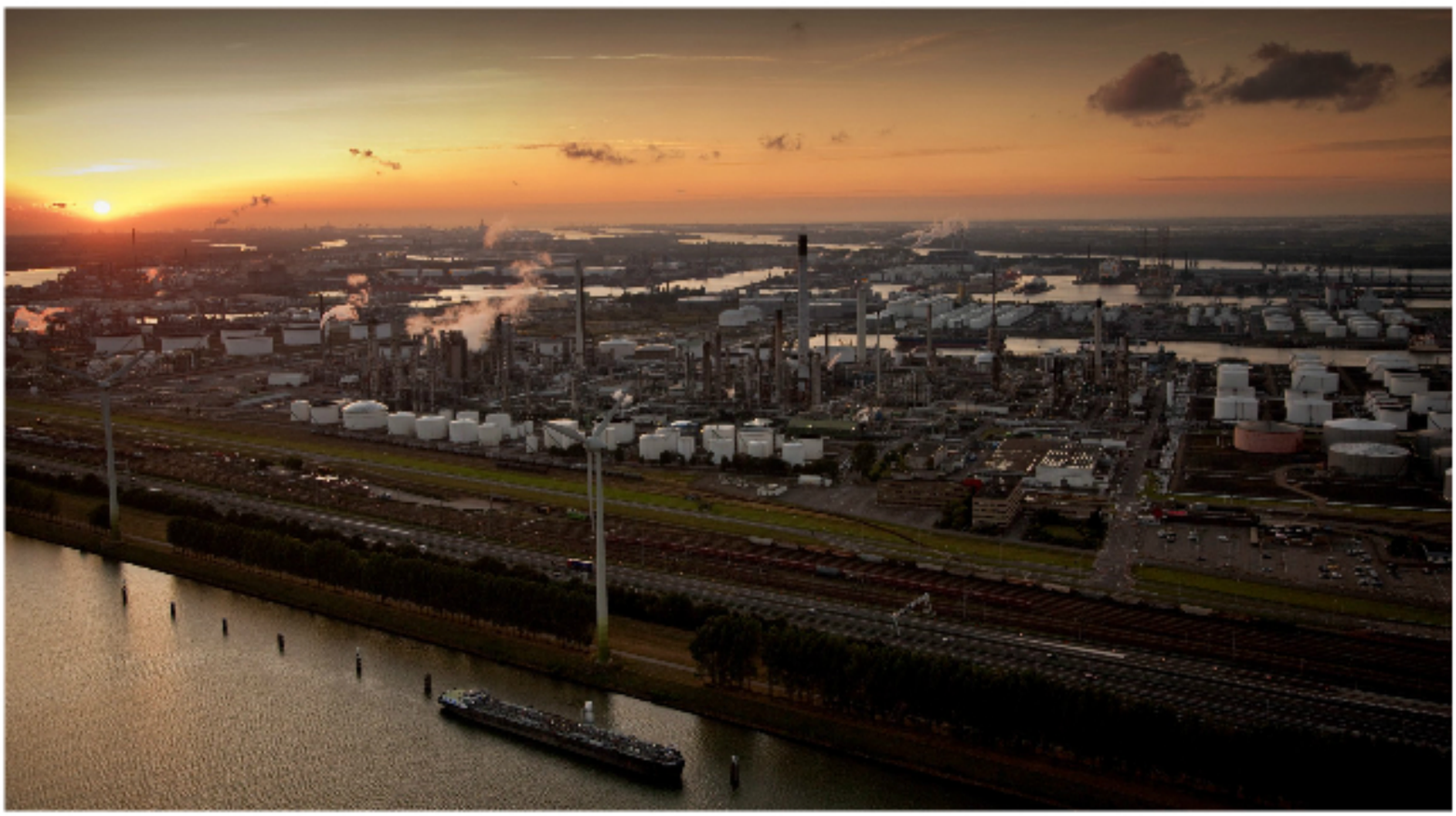
Goede keuze om het in de glasbak te gooien! In Nederland wordt ongeveer 90% van al het verpakkingsglas ingezameld en daarmee staan we in de top van de wereld. Maar wat gebeurt er vervolgens met dat glas? In principe is verpakkingsglas volledig recyclebaar. Of het nu gaat om doorzichtig (wit), groen of bruin glas, de samenstelling is op wat chroom, ijzer en zwavel voor de kleur na gelijk en dus inwisselbaar. Het is belangrijk om groen, bruin en wit glas te scheiden, want als het vermengd wordt is het, hoewel het technisch mogelijk is, niet rendabel om de kleurstoffen er weer uit te scheiden. Het recyclen van glas kost weliswaar minder energie en grondstoffen dan nieuw maken, maar de marges zijn een stuk kleiner dan die op bijvoorbeeld aluminium. Verpakkingsglas opnieuw smelten bespaart ongeveer een kwart van de energie in tegenstelling tot de eerder genoemde 95%.

Nadat het gescheiden glas opgehaald is, worden eerst handmatig de grote stukken vuil er tussenuit gevist. Vervolgens worden machinaal plastic, keramiek en metaal eruit gefilterd. Hierna worden de scherven ongeveer 8 weken opgeslagen zodat etens- en drankresten verdwijnen. Je kan dus gerust doppen en dergelijken op je flessen en potten laten zitten en je hoeft ze al helemaal niet schoon te spoelen alvorens ze in de glasbak te gooien. Daarna worden de scherven omgesmolten en vermengd met nieuw glas in een mal gedaan om bijvoorbeeld het flesje te vormen van het speciaalbiertje dat je later op de avond open trekt.

Het is dus zo dat 90% van al het verpakkingsglas wordt ingezameld, maar slechts 65% van het nieuwe verpakkingsglas bestaat uit oude scherven. Dit is nog steeds één van de hoogste percentages van de wereld, maar er zit wel een groot verschil tussen. Dit komt omdat er bij het inzamelen van glas wel vaak verontreinigingen meekomen. Zo worden bijvoorbeeld ovenschalen die extra warmte bestendig zijn in de glasbak gegooid, kapotte ruiten die andere samenstellingen hebben en kapotte gloeilampen waarin een wolfraam draadje zit dat er niet uit gefilterd wordt. Voor deze soorten glas zijn alternatieve recyclingmethoden, maar dan moeten ze wel apart worden aangeleverd. Deze veroorzaken verontreinigen in het verpakkingsglas die zwaktes creëren in het nieuwe glas. Dit wordt hierdoor onbruikbaar en belandt bij het restafval in de verbranding of op de vuilnisbelt.

Al met al kunnen we door een beetje op te letten bij het weggooien van gebruikte of kapotte artikelen ervoor zorgen dat de materialen nog lange tijd om ons heen gebruikt worden, dus denk hieraan, mocht je ooit, al zou ik niet weten waarom, eens besluiten om je collectie oude Appels de deur uit te doen!

ExxonMobil



VAN WERKTUIGBOUWKUNDE STUDENT TOT PROCESS CONSOLE LEADER

DOOR **BRAM JANSSEN, PROCESS CONSOLE LEADER**

Hallo! Mijn naam is Bram Janssen en tien jaar geleden ben ik na een studie werktuigbouwkunde in Enschede aan de slag gegaan bij de raffinaderij van ExxonMobil te Rotterdam. Voor mij was een belangrijke reden het werken binnen ExxonMobil met een job rotatie systeem. Hierbij wissel je elke paar jaar van job. Op deze wijze wordt je stap voor stap uitgedaagd om je te ontwikkelen tot leidinggevende of technisch expert. Ik wil je graag kort wat vertellen over wat ik doe en hoop je te enthousiasmeren voor een carrière binnen ExxonMobil.

Na gewerkt te hebben als equipment engineer, procestechnoloog, milieucoördinator en technisch console leider, ben ik op dit moment proces console leider binnen het business team offsites. In deze functie ben ik operationeel verantwoordelijk voor alle scheeps- en truckbeladingen van de verschillende raffinageproducten. Door te overleggen tussen de planning, de onderhoudsorganisatie en de 24-uurs procesorganisatie die de verladingen moet uitvoeren probeer je tot een optimale operationele situatie te komen. Dit alles op veilige wijze en door te voldoen aan wetgeving. Daarnaast moeten we rekening houden met limitaties vanuit de fabrieken in Rotterdam en elders in Europa en willen we alle klanten zo goed mogelijk bedienen.

Een extra uitdaging is hierbij dat er op dit moment door ExxonMobil geïnvesteerd wordt in een nieuwe fabriek waarmee basisolien voor de volgende generatie smeermiddelen worden gemaakt. De bouw van dit project van wereldschaal wordt uitgevoerd binnen een volledig operationele raffinaderij. Ik ben er trots om dagelijks mijn rol te mogen spelen binnen de verschillende teams in een professionele organisatie als ExxonMobil.

Sta je ook open voor een veelzijde carrière in een prikkelende internationele werkomgeving, voeg dan ExxonMobil zeker toe aan je shortlist. www.exxonmobil.nl/careers

ALIGNING A DEPLOYABLE ANTENNA BOOM FOR SATELLITES

THESIS ARTICLE

BY **TIM ABBEKERK**

Communication satellites have become essential in the modern world. These types of satellites all share one important component: an antenna reflector to send and receive signals to and from earth. But to connect an antenna reflector to a satellite, an even more interesting mechanical product is needed: a deployable boom. Airbus Defence and Space Netherlands has developed a new innovative deployable boom, which provides a great extension for antenna reflectors. The alignment of such a boom is very important for the performance of an antenna system and forms one of its great challenges during assembly. For my master graduation assignment, I performed a detailed alignment study regarding this new innovative boom. The research was performed externally at Airbus Defence and Space in Leiden, for the research chair of Precision Engineering.

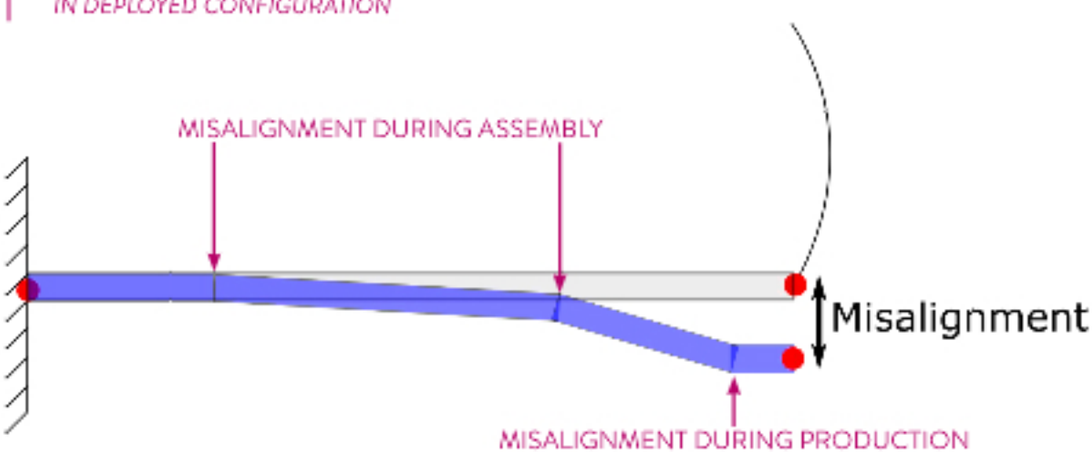
The booms used for antenna systems are deployable, so they can have two different configurations: stowed and deployed. The stowed configuration is used during the launch of a satellite. The complete boom and the antenna reflector are fixed tightly against the sidewall of the satellite. This way, the satellite will fit in the launcher fairing and the antenna system will survive the severe vibrations resulting from the launch. Once the satellite is in orbit, the boom will be deployed to its operational configuration and the antenna reflector will reach its final position.

Traditional deployable booms are relatively small, commonly less than a meter long. Consequently, they only have a single rotation axis to move from the stowed to the deployed configuration. The performance of an antenna system can be enhanced by increasing the focal length, hence increasing the length of the deployable boom can have significant benefits to the system. In order to improve the performance of a payload and extend the capability of a mission, Airbus Defence and Space Netherlands (Airbus DS NL) developed a new design for deployable booms, in which extended focal length plays the key role. It is called the Articulated Deployment System (ADS), as shown in figure 2. By using multiple modular hinges and limbs, the boom can extend to a four-meter long boom in deployed configuration, while it still fits on the sidewall of the satellite. One end of the boom will be assembled against the satellite sidewall and on the other tip of the boom the antenna reflector will be positioned. The interface location at the spacecraft and the desired location of the antenna reflector are provided by the satellite manufacturer. Airbus DS NL can then design a mission specific deployable boom.

Alignment possibilities

In theory, Airbus DS NL created a design which fits exactly in between the spacecraft and the antenna. But it appears that the fit after production and as-

FIGURE 1: SCHEMATIC EXAMPLE OF A MISALIGNMENT OF THE TIP IN DEPLOYED CONFIGURATION



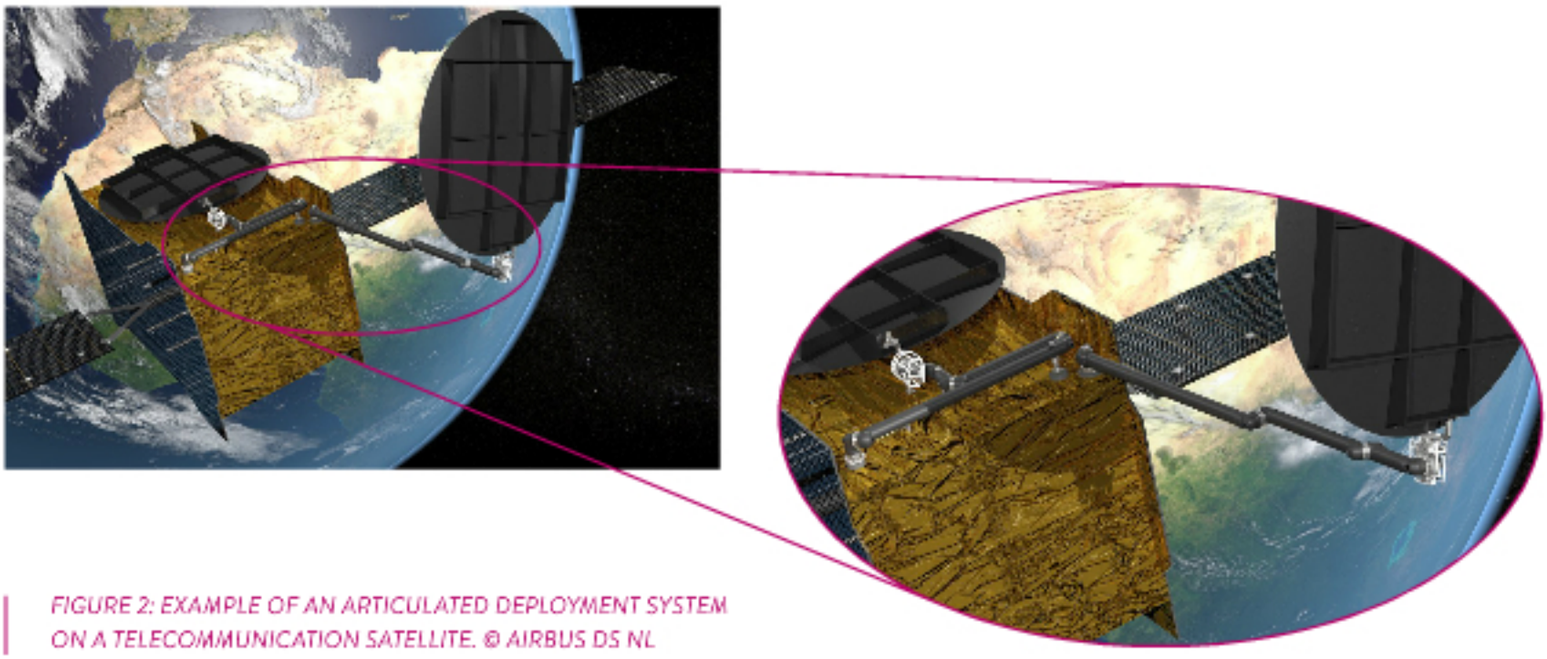


FIGURE 2: EXAMPLE OF AN ARTICULATED DEPLOYMENT SYSTEM ON A TELECOMMUNICATION SATELLITE. © AIRBUS DS NL

sembly is not perfect right away. During these steps of the process, small misalignment errors occur in the boom. Adding up all these minor errors, the tip of the boom will not be in its nominal position with respect to the spacecraft, as shown in figure 1. And in the case of a four-meter-long boom, a small rotational misalignment close to satellite will introduce a large translational misalignment at the tip. Since the tip may only deviate 1 mm from its designed location in orbit, it is quite a challenge to align such a long boom! Expensive and compliant actuators are absent to compensate any misalignment during orbit, so a mechanical realignment is required before the boom is launched into space.

So, how does the ADS design of Airbus DS NL compensate for the misalignment? To solve this, Airbus DS NL introduced some adjustable degrees of freedom in the design of the boom. This means that two brackets can be used after the assembly of the boom, to position the tip according to its requirements. These brackets consist of twelve degrees of freedom in total: six at the root and six at the tip. At the beginning of my graduation project, it was still unknown in what way the brackets could and should be used to compensate any tip misalignments. One main point of concern was: how to make sure that after a realignment, the system would still fit in the stowed position on the spacecraft? An example of the stowed configuration can be seen in figure 3.

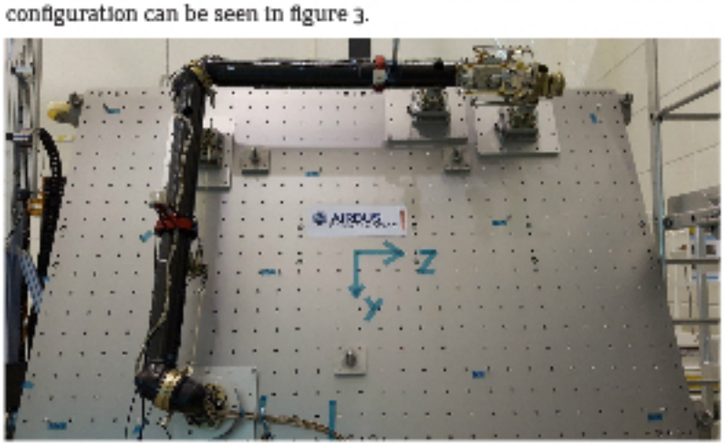


FIGURE 3: HARDWARE OF AN ARTICULATED DEPLOYMENT SYSTEM IN STOWED CONFIGURATION. © AIRBUS DS NL

Measuring the misalignment

When the boom is completely assembled, it is be mounted to (a representation of) the satellite. By measuring where the tip of the boom is in deployed configuration, the misalignment with respect to its designed nominal position is determined. A lasertracker instrument is used to measure the location of the tip of the boom. The instrument can measure the location of special markers in a three-dimensional space with submillimeter accuracy. An example of the two markers and the lasertracker instrument are shown in figure 4. The markers are placed for example on the satellite, to determine a reference frame. Markers are also placed at the tip of the boom, so the location can be determined with respect to the reference frame. Comparing the measured location with the nominal designed location results in the extent of misalignment.

FIGURE 4: EXAMPLE OF TWO MARKERS IN THE LEFT FIGURE AND THE LASERTRACKER IN THE RIGHT FIGURE.

Optimizing the use of brackets

Ideally, for compensating the misalignment the least amount of adjustability of the brackets is used. This way, there is always some adjustability left when a second realignment at spacecraft level would be necessary. This calls for an optimization solver. Important parameters of such a solver would be describing the kinematics of the boom, the constraints and the objective function. For the objective function I described a penalty factor for using each degree of freedom. By summing the penalty factors for each degree of freedom, the optimal solution can be found by minimizing this function.

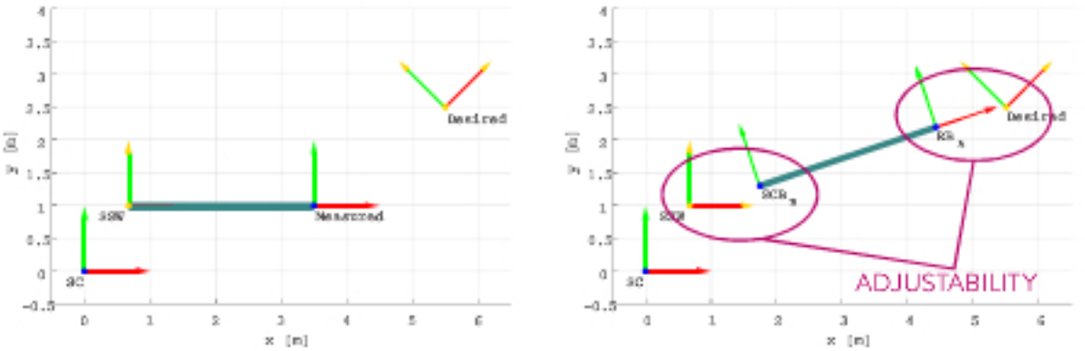


FIGURE 5: SCHEMATIC REPRESENATION OF THE MISALIGNMENT IN LEFT FIGURE BEFORE SOLVING. AT THE RIGHT FIGURE THE TWO ADJUSTABLE BRACKETS ARE EQUALLY USED TO SOLVE THE MISALIGNMENT.

The different aspects of the solver are tested on a variety of boom scenarios. To be able to understand the results, I have extensively tested the solver on a simplified two-dimensional representation of a boom. One of the first results is shown in figure 5. The left figure represents a simple boom, with an extreme misalignment between the measured and the desired frame. The right figure is the result of the solver, where the misalignment is solved by the adjustable brackets located at the beginning and the end of the boom.

Deployed versus stowed

A crucial part of the solver was to solve the misalignment in deployed configuration, but also to make sure the boom would still fit against the sidewall of the satellite in the stowed configuration. However, an extra misalignment error related to the hinges would be introduced in stowed configuration, which could result in a skewed position of the antenna reflector. This effect is shown in figure 6.

To correct this, I performed an extensive Monte Carlo study, in order to research the influence of this additional error. The study consisted out of three parts:

- Determine an error distribution of the extra misalignment error in stowed configuration. Experimental measurements have been performed to determine this distribution. The error distribution is then used to generate a great number of random errors, according to the distribution.
- Perform a numerical experimentation with the random errors and calculate where the antenna reflector would be positioned in stowed configuration as a result of the extra misalignment errors in the boom.
- Perform a statistical analysis on all the different tip positions.

The statistical analysis showed how much deviation could be expected in the positioning of the antenna reflector. The deviation proved to be within an accep-

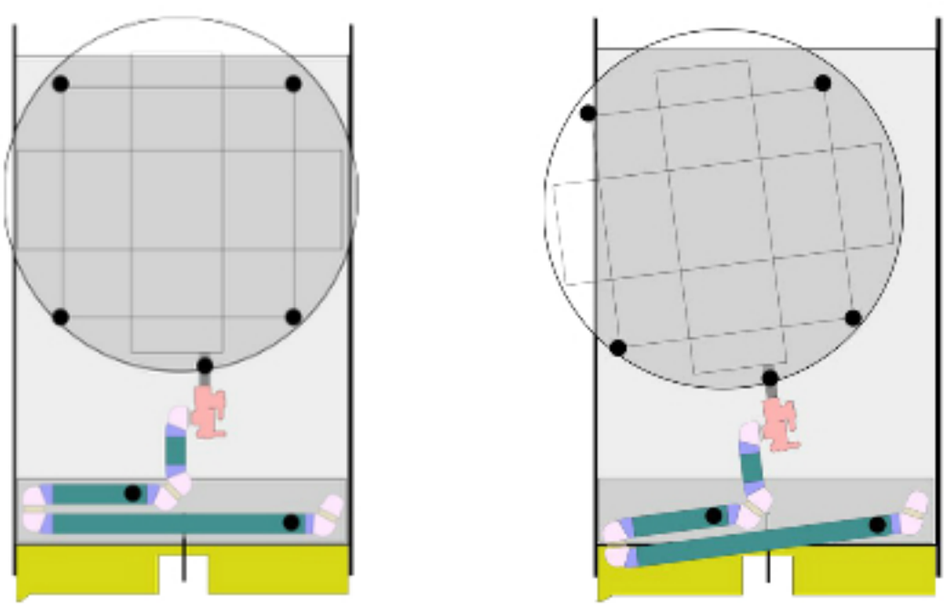


FIGURE 6: CORRECT (LEFT) VERSUS INCORRECT (RIGHT) STOWED CONFIGURATION AS A RESULT OF MISALIGNMENT ERRORS IN THE HINGES. © AIRBUS DS NL

FIGURE 7: ALIGNMENT SETUP ON EARTH. © AIRBUS DS NL

table range. This was an important result during my graduation study, because I now only had to focus on solving a deployed misalignment.
Gravity: On earth versus in orbit

Adjusting the brackets to compensate for the misalignment is all performed on earth. This means the alignment takes place in an environment where gravity is present. When the tip is aligned correctly, the brackets are fixed and nothing can be compensated anymore once launched into orbit. Hence, when no gravity is present in orbit, the tip of the boom could be pointing to a false location. The influence of gravity is therefore researched using a Finite Element Method.

On earth, a helium balloon was used for gravity offload during deployment tests, but still some structural deflection in deployed configuration is expected. An example of the set-up is shown in figure 7. Two FEM models have been created, which can both be seen in figure 8. The straight boom represents the in-orbit situation when no gravity is present. The deformed boom represents the gravity situation in the alignment set-up with the helium balloon. The location of the tip proved to differ in the (sub)-millimeter range between the two cases, which is still significant when compared to the pointing requirements. This requires the tip deflection, caused by the gravity, to be quantified for each deployable boom. It will then be taken into account for calculating the true misalignment in a gravity environment, instead of comparing it to the designed nominal tip position without gravity.

Conclusions

An important result of my graduation project is an engineering tool, which is able to process the tip measurements and then calculate how the brackets should be used to compensate the misalignment. Although only a deployed misalignment will be solved, I have proven that the solution will also result in a proper stowed alignment. Furthermore, the research shows exactly how gravity influences the alignment and this taken into consideration within the tool. With this, Airbus Defence and Space Netherlands is able to perform an alignment on earth, to make sure the tip of the boom will meet stringent requirements in orbit.

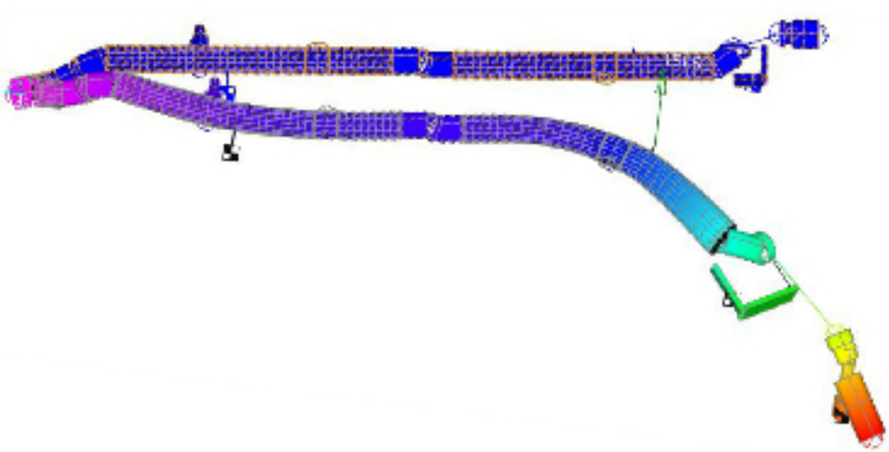


FIGURE 8: TWO FEM MODELS, WITH AND WITHOUT GRAVITY. © AIRBUS DS NL

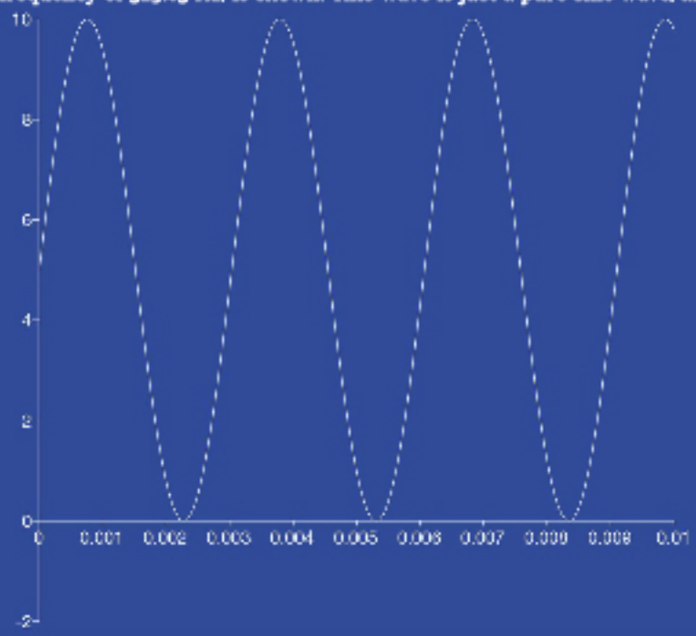
RE-CYCLE-ING

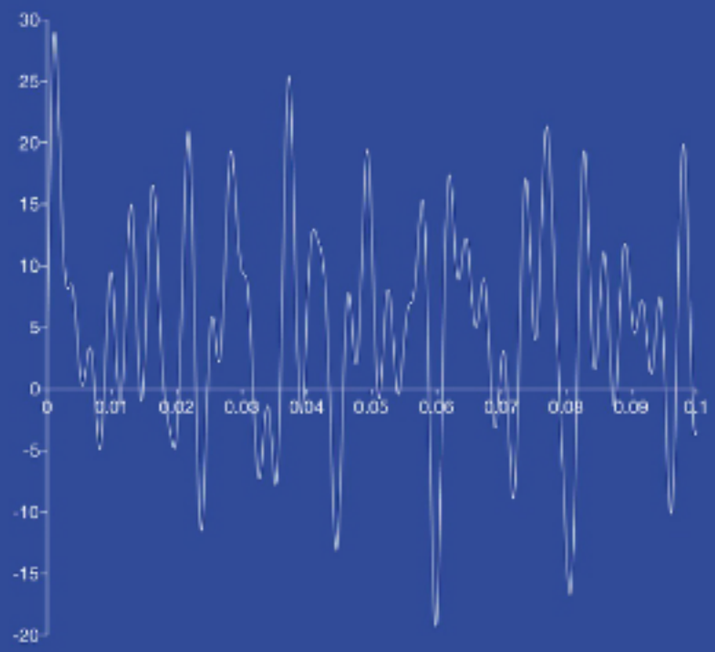
A VISUAL APPROACH TO UNDERSTANDING THE FOURIER TRANSFORM

BY **JOACHIM VAN DE WEG**

In mathematics there are a lot of tools that we can use daily for our engineering work. One can think of the goniometric rules, the complex plane and all of it's benefits, the use of matrix-vector calculus and eigenmodes. The list is virtually endless. Most of these tools are well known by a lot of students, but one always struck me as strange, or unintuitive: The Fourier Transform. Sure, I know that in Matlab or any other software program there are simple commands that do the work for you, however I feel that understanding the Fourier transform allows us to see the beauty of it much more. Therefore I would like to take you on a visual journey, a journey that ends in that famous formula.

Our journey starts at a very familiar phenomenon: Sound. We all hear sounds every day and our brain processes these sounds to something we can understand. But sounds are in fact fairly complex. Sure, a pure note, that is just one frequency, is not that difficult to understand and is also easily visualized. However, everyday sounds are not composed of just one frequency. In fact, one could say that there are infinitely many sounds in our world. And as you probably know, the Fourier transform allows us to decompose each sound, or signal, into it's individual components. But what is sound? If you have already followed the Wave Motion course, or if you will follow it in the future, you know that sound is just a variation in the local pressure. Below, the pressure in time of a pure E-note, with a frequency of 329.63 Hz, is shown. This wave is just a pure sine wave, and it would travel on forever if energy is being added continuously (note that the wave is shifted upward). However, as stated before, sound almost never consists of a single note. If you strike a guitar that has been tuned in a standard way, that is E-A-D-G-B-E, you already have six notes that enter your ear or microphone. The pressure variation in time then is the sum of the different notes. This graph looks much more complex:





As we can see from this graph, it is much more complex and much less sine-like. Yet somehow we can find the six frequencies that correlate to the six strings of the guitar in this particular graph. And this is what the

$$G(f) = \int_{t_0}^{t_1} g(t) \cdot e^{-2\pi i f t} dt$$

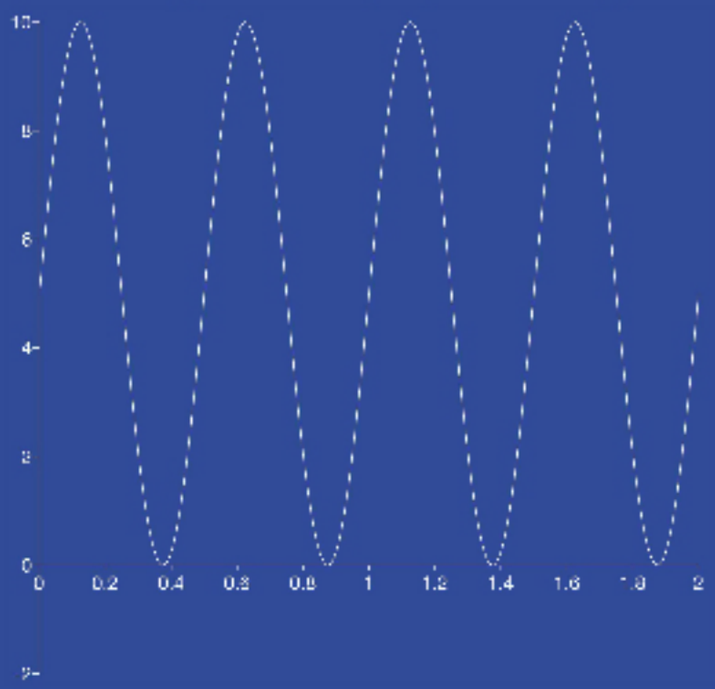
Fourier transform does. It finds all of the present frequencies in a signal and outputs them as peaks along an axis. However, grasping the way it extracts these frequencies can be quite the black box. Therefore, we take a look at what I would like to call the winding frequency finder. We will look at winding a piece of such a graph around the unit circle and then look at the way that helps us finding the different frequencies.

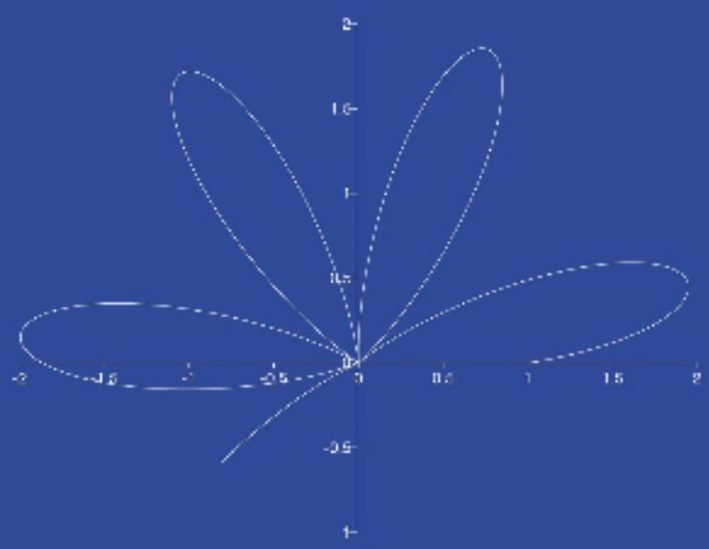
THE WINDING MACHINE

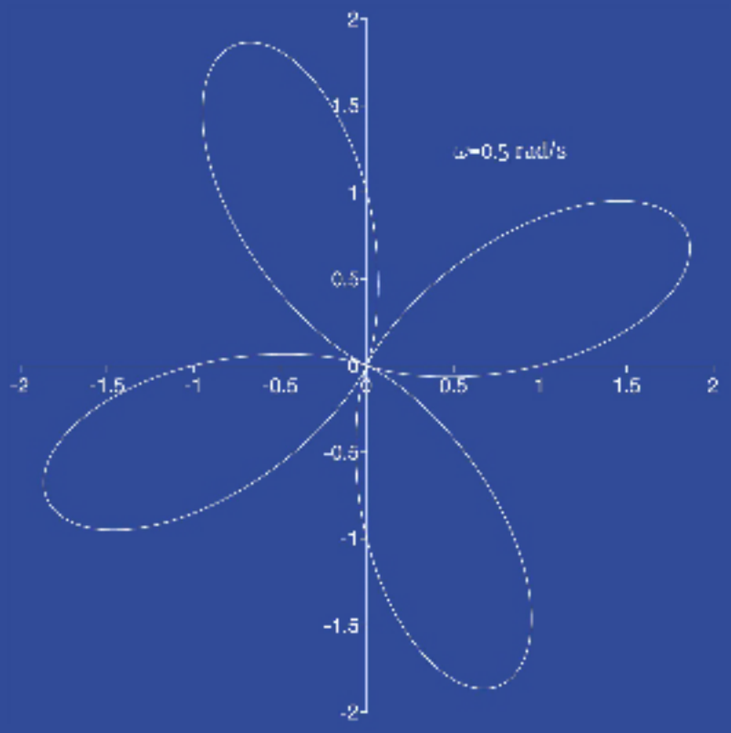
Let's look at a simple wave with a frequency of 2 Hz. Now imagine that we wind this wave around the unit circle. We can do this by taking Eulers famous formula and use the wave as the amplitude. This can be expressed as an e-power:

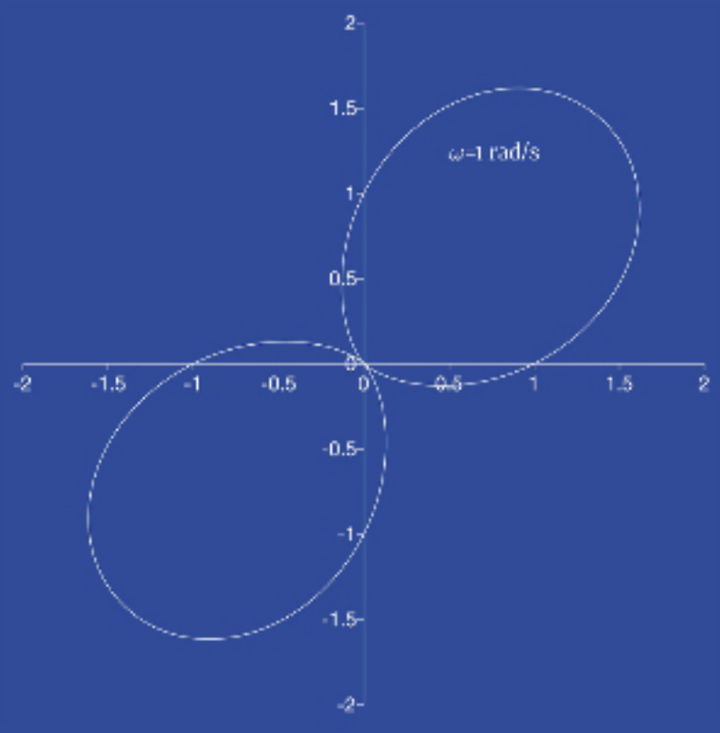
$$s = \sin(2\pi f t) \cdot e^{2\pi i \omega t}$$

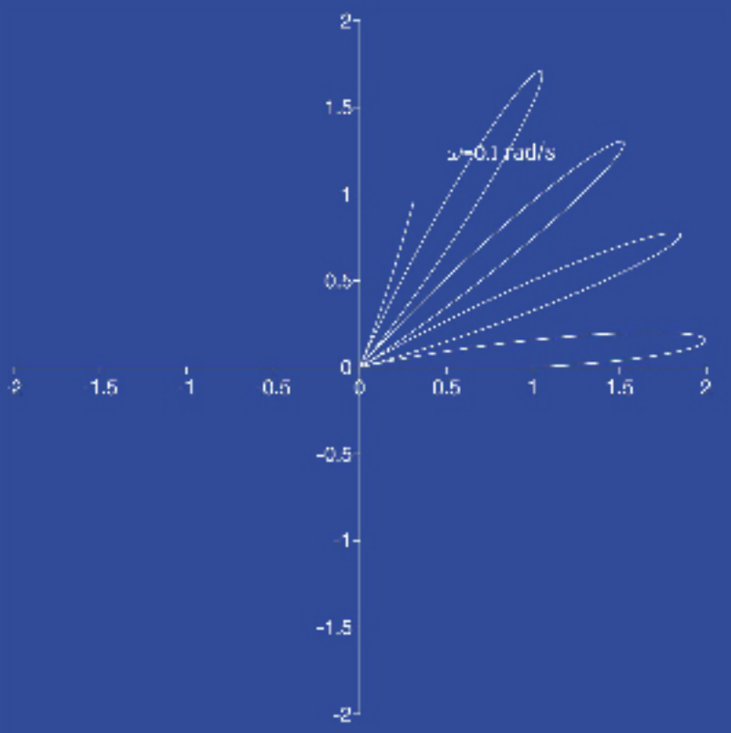
We draw the result between 0 and 2 seconds, with a frequency *f* of 2 Hz and an angular frequency of 0.3 rad/s. This gives the following result:











The result is in a form that looks random at first sight, but it can tell us a lot about the frequencies that are included in the signal. To discover what the graphs can tell us out we, recreate the graph with several different angular frequencies. The shape of the graph changes as the angular frequency changes. To wrap your head around what is happening here, look at it this way: We are walking on the unit circle, with the angular frequency as velocity. Walking in time, this means we that travel a certain amount of the circumference of the unit circle. This also explains why the graph with 0.1 rad/s is not fully round. The timespan of two seconds is just too small to walk the full circumference even once. Now the radius of the path we are walking is given by the amplitude of the sine wave we've defined earlier. This together gives us the graphs found on these pages. There is one note, for clarity the sine wave has been shifted up to make sure it is always greater than or equal to zero. As you might have noticed, the graph with the same angular frequency as the frequency of the wave, 2 rad/s compared to 2 Hz, has a very simple and clear shape (as a matter of fact it looks like the largest part of the Mandelbrot set, however that is an article in itself). The reason that this particular angular frequency, or velocity with which we walk around the unit circle, gives such a nice shape . The sine wave makes two full cycles in a second, and we are also tracking the unit circle twice every second. This means that the peaks of our radius exactly end up on the same spot every time we make a full cycle, hence the very clear shape. Now the only question remains how this winding-machine gets us to the Fourier transform.

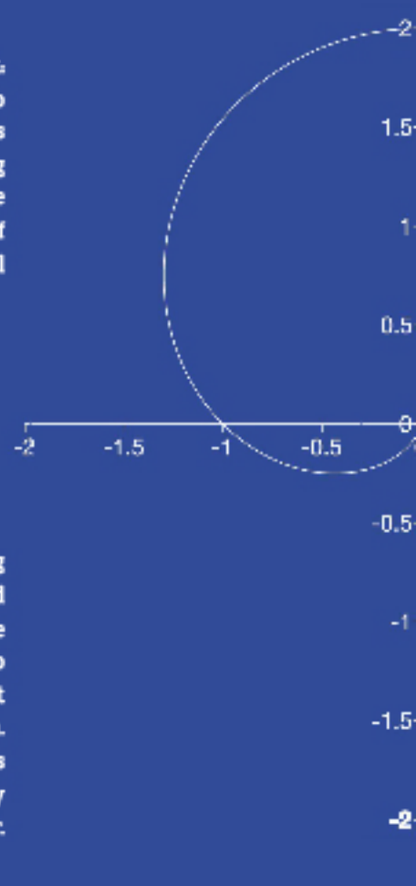
CENTRE OF MASS

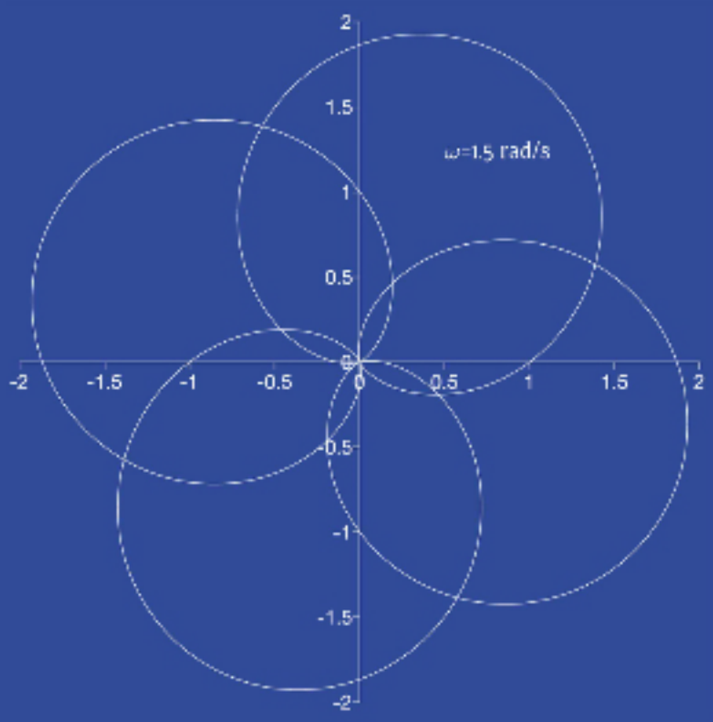
I can imagine that your probably think: "Centre of mass, what has that to do with all this?". True, the center of mass does not seem to fit in with anything that we found out before. However the underlying principle of the center of mass does play a big role in the final

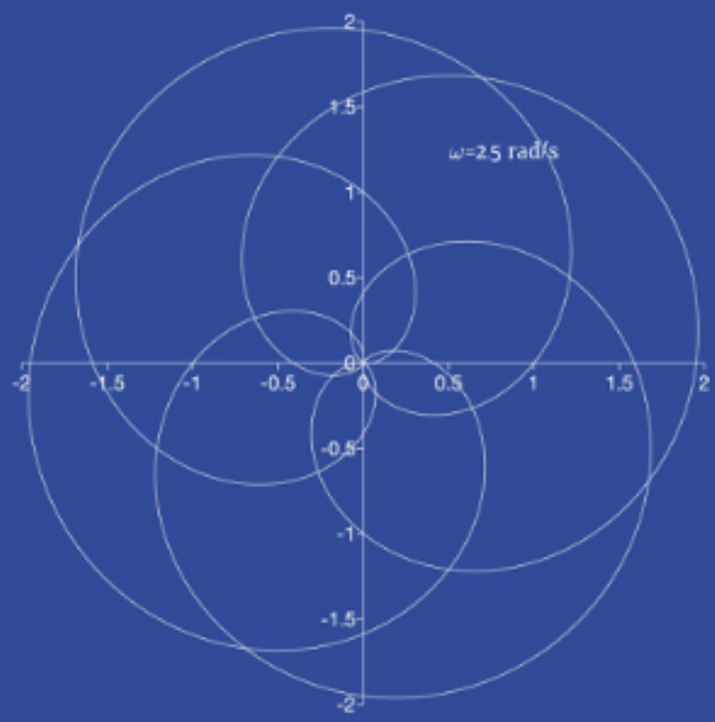
$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\vec{x_i}$$

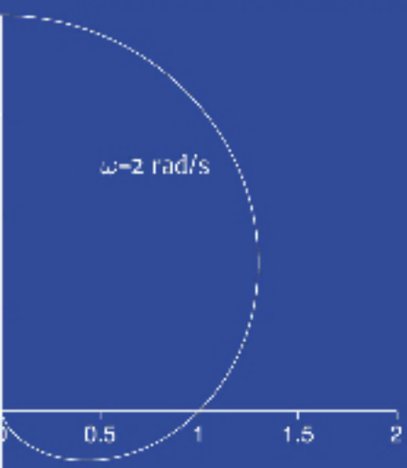
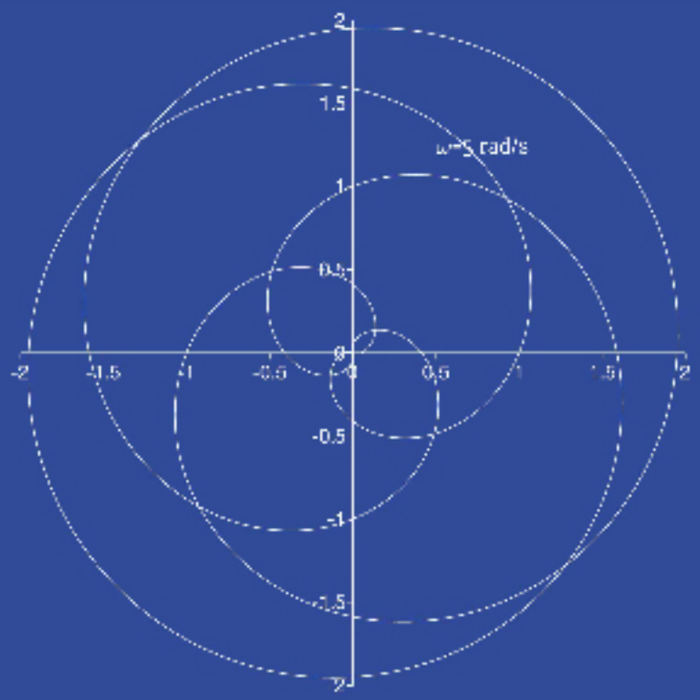
step of our journey.

First of all, remember that everything that we have done up until here and everything that we will do, takes place in the complex plane. This allows us to do certain things that would be a lot more difficult to do with vector algebra. With that in mind, let's take ten points on one of the graphs. We can take any number of points, it doesn't matter.







Now if we sum the positions of these points, i.e. add their real and imaginary parts, we get another complex number. This complex number is a lot larger than the initial points. If we now divide this new number by the number of points we used on the graph, we end up with a new point. For those of you who have just followed Mechanics of Materials course, this should feel quite familiar, as summing the positions and dividing by the number of points is basicly what is done when finding the centre of mass.

Now lets look at the centre of mass of one of the graphs we have created, the one with an angular frequency of 2.5 rad/s. We take 100 points on the graph, add them up and divide the new point by 100. We end up with the graph as shown below. The white circles represent the points that were used in calculating the centre of mass of the graph, and the red dot is the location of the centre of mass for this particular graph, *0.0011+0.0002i*. As you might have guessed, using more points gives a better approximation of where the centre of mass of a certain graph is. Going one step further and we arrive at taking the integral. Evaluation of an integral of a complex number is a bit tricky, but it can be done. Now we are almost there: the final thing that we have to do is take the magnitude of the centre of mass and what we have found is the essence of the Fourier Transform. To show that it actually works in the way we have discovered up until here, we will look at the full signal produced by a guitar, as mentioned before. We will apply the winding machine to a signal that has a total length of one second and extract the six frequencies that are to be found in the signal.