

Robots
Artificiële intelligentie (AI)
Ruimtevaart
Software & data
De geconnecteerde mens
Materialen
Drones
Computers & chips
Digitale zintuigen
Leiders & denkers

Weinig wetenschappelijke thema's zetten zo aan tot dromen als de ruimtevaart. Zeker nu er steeds meer indicaties zijn dat buitenaardse levensvormen misschien dichterbij zijn dan we altijd hebben gedacht. Sommigen verkennen de nabije ruimte om de aarde beter te kunnen begrijpen. Anderen kijken verder en bedenken strategieën om de menselijke soort te doen uitzwermen naar andere planeten. Zij verkennen het verrassend grote raakvlak van wetenschap, kunst en sciencefiction.

ANGELO VERMEULEN

Genetisch gemodificeerde astronauten, de ontginning van asteroiden én bacteriën die toiletaval omtoveren tot plantenvoeding: Angelo Vermeulen, kind aan huis bij de NASA en de ESA, doctoreert over een ruimteschip voor interstellaire reizen. 'Ver van ons bed? We kunnen amper 100 jaar vliegen, maar dagelijks nemen wereldwijd 8 miljoen mensen het vliegtuig. Dat is toch onvoorstelbaar?'

De Belg die ons zonnestelsel wil verlaten

NICO SCHOOF,
DELFT

Een doctor in de biologie die het als kunstenaar tot lieveling van de Europese ruimtevaartorganisatie (ESA) schopt: de 45-jarige Belg Angelo Vermeulen kreeg het voor elkaar. In 2008 belandde hij op de radar van de ESA dankzij Biomodd, een hybride kunstinstallatie die de grenzen sloop tussen biologie en technologie.

'Met Biomodd connecteer ik computers met planten', vertelt Vermeulen, die zich na zijn doctoraat in de biologie aan de KU Leuven vanaf eind jaren 90 als kunstenaar op de kaart zette. 'Ik geef afgedankte computers een tweede leven door ze in een netwerk aan elkaar te koppelen. Bezoekers kunnen er tegen elkaar games op spelen. De restwarmte van de elektronica gebruik ik om planten te kweken in de computers. Tegelijkertijd koelen groene algen de processoren af zodat die niet oververhitten.'

Biomodds unieke ecosysteem wekte de interesse van Max Mergeay, een van de oprichters van ESA's Melissa-project, waarin onderzoekers met menselijk afval en bacteriën een gesloten ecosysteem willen ontwerpen voor toekomstige ruimtereizen.

'In het Melissa-project denkt de ESA na hoe ze al het menselijk afval, van zweet over CO₂ tot toiletafval, een tweede leven kan geven. Ze doet dat aan de hand van experimenten met bacteriën die dat afval afbreken tot voedingsstoffen voor planten. Die leveren dan weer zuurstof en voedsel voor de astronauten.'

TIJDSCHRIFTJES

Zodra hij de interesse van de ESA gevoeld had, wist Vermeulen het zeker: hij moest en zou zich een weg banen in de wereld van de ruimtevaart, hoewel hij als bioloog/kunstenaar een allesbehalve voor de hand liggend profiel heeft. 'Eigenlijk ben ik al van

kindsbeen in ruimtevaart geïnteresseerd. Als twaalfjarige knutselde ik wetenschappelijke tijdschriftjes in elkaar die ik op school verkocht. Mijn allereerste artikel ging over het ontwerpen van ruimtepakken.'

In 2013 trok Vermeulen zijn stoute schoenen aan. Hij stelde zich kandidaat voor een vier maanden durende gesimuleerde Marsmissie van de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA. Als enige Europeaan werd hij geselecteerd als bevelhebber van de eerste HI-SEAS-missie, op een vulkaan op Hawaï. Met zijn team ging hij na hoe astronauten in een Marskolonie kunnen overleven met een voorraad droge voeding, zoals rijst, bloem en gevriesdroogde ingrediënten. 'Een geweldig avontuur, maar eigenlijk ben ik niet zozeer in Mars geïnteresseerd', verrast Vermeulen. 'Ik droom van interstellair ruimtereizen, die de mens voorbij ons zonnestelsel brengen.'

Om die droom tastbaar te maken, zette Vermeulen een tweede doctoraat in de steigers, aan de wereldvermaarde Technische Universiteit Delft. Daar buigt hij zich sinds 2011 over het ruimteschip van de toekomst.

'Zodra je begint na te denken over interstellair reizen moet je de conventies van de klassieke ruimtevaart overboord kieperen', beklemtoont Vermeulen. Hij verwijst naar de opeenvolgende maanmissies. 'Men is niet in één ruk naar de maan gegaan, maar stelselmatig dichterbij geraakt. Het draaide rond het inschatten van risico's, om dan telkens terug te keren naar de aarde en oplossingen in te bouwen voor een volgende missie.'

Maar bij een interstellair reis, die ettelijke decennia tot zelfs een eeuw kan duren, is terugkeren naar de aarde onmogelijk. Vermeulen ziet twee mogelijkheden om dat probleem aan te pakken. 'De eerste is het principe van de overbodigheid. Het Breakthrough Starshot-project, gesteund door astrofysicus Stephen Hawking en Facebook-topman Mark Zuckerberg, is daar een

Bio

De Belg Angelo Vermeulen (45) doceert aan de Nederlandse TU Delft over een ruimteschip voor interstellair reizen. Hij werkt samen met de Europese ruimtevaartorganisatie en leidde een gesimuleerde Mars-missie van de NASA in Hawaï. Hij bezielt mee het internationale kunstenaarscollectief SEAD (Space Ecologies Art and Design). Vermeulen behaalde eind jaren negentig ook een doctoraat in de biologie, aan de KU Leuven.

Vermeulen haalt met zijn werk regelmatig de binnen- en buitenlandse pers. Hij sprak ook al meermaals op de bekende TED-conferenties, afgelopen maart nog in Brussel.



voorbeeld van. Het wil duizenden kleine sondes de ruimte insturen in de hoop dat minstens eentje het haalt. Een perfect valabele strategie, al pak ik het anders aan.'

Als bioloog omarmt Vermeulen het principe van evolutie. 'Een van de grote problemen met interstellair reizen is dat je geen tonnen materiaal en voeding kan lanceren vanop aarde, omdat dat een fortuin zou kosten. Mijn concept start daarom met een klein schip dat onderweg groeit en evolueert, gebruikmakend van de grondstoffen die zich al in de ruimte bevinden.'

Vermeulen werkt aan een



© ANGELO VERMEULEN

Angelo Vermeulen leidde in 2013 een gesimuleerde Marsmissie van de NASA in Hawaï.

computersimulatie waarin zo'n schip 100 jaar door de interstellaire ruimte reist. Vermeulen toont een filmpje op zijn laptop. Een bewegende, DNA-achtige structuur van veelkleurige kubussen klikt zich vast aan een reusachtige asteroïde. Gaandeweg hechten zich steeds meer kubussen aan het ruimteschip.

ASTEROÏDE

'Dat idee van een asteroïderuimteschip circuleerde al in science-fictionboeken', zegt Vermeulen. 'De asteroïde kan als beschermend schild voor het ruimteschip gemonteerd worden. Maar

je zou die gaandeweg ook kunnen ontginnen om er brandstof en grondstoffen uit te puren. Je kan perfect 3D-printers aan boord meenemen om nieuwe onderdelen te printen of recycleerbare elementen om te bouwen tot iets anders.'

Hoewel dat zweverig klinkt, zijn de basisprincipes verankerd in de realiteit, beklemtoont Vermeulen. 'De wetenschappelijke kennis over asteroïden is in opmars. Commercieel bestaat er ook veel interesse voor de ontginning. Sommige asteroïden bevatten erg kostbare materialen zoals platina en palladium. Ze kunnen dus economisch erg interessant

Over een eeuw kunnen we verder dan ons eigen zonnestelsel reizen.

zijn. Het Groothertogdom Luxemburg, bijvoorbeeld, investeert 25 miljoen euro in het Amerikaanse Planetary Resources, dat vanuit Luxemburg een asteroïdemissie in 2020 zal voorbereiden. Bovendien wordt ook al een 3D-printer getest in het internationale ruimtestation ISS, voor kleine onderdelen.

Zodra je over interstellair exploratie begint na te denken, draait het volgens Vermeulen om één ding: de onvoorspelbaarheid van wat er op je afkomt. 'Daarom zou mijn ruimteschip uitgerust zijn met een 'sensing horizon', een begrip afkomstig uit de robotica. Dat sensorsysteem kan enigszins inschatten welke fenomenen relatief dichtbij zijn. Daardoor zou het schip zijn architectuur voortdurend zelf aanpassen om het hoofd te bieden aan dreigingen, zoals een meteorietinslag of straling.'

Vermeulens ruimteschip lijkt in niets op de mastodonten uit iconische sciencefictionfilms als 'Star Wars' en 'Star Trek'. 'Hun grote verdienste is dat ze de beeldingskracht over ruimte-reizen hebben aangewakkerd. Maar vandaag zijn de verhalen flinterdun en oninteressant en melken de makers het concept uit.'

'Mijn ruimteschip zal zich gedragen als een levend organisme. Het zal uitdienen naarmate de populatie aan boord in de loop der jaren toeneemt. Ik werk daarvoor nauw samen met het Melissa-project, om hun gesloten ecosysteem als biologisch hart in te bouwen. Ik ben ook 'chief art officer' van de Melissa-spin-off IPStar, gespecialiseerd in technologie voor waterbehandeling, afvalverwerking en voedselproductie.'

INSECTEN

Voor grote dieren ziet Vermeulen geen plek in de ruimte, voor insecten en planten des te meer. 'Ik denk aan groeikasten van verschillende verdiepingen die je precies kan belichten dankzij de enorme vooruitgang in ledverlichting, met name in de preciselandbouw. Je zou bijvoorbeeld ook de genetische informatie van bacteriën of planten kunnen opslaan en meenemen, zodat je

1 Uniek?
Aan de wereldvermaarde TU Delft werkt Vermeulen aan een uniek doctoraat over het interstellair ruimteschip van de toekomst.

2 Internationale erkenning?
Hij werkt samen met de Europese ruimtevaartorganisatie ESA en heeft goede contacten met de Amerikaanse NASA, waarvoor hij in 2013 een gesimuleerde Marsmissie in Hawaï leidde.

3 Disruptief?
Met interstellair reizen zou de mensheid voor het eerst het zonnestelsel kunnen verlaten.

4 Toepassingen?
De utopie van Vermeulen is verankerd in concrete technologie, zoals 3D- en DNA-printers, en in ontluikende wetenschap, zoals de ontginning van asteroïden.

5 Samenwerking?
Hij werkt met het Melissa-project van de ESA, waar onderzoekers met menselijk afval en bacteriën een gesloten ecosysteem ontwerpen.

die met een DNA-printer weer tot leven kan wekken als ze afsterven. Die technologie bestaat al.'

Tegelijkertijd erkent Vermeulen dat zo'n gesloten ecosysteem in de ruimte niet voor morgen is. 'Er zijn nog vele open vragen. Hoe zullen die bacteriën zich gedragen in een omgeving van gewichtloosheid en onder invloed van straling? Daarom stuurt Melissa algen naar het internationale ruimtestation ISS om te testen of er mutaties optreden en of de groeisnelheid wordt beïnvloed.'

Een ander belangrijk vraagstuk is de schadelijke impact op het menselijk lichaam van een langdurig verblijf in de ruimte, zeker als je vertrekt voor een decennialange reis. 'Astronauten hebben door het wegvallen van de zwaartekracht niet alleen last van botvervalking en spierverzwakking. Hun zicht vermindert ook en ze lopen een risico op hersenbeschadiging door straling.'

Toch toont Vermeulen zich ook daar een overvalste techno-optimist. 'Spierverzwakking ondervangen astronauten nu al goed in de ruimte door veel te bewegen. Ook tegen straling zullen er vroeg of laat oplossingen komen. Zo zag ik onlangs een interessante presentatie aan de TU Delft over flinterdunne materialen die je als een sandwich op elkaar zou kunnen leggen om astronauten tegen straling te beschermen.'

GEMODIFICEERDE HUID

Vermeulen legt ook een ander, omstreden toekomstbeeld op tafel. 'Ik zie veel potentieel in geneetherapie, zeg maar het genetisch modificeren van astronauten, om de nadelige effecten van de ruimte beter te counteren. Denk bijvoorbeeld aan gemodificeerde huid die je beter beschermt tegen straling. Omdat dat ethisch zeer gevoelig ligt, wordt daar nog niet veel over gesproken. Maar mocht dat een voorwaarde zijn voor mij om naar de ruimte te kunnen gaan, zou ik het zonder te aarzelen doen.'

Toch gelooft Vermeulen niet dat hij die eerste interstellair ruimtereis zal meemaken. 'De eerste onbemande interstellair reizen zien we wellicht pas bin-

nen enkele decennia. Op de eerste bemande reis voorbij ons zonnestelsel is het nog een eeuw wachten, schat ik.'

Maar dat het er ooit van komt, daar twijfelt Vermeulen geen seconde aan. 'Ik herinner mensen er altijd aan dat we ook nog maar 100 jaar kunnen vliegen. Dat is toch onvoorstelbaar? Vandaag stappen dagelijks wereldwijd meer dan 8 miljoen mensen in een vliegtuig. Daarom vind ik het absoluut geen sciencefiction te denken dat we over een eeuw verder dan ons eigen zonnestelsel kunnen reizen.'

Als ik mijn huid genetisch zou moeten laten modificeren als voorwaarde om naar de ruimte te kunnen gaan, dan zou ik niet aarzelen.

'Natuurlijk heeft mijn werk een sterk utopisch karakter. Maar tegelijkertijd is het ingebed in concrete technologie, zoals de ontginning van asteroïden, 3D- en DNA-printing en het Melissa-project. Het verretekomst-onderzoek van de 'advanced concept teams' van de NASA en de ESA sluit al erg aan bij mijn doctoraatsonderzoek.'

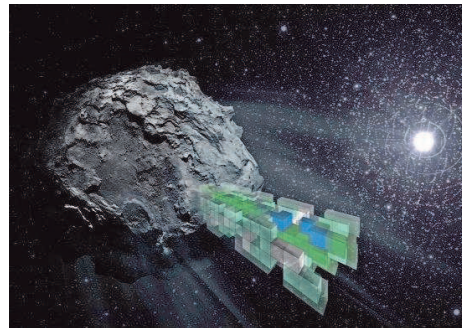
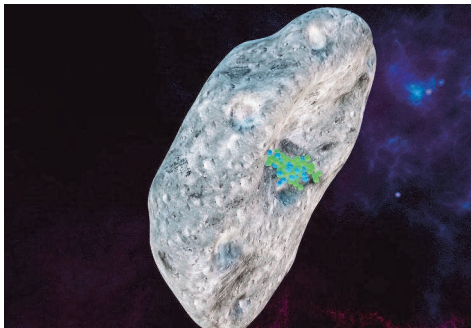
Ondertussen sijpelen de eerste studenten van DSTART binnen in Vermeulens kantoor. Wekelijks steken die jonge honden, die uitblinken in wiskunde, chemie, architectuur of ingenieurswetenschappen, de koppen samen met Vermeulen om over zijn onderzoek te brainstormen.

'Officieel één keer per week, maar onderling spreken ze officieus nog eens twee à drie keer per week af', vertelt Vermeulen, die zelf in een studentenhome in



© NTMOFA

Met de kunstinstallatie Biomodd, die biologie met technologie versmelt, charmeerde Vermeulen de ESA.



© DOBREŠKI EN MUÑOZ CORREA

Vermeulen doctoreert over een ruimteschip dat zich vastklikt aan een asteroïde, die als beschermend schild fungeert, maar ook grondstoffen levert voor de evolutie van het schip.

Delft woont. 'Ik ben erg ordelijk, maar mijn kotgenoten zijn eerder chaotisch (*lacht*). Maar ik hou er net van om voortdurend uit mijn comfortzone gehaald te worden.'

Vermeulen omringt zich met specialisten die diep in een domein duiken. 'Ik ben vooral een verbinder, iemand die mensen en disciplines kan connecteren. De samenwerking met de leden van DSTART verplicht me om van alle thema's een basiskennis te hebben.'

HACKERS

Ook als kunstenaar, die er zijn handelsmerk van maakt om technologie en ecologie te versmelten, zweert Vermeulen bij een multidisciplinaire aanpak. Zo ontstaan de 'Seeker'-installaties, waarmee hij over de hele wereld ruimtetuigen verzint. De deelnemers worden uitgenodigd om voorbij hun vakgebieden te kijken en overall aan mee te werken. 'Hoewel er natuurlijk een paar grondregels zijn, werken we bewust zonder plan. En we brengen zeer diverse teams op de been van mensen die anders nooit zouden samenwerken. Dat gaat van kunstenaars over wetenschappers tot hackers, en van tieners tot zestigers.'

Er doken al Seeker-installaties op in onder andere België, Nederland en Slovenië en er staan





© ANGELO VERMEULEN

In hun installaties combineren Vermeulen en zijn collega-kunstenaars planten en computers.

Wij laten ons leiden door het hackerethos. Onze kunst is altijd open source.

nieuwe projecten op stapel in Kosovo, Chili en Swaziland. Met die sculpturen wil Vermeulen ons de toekomst van het menselijk leven laten verbeelden. 'Het heeft niks met doemdenken te maken. We willen de deelnemers uitdagen om de verhouding tussen mens, natuur en technologie te herdenken.'

'We werken zo veel mogelijk met lokale, gerecycleerde materialen, waardoor elke Seeker er anders uitziet. We kweken er insecten en planten in, die we ook opeten. We testen het toekomstscenario zelf uit. Zo liet ik me in het Sloveense Ljubljana met het team vier dagen en nachten opsluiten in een Seeker in een museum.'

TWEEDE LEVEN

Elke Seeker is een tijdelijke installatie waarvan de stukken regelmatig een tweede leven krij-

gen in nieuwe projecten. 'Ik stel tentoon in musea en op festivals, maar beweeg me minder in het klassieke kunstcircuit. Er schuilt een sterke politieke, activistische onderlaag in onze kunst. In de kunstmarkt zit je nog erg met de idee van verhandelbaarheid, van de signatuur van de kunstenaar, waar je voor betaalt. Wij laten ons leiden door het hackerethos. Onze kunst is bijvoorbeeld altijd open source. Meer dan een kwart van alle Biomodd-projecten werd ontwikkeld zonder dat ik erbij was, door mensen die het concept omarmen en een eigen variant uitwerken.'

De vraag of hij nu vooral wetenschapper, kunstenaar of ruimtevaartonderzoeker is, vindt Vermeulen zichtbaar irritant. 'Ik heb een hekel aan hokjesdenken', zucht hij. 'Als ik aan de TU Delft overleg over mijn ruimteschip, denk ik meer als een ingenieur. Wanneer het over het ecosysteem gaat, zet ik mijn hoed van bioloog op. In een museum ga ik met mijn kritische artistieke geest aan de slag. Maar tegelijkertijd gebruik ik die artistieke blik en mijn grote interesse in sciencefiction en geschiedenis net zozeer aan de TU Delft. Het is absurd om daar muren tussen op te trekken.'

Meer Tech-pioniers

- 1 **Uniek?**
Hoe uniek is de technologie? Staat deze persoon aan de spits in zijn of haar vakgebied?
- 2 **Internationale erkenning?**
Wordt het werk van deze persoon internationaal erkend als toonaangevend?
- 3 **Disruptief?**
Heeft deze technologie het potentieel om onze manier van leven en werken fundamenteel te veranderen?
- 4 **Toepassingen?**
Is de technologie vertaald naar concrete toepassingen, of bestaan daar plannen voor?
- 5 **Samenwerking?**
Wordt voor deze technologie samengewerkt met het bedrijfsleven?



Frederik De Wilde

Kunstenaar en wetenschapper

SPACE ART

Bezig met een kunstwerk dat hij op de maan wil creëren. Voor het project werkt hij samen met NASA en Melotte.

1 De Wilde - die zichzelf een kunstenaar noemt die af en toe graag wetenschapper wordt - maakte in 2010 furore met 'Hostage', een schilderij met het **zwartste zwart** ooit. De Rice University in Texas ontwikkelde de nanotechnologie voor zijn 'zwartste zwart'. Nu gaat hij een stap verder met een 3D-sculptuur, waarmee NASA-technologie is gemoeid. Dat kunstwerk moet ooit op de maan belanden. De Wilde zou in dat geval de tweede Belgische kunstenaar zijn - na Paul Van Hoeydonck - die een expo krijgt op de maan.

2 De Wilde geeft **Ted X-lezingen** over het zwartste zwart. En als we diefstal van een creatief idee een vorm van erkenning mogen noemen: de Britse kunstenaar Anish Kapoor is met het idee gaan lopen, tenzij hij echt van niets wist, zoals hij volhoudt. Kapoor

creëerde vorig jaar zijn nog zwartere versie van het zwartste zwart met het bedrijf Surrey Nano-Systems. Volgens De Wilde bouwen Kapoor en Surrey voort op zijn onderzoek.

5 'Ik ken niemand die zo vrij handelt en denkt als Frederik De Wilde', zei Mario Fleurinck destijds als CEO van de 3D-printspecialist **Melotte** in De Tijd. Melotte leverde diensten voor de 3D-sculptuur die straks naar de maan vliegt.