



Opruimrobot

Een octopusachtige robot die autonoom stranden vrijmaakt van zwerfafval, is volgens de ontwerper een voorbeeld van de komende 'slimme' revolutie.

Tijdens zijn vakantie in Fiji bezocht de Duits-Australische industrieel ontwerper Chris Koch een afgelegen strand dat bezaaid bleek met plastic afval. Een paar jaar later, toen hij aan zijn promotie-onderzoek begon, werd hij door een overnachting op een Australisch strand hieraan herinnerd en ontstond het idee een robot te ontwerpen die op afgelegen locaties zwerfafval kan opruimen.

Het werd de Hexapod Pro, een octopusachtige robot die afval opruimt, maar ook fruit en groenten kan plukken. 'Octopussen zijn heel intelligente wezens, ze kunnen deksels van potten draaien en zijn behoorlijk wendbaar in verschillende omgevingen', zegt Koch.

Hexapod heeft een 'hoofd' met twaalf camera's en zes armen. In elk armuiteinde zitten drie vingers en nog een camera.

De robot is op menselijke grootte ontworpen en twee meter lang als hij zijn armen strekt. Dat maakt het ding best intimiderend.

Koch: 'Het is vrij eenvoudig om vriendelijk ogende robots te ontwerpen. Deze robot is ontworpen met alleen de functie in gedachten. Ook moet de robot bijna autonoom kunnen werken met zo min mogelijke menselijke interactie.'

Hexapod is een voorbeeld van hoe de 'slimme' revolutie eruit zou kunnen zien. Deze revolutie, ook wel de vierde revolutie genoemd, koppelt productieprocessen, mensen en ICT aan elkaar. Koch ziet dat als 'een holistische benadering van het massaproductieparadigma van de twintigste eeuw.' Enkele maanden geleden leverde hij zijn proefschrift in over de toekomst van industrieel ontwerpen in de vierde revolutie. 'Kortgezegd zal de slimme revolutie leiden tot nieuwe ontwerpberoepen, die grotendeels binnen het visuele en creatieve domein blijven. Ook duurzaamheid speelt een belangrijke rol.'

Vooralsnog zijn er geen plannen om de robot in productie te brengen, daarvoor is het wachten op de technologie. 'Slangenarmrobots zijn al wel in ontwikkeling', zegt Koch, 'maar het zal nog enkele jaren duren voordat deze buiten het laboratorium zullen worden toegepast.' (SB) ●

FOTO: CHRIS KOCH



Lik-tv

Lekker televisie kijken krijgt een nieuwe dimensie. Door te likken aan een smaakscherm kan de kijker meeproeven met de getoonde gerechten.

In de toekomst hebben we niet alleen een abonnement op Netflix, maar bestaat er ook zoiets als 'Netliks': een abonnement op smaken. Dat voorziet de Japanse hoogleraar Homei Miyashita. Restaurants kunnen smaken te koop aanbieden op een platform waar de gebruiker vervolgens de smaak kan downloaden. Een kijkje in die werkelijkheid is het nieuwe Taste The TV (TTTV)-systeem dat Miyashita ontwikkelde aan de Meiji University in Tokyo: een televisiescherm waar je aan kunt likken.

Om smaken te vertalen naar een computer is een smaaksensor nodig, een apparaat dat Japanse wetenschappers in 1993 al bedachten en een smaak kan vertalen in een verhouding van de vijf basis-smaken: zoet, zout, bitter, zuur en hartig (umami). Later kan deze stap misschien worden overgeslagen. Miyashita, per e-mail: 'Er loopt inmiddels onderzoek om met *machine learning* smaak uit beelden te herkennen.'

Het TTTV-systeem bestaat uit een televisiescherm en tien flessen met verschillende smaken. TTTV sproeit de vloeistoffen

in de juiste verhouding op het televisiescherm waar voedsel is afgebeeld en dan is het likken geslagen. Een folie op rollers boven het televisiescherm houdt het proces hygiënisch.

Het apparaat zou nog kunnen worden verbeterd door ook alcoholische en pittige smaken toe te voegen die smaaksensoren nog niet kunnen meten. Pittigheid – academisch gezien geen smaak maar een pijnsensatie – zou wel kunnen worden gemeten met een commercieel verkrijgbare Scovillemeter, zodat capsaïcine, de actieve stof in pepers, ook kan worden toegevoegd.

Voorlopig is TTTV nog niet commercieel verkrijgbaar. Wel is Miyashita in gesprek met bedrijven over het gebruik van de spraytechnologie om een pizza- of chocoladesmaak aan te brengen op een sneetje geroosterd brood.

Niet alleen de smaak maar ook een afbeelding van het voedsel wordt dan met eetbare inkt afgedrukt op de boterham. Miyashita denkt dat dit apparaat uiteindelijk nuttiger kan zijn in de horeca dan voor een TTTV-systeem. (SB) ●

FOTO: HOMEI MIYASHITA; ANDREY AVGUST

Elektrische fixie

Fixies zijn als stadsfiets razend populair. Ze zijn licht, bestaan uit weinig onderdelen en zijn daarom makkelijk in het onderhoud. 'Maar hoe rijd je in een stad als San Francisco met zo'n doortrapper de heuvels op?', vroeg ontwerper Andrey Avgust uit Minsk zich af. De oplossing hiervoor zocht hij in een elektrische versie.

Een fixie heeft geen versnellingen en lijkt op een omafiets, maar een fixie heeft een vaste aandrijving, dus geen *freewheel* mechanisme. Dat betekent dat als het wiel draait, de trappers ook draaien. Avgust: 'Daarom ben je altijd aan het trappen en heb je geen mogelijkheid om de benen stil te houden, ook niet wanneer je de heuvel afrijdt.' Zelf rijdt Avgust op een fixie omdat hij die ziet als de 'zuiverste voorstelling' van een fiets.

Avgust ontwierp een fixie met een elektrische aandrijving die de gebruiker kan inzetten wanneer hij wil. Als hij dit heuvelop doet, verhoogt het de cadans en is het minder zwaar trappen. De elektromotor zorgt met regeneratief remmen voor het terugwinnen van energie voor de accu en wordt ingezet tijdens de afdaling.

Een elektrische fixie levert daardoor wel wat in van de eenvoud en het gemak van een normale fixie. 'Dat klopt', zegt Avgust, 'maar het is niet mijn bedoeling om fixies te vervangen met een elektrische versie, maar puur als alternatief voor een fixie in een heuvelachtige stad.'

Avgust heeft zijn ontwerp te koop aangeboden en wacht het beste bod af. Avgust: 'Als er geen bod komt, zal ik proberen het project op Kickstarter te lanceren.' (SB) ●



FEBRUARI 2022 • DE INGENIEUR 41

Vliegende hamster

In een nieuw concept voor groene luchtvaart draaien turbinemotoren op vloeibaar waterstof. De waterstoftanks geven het toestel wel nogal bolle wangen.

De luchtvaart is een uitdagende sector om te verduurzamen. In het FlyZero-project, onder leiding van het Aerospace Technology Institute uit Engeland, bedenken honderd luchtvaart-specialisten concepten voor *zero carbon* intercontinentaal vliegen, die in 2030 zijn te realiseren. Hun eerste voorstel is een vliegtuig op vloeibaar waterstof dat met maximaal één tussenstop twee willekeurige luchthavens over de hele wereld kan verbinden.

Het FlyZero-team onderzoekt verschillende opties, waaronder elektrisch vliegen met accu's of met brandstofcellen op gasvormig of vloeibaar waterstof, en turbinemotoren die draaien op schonere brandstoffen als ammoniak of vloeibaar waterstof. Accu's zijn echter te groot en te zwaar, ammoniak geeft te hoge NO_x -emissies, brandstofcel-

systemen zijn eveneens relatief zwaar en tanks met waterstofgas te groot. Wat blijft er dan nog over?

Turbinemotoren die draaien op vloeibaar waterstof: die blijken het meest haalbaar. Dit idee is door het FlyZero-team omgezet in het concept H2 voor een vliegtuig met 279 zitplaatsen dat wordt aangedreven door turbinemotoren. Vloeibaar waterstof heeft als brandstof per kilogram drie keer zoveel energie als kerosine en zestig keer meer energie dan batterijen. Bovendien stoten de motoren geen CO_2 uit. De H2 kan dezelfde snelheden behalen als huidige vliegtuigen en heeft een bereik van 9723 kilometer. Dat is nog wel enkele duizenden kilometers minder dan de huidige toestellen.

Aangezien waterstofopslag-tanks en -technologie meer ruimte innemen, zijn er twee

waterstoftanks aan de zijkanten van de romp aangebracht. Hierdoor heeft de H2 iets weg van een hamster met volle wangen. De tanks hebben volgens het FlyZero-team echter als voordeel dat ze het vliegtuig helpen goed in balans te blijven terwijl de brandstofvoorraad afneemt tijdens de vlucht.

Als de waterstofprijzen verder dalen, zal het vliegen op waterstof over tien tot vijftien jaar volgens het FlyZero-team voordeliger zijn dan het vliegen op kerosine. Maar er liggen nog genoeg uitdagingen, bijvoorbeeld op het gebied van de veiligheid, de optimale verbranding van waterstof in een turbinemotor, het minimaliseren van het gewicht en de luchtweerstand van het toestel en het ontwikkelen van een duurzame infrastructuur voor het produceren en distribueren van waterstof. (PS) ●



FOTO: AEROSPACE TECHNOLOGY INSTITUTE



Cacaovrije chocolade

Slecht nieuws voor alle chocoladeliefhebbers. Wat betreft CO_2 -uitstoot ligt pure chocolade behoorlijk dicht bij rundvlees en kaas, met maar liefst negentien kilogram CO_2 -uitstoot per kilogram chocolade. Daarnaast zijn er de afgelopen decennia miljoenen hectaren regenwoud gekapt voor cacaoplantages en gaat chocolaproductie nog steeds gepaard met kinderslavernij.

De Duitse startup QOA wil dit oplossen door de eerste cacaovrije chocola op de markt te brengen. De oprichters, broer en zus Maximilian en Sara Marquart, gebruiken bijproducten van de voedingsindustrie zoals haver of andere glutenvrije granen in plaats van cacao. Door deze granen te fermenteren, te roosteren en er gist aan toe te voegen ontstaan smaak en textuur van chocolade. QOA maakt de cacaoboter op een vergelijkbare manier en gebruikt havermeel, waardoor de chocola ook veganistisch is. Het spul kan lokaal worden geproduceerd en is tien keer duurzamer dan chocolade met cacao.

De omstandigheden van de cacaoboeren gaat broer en zus Marquart aan het hart. Recent onderzoek van Wageningen Universiteit laat zien dat 75 procent van de cacaoboeren in Ivoorkust en Ghana daar eigenlijk niet van kan leven.

Sara Marquart: 'Er is dus duidelijk iets aan de hand, terwijl grote chocoladebedrijven tegelijkertijd aanzienlijke winsten maken.' QOA onderzoekt manieren om het leven van de cacaoboeren in de Ivoorkust en Ghana te verbeteren. Eén van die manieren zou kunnen zijn om de chocoladeproductie terug te dringen door traditionele cacao in massaproducten, zoals Snickers, te vervangen door het cacao-loze alternatief. Marquart: 'Dit zou boeren in staat stellen over te schakelen op duurzamere landbouwpraktijken zoals we nu ook zien in de koffie-industrie.'

Inmiddels is QOA erin geslaagd chocola te maken die qua smaak niet te onderscheiden is van conventionele chocolade. In 2022 verwacht QOA de eerste producten op de markt te brengen tegen een concurrerende prijs. Marquart: 'We willen een revolutie teweegbrengen in de chocolade-industrie.' (SB) ●

FOTO: QOA; GERMAN BIONIC

Loopondersteuning

Exoskeletten worden steeds vaker ingezet in industriële omgevingen zodat werknemers zonder gezondheidsrisico's zware lasten kunnen dragen. Het Duitse bedrijf German Bionic introduceert nu zelfs al de vijfde generatie van haar Cray X-exoskelet, waarvan eerdere versies worden gebruikt door bedrijven als BMW, IKEA en DPD. Bijzonder is dat de nieuwe variant actieve loopondersteuning biedt.

De nieuwe Cray X behoudt de basis van z'n voorganger: een frame gemaakt van met koolstof-versterkte kunststof, *Internet-of-Things*-functionaliteit en integratiemogelijkheden met *smart factory*. Het frame zit om het torso en de bovenbenen en biedt krachtondersteuning met twee servomotoren aan weerszijden op de heupen. Naast krachtondersteuning aan de onderrug van de drager biedt

de nieuwe Cray X nu dus ook actieve loopondersteuning.

De loopondersteuning werkt met de servomotoren die de bovenbenen naar voren duwen tijdens de loopbeweging. Gebruikers kunnen volledig ondersteund lasten tot dertig kilogram oppakken, naar een andere plek brengen en daar neerzetten. Het systeem waarschuwt voor te zware lasten en ergonomisch verkeerde houdingen of bewegingen.

De Cray X is stofbestendig en regenwaterdicht en daardoor inzetbaar onder veel verschillende omstandigheden, zoals op bouwplaatsen, pakhuizen en werkplaatsen. Verder heeft de nieuwe Cray X ook een sterkere accu van veertig volt die langer meegaat en bovendien heel snel een eenvoudig kan worden verwisseld. Het nieuwe exoskelet komt begin dit jaar op de markt. (PS) ●



Tweedelige derailleur

Voor off-road fietsers is er nu een robuust alternatief voor de kwetsbare derailleur. Supre Drive is volgens de maker licht, efficiënt en wél betrouwbaar.

De derailleur is sinds jaar en dag een populair versnellings-systeem voor fietsen, maar ook een van de kwetsbaarste onderdelen. Vooral voor mountainbikers die off-road gaan, kan de derailleur snel beschadigd raken door bijvoorbeeld takken of stenen. De Canadese werktuigbouwkundig ingenieur Cedric Eveleigh ontwikkelde daarom een robuuster alternatief, de Supre Drive.

Het probleem met conventionele derailleurs is dat ze vrij hangen met de ketting dicht boven de grond. Dit maakt het systeem kwetsbaar. Bij de Supre Drive is de werking van de derailleur opgesplitst in de twee basisfuncties: het heen en weer bewegen van de ketting over de tandwielen voor het

schakelen en het strak trekken van de ketting. Door deze opsplitsing is de spanning op de ketting in alle versnellingen nagenoeg gelijk en ligt deze veel hoger in het frame.

Het mechaniek dat de ketting strak trekt, scharniert langs en ligt schuin boven de trapas tussen het fietsframe in, waardoor het veel minder snel beschadigd kan raken. Het schakelmechanisme ligt voor de achterwielnaaf met de tandwielen voor de verschillende versnellingen – niet eronder zoals bij een conventionele derailleur – en scharniert via twee ophangpunten. Dankzij de relatief grote tandwielen heeft dit systeem een efficiëntere overbrenging dan conventionele derailleurs.

Eveleigh zegt dat de Supre Drive de betrouwbaarheid van een gesloten versnellings-systeem biedt, maar efficiënter werkt en veel lichter is. De Supre Drive weegt daarentegen honderd tot tweehonderd gram meer dan de gemiddelde derailleur, maar het onafgeveerde gewicht van het achterwiel is weer gemiddeld 130 gram lager.

Eveleigh heeft intussen twee succesvolle prototypen gebouwd. Hij gaat zijn gepatenteerde schakelsysteem met zijn bedrijf Lal Bikes op de markt brengen. Ook ontwikkelt hij momenteel al samen met een grote mountainbike-fabrikant een speciaal frame voor toepassing van de Supre Drive. (PS) ●

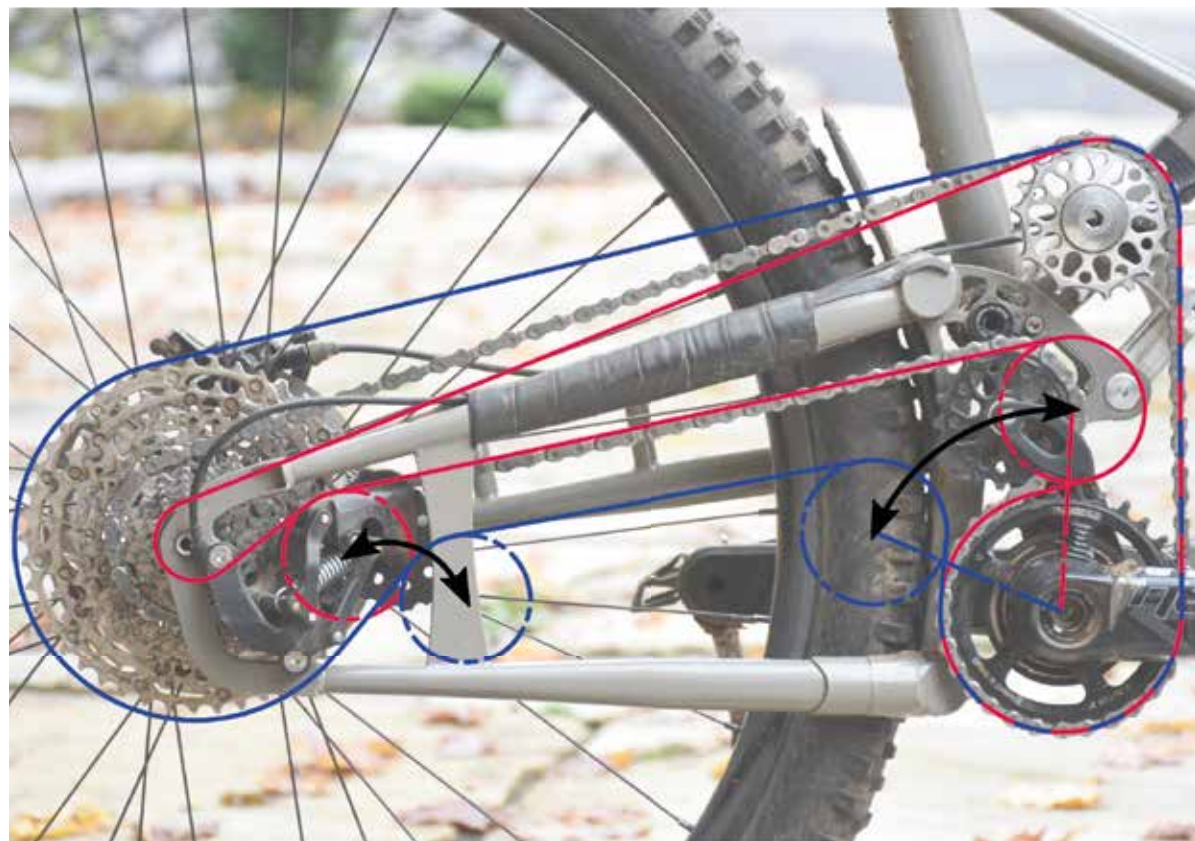


FOTO: LAL BIKES



Windmuur

In Nederland hebben inmiddels anderhalf miljoen huishoudens zonnepanelen. Zelf elektriciteit opwekken is populair, maar waarom gebeurt dat niet ook met wind-energie? De Amerikaanse ontwerper Joe Doucet bedacht de Wind Turbine Wall, een muur met verticale windturbines om rondom gebouwen elektriciteit op te wekken en tegelijk een visueel mooi effect te geven.

Er bestaan twee varianten van de Wind Turbine Wall: een met windturbines van het Darrieus-type met verticale gebogen wieken en de ander met turbines van het Savonius-type met schoepvormige wieken. Beide typen kunnen draaien onafhankelijk van de windrichting. Volgens Doucet zijn de turbines heel stil en zijn ze niet gevaarlijk voor bijvoorbeeld spelende kinderen, omdat ledematen niet bekneld kunnen raken en de turbines bovendien makkelijk tot stilstand komen.

Een segment van de Wind Turbine Wall bestaat uit een stuk of 25 verticale windturbines die ieder zijn verbonden met een generator van vierhonderd watt. Dat betekent per segment een totaalvermogen van tien kilowatt. Dat zou gedurende een etmaal zo'n 240 kilowattuur aan stroom kunnen leveren, maar het is sterk de vraag welk percentage daarvan in de praktijk wordt behaald. Het waait simpelweg niet constant, windturbines met een verticale as zijn minder efficiënt dan die met een horizontale as en vangen dichtbij de grond bovendien veel minder wind.

De werkelijke opbrengst is misschien maar een fractie van de beoogde 240 kilowattuur, waardoor zonnepanelen uiteindelijk veel voordeliger zijn. Joe Doucet zoekt naar manieren om zijn Wind Turbine Wall goedkoop te produceren, maar het esthetische aspect zal mogelijk het belangrijkste verkoopargument zijn. (PS) ●

FOTO: JOE DOUCET; PORRET: ROBERT LAGENDIJK



Rolf zag een ding

Sommige dingen stralen misschien geen hoogwaardig ingenieurswerk uit, maar getuigen wel van denken als een ingenieur.

Mijn oude jas

Voor de zoveelste keer leg ik mijn jas op zijn toonbank. Voor de zoveelste keer kijkt hij er goedkeurend naar. Hij wel. Mijn moeder vindt dat ik 'die jas' twintig jaar geleden had moeten weggooien. Na vier jaar mag je wel een nieuwe jas, toch? Ondertussen zijn mijn jas en ik 24 jaar samen en nog steeds heb ik hem van oktober tot maart dagelijks aan. Daarvoor moet ik wel af en toe naar het kleermakertje in de binnenstad dat altijd goedkeurend naar mijn oude jas kijkt. De schouderstukken en de achterkant hebben al een nieuw stuk leer gekregen en hij heeft de uitgescheurde zakken ook al eens hersteld. Over een paar jaar zal hij de hele jas hebben vervangen.

Ik weet dat ik in het tijdperk van Zalando en meerdere modedollecties per jaar een uitzondering ben met jaar in, jaar uit dezelfde jas. Ergens is het jammer dat ik niet de standaard ben. Mijn jas, waar een koe letterlijk zijn huid voor heeft gegeven, die met verbruik van veel energie, water en CO₂ is gefabriceerd, wordt niet na één seizoen vervangen door eentje die modieuzer is. Dat mijn jas het al zo lang uithoudt, komt behalve door het onderhoud, maar door één ding: het is gewoon een goede jas. Ik heb er, mede door de afding-kwaliteiten van mijn moeder, toentertijd ook 450 gulden voor betaald op de bazaar in Beverwijk.

Ik snap dat zo'n hoog aanschafbedrag niet voor iedereen is weggelegd. Maar als je dit bedrag uitsmeert over 24 jaar en daarbij optelt wat ik jaarlijks aan de kleermaker uitgeef, dan kom je volgens mij uit op een lager bedrag dan wat de meeste mensen jaarlijks aan hun jassen uitgeven. Jassen die kwalitatief minder zijn en veel eerder worden weggegooid. Als je genoeg geld hebt om iets kwalitatief goeds te kopen, ben je goedkoper uit dan wanneer je dat geld niet hebt en elk jaar goedkope troep moet kopen. Het is de theorie van socio-economische oneerlijkheid in de praktijk.

Ook ingenieurs die het goed met de wereld voor hebben lopen hier tegenaan. Een product duurzamer maken en zorgen dat het langer meegaat is ten eerste slecht voor je winst: uiteindelijk wordt er minder verdiend aan mijn jas dan aan een verzameling jassen die telkens na één seizoen uit elkaar vallen. Ten tweede zal je duurzame, maar duurdere, product voor minder mensen beschikbaar zijn vanwege de hoge aanschafkosten.

Een oplossing heb ik zo snel niet. Ons ervan bewust zijn, is al heel wat. En als je het je kunt veroorloven: koop dan een jas die, met een beetje onderhoud, tientallen jaren meegaat.

'De knoopsgaten zijn aan het uitscheuren, kun je die verstevigen?'

'Ja, natuurlijk. Mooie jas man.'

'Dank je. Vertel het mijn moeder even.'

Rolf is universitair hoofddocent aan de TU Delft, maker, spreker en schrijver.