

MENS



DOSSIER

Innovatie voor iedereen



VOORWOORD

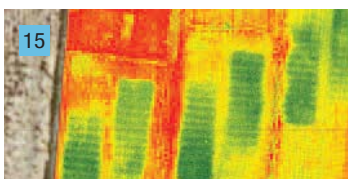
De ontwikkeling van technologie enerzijds en van de mens als soort anderzijds gaan hand in hand. Niet altijd aan hetzelfde tempo, maar even onafwendbaar. Een verlangen is daarbij onmiskenbaar: de mens wil vliegen. Van de vleugels van Icarus tot de Orion, het nieuwste ruimtetuig van de NASA, steeds willen we hoger, sneller en vooral verder.

Ook “goedkoper” drijft de technologische ontwikkeling. En ook op dat vlak hebben we bijzonder grote stappen gezet. Iedereen kan voor minder dan 50 euro een eigen vliegtuigje kopen op het internet: een drone. En daarmee valt het toverwoord. Drones zitten alom in het nieuws. Heel wat ondernemingen, van eenmansbedrijfjes tot multinationals. Met de regelmaat van de klok komt er wel weer een nieuwe toepassing op de markt.

Dit dossier van MeNS gaat over drones en over de honderden mogelijkheden om drones aan te passen aan je eigen ideeën en voor je eigen plannen en toepassingen. En dat kaderen we, in de vierde industriële revolutie en het internet of things. We leggen uit hoe je zelf je grootse ideeën kan waarmaken. En zo komen we tot het eigenlijke thema van dit dossier: innovatie in de 21ste eeuw.

Riemen vast, tafels recht... We stijgen op.

Inhoud



Innovatie: Weg uit de ivoren toren	1
Innovatie in de garage of de kelder	2
Innovatie, ruggengraat voor de Vierde Industriële Revolutie	6
Vliegend aan de slag: de drone-industrie	10
Drones en Remote Sensing	15
Te water en te land	16
Even door het KB vliegen	21
Zelf aan de slag	22
Onderdelen: tweedehands of 3D-geprint	25
Koken kost geld: Crowdfunding	26

Innovatie voor iedereen

Prof. Dr. Geert Potters (Hogere Zeevaartschool - Universiteit Antwerpen)

Innovatie: Weg uit de ivoren toren

Leo Baekeland

Leo Henricus Arthur Baekeland werd in 1863 geboren in Gent. Daar behaalde hij zijn doctoraat op 21-jarige leeftijd, waarna hij als professor aan de slag ging, eerst enkele jaren in Brugge en daarna in Gent. In die tijd ontwikkelde hij een proces om fotopapier te maken met water in plaats van de chemicaliën die tot dan toe gebruikt werden. Dit trok de aandacht van professor Chandler van de Universiteit van Colombia en van Richard Anthony, de eigenaar van een fotografiebedrijf. Zij overtuigden hem ervan zich in de Verenigde Staten te vestigen, samen met zijn vrouw. Daar perfectioneerde hij het productieproces van zijn fotopapier, dat hij 'Velox' doopte. Toen hij zijn product doorverkocht aan de Eastman Kodak Company moest hij beloven 20 jaar geen onderzoek meer te doen naar fotografie, zodat hij op zoek moest naar een nieuw onderzoeksonderwerp. Deze zoektocht zou hem uiteindelijk leiden tot zijn belangrijkste uitvinding.

Baekeland onderzocht de mogelijke processen om fenol (een desinfecterende stof) en formaldehyde (een kleurloze conserverende oplossing) met elkaar te combineren. Door te spelen met temperatuur en druk, produceerde hij de allereerste harde maar

bewerkbare kunststof: bakeliet. De chemische naam van dit eerste kunststofproduct is polyoxybenzyl-methyleenglycolanhydride. Zijn uitvinding maakte van hem een multimiljonair en bezorgde hem een positie als professor aan de Universiteit van Colombia.

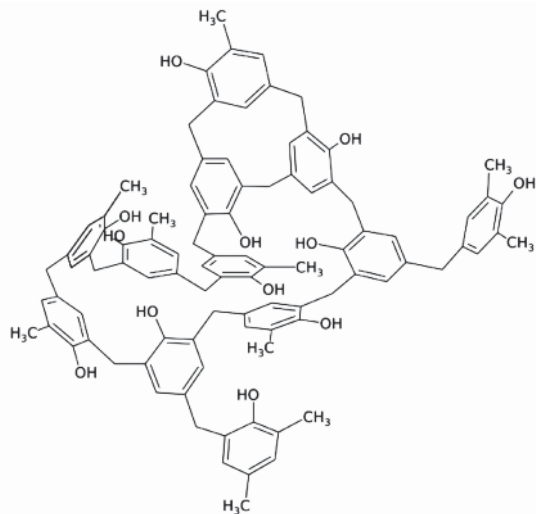


Wie meer wil weten over Baekeland en de Roaring Twenties, kan terecht in MENS 72 (te downloaden op www.biomens.eu!)

*Leo Baekeland (circa 1906).
Bron: Publiek domein.*



Een typisch voorbeeld van bakeliet: de behuizing van een telefoon



*Chemische structuur van bakeliet,
door Dirk Hünninger.*

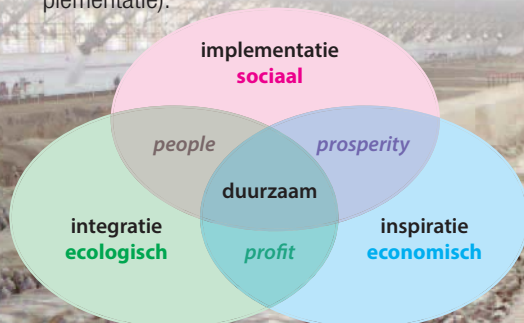
De structuur van bakeliet toont een duidelijk netwerk, wat bakeliet zijn typische eigenschappen geeft. Zo is het een thermoharder, een kunststofvorm die bij verwarming niet smelt of zacht wordt, maar afbreekt tot kleinere molecuulfragmenten. Om het zijn uiteindelijke vorm te geven moet het onder hoge druk in de gewenste vorm geperst worden. Ook is bakeliet een goede isolator, wat het materiaal ideaal maakte voor toepassing in elektrische apparaten, zoals de behuizing van telefoons en radio's of de stroomleidingen boven treinsporen, of bij hoge temperaturen, zoals in hittebestendige handvaten van kookpotten.

Ook is de stof onbrandbaar en onoplosbaar in elk zuur of oplosmiddel van die tijd. Zo werd de eerste kunststof geboren, klaar om de wereld te veroveren.

Innovatie in de garage of de kelder

Leo Baekeland had een geweldig wetenschappelijk idee en slaagde erin om dat om te zetten tot een economisch succes. Hij is daarmee een topvoorbeeld van een innovator. Innovatie betekent in zijn zuiverste vorm 'invoering van iets nieuws', maar tegelijkertijd moet dat 'nieuws' leiden tot 'veranderingen aan de bestaande toestand'. Innovatie moet je dus ruimer zien dan alleen het bedenken van technische verbetering. Hoe ingenieus een uitvinder ook is, als zijn knutselwerk nooit zijn lab of garagewerkbank verlaat, is hij niet innovatief. Een ontdekking die nooit uit het laboratorium komt, blijft een uitvinding. Pas als een ontdekking ook echt in productie genomen wordt en dus waarde voor de onderneming toevoegt (een bijdrage levert aan onze economie), mag je de ontdekking een innovatie noemen. Innovatie betekent dus meer dan techniek of creativiteit alleen. Het zoeken naar een economische meerwaarde, wat we het valorisatieproces noemen, is een onmiskenbaar stuk in de definitie van deze term.

Nog anders gezegd steunt het innovatieproces op wat men de drie I's noemt: inspiratie, integratie en implementatie. Het komt hierop neer: we willen de zaken die we doen op een nieuwe, betere manier aanpakken en uitwerken (inspiratie), we willen betere producten (integratie) en ze moeten een meerwaarde creëren om onze levenskwaliteit te verbeteren (implementatie).





Heel zijn leven lang bleef Dr. Janssen zijn werknemers inspireren. Dagelijks deed hij de ronde doorheen de onderzoekslaboratoria, om met zijn mensen over hun uitdagingen en hun nieuwe ideeën te spreken. Bron: Janssen Pharmaceutica.

Zie ook : <https://youtu.be/leFajOLzDU8>

Paul Janssen, wetenschapper in hart en nieren

Een ander beroemd voorbeeld van een innovator is arts en apotheker dr. Paul Janssen (1926-2003). Diens vader had reeds een bedrijf opgericht waar vitamines en orgaanextracten werden geproduceerd. Zoon Paul dacht echter groter en verder. Om hem de mogelijkheid te geven zijn ideeën uit te werken, mocht hij een garage van het bedrijf als labo inrichten. Na een jaar had Janssen een vijfhonderdtal nieuwe stoffen aangemaakt in zijn kleine lab. Zeven van deze stoffen zouden later worden opgepikt als een geneesmiddel – een bijzonder hoge succesgraad! Vergelijk maar met de statistieken in MeNS 87. Dit was louter te danken aan de scherpe inzicht



Naast het farmaceutische werk zorgde Dr. Janssen ook voor een oplossing voor de bescherming van het vermaarde Chinese terracotta-leger (Qin dynastie, 210-209 v. Chr.), dat 2200 jaar na zijn creatie ten prooi was gevallen aan een schimmelinfectie. Bron: boven: Maros - CC BY-SA 3.0; onder: Walter-Wilhelm, CC BY 2.0

ten van Paul Janssen in organische scheikunde en de structuur van organische moleculen! Begonnen als activiteit in die garage, is het bedrijf van dr. Paul Janssen, Janssen Pharmaceutica, vandaag het grootste dochterbedrijf van de multinational Johnson & Johnson buiten de USA, met een miljardenomzet op jaarbasis. Vijf van haar producten werden door de Wereldgezondheidsorganisatie erkend als essentiële geneesmiddelen, nodig voor basisgezondheidszorg:

- **Haldol** (antipsychoticum)
- **Ergamisol** (antiwormmiddel bij dieren en eerder ook voorgeschreven tegen dikkedarmkanker)
- **Daktarin** (tegen schimmelinfecties)
- **Vermox** (antiwormmiddel)
- **Risperdal** (antipsychoticum, bv. bij schizofrenie)





Risperdal (Bron: Housed, CC BY-SA 3.0)



Omdat zijn project moest leiden tot een online samenwerkende gemeenschap, wou Buytaert zijn website "dorp.org" noemen. Bij het aanvragen van de URL dorp.org maakte hij een tikfout. "Drop.org" bleef hangen en leidde later tot het logo in druppelvorm en de verengelse naam Drupal. Bron foto: Stevenfruitsmaak CC BY 2.5. Zie ook <https://opensource-cms.nl/cms/drupal/>

Drupal

Een derde voorbeeld van een innoverende landgenoot is Dries Buytaert. Reeds tijdens zijn studies aan de Universiteit Antwerpen ontwikkelde hij een message board voor gebruik op het wereldwijde web, wat in 2001 overging in het open source-project Drupal, een opensourcecontentmanagementsysteem (CMS) en -contentmanagementframework (CMF), ontwikkeld in de programmeertaal PHP en uitgebracht onder de GNU General Public Licence (zie ook verder voor een bespreking van licenties en open source-projecten).

In 2003 werd de kracht van Drupal zichtbaar voor de hele wereld. Howard Dean, een van de presidentskandidaten voor de Democratische Partij in de USA in de verkiezingsrace van 2004, gebruikte namelijk Drupal als basis voor "DeanSpace", een decentraal netwerk van een vijftigtal websites die hem steunden. Via het CMS van Drupal konden zijn supporters met elkaar overleggen en hun acties coördineren. Toen Dean de race moest verlaten (ten voordele van John Kerry, die zelf weer verloor van zittend president George W. Bush), bleef het netwerk actief en vormde het zich om tot een platform om verder politieke acties van gelijkgezinden te ondersteunen: CivicSpace. Het was meteen het eerste bedrijf dat actief gebruik maakte van Drupal.

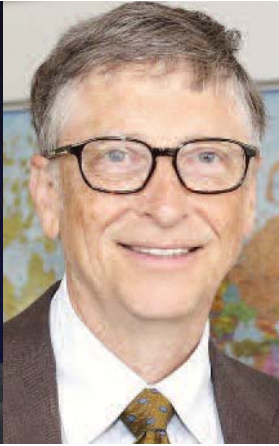
In 2007 wint Drupal de "2007 Overall Open Source CMS Award". Bovendien bekleedt het systeem in andere rangschikkingen zoals "Best PHP Open Source CMS" en "Best Open Source Social Networking CMS" telkens de tweede plaats (na respectievelijk Joomla! en WordPress). In 2008 haalt Drupal twee eerste prijzen binnen.

Sinds 2009 gebruikt ook het Witte Huis (dus de administratie van de Amerikaanse President) Drupal als basis voor zijn webactiviteiten. Ook de wereldvermaarde universiteiten Stanford, Harvard en Oxford kozen voor Drupal, net als de media Fox, NBC, Al Jazeera, de multinationals Pfizer, Novartis en Johnson&Johnson, Greenpeace, Oxfam en Lady Gaga! Niet slecht voor Dries uit Antwerpen.

Overigens is het niet zo vreemd dat succesvolle bedrijven zijn opgestart in een keuken, een garage of een studentenkot. Ook Microsoft, Apple en Amazon zijn zo begonnen. Innovatie vereist niet noodzakelijk een laboratorium met top-apparatuur of een supercomputer. Veel belangrijker zijn een goed idee en de moed om dat idee werkelijkheid te laten worden. Ook een grote dosis creativiteit is belangrijk: zo vind je nu eenmaal geslaagde oplossingen voor de problemen die tijdens de ontwikkeling van je project opduiken.



Steve Jobs



Bill Gates



Jeff Bezos



Apple®



Microsoft

amazon



Innovatie, ruggengraat voor de Vierde Industriële Revolutie

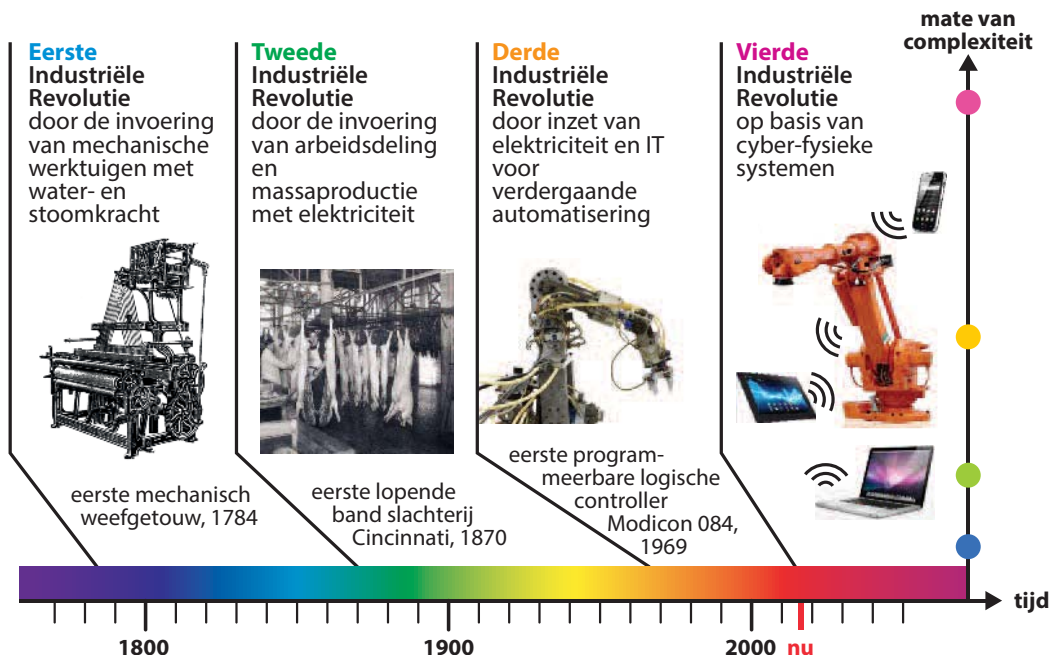


Doorheen de geschiedenis ervaarde de mensheid verschillende golven aan machinale innovatie. Het meest bekend is de eerste fase, van wat we de Industriële Revolutie noemen. Hiermee duiden we de periode aan tussen 1760 en 1840, waarin het gebruik van de stoommachine leidde tot het vervangen van louter handarbeid door machinale productie. In een eerste fase betrof het vooral de vervaardiging van textiel en de metallurgie (met dan de productie van gietijzer via hoogovens).

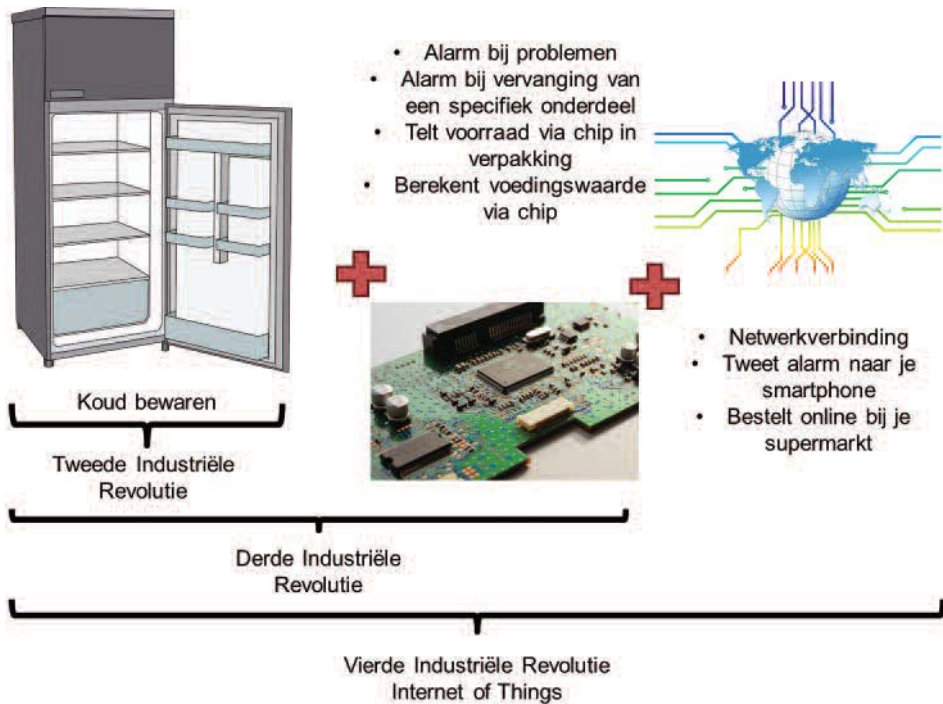
De ontdekking van de mogelijkheden van de elektriciteit en de ontploffingsmotor leidde echter tot een tweede waaier van opportuniteiten, de Tweede Industriële Revolutie (1870-1914). Deze wordt gekenmerkt door de uitbouw van een spoornetwerk, nieuwe communicatietechnologie (telegraaf, telefoon, radio), de uitbouw van de chemische en petrochemische nijverheid en de zoektocht naar nieuwe legeringen.

De Derde Industriële Revolutie ontstond rond de jaren 1970 en werd aangedreven door de komst van de informatica. Met de Commodore PET (uit 1977) sloop de personal computer onze huiskamers binnen, gevolgd door de Apple II en de eerste IBM PC in 1981 en de Commodore 64 in 1982. Tegelijk miniaturiseerden computers voortdurend en werden ze als zogenaemde *embedded systems* ingebouwd in allerlei apparaten: programmeerbare wasmachines, videorecorders, cd- en dvd-spelers, klimaatregelingen, digitale camera's en ga zo maar verder.

En zo komen we tot fase vier. In deze Vierde Industriële Revolutie ontwikkelen heel wat van de technologieën van de Derde Industriële Revolutie zich verder (zelfs in die mate dat sommigen geen verschil zien tussen de derde en de vierde fase en deze samen de Derde revolutie noemen). Bovendien smelten ze samen waardoor de grenzen tussen het fysieke, digitale en biologische vervagen: met je



De verschillende golven van industriële revolutie.



IBM PC 5150 uit 1981, met het typische groene monochromatische scherm, op MS-DOS 5.0. Bron: Boffy b, CC BY-SA 3.0

smartwatch meet je online je lichaamstemperatuur, je hartslag of je houding en die stuur je naar je tablet voor verdere verwerking in een speciale app. Via een koppeling met het web laat je koelkast aan je supermarkt weten dat de melk op is en de smeerkaas vervallen. Je toestellen zijn met mekaar verbonden via continue digitale communicatie (bluetooth of wifi of...): dit noemen we *the Internet of Things* (IoT).

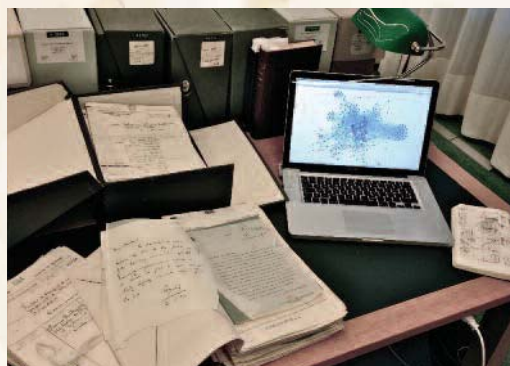




Bovendien wordt al die technologie bijzonder goedkoop. Een 3D-printer kost enkele honderden euro's, een eenvoudige computer (zoals de Raspberry Pi, zie verderop) heb je voor twintig - dertig euro. Voor elk duur softwarepakket bestaat wel een open source alternatief. Robots bouwen we met LEGO en sturen we aan met eenvoudige schakelingen. Biologische data zijn gratis op het internet te vinden en te analyseren met elke gewone pc (met – alweer – open source software). Wie het aan kennis ontbreekt om met die software of die elektronica om te gaan (of eigenlijk eender wat wil bijleren), kan bovendien terecht op heel wat websites waar je kan bijstuderen – gratis en voor niets, of voor een kleine som als je een attest wil: de *massive open online courses* of MOOCs (zie kader).



De LEGO Mindstorms robot. Bron: Eirik Refsdal; CC BY 2.0





Tien websites om bij te leren

Op zoek naar een alternatieve manier om je tijd op het internet te gebruiken? Ben je het ook beu om door sloten kattenfoto's en saaie tweets over wat je vriendjes gegeten hebben, te waden? Zin om eens iets volledig nieuws bij te leren – van de geschiedenis van de rockmuziek tot het programmeren van spelletjes? Of wil je je eens volledig onderdompelen in de geheimen van de statistiek of de geschiedenis van China? Probeer eens een online cursus. Let wel op... het kan redelijk verslavend worden na een tijdje en je moet wel wat Engels kennen.

- CodeAcademy (www.codecademy.com/) — Leer gratis programmeren in 12 verschillende programmeertalen, zoals Java, Python, Ruby of HTML.
- Coursera (www.coursera.org) en edX (www.edx.org) — Hier vind je een brede waaier aan online cursussen rond management, cultuur en geschiedenis, dataverwerking, biologie, technologie, ... aangeboden door topuniversiteiten (vooral uit de VS).
- Dave Conservatoire (www.daveconservatoire.org) — Voor wie wat kennis van muziek kan gebruiken.
- Digital Photography School (digital-photography-school.com) — Ook wie zich in de fotografie wil bekwamen, kan op het net terecht.
- Freerice (freerice.com) — Breid je woordenschat uit terwijl je voedsel doneert aan het Wereldvoedselprogramma: per woord dat je goed definieert, schenk je tien rijstkorrels. Je kan er Engels, Frans, Spaans, Duits, Italiaans en Latijn mee studeren, maar ook aardrijkskunde, de symbolen van de Tabel van Mendeljev en de anatomie van de mens...
- Instructables (instructables.com) — Voor de handige Harry en Hermien in jezelf. Deze website brengt je knutselwerk op een veel hoger niveau: verander een cassette recorder in een gitaarversterker, of een bierfles in een draagbare lamp; bouw je eigen systeem voor plantenkweek op watercultuur of bak een veganistische chocoladecake. En achteraf deel je je eigen creaties en innovatieve aanpassingen aan de bestaande projecten.
- Khan Academy (www.khanacademy.org) — Nood aan een opfrissing van je wiskunde, fysica of scheikunde? Was de les op school niet helemaal duidelijk, of zou je graag eens een andere stem horen? De heer Khan geeft les met geschreven nota's op een zwarte achtergrond en legt je in een hele resem video's nog eens haarfijn uit wat een merkwaardig product is, hoe je een krachtenkoppel doorrekent of wat complexe getallen zijn.
- StackOverflow — Voor wie wat hulp kan gebruiken bij het uitwerken van een programmeeropdracht. Dit discussiebord heeft wellicht jouw probleem al eens opgelost en zo niet, dan denken al die knappe koppen wel even met je mee. Niet voor huiswerktaken en denk aan je netiquette.
- TED – een website waar experts je in twintig minuten tijd via een kleine presentatie op de hoogte brengen van een belangrijke vraag in hun specialisme, of waar de knapste koppen van de wereld hun visie op diezelfde wereld uitleggen.

Heel wat van deze websites zijn gratis, of bieden je de mogelijkheid om tegen enkele tientallen euro's een officieel attest in de wacht te slepen. Maar probeer ze dus vooral zelf even uit.

Vliegend aan de slag: de drone-industrie

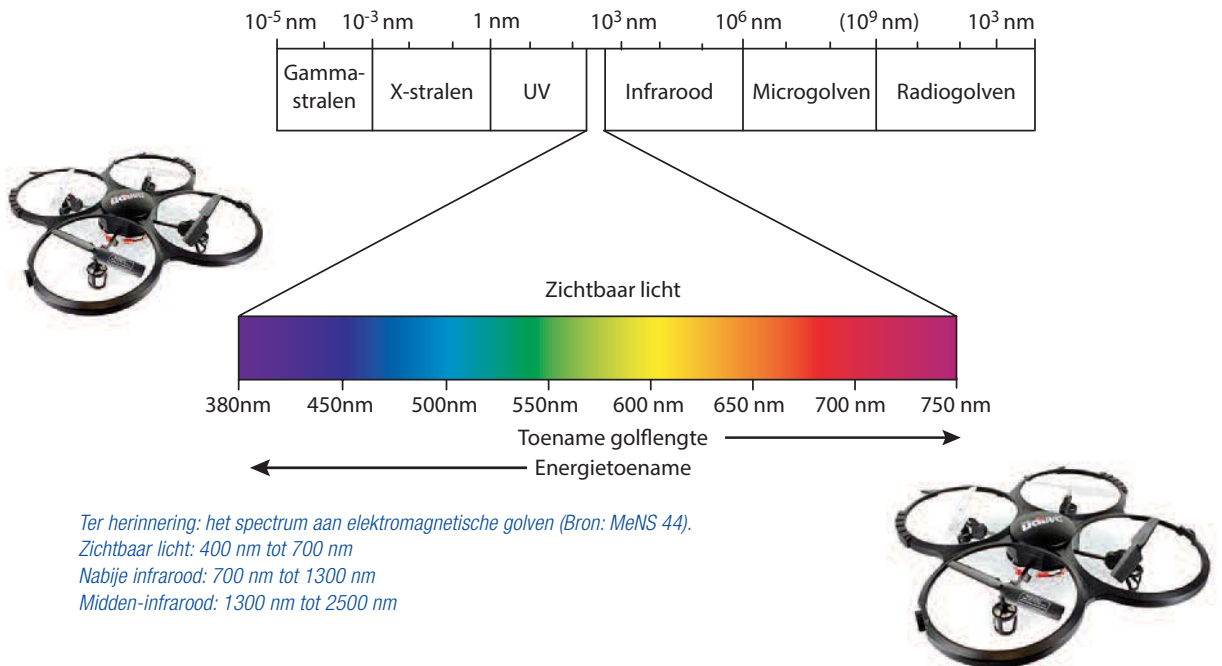
Een van de grootste innovaties van de laatste jaren is wellicht het onbemande vliegende voorwerp, kortweg de drone. Nu nieuw is het idee op zich niet. Captain Kirk stuurde in de jaren 1960 al onbemande probes uit om vanop de Enterprise planeten te observeren. James Bond ziet ze al jarenlang vliegen als spionagerobotjes, als raketplatformen of als postduiven van terroristenbendes. Maar *in het echt*? Drones (Unmanned Aerial Vehicles, afgekort UAV's, onbemande vliegende voertuigen), nee, die zijn voor science fiction. Hoogstens een dure hobby voor een bende geeks. Of toch niet?

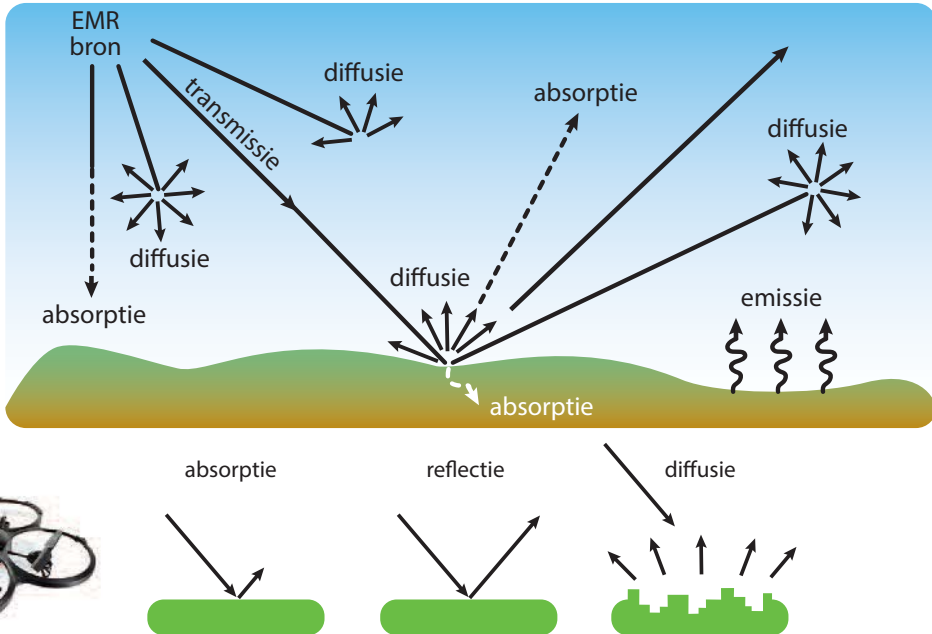
Inderdaad, niets is minder waar. Zo zijn vandaag de dag al tal van manieren bekend om drones in te zetten. Het cruciale begrip in al deze toepassingen? Remote sensing. Deze term slaat op het verkrijgen van informatie over een object zonder dat er rechtstreeks fysiek contact met het object plaatsvindt en staat dus in tegenstelling tot on-site observatie. Meestal denkt men hierbij aan satellietbeelden waaruit interessante informatie kan worden afgeleid. Nochtans kan eender welke vorm van meten-op-

afstand met behulp van sensoren en van beeldanalyse, onder remote sensing worden gerangschikt. Ook wanneer dit gebeurt vanop een drone, eh, UAV.

Remote Sensing

Remote sensing betekent letterlijk – “onderzoeken van veraf”, *sensing from a remote location*. Het betreft hier in de brede zin van het woord een hele reeks technieken waarbij we een object observeren zonder er rechtstreeks mee in contact te komen. Dat wil zeggen dat zelfs het gebruik van een verrekijker om een broedende meeuwenkolonie te observeren, onder remote sensing valt. In meer strikte zin gaat het over methoden waarbij het aardoppervlak en de atmosfeer worden bestudeerd via toestellen in de atmosfeer en in de ruimte (satellieten, space shuttles, het International Space Station). Data van remote sensing helpen ons bij het in kaart brengen en klasseren van bodems, plantenbedekking, de gezondheid van velden en bossen, de effecten van droogte enzovoort. Remote sensing-technieken zijn complementair met gedetailleerd veldonderzoek.



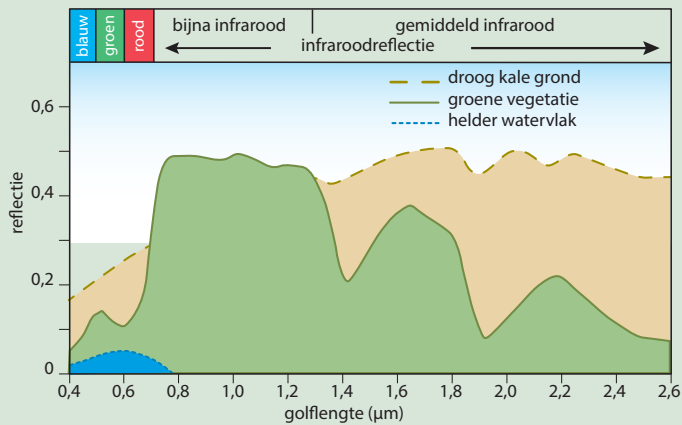


In de praktijk onderzoekt remote sensing verschillende vormen van licht en hoe licht zich gedraagt in contact met een bepaald oppervlak als basis van alle metingen. Licht is als het ware de informatiedrager tussen het studie-object en het meettoestel. Om remote sensingtechnieken beter te begrijpen, moeten we dan ook even ingaan op hoe licht zich gedraagt in een atmosfeer en bij zijn interactie met het land en de biosfeer.

Wanneer zonlicht binnenkomt in de atmosfeer, komt dit licht in aanraking met een steeds dichtere hoeveelheid gasmoleculen, zwevende stofdeeltjes en aerosolen (miniem kleine druppeltjes). Een deel van het licht wordt geabsorbeerd door de atmosfeer: hoe langer het licht door de atmosfeer reist, hoe zwakker het wordt. Daarnaast verstrooien de stofdeeltjes en de druppeltjes het licht in alle mogelijke richtingen. Hoe korter de golflengte, hoe groter de verstrooiing: blauw licht wordt met andere woorden veel sterker verstrooid dan groen of rood licht, waardoor de

atmosfeer zijn blauwe kleur krijgt. Wolken bevatten dermate hoge aantallen aerosolen dat ze ondoorzichtig worden.

Het licht dat uiteindelijk op het aardoppervlak aankomt, bestaat uit rechtstreeks, direct licht en diffuus, verstrooid licht. Al wat daar te vinden is (planten, gesteente, bodem, water, ...) zal op een eigen manier, afhankelijk van de eigen karakteristieken, het licht absorberen of weerkaatsen (vooral dan weer als diffuus licht). De hoeveelheden opgenomen en weerkaatste energie variëren afhankelijk van de ingestraalde golflengte én van het bestraalde materiaal, waardoor een soort spectrale signatuur ontstaat. De selectieve absorptie van verschillende golflengtes van zichtbaar licht bepaalt bijvoorbeeld wat we waarnemen als de kleur van een materiaal. Wat niet geabsorbeerd wordt, kan met een satelliet of een atmosferische probe worden opgevangen. Met dat spectrum kunnen we herkennen wat er juist te vinden is op het aardoppervlak.

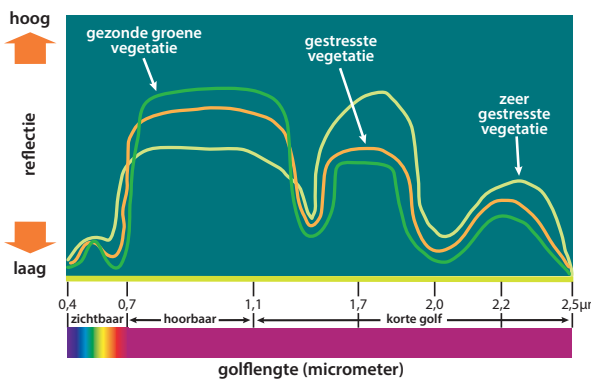


Reflectiespectra voor droge grond, groene vegetatie en helder water.

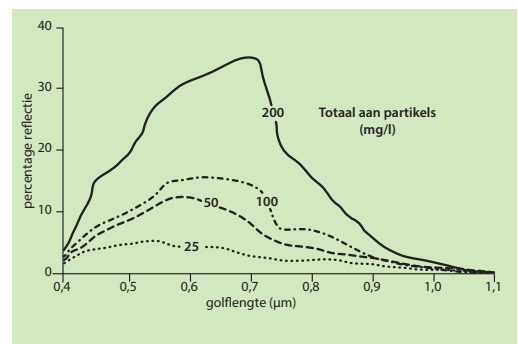
In bijgaande figuur zie je de reflectiespectra van droge bodem, groene vegetatie en helder water. Het spectrum van de bodem stijgt gelijkmatig doorheen de zichtbare en nabij infrarode golflengtegebieden, met een piek midden in het infrarode bereik. Het toont enkele kleine dips in die zone als gevolg van absorptie door kleimineralen. Groene vegetatie heeft een heel ander spectrum. Reflectie is zeer laag in het zichtbare gebied (waar het chlorofyl in de bladeren al het meeste licht absorbeert). Hetzelfde effect maakt dat er net iets meer groen licht gereflecteerd wordt dan blauw of rood licht.

Rood en blauw licht worden immers direct gebruikt

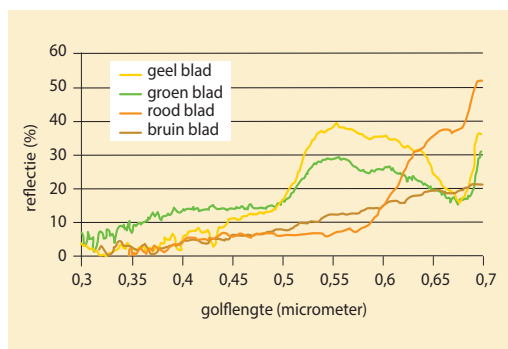
in de fotosynthese. Het meest opvallende kenmerk van het vegetatiespectrum is de steile stijging van de reflectie overheen de grens tussen het zichtbare gebied en het nabij-infrarood. Infrarode straling dringt binnen in de bladeren van de planten en wordt daar sterk verstrooid omwille van de complexe interne structuur van de bladeren. Zo krijg je een sterke reflectie van het licht. De diepe minima in het midden-infrarode deel van het vegetatiespectrum zijn het gevolg van absorptie door water. Diepe heldere waterlichamen absorberen alle golflengten langer dan het zichtbare gebied, wat resulteert in zeer lage reflectie van infrarode straling. Er is nauwelijks iets te zien in het spectrum.



Het vegetatiespectrum is gevoelig voor de mate waarin de planten voldoende water krijgen. Droogtestress (de fysiologische toestand van een plant die niet voldoende water krijgt) heeft namelijk een duidelijk effect op de reflectie van het licht door die plant.



Door het spectrum van oppervlaktewater te bepalen kunnen we ook op afstand meten hoeveel vaste partikels (zand, modder, ...) het water met zich meevoert.



Deze figuur maakt duidelijk dat het spectrum van een plant ook afhangt van de leeftijd van een plant en het seizoen van de opname. Groene, verse bladeren geven een ander signaal dan vergeelde of dode bruine bladeren.



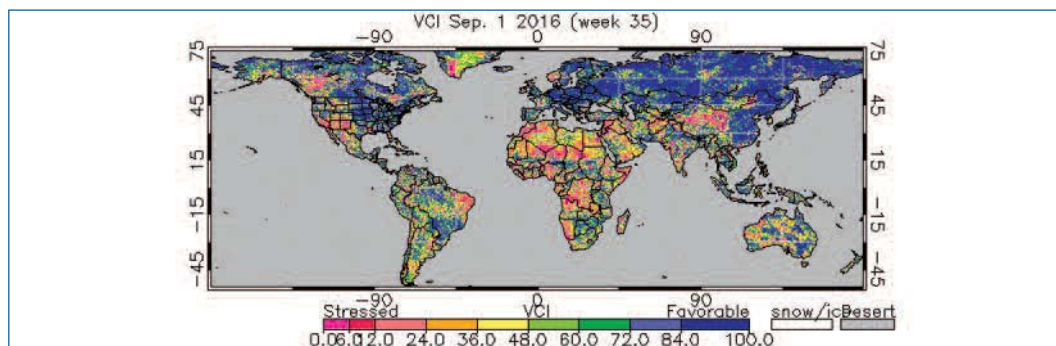
Vegetatiestudie rond Mt. Pleasant (een buitenwijk van Charleston, South Carolina). BRON: NOAA, publiek domein.

De spectrale handtekeningen geproduceerd door sleutel tot het onderscheiden van verschillende materialen in beelden van gereflecteerde zonne-energie. Nog anders gezegd: als we een bepaald spectrum opvangen, gebruiken we dit om te ontfalen op welk oppervlak dit weerkaatst is. De eigenschap, gebruikt om deze spectrale signaturen te kwantificeren, heet spectrale reflectie: de verhouding van gereflecteerde energie op invallende energie als functie van de golflengte. De spectrale reflectiecoëfficiënt van verschillende materialen kan worden gemeten in het laboratorium of in het veld en die referentiegegevens kunnen vervolgens worden gebruikt om beelden te interpreteren. Als voorbeeld toont de afbeelding op vorige pagina drie contrasterende spectrale reflectiecurven voor drie veel voorkomende natuurlijke mate-

rialen: droge grond, groene vegetatie en water.

Satellieten die gebruikt worden voor remote sensing zullen licht meten in verschillende banden: blauw, groen, rood of nabij-infrarood licht.

De data worden opgeslagen als foto's, waarbij elke pixel overeenkomt met een getal: de intensiteit van het gemeten licht in een van die banden. Zo bekommt men verschillende zwartwitvoorstellungen van de meetgegevens die meteen op een echte kaart kunnen gelegd worden. Door een valse kleuring te gebruiken (de data uit de infrarode band worden met verschillende intensiteiten blauw gekleurd en die uit de rode band met gele tinten, bijvoorbeeld) kunnen we ook gemakkelijk onderlinge verhoudingen bekijken.



Wereldwijd beeld van de vegetatiegezondheid. Bron: NOAA, publiek domein.

Een van die onderlinge verhoudingen is de NDVI-index (voluit de *Normalized Difference Vegetation Index*).

De formule voor NDVI wordt gegeven door:

$$NDVI = \frac{(NIR - VIS)}{(NIR + VIS)}$$

waarbij NIR staat voor de sterkte van het licht in het nabij-infrarode gebied en VIS voor de sterkte van het zichtbare (visible) licht.

De NDVI geeft aan of een bepaald oppervlak levende planten bevat, vermits planten alle infrarode licht terugkaatsen en veel van het zichtbare licht absorberen. Het verschil in reflectie tussen zichtbaar en nabij-infrarood licht is echter ook afhankelijk van de totale hoeveelheid licht die op het oppervlak valt. Daarom wordt het verschil hiervoor gecorrigeerd



Valse kleuring in een studie van avocadobomen: een infraroodopname van een vegetatie is hier roodgekleurd. Afwijkingen in deze kleur (blauw en groen omcirkeld op de foto) wijzen op bomen die licht en ernstig aangetast zijn door het lauriervirus. Bron: de Castro AI, Ehsani R, Ploetz RC, Crane JH, Buchanon S (2015) Detection of Laurel Wilt Disease in Avocado Using Low Altitude Aerial Imaging. PLoS ONE 10(4): e0124642. doi:10.1371/journal.pone.0124642. CC BY 4.0

Aardrijkskundige in de dop?

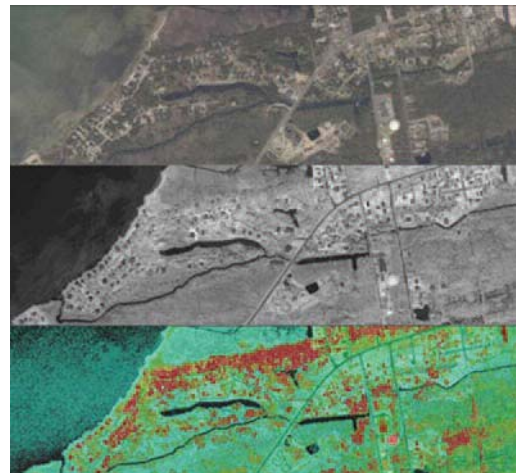
Wie zich verder in satellietbeelden en luchtfoto's wil verdiepen, kan op Coursera een MOOC rond GIS (geografische informatiesystemen) volgen:

<https://www.coursera.org/specializations/gis>

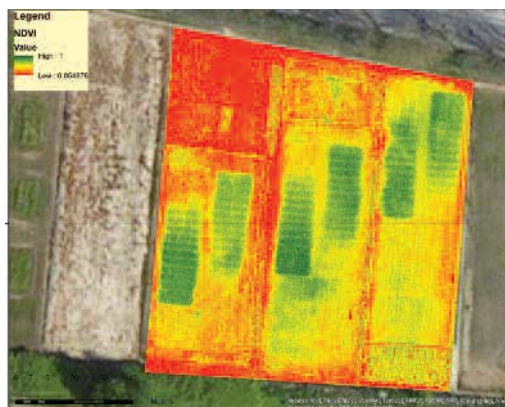
en via deze website aan pakken data geraken zonder enige kost:

<http://gisgeography.com/free-satellite-imagery-data-list/>

door het door de totale hoeveelheid licht te delen. Dit heet ook wel een normalisatie. De waarde van de NDVI ligt overigens tussen -1 en 1, waarbij positieve waarden vanaf ongeveer 0,2 duiden op levende vegetatie.



Illustratie van het concept van valse kleuring. In de bovenste foto zien we de "echte" kleuren, zoals ze te zien zijn met een gewone kleurenfoto. De middelste foto is een zwartwit-weergave van de opgevangen infraroodstraling. De onderste opname toont valse kleuring, waarbij de kleuren de hoogte van het terrein weergeven. Op https://en.wikipedia.org/wiki/False_color staan ook nog heel wat interessante



Onderzoek in Pisa (Italië) naar de stikstofbehoeften van turfgrassen.

Bron: Caturegli L, Corniglia M, Gaetani M, Grossi N, Magni S, Migliazzi M, et al. (2016) Unmanned Aerial Vehicle to Estimate Nitrogen Status of Turfgrasses. PLoS ONE 11(6): e0158268. doi:10.1371/journal.pone.0158268. CC BY 4.0.

Drones en remote sensing

Door remote sensing-toepassingen te koppelen aan drones kunnen deze laatste heel wat diensten bewijzen in het wetenschappelijk onderzoek. Zo kunnen drones bijvoorbeeld ingezet worden bij het meten van de gezondheid van landbouwgewassen en kan er preventief worden ingegrepen bij dreigende slechte oogsten. Satellietbeelden hebben vaak een te lage resolutie en een analyse van alle planten, een voor een, is bijzonder tijdrovend. Drones zijn bijzonder geschikt om kleinschaliger te werken. Door een combinatie van Remote Sensing via drones en gericht hydrologisch onderzoek op basis van de genomen luchtfoto's kon men op een wijnveld van 11 ha in Spanje zeer gericht droogstaande druivelaars irrigeren zonder dat men de ranken onnodig moest gaan verstoren. In Marokko wordt de technologie dan weer gebruikt voor het opvolgen van bodemerosie.

Op zee sporen UAV's mee naar illegale lozingen van olie en ander afval, op het land naar illegale stroperijen. En dat zijn nog maar de meest eenvoudige voorbeelden. Luchtfoto's genomen van op een UAV helpen bij het opvolgen van de diversiteit van de

kruidlaag in Duitse bossen. Monteert men een infraroodcamera op de drone, dan kan men ook nachtdieren opsporen, zoals bv. reeën en everzwijnen. Andere onderzoekers gebruiken drones dan weer om populaties zeezoogdieren en zeevogels te monitoren, zonder dat de dieren gestoord worden door grote onderzoeksschepen of SONAR-emissies. En de Snotbot is een Amerikaanse ontwikkeling (betaald via een Kickstartercampagne!) die in staat is om slijmstalen te nemen van de spuitgaten van walvissen zonder de dieren aan te raken (<http://shop.whale.org/pages/snotbot>).

Er zijn nu ook bedrijfjes die met drones geneesmiddelen willen leveren aan rampgebieden of ze willen inzetten om mensen op te sporen in brandende gebouwen. Technologiegigant Facebook maakte onder andere zijn plannen bekend om drones (in dit geval, met zonneenergie aangedreven onbemande vliegtuigen) in te zetten als wifi hotspots, om zo Internettoegang te voorzien in die gebieden waar veel mensen nog nooit een computer hebben aangeraakt. Volgens Zuckerberg kunnen miljarden mensen zo toegang krijgen tot mobiel internet. En wellicht ook tot Facebookadvertenties.



Doejong – Doejongobservaties van op 1000 voet (300 m)

Bron links: Lord Mountbatten, CC BY-SA 4.0 – rechts: Hodgson A, Kelly N, Peel D (2013) Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Surveying Marine Fauna: A Dugong Case Study. PLoS ONE 8(11): e79556. doi:10.1371/journal.pone.0079556. CC BY 4.0.

UAV's kunnen bovendien ook helpen bij het in kaart brengen van schade aan verkeersinfrastructuur (bruggen, wegen en snelwegen), ten gevolge van natuurrampen, om verdere instortingen te voorkomen. In de VS controleren drones reeds op regelmatige tijdstippen de toestand van sporen, bruggen, zendmasten en hoogspanningsleidingen. Skycatch, een bedrijfje onder de brede paraplu van Google, heeft een geautomatiseerde drone die zonnepanelen inspecteert. Verdere investeringen in dergelijke toepassingen kunnen het pad effenen voor een veilige, effectieve monitoring van windturbines en energiecentrales.

Wie nog meer wil horen over drones, kan altijd een lezing aanvragen rond het thema. Kijk op onze website, www.biomens.eu.

Te water en te land

Het luchtruim is niet de enige zone die vandaag de dag doorkruist wordt door onbemande voertuigen. Meer en meer verlaten we ons op kleine wendbare toestellen om plaatsen te verkennen waar mensen moeilijk of onmogelijk kunnen komen.

Zo kunnen de toestellen onder water helpen bij het bouwen van onderwaterinfrastructuur, zoals pijpleidingen, om deze infrastructuur te inspecteren en waar nodig te onderhouden. De vaartuigen kunnen uitgerust worden met sensoren en zo heel wat informatie verzamelen over de diepzee en de diepzeebodem: de aanwezigheid van bepaalde elementen en zelfs microorganismen kan via drones worden uitgezocht. Ook de misdaad laat zich niet onbetuigd en gebruikt drones om drugs mee te vervoeren. Militaire toepassingen omvatten onder andere surveillantie en verkenningsoopdrachten, verdediging tegen mijnen en onderzeeërs, het opzetten van een communicatienetwerk en transport.





Drone Gatewing x-100 klaar voor lancering. -- Olifanten in het Akwazenameer (Burkina Faso).

Bron: Vermeulen C, Lejeune P, Lisein J, Sawadogo P, Bouché P (2013) Unmanned Aerial Survey of Elephants. PLoS ONE 8(2): e54700. doi:10.1371/journal.pone.0054700



De Tavros02, een onderwaterdrone op zonne-energie, wordt gelanceerd door een onderzoeker van de Universiteit van South Florida. Het toestel maakt overigens gebruik van Twitter om zijn data door te sturen. – Bron: Bgregson - CC BY-SA 3.0



De REMUS, een onderwaterdrone die van cruciaal belang bleek bij het terugvinden van de zwarte doos van de Air France Vlucht 447, neergestort in de Atlantische Oceaan op 1 juni 2009 op weg van Rio naar Parijs. De zwarte doos werd pas na twee jaar teruggevonden, dankzij het inzetten van deze drones.

Hoe werkt het? Sonar

Onderwaternavigatie wordt mogelijk gemaakt door sonar (*sound navigation and resonance*). Deze technologie maakt gebruik van geluidsgolven om mogelijke hindernissen te registreren. Hierbij zendt de drone een geluidsgolf uit (de “ping”) en meet wanneer deze golf teruggekaatst wordt. De afstand tot een hindernis hangt af van de tijd die verstrijkt totdat het signaal opnieuw opgevangen wordt. Door meerdere ontvangers (hydrofoons) te gebruiken kan men ook de grootte van de hindernis bepalen.

Een variant is multibeam-sonar, wat dient om de structuur van de zeebodem te bepalen. Daarbij worden meerdere pings verstuurd, volgens een lijn die loodrecht staat op de vaarrichting van het schip. De breedte van die lijn noemt men de swath. Ook hier meet de sonar het tijds- en intensiteitsverschil tussen verzonden en opgepikt signaal. Zo bepaalt het toestel respectievelijk de diepte en de eigenschappen van de zeebodem. Een plat en hard oppervlak weerkaatst namelijk meer straling dan een zacht substraat met reliëf.

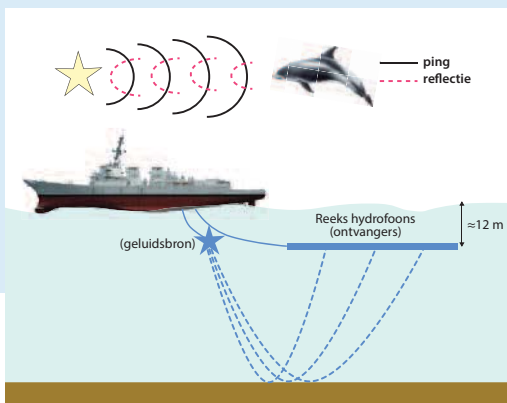
Een probleem dat opduikt bij sonar, is het bestaan van waterlagen met verschillende temperaturen. Tussen dertig en honderd meter diep bevindt zich de

thermocline, een scheiding tussen warm water erboven en koud water eronder. Enkel zeer luide geluidssignalen kunnen deze thermocline doorbreken.

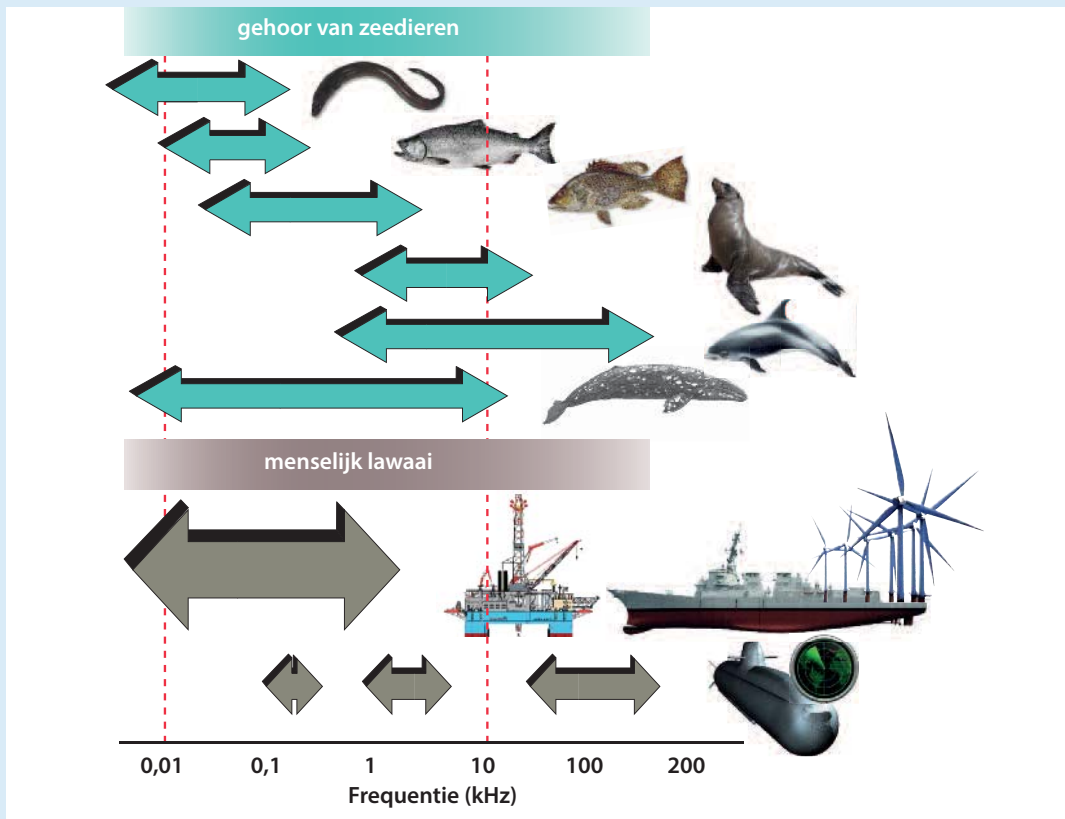
Dieren en sonar

Veel belangrijker is dat niet alleen drones en schepen gebruik maken van geluidssignalen, maar ook zeezoogdieren. Steeds meer wordt de zeebodem ingepalmd door menselijke economische activiteiten: scheepstrafiek, olieboringen, het zoeken naar olie via seismische tests, detectie van visscholen via sonar, constructiewerk onder water (boorplatformen, windmolens ...) – zoveel zelfs dat de intensiteit van het geluid onder water de voorbije zestig jaar elke tien jaar verdubbeld is. De impact van al die activiteit op de zeezoogdieren is groot. Om te beginnen gaan heel wat dieren zich bij lawaai anders gedragen. Veel zeedieren krijgen gezondheidsproblemen: ze staan voortdurend onder stress, hun immuunsysteem verzwakt en hun gehoorsysteem geraakt beschadigd.

Spitssnuitdolfijnen lijken bovendien bang te zijn van sonar. Mariene biologen vermoeden dat ze zich soms op het strand werpen om aan het lawaai te ontsnappen. Drie van dergelijke voorvallen zijn goed gedocumenteerd. In mei 1996 strandden elf spitssnuitdolfijnen op de kusten van Griekenland, net tijdens een NAVO-oefening waarbij er sonar werd



Een onderzoeker van de NOAA zet SONAR-data om in beelden van het reliëf onder water. Bron: NOAA, Publiek domein.



gebruikt. In maart 2000 herhaalde dit fenomeen zich op de Bahama's met veertien spitssnuitdolfijnen, één gevlekte dolfijn en twee dwergvinvissen. Ook hier weer waren er schepen uitgerust met sonarapparatuur in de buurt. Zes van de spitssnuitdolfijnen en de gevlekte dolfijn overleefden het niet en vier van de dieren hadden ongewoon sterke bloedingen aan de oren. Deze bloedingen waren ook te zien bij het meest recente incident, in september 2002, aan de Canarische eilanden. Midden in een internationale militaire oefening wierpen veertien spitssnuiten zich op het land.

Ook andere dieren veranderen hun gedrag wanneer ze met onderzees lawaai te maken krijgen. Niet dat er in de waarnemingen altijd een duidelijke lijn te trekken is. Heel wat gedragspatronen hangen af van de soort, het geslacht of de leeftijd van het dier. Potvissen en grienden stoppen bijvoorbeeld met zingen, andere walvissen zingen dan weer langer. Bultruggen duiken dieper en blijven langer onder. Beluga's zwemmen weg uit zones waar ze normaal gesproken jagen en keren pas enkele dagen later terug. Wat wel zeker is, is dat ons lawaai het leven in zee behoorlijk verstoort.

Ook te land horen we steeds meer over onbemande voertuigen. Toestellen die op afstand bediend worden, kennen we al langer, zelfs als speeltuig. Ontmijningsstoestellen zijn de grotere broers en ook in kerncentrales nemen onbemande, op afstand

bestuurde eenheden het werk over in zones waar de werklui door een te hoge straling niet mogen komen. Een stap verder zijn de volledig autonome voertuigen, die zelfstandig een route uitstippelen.



Hoe werkt het? GPS

Het global positioning system (gps) is een netwerk van ongeveer 30 satellieten die rond de aarde cirkelen op een hoogte van 20.000 km. Het systeem werd oorspronkelijk ontwikkeld door de Amerikaanse overheid voor militaire doeleinden, maar iedereen met het juiste apparaat (van TomTom tot mobiele telefoon) kan de radiosignalen van die satellieten ontvangen.

Waar je ook bent op de planeet, op elk moment moet je signalen van ten minste vier gps-satellieten kunnen ontvangen. Elke satelliet zendt informatie over zijn positie op een welbepaald tijdstip met regelmatige tussenpozen. Deze signalen reizen met de lichtsnelheid (300 000 km per seconde). Wanneer ze worden onderschept door de gpsontvanger, berekent die hoe ver elke satelliet verwijderd is, op basis van hoe lang het duurde voordat de berichten aankomen. Als je weet hoe ver je bent van de satelliet, dan weet je dat je ergens op de rode cirkel bevindt.

Zodra de ontvanger van minstens drie satellieten weet hoe ver ze zijn, kan het toestel je positie berekenen via trilateratie. Om de positie van een punt op een oppervlak ondubbelzinnig te bepalen, heb je drie van dergelijke cirkels nodig. Dit wordt in bovenstaande figuur geïllustreerd. Met een vierde satelliet kan ook je hoogte bepaald worden. Hoe meer satel-

lieten er zijn boven de horizon hoe nauwkeuriger je gps kan uitrekenen waar je bent.

Gps: iedereen bewijst de relativiteitstheorie

Gps-satellieten hebben atoomklokken aan boord om zeer exact de tijd te kunnen meten. Einsteins relativiteitstheorie voorspelt echter dat een klok aan boord van de satelliet sneller zal tikken dan die op aarde. De algemene relativiteitstheorie voorspelt dat de tijd langzamer gaat onder invloed van een sterkere zwaartekracht - op een klok aan boord van een van de satellieten tikt de nanoseconden daarom trager weg dan op een klok op aarde. De toestellen die met het gps-netwerk verbonden zijn, moeten corrigeren voor deze discrepanties - het bewijs dat zelfs in onze leefwereld de relativiteitstheorie een rol speelt.



Even door het KB vliegen

Nu moet je wel niet denken dat je met je drone om het even waar mag gaan spelevliegen. Sinds het voorjaar van 2016 is er in België een Koninklijk Besluit van kracht, waarin duidelijk vermeld staat waar je wel en niet mag vliegen en of je voor je vluchten een opleiding moet volgen. De overheidsinstantie die toezicht houdt op de correcte uitvoering van dit KB is het Directoraat- Generaal van de Luchtvaart (DGLV).

Als je enkel boven privéterrein vliegt en je drone weegt minder dan een kilogram, dan val je in de categorie "Privégebruik". Hiervoor heb je geen opleiding, toelating of vluchtregistratie nodig. Anderzijds mag je niet hoger gaan dan 10 m en moet het gaan over louter vliegen voor het plezier. Je drone moet je voortdurend met eigen ogen kunnen volgen. Vlieg je boven andermans terrein (niet iedereen heeft immers een achtertuin van enkele hectare), moet je natuurlijk wel de toestemming vragen aan de eigenaar van het terrein. En voor het geval dat je een noodstop moet maken en een ruit aan diggelen slaat, ben je maar best verzekerd tegen schade door het besturen van luchtvoertuigen. Indoor (binnen in huis, in een sporthal, een magazijn, ...) mag je overigens ook doen wat je wil, zolang je geen schade aanricht en je toestemming hebt van de eigenaar.

Met een drone van minder dan 5 kilo die niet hoger gaat dan 45 m kom je terecht in klasse 2. Hiervoor heb je wel een geldig attest nodig. Je mag ook enkel bij daglicht vliegen en de drone mag nooit buiten het zicht van de bestuurder komen. Je moet verzekerd

Ook interessant zijn volgende websites:

http://mobilit.belgium.be/nl/luchtvaart/drones/ik_heb_een_drone_wat_nu/privégebruik

<http://mobilit.belgium.be/nl/overfod/organisatie/luchtvaart>

zijn voor burgerlijke aansprakelijkheid (en de verzekering moet luchtvaartactiviteit en het gebruik van op afstand bestuurd vluchtvaartuigen ook dekken).

In alle andere gevallen valt je activiteit in klasse 1. Is je drone zelfs zwaarder dan 150 kg, is overigens het Europees Agentschap voor de veiligheid van de luchtvaart (EASA) bevoegd.

Een aantal regels zijn evident, maar het kan nooit kwaad om ze nog even te noemen:

- Je bent volledig verantwoordelijk voor je eigen vluchten: controleer je drone voor vertrek, hou hem in het oog en blijf binnen de toegelaten grenzen.
- Respecteer het privéleven van anderen: geen foto's van die knappe buurjongen... Overvlieg geen personen, en houd 50 m afstand van (groepen) mensen.
- Blijf weg uit de openbare ruimte, en zeker uit risicozones zoals industriële complexen, nucleaire installaties, gevangenissen, etc.

Sowieso is het niet toegelaten om een drone te gebruiken over, in en rond de bebouwde kom, industriezones en gecontroleerd luchtruim (aanvliegroutes van vliegtuigen!). Ook mag men geen personen of post vervoeren, producten verstuiwen, een ander toestel slepen, met andere toestellen in formatie vliegen of stunts uithalen.

Wie de hele wettekst zelf wil nalezen, kan terecht op <http://tinyurl.com/zv6m8mx>.

	Recreatief	Klasse 2	Klasse 1b	Klasse 1a
Min leeftijd	Geen	16	18	18
Max. opstijgmassa	1 kg	5 kg	150 kg	150 kg
Max. vlieghoogte	10 m	45 m	91 m	Meer dan 91 m mogelijk
Risicoklasse	Geen	Laag	Middel	Hoog
Commercieel gebruik	NEE	JA	JA	JA
Vliegbewijs nodig?	NEE	JA	JA	JA
Theorie-opleiding?	NEE	JA	JA	JA
Theorie-examen?	NEE	NEE	JA	JA
Praktijkopleiding?	NEE	JA	JA	JA
Praktijkexamen?	NEE	JA	JA	JA



In Nederland worden roofvogels gebruikt om niet-toegelaten drones uit te lucht te vangen. Kijk zelf op <https://www.youtube.com/watch?v=Hif0-ebmE1s>

Zelf aan de slag

Wellicht heb je ondertussen al een geweldig idee opgedaan om zelf de wereld weer een stukje beter te maken met behulp van een drone of een andere vorm van remote sensing. Je hebt je via een MOOC ondergedompeld in de achtergrond van het probleem dat je wil aanpakken en je hebt een plan. Geweldig! En waarom zou je het nu niet verder uitwerken? Misschien is je idee bruikbaar genoeg om er een bedrijfje van te maken en geld te verdienen. Zoals we in het begin van dit dossier aantoonde, zou je niet de eerste (en hopelijk ook niet de laatste) zijn die een succesvol bedrijf uitbouwt op basis van knutselwerk aan de werkbank in de garage.

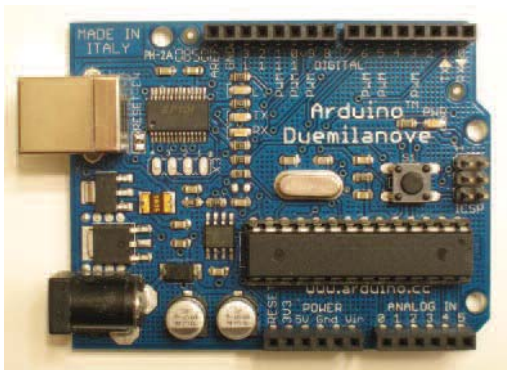
Elektronica

Om bij de tijd te blijven (en mee te bouwen aan die Vierde Industriële Revolutie) gaan we er even van uit dat je wel wat elektronica nodig hebt om je toestel aan te sturen. Voor je begint te sleuren met kilo's koperdraad en zwaar soldeergerief, kan je best even rondkijken naar enkele moderne manieren om je te verkneukelen in elektronica-proefjes. Je zal dan

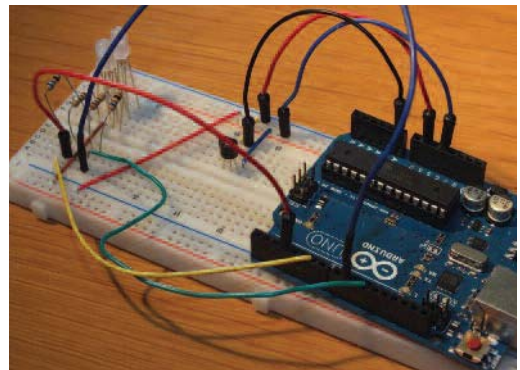


uitkomen bij het open source-platform Arduino/Genuino. De term open source is toegelicht in het kaderstukje op de volgende bladzijden. Voor de volledigheid: de naam Arduino is de merknaam in de VS, terwijl in de rest van de wereld tegenwoordig eerder de naam Genuino wordt gebruikt. We zullen ons daar dan ook aan houden.

Het hele systeem werd ontwikkeld door een groep elektronica-docenten in Italië, die op zoek waren naar een manier om snel verschillende prototypes voor een schakeling te testen. Het systeem moest daarenboven eenvoudig genoeg zijn om al gebruikt te kunnen worden door studenten zonder enige ervaring. De basis bestaat uit een basis-microcontroller (op de figuur), waaraan we verschillende sensoren, een wifi-verbinding, een gps en nog veel meer kunnen koppelen. Desalniettemin kan Genuino gebruikt worden in allerlei projecten die duidelijk het niveau van amateur overstijgen: bij het aansturen van pompen in waterzuivering of van gethermostatiseerde kweekkamers voor planten, in domotica enz. . .



Arduino-microcontroller, type Duemilanove.
Bron: Minime72706, publiek domein.



Arduinoschakeling met enkele LED-lampjes en een temperatuursensor.

Naast de Genuino-hardware bestaat er ook een al even open stukje software om de microcontroller mee te programmeren, te downloaden van de web-site (www.arduino.cc). Om de lijst met toepassingen van de Genuino te vergroten, bestaan er bovendien “shields”: een soort aanbouwplaatjes met nieuwe mogelijkheden, zoals de mogelijkheid om via wifi of Bluetooth gegevens naar een computer te sturen, of de mogelijkheid om een van de tientallen sensoren aan te koppelen.

Het mooie van dit platform is, dat er duizenden mensen over de hele wereld bezig zijn met Genuinoprojectjes en -projecten. Al die mensen delen hun ervaring en ideeën, hun prototypes en hun programma's en zo heb je hopen materiaal om op verder te bouwen. Wil je een toestel bouwen dat luchtvervuiling en radioactieve straling meet? Een koffiezetapparaat dat je via een tweet kan activeren? Een kattenluikje dat enkel opengaat als de juiste kat ervoor staat (met controle via een medaillon dat reageert op één bepaalde radiofrequentie)? Dat kan allemaal (en de instructies staan gewoon online)!

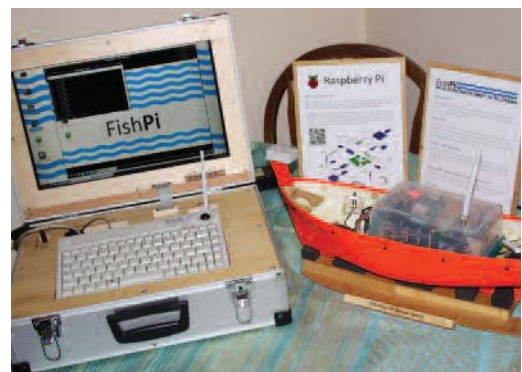


Bioloog toont zijn zelfbouwpakket “Open PCR”, een open source-toestel om DNA te amplificeren. De kast waarin het toestel zit bestaat uit hout, op maat gesneden met een lasercutter.

Naast de Genuino-microcontrollers kan je ook voor enkele tientallen euro's je eigen computer in mekaar steken, met behulp van de Raspberry Pi. Ook met dit hebbeding bouwden knutselaars over de hele wereld hun stoutste dromen uit: een arcade game machine, een levensechte versie van de Star Wars droid R2D2 en een volautomatische cocktailmixer. En om echt van te snoepen is de FishPi, een autonoom varende drone die hopelijk de overkant van de Atlantische Oceaan haalt. Volg het verhaal zelf op www.fishpi.org.



*Arduino sonar.
Bron: Rmurhutta, CC BY-SA 4.0*

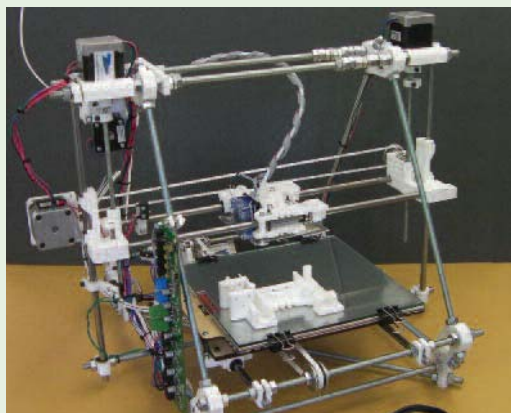


De FishPi.

Open source, de kracht van de gemeenschap

Lange tijd werd gedacht dat het octrooi (het patent) het best diende als basis voor technologische innovatie en vooruitgang. Een uitvinder of een bedrijf dat een vooruitstrevende, nieuwe techniek had bedacht, kan tijdelijk het exclusieve recht krijgen om die vernieuwing te gebruiken (vandaag de dag meestal twintig jaar), in ruil voor het volledig openbaar maken van de vernieuwende vinding in kwestie. Met een octrooi in de hand kan het bedrijf alle competitie gedurende die periode verbieden om van de nieuwe vinding gebruik te maken, ook al had een ander bedrijf dezelfde vernieuwing onafhankelijk uitgewerkt: bij octrooiën geldt immers dat wie eerst komt, eerst maalt. Let wel – een octrooi is geen garantie op ongebreidelde winst (ook al denken vele mensen van wel): de innovator krijgt enkel een beetje voorsprong op de concurrentie, maar moet zelf nog wel alle inspanningen doen om zijn eigen product zelf op de markt te krijgen. De uitvinder is ook niet automatisch beschermd en moet zelf naar de rechtbank trekken als hij of zij vermoedt dat zijn rechten geschonden zijn.

Een concurrent kan echter wel het octrooi afkopen (en dan is het zijn eigendom), of voor het gebruik van de nieuwe technologie aan de uitvinder de toestemming vragen in ruil voor een deel van de winst. De concurrent krijgt dan een licentie om de geoctrooieerde technologie zelf ook te gebruiken.



*RepRap Pro Mendel, een open source-3D-printer.
Bron: Adrian Bowyer, GNU 1.2*

Jijzelf hebt zo al een pak licenties op je naam staan. Iedereen van ons gebruikt namelijk een pak software (Windows, Office, Adobe Reader, Matlab, ..., maar ook tal van apps op je smartphone) waar we van denken dat we die gekocht hebben. Helaas – de kleine lettertjes zeggen dat je niet de software zelf gekocht hebt, maar wel de licentie om die software onder duidelijke, strikte voorwaarden te gebruiken. Zo mag je de software maar een beperkt aantal keer kopiëren (eenmaal voor eigen gebruik en mogelijks nog eens als backup) en slechts op één computer tegelijk gebruiken en mag je niet zelf beginnen sleutelen aan de broncode van het programma. Overigens – dat kan je uitgebreid lezen als je bij het installeren van nieuwe software niet zoals iedereen onmiddellijk op de knop “Ik ga akkoord” klikt.

Niet iedereen is het met deze gang van zaken eens en als reactie ontstond de vrije/open software-beweging. We citeren hun definitie: “Een programma is vrije software wanneer de gebruikers vier essentiële vrijheden hebben:

- De vrijheid om het programma te gebruiken zoals jij dat wilt, voor elk doel (vrijheid 0).
- De vrijheid om de manier waarop het programma werkt te bestuderen, en om het aan te passen aan je behoeften (vrijheid 1). Beschikbaarheid van de broncode is noodzakelijk hiervoor.
- De vrijheid om het programma te verspreiden, zodat je je naasten kan helpen (vrijheid 2).



*Lasersaur.
Bron: SteveBaker, CC BY-SA 3.0*

- De vrijheid om het programma te verbeteren en te verspreiden, zodat de hele gemeenschap hier voordeel van heeft (vrijheid 3). Beschikbaarheid van de broncode is ook hiervoor noodzakelijk.”

(bron: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>, dd. 3 september 2016)

Er wordt wat gekissebist over de termen open en vrije software (vooral omdat er in het Engels een begripsverwarring bestaat met freeware, wat gewoon “gratis” betekent en niet per se “met open broncode”), maar daar gaan we in dit dossier aan voorbij. We gebruiken de term OPEN.

Ondertussen bestaat er een massa open software. De best bekende zijn het besturingssysteem Linux, de browser Mozilla Firefox en de e-mailcliënt Mozilla Thunderbird. Voor je mediabestanden kan je kiezen voor de VLC Media Player of Media Player Classic, om partituren of audio te bewerken kan je terecht bij respectievelijk MuseScore en Audacity, en voor je tekstverwerking kan je gebruik maken van LaTeX, Open Office of LibreOffice. Statistiek doe je met R als je voor een open softwarepakket kiest en zelfs het commerciële Drupal is een open source pakket. Kijk maar eens op https://nl.wikipedia.org/wiki/Lijst_van_opensourcesoftware voor meer voorbeelden.

De laatste jaren heeft de open source-filosofie zich uitgebreid naar hardware. Toestellen dus, waarbij de gebruiker kan beschikken over de volledige blauwdruk (met alle elektronische schakelingen). Het best bekende voorbeeld is hier de Arduinomicrocontroller. Er bestaat ook een open source 3D-printer (de RepRap, te koop als volledig bouw pakket) en een open source lasersnijder (de Lasersaur).

Overigens bestaat er ook een open sourcevariëteit van cola. Waar het recept van Coca-Cola en Pepsi-Cola door de desbetreffende producenten strikt geheim wordt gehouden, hebben grote groepen vrijwilligers de handen in mekaar geslagen om cola's met publiek bekende recepten te maken die de smaak van elk van beide grote merken sterk benaderen.



LEGO®-DUPLØ®-bouwblokken, uit ABS.

Bron: Arto Alanenpaa, CC BY-SA 3.0

Onderdelen: tweedehands of 3D-geprint

Uiteraard heb je onderdelen nodig om je prototype te bouwen. Een prototype is een eerste werkend model van een bepaald product, waarmee allerlei tests kunnen gebeuren: uit welke materialen maak je je product verder af, zitten de kabels en de besturingselementen niet in elkaars weg en is je motor wel sterk genoeg om je nieuwe drone de lucht in te krijgen? Je kan ook een dummy maken om te sleutelen aan het design: welke verf is weersbestendig genoeg? Heeft het apparaat geen scherpe randen waar men zich aan kan snijden? Kan je het toestel produceren voor minder geld?

Je onderdelen hoeven ook niet uit metaal te zijn. Plastic is best bewerkbaar en de dag van vandaag in allerlei vormen te produceren met een 3D-printer. Twee soorten plastic zijn het meest in gebruik: polylactaat (polymeren van melkzuur, PLA) of Acrylonitril-butadien-styreen (ABS). Het eerste is biodegradeerbaar en het tweede ken je het best als de grondstof voor de overbekende Lego-blokken. De buitenwand van ons nieuwe apparaat kunnen we overigens ook uitsnijden in hout, op maat, met een zelfgebouwde lasercutter.

Koken kost geld: Crowdfunding

Onafhankelijk van de doelstellingen van je innovatieve bedrijf zal je toch op een bepaald moment geld nodig hebben om de stap te zetten van knutselproject naar opstartend bedrijfje. Naast een klassieke lening bij een bank of een investeringsfonds bestaat er sinds enkele jaren een zeer democratische manier van investeren: de crowdfunding. Hierbij stel je je idee voor op een website, open voor iedereen. Al wie brood ziet in je project, kan een financiële bijdrage leveren.

Zo een bijdrage kan verschillende vormen aannemen:

- Als je het niet nodig vindt om iets terug te krijgen in ruil voor je steun, kan je kiezen voor sponsoring of een gift. Voor sponsoring kan een bedrijf eventueel nog wat reclame in ruil vragen; van een gift

verwacht men niet echt een persoonlijke winst. Men geeft in dit geval geld omdat het project het verdient, omdat het doel van grote sociale waarde is, ... We kennen deze vorm maar al te goed: wie is er geen lid van het World Wildlife Fund, Amnesty International, Greenpeace of een van de honderden andere liefdadigheidsprojecten?

- Sommige projecten beloven iets in ruil voor een bepaald bedrag dat ze ontvangen. Steun een onthuisende rockband om een drumstel te kopen en je krijgt een exemplaar van hun eerste cd; help de toneelvereniging met geld om middeleeuwse kledij te laten maken en je krijgt een zitje op de eerste rij. Het kan ook verder gaan: als je gelooft in de beloofde geweldige innovatieve 3D-printer, kan je beslissen om er nu al een aan te kopen (en die pas maanden later, wanneer het bedrijf goed en



Belgische crowdfunding-initiatieven

Angel.me werkt met aandelen of via beloningen (zichtbaarheid, kortingen, aanbiedingen, ...). Crofun is een brede website waarbij alle mogelijke van crowdfunding aan bod kunnen komen.

Look & fin werkt louter via leningen en richt zich op groeiende kmo's. Ook MyMicroinvest richt zich exclusief naar startups en werkt met leningen of aandelen. Bolero is een organisatie van KBC. Hier kan je aandelen of obligaties van je zaak verkopen. Je kan met Bolero tot 300.000 euro ophalen, wat het platform ook geschikt maakt voor grotere bedrijven.

Nog lokaler kan ook: Growfunding is een lokale site in Brussel. In Gent is er Crowdfunding.gent.

Internationale initiatieven

Ulule is de grootste Europese crowdfunding-site en werkt met beloningen. Alle projecten samen haalden hier al voor meer dan 60 miljoen euro binnen. Bij KissKissBankBank kan je investeerders voor een creatief project vinden. De website werkt ook met beloningen. 976 000 mensen investeerden op deze site voor meer dan 55 miljoen euro en steunden zo meer dan 22 000 projecten.

Kickstarter en Indiegogo zijn internationale platforms en wellicht de bekendste op de crowdfunding scene. Op Kickstarter is sinds het platform op 28 april 2009 van start ging, 2,6 miljard euro toegezegd en werden meer dan 111 000 projecten volledig ondersteund. Deze som kwam van 11 miljoen mensen (en meer dan een kwart ervan steunde reeds meer dan één project).

wel is opgestart en in productie gegaan is, te ontvangen).

- Een lening op afbetaling, al dan niet tegen een (lage) rente is een derde mogelijkheid. Hierbij sluit je natuurlijk wel een contract tot terugbetaling (ook als je bedrijfje het toch niet waarmaakt).
- Tot slot zijn er aandelen: wie investeert, doet dat door later te participeren in de winst (of het geïnvesteerde geld te verliezen wanneer het project mislukt).

Wat voor bijdrage je kan leveren, hangt af van de website die de crowdfunding organiseert. In bijgevoegde kader vind je een reeks nationale en internationale initiatieven. Neem gerust een kijkje en steun een boeiend initiatief.



Tot slot...

In dit dossier hebben we het thema innovatie belicht vanuit de hoek van de Vierde Industriële Revolutie. Door het groeiende belang van open source-applicaties in software en apparatuur staat de poort naar die Vierde Revolutie open voor alle meisjes en jongens met een goed stel hersenen en de passie om voor hun ideeën te gaan. Of je nu houdt van het betere knutselwerk, dan wel een briljant plan hebt om je eigen multinational te beginnen, in dit dossier vind je het nodige om de eerste stappen in de juiste richting te zetten. Veel plezier ermee!



Bio-MENS

Bio-MENS vzw - www.biomens.eu
©2016

MENS wordt uitgegeven door Bio-MENS vzw, die borg staat voor de inhoud, wetenschappelijke correctheid en popularisatie.

Alle figuren vallen onder de creative commons-regeling (zoals aangegeven per foto).

De tekst wordt vrijgegeven onder Creative Commons BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.nl>).

U bent vrij om:

- het werk te delen — te kopiëren, te verspreiden en door te geven via elk medium of bestandsformaat
- het werk te bewerken — te remixen, te veranderen en afgeleide werken te maken
- voor alle doeleinden, inclusief commerciële doeleinden

Onder de volgende voorwaarden:

- **Naamsvermelding** — De gebruiker dient de maker van het werk te vermelden, een link naar de licentie te plaatsen en aan te geven of het werk veranderd is. Je mag dat op redelijke wijze doen, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat de licentiegever instemt met je werk of je gebruik van het werk.
- **GelijkDelen** — Als je het werk hebt geremixt, veranderd, of op het werk hebt voortgebouwd, moet je het veranderde materiaal verspreiden onder dezelfde licentie als het originele werk.

De licentiegever kan deze toestemming niet intrekken zolang aan de licentievoorwaarden voldaan wordt.

Hoofredactie

Dr. Ing. Joeri Horvath

Redactie

Prof. Dr. Geert Potters
Hogere Zeevaartschool

Kernredactie

Lic. Karel Bruggemans, VRT
Prof. Dr. Roland Caubergs, Universiteit Antwerpen
Dr. Guido François, Universiteit Antwerpen
Ir. Ariane Ooms, FSC Officer Greenheart Group
Lic. Chris Thoen, middelbaar onderwijs
Dr. Ir. Marjolien Vanoppen, Universiteit Gent
Prof. Dr. Diane Van Strydonck, Universiteit Antwerpen

Algemeen secretariaat

Dr. Sonja De Nollin, Universiteit Antwerpen
Veerle Van Cauwenberg
Patrick Vandeweerd

contact@biomens.eu
Tel. +32 (0)3 284 00 05

Vormgeving en ontwerp

Peter Faes - www.odevie.com

Losse nummers

Alle dossiers zijn gratis te downloaden op www.biomens.eu.

De Jonge Baekeland jongerenwedstrijd

Alle info te vinden op www.biomens.eu.

MENS

Alle dossiers zijn gratis te downloaden op www.biomens.eu.

- ... 72 Jongeren durven innoveren
- 73 Op weg naar Mars
- 74 Waarheen leidt het spoor?
- 75 Als het bloed niet meer stroomt
- 76 PVC: harmonie van duurzaamheid en design
- 77 Mariene biodiversiteit
- 78 Systeembio
- 79 Bijen
- 80 (Over)Bevolking
- 81 Overbevissing
- 82 Eerlijk eten
- 83 Bamboe
- 84 Kanker, de vijand binnin
- 85 Biomimicry
- 86 Gehoor en gehoorproblemen
- 87 Geneesmiddelen
- 88 Kankerbehandeling
- 89 Kwantummechanica
- 90 De volstrikken van het klimaatdebat
- 91 Knutselen met plantengenen (deel 1)
- 92 Knutselen met plantengenen (deel 2)
- 93 Eten om te leven

DE JONGE BAEKELAND

2017

Prijzenpot tot
2500 euro
geschonken door de
Nationale Loterij

Drones: van robotlibel tot meccanoforel

Onbemande voer-, vlieg- en
vaartuigjes



De gezondheid van landbouwtoepassingen meten via remote sensing, op zee sporen naar illegale lozingen van afval, opvolgen van de diversiteit in bossen, populaties van zeezoogdieren en zeevogels monitoren, schade aan verkeersinfrastructuur in kaart brengen,... Het zijn maar enkele voorbeelden waar drones (Unmanned Aerial Vehicles, UAV's, onbemande vliegende voertuigen) ingezet worden. Het cruciale begrip in alle toepassingen is Remote Sensing: informatie verkrijgen over een object zonder dat er rechtstreeks fysiek contact plaatsvindt.

*Geneesmiddelen leveren in rampgebieden?
Mensen opsporen in brandende gebouwen?
Wifi hotspots creëren in afgelegen gebieden?
Waarvoor kunnen drones nog ingezet worden?*



Ga op zoek naar **toepassingen van drones** die de **mensheid** en de **wetenschap ten goede komen**. Maak een theoretisch, geargumenteed werkstuk of ontwerp een prototype van een drone-toepassing. Wees creatief, maar zorg dat het **wetenschappelijk** verantwoord blijft. Laat de jury versteld staan van jouw idee!

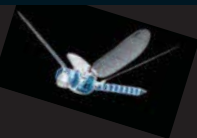
Organisator Bio-MENS vzw zoekt voor de 9e editie van **De Jonge Baekeland** denkers en doeners met een creatieve geest uit de **derde graad secundair onderwijs** (aso, tso, bso en kso).

Inschrijven kan t.e.m. 19 februari 2017 via www.biomens.eu. Deelname is gratis.
De finale vindt plaats op vrijdag 5 mei 2017.



MeNS

MILIEU EDUCATIE NATUUR SAMENLEVING



MeNS komt naar je toe met een veertiende lezing

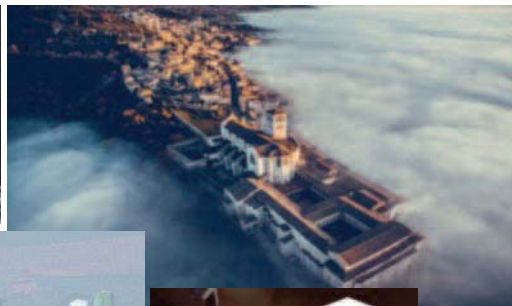
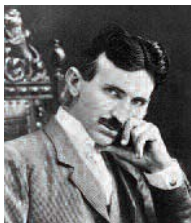


Drones:

de robotlibellen van de lucht

- Waarom zijn drones zo onmisbaar bij 'precision farming'?
- Wat hebben drones met bijen gemeen?
- Remote control nu al de tijd van toen?
- Hobbyist drones, commercial drones, large military-specific drones, stealth combat drones. What's in a name?
- DJI Phantom X concept. Waar heb je het in hemelsnaam over?
- Follow-me drones! Science fiction?
- Wat is de link tussen drones en 'Living Tomorrow – Vision 2030'?
- Welke wetenschappelijke en technische toepassingen kennen we vandaag en kunnen we verwachten van drones?
- Hoe zit het gesteld met de huidige wetgeving rond drones in ons land?

MeNS komt met antwoorden naar je toe.



Nu in jouw school, vereniging: een mens met antwoorden

- Christiaan Thoen brengt de nieuwste updates van wetenschappelijke, technologische en milieugebonden fenomenen naar je school, vereniging of instelling met opmerkelijke presentaties vanaf 15+
- Elke presentatie sluit aan bij een editie van het educatief-wetenschappelijk tijdschrift MeNS, goed voor meer dan 90 wetenschappelijke onderwerpen.
- Informatie, alle online edities van MeNS en inschrijvingsmodaliteiten voor de lezingen vind je op www.biomens.eu. Schrijf nu in!
- Christiaan Thoen is hydrobioloog, gewezen ondervoorzitter van de vzw Bio-MENS, coauteur van MeNS en wetenschapscommunicator van de UAntwerpen.