



Vlaanderen  
verbeelding werkt

# DE VLAAMSE WETENSCHAPS AGENDA 2018

Inspiratiedocument  
dat burgers en  
wetenschap  
verbindt



VRAAGVOORDEWETENSCHAP.BE

**DE VLAAMSE  
WETENSCHAPS  
AGENDA  
2018**

# INHOUD

05

VOORWOORD

10

HOOFDSTUK 1

Het waarom en hoe van de  
Vlaamse Wetenschapsagenda

14

HOOFDSTUK 2

De themavragen

132

HOOFDSTUK 3

Samenleving en wetenschap  
verbinden

150

BESLUIT

156

BIJLAGEN

## VERBINDEN EN VERRIJKEN

De Vlaamse wetenschap excelleert. Vlaanderen is koploper in tal van wetenschappelijke onderzoeksdomeinen, onze onderzoeksinstellingen staan wereldwijd hoog aangeschreven en met een investering in onderzoek en ontwikkeling van 2,7 procent van het bruto binnenlands product (bbp) liggen we in Vlaanderen ver boven het Europese gemiddelde. De Europese doelstelling om tegen 2020 3 procent van het bbp te besteden aan onderzoek, ontwikkeling en innovatie lijkt voor Vlaanderen een haalbare kaart. Onze sterke positie moeten we bestendigen en waar mogelijk nog versterken, zodat we tot de meest innovatieve regio's in de wereld behoren.

Om de impact, cohesie en slagkracht van het Vlaamse onderzoek te versterken, is samenwerking essentieel. We mogen ons daarbij niet beperken tot voor de hand liggende verbindingen binnen de wetenschap, maar moeten breder kijken, over de grenzen van disciplines en sectoren heen. Interdisciplinaire samenwerking ligt aan de basis van wetenschappelijke domeinen die bepalend zijn voor onze toekomst. Denk maar aan artificiële intelligentie of onderzoek naar armoede. In die en andere domeinen kunnen de exacte en de medische wetenschappen niet zonder kruisbestuiving met cultuurwetenschappen en gedrags- en maatschappijwetenschappen, en omgekeerd. Maar er zijn zeker nog andere, minder voor de hand liggende synergieën die een verrijking kunnen betekenen voor de wetenschap en een duwtje in de rug verdienen.

Naast wetenschappelijke samenwerking kan onderzoek nog een extra dimensie krijgen: door ook burgers te laten deelnemen aan de wetenschap. Ik zet als minister dan ook volop in op initiatieven die burgerwetenschap

en burgerparticipatie in onderzoek verder uitbouwen en ondersteunen. Wetenschappers en beleidsmakers kunnen enthousiaste burgers bijvoorbeeld betrekken om data te verzamelen. Maar burgers kunnen ook meedenken over bepaalde wetenschappelijke hypotheses en concepten. Die aanpak kan wetenschappers helpen om out of the box te denken en de klassieke denkpijpen te verruimen en te verrijken.

Om dergelijke verrijkende verbindingen te verkennen, kenden we aan het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (FWO) een projectsubsidie toe om een Vlaamse Wetenschapsagenda uit te werken. Niet alleen willen we dat de Vlaamse Wetenschapsagenda de links tussen disciplines onderling en de verbindingen tussen sectoren blootlegt. We hopen ook dat de agenda bruggen bouwt tussen wetenschap en samenleving. Een belangrijk uitgangspunt voor het FWO was dan ook om de Vlaamse Wetenschapsagenda tot stand te laten komen vanuit een brede raadpleging van de bevolking. Alle Vlamingen werden uitgenodigd om hun vraag voor de wetenschap in te dienen. Op die manier peilden we naar de vragen en interesses die in Vlaanderen leven.

De Vlaamse Wetenschapsagenda is geen eindpunt, maar een levend document. Het is een tool voor wetenschappers om nieuwe verbindingen aan te gaan met andere disciplines, met het bedrijfsleven, het beleid, organisaties ... Tegelijk is de agenda een informatiebron waarin burgers kunnen ontdekken welke vragen leven in de maatschappij, hoe de wetenschap daarop inzet en op welke manier ze zelf kunnen bijdragen aan wetenschappelijk onderzoek.

Hoewel de wetenschap voortdurend evolueert en groeit, zullen de uitgangspunten en hoofdlijnen van deze

agenda niet meteen veranderen. Nog jaren biedt dit document houvast aan wetenschappers, overheidsinstellingen, bedrijven en burgers om verbindingen op te zoeken en elkaar te inspireren. Vanuit de Vlaamse overheid moedigen we die samenwerkingen aan, zodat de Vlaamse wetenschap verder kan excelleren.

Het traject om tot deze agenda te komen was intensief, maar verrijkend. Uit eerdere projecten en enquêtes weten we dat de belangstelling in wetenschap groot is bij de Vlaming. Dat enthousiasme en die betrokkenheid worden met de Vlaamse Wetenschapsagenda nogmaals bevestigd: meer dan tienduizend vragen kwamen binnen, een onverhoopt succes. Wetenschap is geen zaak van wetenschappers alleen – iedereen kan zijn steentje bijdragen. Ik hoop dat de Vlaamse Wetenschapsagenda iedereen nog jaren mag inspireren om de wetenschap in Vlaanderen verder te laten verbinden en naar een hoger niveau te tillen, en zo onze samenleving mee klaar te stomen voor de toekomst.

Ik wens je veel leesplezier.

**Philippe Muylers**  
Vlaams minister van Werk, Economie,  
Innovatie en Sport



## “BEDANKT VOOR JOUW VRAAG!”

Het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (kortweg FWO) staat al negentig jaar lang garant voor het financieren van excellent niet-gericht onderzoek uitgevoerd aan onze Vlaamse universiteiten en onderzoekscentra. Het FWO is de plek waar onderzoekers bottom-up ideeën kunnen aanbrengen. Het is ook de plaats waar collega-onderzoekers bestuderen hoe we al die bruisende voorstellen kunnen ordenen, voorzien van de nodige middelen of – als ze nog onvoldoende scherp zijn – kunnen bijsturen en verbeteren. Bij het FWO wordt kennis ontwikkeld voor nu en straks.

De afgelopen negentig jaar lag de FWO-financiering aan de basis van grote wetenschappelijke doorbraken in Vlaanderen. Kenmerkend is dat die doorbraken vaak pas vele jaren later naar waarde

worden geschat, omdat het tijd vergt om tot bruikbare toepassingen te komen of tot inzichten die ons wereldbeeld veranderen. Het zichtbaar maken van die inspanningen op wetenschappelijk vlak, door een dialoog aan te gaan met de brede maatschappij, was voor ons een van de belangrijkste drijfveren om – op vraag van minister Muyters – onze schouders te zetten onder het ambitieuze project van de Vlaamse Wetenschapsagenda. Het FWO draagt wetenschapscommunicatie immers hoog in het vaandel. Kijk maar naar initiatieven zoals het wetenschapsfeest Kennismakers, de lezingenreeks Grijsje Cellen en de doedag Kom Naar Buiten.

Voor het eerst kreeg jong en oud in Vlaanderen de kans om aan wetenschappers duidelijk te maken wat hen boeit in de wereld van de wetenschap. Dat varieerde van heel kleine dingen tot de grote maatschappelijke

uitdagingen waar we vandaag voor staan. Onder het motto ‘Vraag voor de wetenschap’ trokken we naar het ruime publiek. We gingen langs bij tientallen scholen en schuimden tal van evenementen af om iedereen de kans te geven een vraag te formuleren.

We hadden weliswaar gehoopt dat Vlaanderen massaal zou reageren, maar het eindresultaat overtrof alle verwachtingen. Met meer dan tienduizend ingezonden vragen is het overduidelijk dat er in heel veel Vlamingen – ongeacht hun leeftijd, sociale achtergrond of beroep – een kleine Einstein schuilt, en dat de Vlaamse bevolking graag van gedachten wisselt over wetenschappelijke onderwerpen om actief mee te bouwen aan een betere toekomst.

In die zin vormt de massa vragen, gebundeld in dit boek, een dankbare aanzet tot verdere dialoog tussen

wetenschappers onderling en tussen wetenschappers en burgers. Die dialoog, die voor ons uitermate belangrijk is, willen we de komende jaren graag mee vorm geven.

De vraag of de Vlaamse bevolking de wetenschap een warm hart toedraagt, kunnen we bij deze met een volmondig ‘ja’ beantwoorden. Jouw vraag aan de wetenschap helpt mee om kennis en kunde die ons allemaal ten goede komen te stimuleren en te bevorderen. Waarvoor onze bijzondere dank.

**Hans Willems**  
*Secretaris-generaal Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen*

**Willy Verstraete**  
*Voorzitter Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen*

“DE MASSA  
 VRAGEN IN DIT  
 BOEK VORMT EEN  
 DANKBARE AANZET  
 TOT VERDERE  
 DIALOOG TUSSEN  
 WETENSCHAPPERS  
 ONDERLING  
 EN TUSSEN  
 WETENSCHAPPERS  
 EN BURGERS”

## DANKWOORD

Aan de basis van de Vlaamse Wetenschapsagenda liggen de meer dan tienduizend prikkelende vragen die Vlaanderen heeft ingestuurd. Onze dank gaat dan ook massaal uit naar iedere enthousiasteling die vanuit zijn of haar interesses of leefwereld een vraag voor de wetenschap heeft gesteld.

Die tienduizend vragen hebben we natuurlijk niet van de ene op de andere dag verzameld. Aan het roer van de Vlaamse Wetenschapsagenda stonden een stuurgroep en een projectteam, beide onder leiding van het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (FWO) en ondersteund door een breed samengestelde klankbordgroep die vanaf de start betrokken was bij de vormgeving van het hele proces. Het is dankzij hun input en die van de externe partners Tree company, Indiville, Levuur en Pantarein Publishing dat het initiële idee van een brede burgerbevraging gaandeweg meer vorm kreeg en is uitgegroeid tot dit succesverhaal. In iedere stap van het proces konden we op hen rekenen. Bedankt daarvoor! Speciale dank gaat ook uit naar onze Nederlandse collega’s, die hun ervaringen met een gelijkaardig initiatief in Nederland met ons deelden.

Op tal van events werden vragen verzameld. Heel wat organisaties en individuen zetten initiatieven op om mensen aan te sporen hun vraag voor de wetenschap in te dienen. Of ze werkten mee aan de organisatie van een bezoek aan een ‘verborgen parel’ of van een Nacht van de Wetenschap. Van actief postkaarten uitdelen tot brainstormsessies in groep organiseren en face-to-face gesprekken aangaan: de verzamelmethodes waren divers maar efficiënt. Een welgemeende ‘dank u’ aan iedereen die daar professioneel of op vrijwillige basis aan heeft bijgedragen. Zonder dit soort initiatieven was het niet mogelijk geweest de kaap van tienduizend vragen te ronden.

Meer dan tienduizend vragen samenvatten in 82 thema’s is niet vanzelfsprekend. Ongeveer honderd experts, verdeeld over vijf panels aangestuurd door telkens twee voorzitters, hebben maandenlang het beste van zichzelf gegeven en hun expertise ter beschikking gesteld om alle vragen te herleiden tot de thema’s in deze publicatie. Ook stelden ze voor ieder thema een overzichtelijke en toegankelijke fiche op. Die fiches vormen de ruggengraat van de Vlaamse Wetenschapsagenda. We zijn alle panelleden dan ook uitermate dankbaar voor de vele uren en dagen (ook tijdens de vakantieperiode) die ze aan dit project hebben besteed.

“WE HEBBEN ERNAAR  
GESTREEFD OM  
ZOVEEL MOGELIJK  
MULTIDISCIPLINAIR  
TEWERK TE GAAN.  
ELKE INGEDIENDE  
VRAAG WERD VANUIT  
DIVERSE OOGPUNTEN  
BEKEKEN”

## “WETENSCHAP IS VAN EN VOOR MENSEN”

Toen de Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten (KVAB) en de Jonge Academie gevraagd werden om mee te werken aan de Vlaamse Wetenschapsagenda, waren we meteen enthousiast. Een belangrijke doelstelling van dit initiatief ligt namelijk in het verlengde van onze missie: de wetenschap bevorderen en bijdragen tot de uitstraling ervan.

De leden van de Academie en de Jonge Academie zijn geëngageerde, vooraanstaande Vlaamse wetenschappers, kunstenaars en bedrijfsleiders die in een multidisciplinair en interuniversitair verband nadenken over belangrijke maatschappelijke uitdagingen. Maatschappelijke interactie en een wetenschappelijke benadering zijn daarbij essentiële onderdelen. De academieleden bouwen verder op bestaande wetenschappelijke kennis en formuleren synthetische analyses en adviezen die zowel het beleid als de brede samenleving inzicht kunnen geven en kunnen inspireren. Met de Vlaamse Wetenschapsagenda wordt dat geconcretiseerd door middel van een origineel tweerichtingsverkeer.

De hoofdtaak van de Academie binnen dit initiatief was de thematische bundeling van de ingediende vragen in goede banen leiden. We zorgden voor een overzichtelijke weergave en contextualisering van de vragen, met een dubbel doel: enerzijds een toegankelijke synthese bieden van welke vragen de burger belangrijk, interessant en relevant vindt, anderzijds aangeven hoe het wetenschappelijke landschap op die

vragen aansluit of in de toekomst nog beter zou kunnen aansluiten, en hoe wetenschappers daarover beter kunnen communiceren.

De KVAB en de Jonge Academie hebben het voortouw genomen bij het samenstellen van de wetenschappelijke panels die de vragen gingen bundelen. We kregen daarbij de gewaardeerde hulp van de Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België (KAGB), omdat een belangrijk deel van de vragen verband hield met gezondheid en geneeskunde. Elk van de panels werd voorgezeten door een duo, bestaande uit een lid van de KVAB (of KAGB) en een lid van de Jonge Academie. Zij hebben de panelleden aangestuurd, een honderdtal in totaal, afkomstig uit verschillende geledingen van de wetenschappelijke gemeenschap: universiteiten, hogescholen, onderzoeksinstellingen en het bedrijfsleven.

De Vlaamse Wetenschapsagenda is het resultaat van samenwerking tussen al die panels, die we hierbij bedanken. Om dit te verwezenlijken waren uren, weken, zelfs maanden van overleg nodig tussen experts van verschillende disciplines. We hebben ernaar gestreefd om zoveel mogelijk multidisciplinair tewerk te gaan. Elke ingediende vraag werd vanuit diverse oogpunten bekeken.

De thema's die we hier voorleggen zijn representatief voor de duizenden vragen die binnen zijn gekomen. We bieden geen antwoorden – dat was ook nooit de bedoeling – maar we schetsen bij elk thema een context en geven aan welke wetenschappe-

lijke disciplines raakpunten met het onderwerp hebben.

De wetenschap doet vandaag al zeer veel en is een essentieel instrument bij het aanpakken van maatschappelijke uitdagingen. Dat zoveel mensen vragen voor de wetenschap hebben, bevestigt alleen maar haar belang en waarde. Wetenschap is van en voor mensen: van het beantwoorden van zeer praktische vragen tot het bevredigen van een fundamentele nieuwsgierigheid; van vragen over de verre toekomst tot vragen over de wereld van vandaag en gisteren; van onderzoek in functie van welbepaalde toepassingen tot kennis om de kennis zelf.

**Freddy Dumortier**  
Vast secretaris Koninklijke  
Vlaamse Academie van België voor  
Wetenschappen en Kunsten





01

# HET WAAROM EN HOE VAN DE VLAAMSE WETENSCHAPS- AGENDA

De opdracht van de regering

Wat is de Vlaamse  
Wetenschapsagenda?

Waarom een Vlaamse  
Wetenschapsagenda?

Hoe kwam de Vlaamse  
Wetenschapsagenda tot stand?

# HET WAAROM EN HOE VAN DE VLAAMSE WETENSCHAPSAGENDA

**Wat is de Vlaamse Wetenschapsagenda precies en waarom is dit document zo belangrijk? Hoe kwam deze verbindende agenda tot stand?**

## De opdracht van de regering

In december 2017 kreeg het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (FWO) van Vlaams minister van Werk, Economie, Innovatie en Sport Philippe Muyters de opdracht om een Vlaamse Wetenschapsagenda uit te tekenen. Het FWO ging daarvoor een samenwerking aan met de Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten (KVAB), de Jonge Academie en het Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI) van de Vlaamse overheid.

De minister kende voor dit project aan het FWO een subsidie toe, met als belangrijke voorwaarde dat de Vlaming actief betrokken moest worden bij de totstandkoming van dit document.

## Wat is de Vlaamse Wetenschapsagenda?

De Vlaamse Wetenschapsagenda is een inspiratiedocument dat uiteenlo-

pende wetenschappelijke disciplines verbindt rond fundamentele vragen en maatschappelijke vraagstukken. Het doel: de banden tussen de samenleving en het wetenschappelijk onderzoek versterken en de Vlaamse wetenschap prikkelen tot innovatie, creativiteit en verbinding.

Aan de basis van de Vlaamse Wetenschapsagenda liggen meer dan tienduizend vragen – vragen die Vlamingen van alle leeftijden en met verschillende achtergronden bezighouden. Is er leven buiten de aarde? Hoe kunnen we onze privacy beschermen? Kunnen we ooit 150 jaar worden?

Tijdens de campagne 'Vraag voor de wetenschap', die liep in het voorjaar van 2018, kon iedereen vragen insturen. Uit de ingediende vragen destilleerden een honderdtal experts samen 82 thema's. Die handelen over fundamentele onderzoekskwesties en belangrijke maatschappelijke vraagstukken, die vaak een interdisciplinaire, overkoepelende onder-

zoeks aanpak vergen. De thema's geven een globaal beeld van de interesses en bekommernissen van de Vlaming en maken het hart uit van de Wetenschapsagenda.

De Vlaamse Wetenschapsagenda heeft niet als doel volledig te zijn. Alle thema's in dit boek zijn belangrijk, maar dat wil niet zeggen dat alle belangrijke vragen en interesses die in Vlaanderen leven erin staan. Tegelijk gaat het om een momentopname. De Wetenschapsagenda geeft een beeld van de interesses van de samenleving in 2018.

## Waarom een Vlaamse Wetenschapsagenda?

De Vlaming is geïnteresseerd in wetenschap, maar staat er vaak nog ver van af. Daar wil de Vlaamse Wetenschapsagenda verandering in brengen. Door burgers te betrekken en actief te bevragen, leren we welke vragen hen bezighouden. Die schat aan informatie biedt een inspiratiebron voor het

onderzoek in Vlaanderen: het biedt nieuwe gezichtspunten, verrijkt de wetenschap, kan de impact van onderzoek vergroten en geeft er nieuwe dimensies aan. Tegelijk krijgen burgers inkijk in de manier waarop de wetenschap de verzamelde vragen benadert en schetst de Wetenschapsagenda het belang van het betrekken van de burger bij wetenschappelijk onderzoek. De agenda brengt wetenschap dus dichter bij de samenleving.

Ook tussen wetenschappers onderling is er vaak nog afstand. En ook daar wil de Vlaamse Wetenschapsagenda op inspelen. Onze samenleving staat voor grote uitdagingen. Ingrijpende maatschappelijke transities op het vlak van natuurlijke hulpbronnen, mobiliteit, voedselvoorziening, gezondheidszorg ... dringen zich op. Het zijn stuk voor stuk complexe vraagstukken, waarvoor de wetenschap interdisciplinaire en geïntegreerde oplossingen moet uitdenken. De

Wetenschapsagenda wil daarom een kader aanreiken aan uiteenlopende wetenschappelijke disciplines om samen te werken rond de grote thema's die ons vandaag bezighouden.

De Vlaamse Wetenschapsagenda wil bovendien alle actoren in de keten – wetenschappers, kennisinstellingen, bedrijven, de overheid en het middenveld – prikkelen om innovatieve samenwerkingen op te zetten, niet alleen in Vlaanderen en België, maar ook internationaal, want de wetenschappelijke uitdagingen stoppen natuurlijk niet aan een grens. Het is belangrijk dat de spelers die de onderzoeksresultaten willen en moeten toepassen, van bij het begin bij het onderzoek betrokken worden. Verbindingen tussen alle actoren en het onderzoek zorgen er immers voor dat de wetenschap meer impact heeft in de samenleving.

## HOE KWAM DE VLAAMSE WETENSCHAPSAGENDA TOT STAND?

### DECEMBER 2017: OPDRACHT VAN DE MINISTER

Het FWO krijgt van minister Muyters de opdracht om een Vlaamse Wetenschapsagenda op te maken. Het FWO gaat een samenwerking aan met de KVAB, de Jonge Academie en het Departement EWI.

### JANUARI - MAART 2018: NETWERK UITBOUWEN

Het FWO omringt zich met partners door een klankbordgroep en een stuurgroep op te zetten. Die ondersteunen de initiatiefnemers doorheen het hele proces door het project breed mee uit te dragen en te helpen bij het nemen van beslissingen.

### APRIL - JUNI 2018: DE ZES WEKEN VAN DE WETENSCHAP

Van 17 april tot 6 juni krijgen alle Vlamingen de kans om hun vraag voor de wetenschap in te dienen. Rond de centrale vraag 'Op welke vraag wil jij dat de wetenschap in Vlaanderen een antwoord biedt?' loopt een grootscheepse multimediale campagne, met een scala aan initiatieven. In totaal worden 10.599 vragen gesteld door nieuwsgierige en betrokken Vlamingen, maar ook door organisaties, verenigingen, kennisinstellingen, scholen en bedrijven. Al die vragen vormen de bouwstenen voor de themavragen in de Vlaamse Wetenschapsagenda.

### JUNI - NOVEMBER 2018: CLUSTERING EN VERDIEPING

Vijf wetenschappelijke panels met vertegenwoordigers van Vlaamse universiteiten, hogescholen, onderzoeksinstituten, overheidsinstellingen en bedrijven buigen zich over de ingediende vragen. De experts destilleren er 82 overkoepelende thema's uit. Die thema's diepen de panels samen uit tot een fiche, waarin ze het thema omschrijven, de gerelateerde uitdagingen identificeren en er een geïntegreerde (wetenschappelijke) aanpak voor uitstippelen.

### OKTOBER 2018: DE VIJF NACHTEN VAN DE WETENSCHAP

Tijdens de vijf Nachten van de Wetenschap krijgen onderzoekers, burgers en organisaties de kans om samen aan de slag te gaan met de vragen voor de wetenschap. Op vijf locaties in Vlaanderen discussiëren ze telkens over één centraal thema, van gezondheid, evolutie, milieu, mobiliteit tot migratie. De deelnemers gaan dieper op de vragen in, leggen onderlinge verbanden bloot en identificeren mogelijke samenwerkingen om de uitdagingen aan te pakken.

### 14 DECEMBER 2018: OVERHANDIGING VLAAMSE WETENSCHAPSAGENDA

Tijdens het wetenschapsfeest Kennismakers op 14 december 2018 worden de Vlaamse Wetenschapsagenda en de bijbehorende digitale opstelling voorgesteld. Minister Muyters mag de agenda in ontvangst nemen. In een aantal sessies buigen gastsprekers zich bovendien over verschillende vragen uit de campagne.

# 02

## DE THEMA- VRAGEN

---

Opbouw van een themafiche

Vijf categorieën

Welzijn en gezondheid  
Leefbare samenleving  
Leefbare aarde  
Grondslagen en grenzen  
Nut en rol wetenschap





## DE THEM AVRAGEN

Centraal in de Vlaamse Wetenschapsagenda staan 82 overkoepelende thema's, die weergeven welke onderwerpen de Vlaming vandaag bezighouden. Elk thema werkten we uit tot een fiche, en die fiches bundelden we in vijf categorieën: welzijn en gezondheid, leefbare samenleving, leefbare aarde, grondslagen en grenzen, en nut en rol van de wetenschap.

De wetenschappelijke panels hebben alle ingediende vragen behandeld en ondergebracht in minstens één thema. Ze bekeken de thema's en achterliggende vragen met een multidisciplinaire blik. Dat leidde tot heel wat interessante kruisbestuivingen.

Elk thema omvat een hele reeks diverse vragen, gesteld door jong en oud, geïnspireerd door de noden en wensen van mensen, vanuit dromen en geloof, theorie en praktijk.

## Opbouw van een themafiche

**Volgnummer.** Elk thema heeft een volgnummer, van 1 tot 82.

**De themavraag.** Een korte, prikkelende vraag vat de inhoud van de themafiche op een toegankelijke manier samen.

**Voorbeeldvragen.** Per thema selecteerden we enkele vragen uit de berg gestelde vragen. Die illustreren de reikwijdte van het thema. Op de website vraagvoordewetenschap.be kan je per themavraag alle onderliggende vragen raadplegen.

**Raakvlakken.** Elk thema is verbonden met andere thema's, al dan niet uit dezelfde categorie. Een icoon geeft de categorie van deze thema's weer, het nummer is het volgnummer van de thema's.

**Trefwoord.** We vatten de inhoud van het thema samen in een trefwoord.

**Icoon.** Elk thema is voorgesteld door een icoon. Op de website gidsen die iconen je door alle ingestuurde vragen.

39 | OPVOEDING



### Hoe voeden we in de toekomst onze kinderen op?



Hoe kan je een kind liefdevol opvoeden en wat is de beste opvoedingsstijl om een kind groot te brengen?

Zal door de sociale media al het 'echte' sociale verdwijnen?

Jongeren krijgen als individu veel verantwoordelijkheid (bv. zelfmediëring tijdens studies). Zijn we daarin niet te ver gegaan?

Hoe 'wapenen' we onze kinderen tegen een snel veranderende wereld, waar we zelf niet altijd kunnen 'volgen'?



40

#### Uitdaging

Recente ontwikkelingen in de samenleving (meer verschillende gezinsvormen, toegenomen digitalisering ...) stellen opvoeders voor nieuwe uitdagingen. Vroeger gaven ouders hun opvoeding vorm aan de hand van de geldende waarden en normen, maar tegenwoordig is er niet langer sprake van één referentiekader en moeten ouders vaak zelf keuzes maken: Welke waarden en normen zullen we aan onze kinderen doorgeven? Geven we hen de vrijheid om hun eigen keuzes te maken, of houden we het been stijf als het over bepaalde onderwerpen gaat? Willen we heel strikt zijn of laten we onze kinderen hun eigen weg gaan? Daarnaast worden ouders door omstandigheden (bijvoorbeeld echtscheiding) tot bepaalde keuzes gedwongen, zoals co-ouderschap. Dat alles maakt opvoeden minder evident en roept heel wat vragen op. Welke kansen en bedreigingen brengen nieuwe ontwikkelingen in technologie en samenleven met zich mee? En hoe kunnen we vorm geven aan de opvoeding van onze kinderen in een veranderende en snel veranderende samenleving?

#### Hoe pakken we dit aan?

Om op die vragen een antwoord te vinden, moet de wetenschap verschillende stappen zetten. Eerst moeten we onderzoeken hoe aspecten van een veranderende samenleving het opvoeden beïnvloeden. Wat is

de impact op de manier waarop kinderen opgevoed worden en op hoe ze zich ontwikkelen van bijvoorbeeld digitalisering – sociale media, massale beschikbaarheid van games, vrije toegang tot het internet (inclusief geweld en porno), fenomenen als cyberpesten? En wat is de impact van veranderende samenlevingsverbanden – meer echtscheidingen, diverse gezinsvormen? Ouders worstelen ook met de vraag hoe ze hun kinderen het best opvoeden. En de samenleving vraagt zich af welke (minimale) inspanningen we van ouders mogen verwachten. Ook daar moet de wetenschap zich over buigen. Pedagogen moeten samen met sociale wetenschappers en psychologen (en soms met ICT-experts) de hedendaagse uitdagingen in kaart brengen. In samenspraak met filosofen en ethici zullen pedagogen, psychologen en sociale wetenschappers vervolgens een kader moeten tekenen om te reflecteren over wat in opvoeding wenselijk geacht mag en moet worden. Omdat onze samenleving gekenmerkt wordt door een scala aan waarde-kaders en ideologieën, komt het er niet zozeer op aan om dat kader in te vullen, maar wel om kritische vragen op te roepen die opvoeders helpen om de juiste keuzes te maken voor zichzelf en voor hun kinderen. Het lijkt verstandig om bij dit onderzoek onder meer ook ouders, jongerenverenigingen en experts in kinderrechten te betrekken.

**De uitdaging.** Welke uitdagingen brengt het thema mee voor de wetenschap? Welke onderzoeksdisciplines zijn hierbij betrokken en hoe benaderen zij het thema?

**De aanpak.** Welke onderzoekspistes zijn nodig om de uitdaging aan te pakken? Welke antwoorden zijn al gekend en welke vragen staan nog open? Zowat alle themavragen roepen op tot een interdisciplinaire aanpak. Bij veel vragen kan alleen door een combinatie van fundamenteel, toegepast en soms ook beleidsgericht onderzoek concrete winst geboekt worden.



NUT EN ROL WETENSCHAP

GRONDSLAGEN EN GRENZEN

LEEFBARE AARDE

LEEFBARE SAMENLEVING

WELZIJN EN  
GEZONDHEID

## Vijf categorieën

De thema's weerspiegelen de diversiteit en de breedte van de vragen die Vlaanderen aan de wetenschap stelt. We vatten ze samen in vijf grote categorieën, die nauw met elkaar verbonden zijn.



De categorie **Welzijn en gezondheid** heeft betrekking op de individuele mens. Deze categorie bundelt thema's als gezondheidszorg, geneeskunde, preventie en persoonlijkheid.



De categorie **Leefbare samenleving** gaat over de interacties tussen mensen en het functioneren van onze maatschappij. De thema's behandelen een breed spectrum aan onderwerpen, van migratie tot mobiliteit, levensbeschouwing, cultuur en sport.



De categorie **Leefbare aarde** gaat in op het spanningsveld tussen de mens en zijn omgeving. In deze categorie komen thema's als milieuvuiling, voedselproductie, grondstoffen en ecosystemen aan bod.



De categorie **Grondslagen en grenzen** zoomt in op de technologische mogelijkheden en limieten van de mensheid. Het gaat over natuurwetten, de werking van het menselijk lichaam, maar ook over het oneindig grote, zoals het heelal.



De categorie **Nut en rol van de wetenschap** bespreekt thema's als wetenschapsvoering en de rol ervan in de maatschappij, wetenschapscommunicatie en ethiek.

## De panelvoorzitters

De voorzitters van de wetenschappelijke panels leiden elke categorie in. Ze laten hun licht schijnen over de ingestuurde vragen en geven hun visie op de uitdagingen waar we voor staan en hoe we daar als samenleving mee om kunnen gaan. Welke interdisciplinaire samenwerkingen zijn zinvol om met de wetenschap stappen voorwaarts te zetten? Hoe kunnen we de burger daarbij betrekken?

### MEDISCHE WETENSCHAPPEN



**EM. PROF. DR. GEERT LEROUX-ROELS**  
UGent, Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen, Vakgroep Diagnostische Wetenschappen



**PROF. DR. VEERLE DE HERDT**  
UGent, Faculteit Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen, Dienst Neurologie, Vakgroep Hoofd en Huid

### CULTURELE WETENSCHAPPEN



**PROF. DR. AMR RYAD**  
KU Leuven, Faculteit Letteren, Onderzoeksgroep Arabistiek



**PROF. DR. GITA DENECKERE**  
UGent, Faculteit Letteren en Wijsbegeerte, Vakgroep Geschiedenis

### BIOLOGISCHE WETENSCHAPPEN



**PROF. DR. SARAH LEBEER**  
UAntwerpen, Departement Bio-ingenieurswetenschappen, Onderzoeksgroep Milieu Ecologie en Toegepaste Microbiologie



**PROF. DR. MONICA HÖFTE**  
UGent, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Vakgroep Plant en Gewas

### WETENSCHAP EN TECHNOLOGIE



**PROF. DR. VINCENT GINIS**  
VUB, Faculteit Wetenschappen, Onderzoeksgroep Applied Physics



**PROF. DR. CHRISTOFFEL WAELENS**  
KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Onderzoeksgroep Sterrenkunde

### GEDRAGS- EN MAATSCHAPPIJWETENSCHAPPEN



**DR. NELE WITTERS**  
UHasselt, Centrum voor Milieukunde & Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen, Onderzoeksgroep Milieueconomie



**PROF. DR. ANN BUYSSE**  
UGent, Faculteit Psychologie en Pedagogische Wetenschappen, Vakgroep Experimenteel-Klinische en Gezondheidspsychologie



## WELZIEN EN GEZONDHEID

---

“Als we maar gezond zijn.”  
Het klinkt als een boutade, maar gezondheid blijft hoog op de prioriteitenlijst van de Vlaming staan. “Wetenschap die bijdraagt tot de gezondheid van burgers heeft een impact op de veerkracht en kwaliteit van de hele samenleving. Het belang daarvan kan moeilijk overschat worden”, stelt Geert Leroux-Roels van het panel ‘Medische wetenschappen’. “Gezondheidsonderzoek moet meer dan ooit inzetten op interdisciplinaire samenwerking, onder meer tussen de medische wetenschappen, de gedrags- en maatschappijwetenschappen en de cultuurwetenschappen.”





Kunnen we ziektes de wereld uit helpen? Als het over gezondheid gaat, is dat een van de meest gestelde vragen aan de wetenschap. Geert Leroux-Roels: "Mensen hopen op universele oplossingen: hoe kan de wetenschap bepaalde, of wie weet ooit alle ziektes genezen? Daaruit spreekt een hooggespannen verwachting. Soms zijn mensen dan ook teleurgesteld dat er na decennialang onderzoek nog steeds geen oplossing bestaat die ons voorgoed van kanker of aids verlost. Veel vraagstellers vermelden kanker, maar ook vragen over hersenaandoeningen zoals dementie, en over mentale gezondheid kwamen veelvuldig aan bod. Maar het gaat net zo goed over aandoeningen als reumatoïde artritis of colitis ulcerosa, een chronische darmziekte waar een grote groep mensen mee geconfronteerd wordt."

We worden met zijn allen gemiddeld ouder, ook dat houdt de samenleving bezig. "Mensen vragen zich af wat ze kunnen doen om op een gezonde manier oud te worden en lang te leven. Of nog: hoe kunnen we, op korte en langere termijn, een goed leven leiden? Want welzijn omvat meer dan alleen fysieke en mentale gezondheid", zegt Geert Leroux-Roels. En het is ook veel meer dan de afwezigheid van ziekte.

### Complex samenspel

We gaan er misschien al te gemakkelijk van uit dat wetenschappelijke

voortgang ervoor zal zorgen dat we allemaal zorgeloos oud worden. Maar de mens heeft heel wat parameters die onze gezondheid bepalen zelf in de hand: een gezonde levensstijl, verantwoorde voedingskeuzes en in beweging blijven. Helaas hebben we op evenveel factoren geen vat. Veel mensen die gezond leven krijgen toch een ernstige ziekte.

Hoe we leven wordt verder ook beïnvloed door onze sociale omgeving. "Levensstijl is een complex samenspel van individueel gedrag, interpersoonlijke beïnvloeding, systemen, omgeving en context", legt Ann Buysse (Gedrags- en maatschappijwetenschappen) uit. "De gezondheid en het welzijn van mensen kan onder druk komen te staan, onafhankelijk van hun individueel gedrag. Dat kan te maken hebben met maatschappelijke of omgevingsfactoren – ongelijkheid, verdrukkende structuren, slechte huisvesting, problemen tussen mensen, op het werk of op school ... – of met individuele factoren, zoals iemands draagkracht, kwetsbaarheden, persoonlijke geschiedenis, manier van omgaan met emoties en stress, temperament of persoonlijkheid. Vaak gaat het om een combinatie van vele factoren."

### Invloed van leefomgeving

"Ook de kwaliteit van onze leefomgeving, zoals de luchtkwaliteit, heeft een invloed op onze gezondheid: een kwestie die heel wat Vlamingen bezighoudt, zo blijkt uit de ingediende

vragen. Bepaalde aandoeningen zoals immuunziekten en allergieën komen tegenwoordig vaker voor dan vroeger. Externe invloeden zijn daar mee verantwoordelijk voor, denk maar aan micro-organismen, pollen die meer voorkomen, luchtverontreiniging, klimaatverandering ... Gezondheidszorg kan bijgevolg niet zonder onderzoek naar milieu en leefomgeving", zegt Sarah Lebeer (Biologische wetenschappen). "Problemen zoals immuunziekten los je niet op door enkel naar de medische aspecten te kijken. Je moet ook de omgeving monitoren en de impact van blootstelling aan allerlei externe parameters op onze gezondheid onderzoeken."

### Voorkomen is beter dan genezen

Waar mogelijk is het beter om een ziekte te voorkomen dan ze te moeten genezen – niet alleen voor onze persoonlijke gezondheid, maar ook om de maatschappelijke lasten van ziekte en zorg in bedwang te houden. "Vroegtijdige detectie is voor onze gezondheid van groot belang. Door vroegtijdig op te sporen wie bepaalde ziektes zou kunnen ontwikkelen, kan er worden ingezet op preventieve oplossingen", stelt Veerle De Herdt (Medische wetenschappen). "Genetisch onderzoek kan helpen om te voorspellen wie een *person at risk* is, en om te bepalen hoe we daar medisch en ethisch mee omgaan. Wat doe je bijvoorbeeld als je weet dat je het gen draagt voor borstkanker? Die evolutie is volop aan de gang."

Maar bovenal blijft preventie essentieel. Veerle De Herdt: "Bij aandoeningen als hart- en vaatziekten spelen overgewicht en levensstijl bijvoorbeeld een belangrijke rol. De uitdaging ligt hier in gedragsverandering. Het is een typisch menselijke eigenschap om snel in oude gewoontes te vervallen.

## "PROBLEMEN ZOALS IMMUNIZIEKTEN LOS JE NIET OP DOOR ENKEL NAAR HET MEDISCHE ASPECT TE KIJKEN. JE MOET OOK DE OMGEVING MEE IN KAART BRENGEN"

Sarah Lebeer

Er is dus nood aan goede strategieën om gedragsveranderingen teweeg te brengen én te bestendigen."

Naast die persoonlijke aspecten moeten ook structurele factoren als discriminatie, uitsluiting en economische deprivatie aangepakt worden om onwelzijn te voorkomen. Dat kan via interventies gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek in de psychologie, pedagogiek, sociaal werk, sociologie ...

### Betrouwbare informatie

Wie met een vraag zit over zijn gezondheid, heeft behoefte aan betrouwbare informatie. Mensen gaan actief op zoek naar informatie, op het internet en andere kanalen, maar dat blijkt lang niet altijd evident. "Er is zoveel informatie beschikbaar dat mensen door de bomen het bos niet meer zien", meent Sarah Lebeer. "Welke informatie steunt op goed onderbouwde studies en is correct? In welke databanken vind je die terug?"

Online biedt 'dokter Google' een waaier aan antwoorden, maar de wetenschappelijke kwaliteit varieert sterk. Wetenschapsonderwijs kan hier een belangrijke rol spelen. Maar ook de media zouden zich meer kunnen baseren op wetenschappelijk onderbouwde informatie. Het is een groeiende verantwoordelijkheid van wetenschappers om duiding te geven en waar nodig de berichtgeving te corrigeren.

### Samenwerken is een must

Er bestaat al heel wat wetenschappelijke samenwerking als het over gezondheid en welzijn gaat. Sarah Lebeer: "En dat is nodig ook, want gezondheidskwesties zijn bijzonder complex. Het is duidelijk dat er nood is aan een multidisciplinaire aanpak en experts met interdisciplinaire kennis." Geert Leroux-Roels ziet een snelle evolutie: "De laatste vijf à tien jaar

groeit het belang van bio-informatica en wiskundige benaderingen in de geneeskunde sterk. Krachtige computers maken medische doorbraken mogelijk die twintig jaar geleden ondenkbaar waren."

Ook de brug tussen de medische wetenschappen, de gedrags- en maatschappijwetenschappen en de cultuurwetenschappen is van belang. Als het om de gezondheid en het welzijn van mensen gaat, zijn namelijk allerlei ethische kwesties van tel, zegt Amr Ryad (Culturele wetenschappen). "Mensen hebben uiteenlopende culturele en religieuze achtergronden; sommigen hebben ook een migratieachtergrond. Als ze medische problemen hebben, zitten mensen – net vanuit die achtergronden – met bepaalde vragen. Als dokter en patiënt er niet in slagen om een gemeenschappelijke taal te hanteren, kan dat tot misverstanden leiden. Cultuurwetenschappers kunnen hier een bemiddelende rol vervullen."

Gedrags- en maatschappijwetenschappers zijn dan weer experts in het verklaren en voorspellen van gedrag, ook op het vlak van gezondheid. Welke barrières houden mensen tegen om gezondere alternatieven te kiezen? Over welke veer- en draagkracht beschikken mensen om zich staande te houden? Wat bepaalt het welzijn van mensen? Het zijn vragen waar gedrags- en maatschappijwetenschappers zich dagelijks over buigen.

Amr Ryad ziet stilaan meer samenwerking tussen ethici en universitaire ziekenhuizen. "Opleidingsmodules worden opgestart over medische ethiek vanuit religieus, cultureel of migratieperspectief. Ethici zouden op dit vlak concrete onderzoeksprojecten kunnen opzetten met ziekenhuizen."

### Citizen science

Meer en meer krijgt ook de burger een actieve rol in het gezondheidsonderzoek, al is het zeker nog geen evidentie. Het grootschalige citizen science-project CurieuzeNeuzen heeft alvast aangetoond dat je mensen op grote schaal kan mobiliseren. Zeker als er een link is naar welzijn en de eigen gezondheid is de interesse groot. "Citizen science of burgerwetenschap wordt pas echt interessant als je de betrokken burgers niet alleen van informatie voorziet of zelf data laat leveren, maar als er ook echte interactie is", zegt Sarah Lebeer. "We hebben bijvoorbeeld een project uitgevoerd rond de aanwezigheid van nuttige bacteriën in gefermenteerde groenten. Fermenteren is een bereidingswijze die bij hobbykoks aan populariteit wint. We kwamen erachter dat zij veel creatieve expertise hebben. Als wetenschappers kunnen we daarvan leren. Er is heel wat waardevolle ervaringskennis bij burgers, die net daardoor op hun manier ook experts zijn."

## "ALS DOKTER EN PATIËNT ER NIET IN SLAGEN OM EEN GEMEENSCHAPPELIJKE TAAL TE HANTEREN, KAN DAT TOT MISVERSTANDEN LEIDEN. CULTUURWETENSCHAPPERS KUNNEN HIER EEN BEMIDDELLENDE ROL VERVULLEN"

Amr Ryad



## Wat is de impact van onze omgeving op onze gezondheid?



Waarom blijven mensen roken, als er op pakjes sigaretten walgelijke foto's staan?

Hoe kunnen we het gezondheidssysteem veranderen waarbij de focus voornamelijk ligt op preventie in plaats van op genezen?

Als je een plastic flesje opendraait, vallen er heel kleine stukjes plastic in het water. Wat voor effect heeft dat op ons?

Wat is de invloed van straling en veel gebruik van allerlei aan wifi-gelinkte middelen op onze gezondheid, geest, en/of hersenen?

Helpen mondmaskers echt tegen vervuilde lucht als je bijvoorbeeld door de stad fietst?

### Uitdaging

Veel mensen maken zich zorgen over chronische aandoeningen zoals kanker en diabetes. Ze vragen zich af hoe onze levensstijl en omgeving het ontstaan van zulke aandoeningen beïnvloedt. Om dat te bestuderen is een correcte diagnose van chronische aandoeningen noodzakelijk, net als een optimale behandeling die rekening houdt met de specifieke kenmerken van elke patiënt. Die thema's worden nu al intens onderzocht. Zo gaat er in het diabetesonderzoek bijzonder veel aandacht naar de verschillende manieren om de suikerspiegel optimaal te houden: medicatie, maar ook levensstijl met focus op voeding en lichaamsbeweging. Ook het kankeronderzoek gaat met rasse schreden vooruit, waardoor we beschikken over meer gerichte behandelingen, zoals immuuntherapie en meer precieze chemotherapie met minder bijwerkingen.

Een preventieve benadering, die onderzoekt hoe chronische aandoeningen voorkomen kunnen worden, blijft echter achterophinken. Onderzoek naar de impact van omgevingsfactoren is dan ook niet eenvoudig. Straling, luchtvervuiling, plastics in ons water, voeding in de breedste zin van het woord, een gebrek aan lichaamsbeweging ... Het zijn erg complexe en diverse parameters die door heel wat factoren beïnvloed worden.

### Hoe pakken we dit aan?

We moeten de invloed van omgevingsfactoren op het ontstaan en de evolutie van chronische aandoeningen onderzoeken via een geïntegreerde, multidisciplinaire onderzoeksaanpak.

Ten eerste moeten onderzoekers aan de slag met geavanceerde laboratoriummodellen – gekweekte mini-orgaantjes (organoïden), 3D-modellen waarbij bacteriën en gastheercellen samen gekweekt worden, proefdierexperimenten ... Door te werken in gestandaardiseerde, duidelijk gedefiniëerde laboratoriumcondities kan je de meeste factoren die de gezondheid beïnvloeden constant houden. Je laat dan enkel de parameter variëren waarvan je de invloed wil onderzoeken. De resultaten van zo'n onderzoek kunnen een indicatie geven van de impact van die parameter op de gezondheid.

Ten tweede zijn uitgebreide epidemiologische studies en populatiestudies nodig om de experimentele vaststellingen van het onderzoek met laboratoriummodellen en proefdieren te bevestigen of te corrigeren. De data die zulke studies opleveren, moeten vervolgens onderworpen worden aan een geavanceerde analyse en in een bevattelijk model worden gegoten. Nieuwe onderzoeksinstrumenten zoals *deep sequencing* en *single cell*-analyse (in de context van DNA-analyse), doorbraken in beeldvormingstechnieken en structurele biologie, en innoverende benaderingen zoals systeembio (de wetenschap die biologische systemen zoals cellen bestudeert) openen perspectieven om tot betere inzichten te komen.

Grootschalige populatiestudies zijn echter niet eenvoudig vanuit logistiek, financieel en ethisch standpunt. Omdat het ondenkbaar is dat je mensen bewust verontreinigende lucht laat inademen om te bestuderen wat de invloed is op longen en hart, moeten grote bevolkingsstudies worden uitgevoerd om na te gaan hoe de gemeten luchtkwaliteit in bepaalde omgevingen (industriële regio versus bosrijke regio) de gezondheid van de bewoners beïnvloedt. Ondertussen moet met de grootste zorg worden nagegaan of andere omgevingsfactoren de resultaten van het onderzoek niet beïnvloeden en tot foute conclusies leiden.



2 | 3 | 8



56



## Wanneer is voedsel gezond?



Welke invloed heeft diëten op het verouderingsproces, meer specifiek de rol van gezonde vetten hierin?

Is rode wijn gezonder dan witte en waarom?

Hoe komt het dat steeds meer personen voedselintoleranties krijgen op jongvolwassen leeftijd?

Welke rol speelt voeding in het ontstaan van kanker?

### Uitdaging

Onderzoek wijst uit dat ons eetpatroon een belangrijke invloed heeft op onze gezondheid. Voedingsstoffen werken namelijk in op fysiologische mechanismen in ons lichaam en op onze stofwisseling. Ook wordt de laatste decennia alsnog duidelijker dat de micro-organismen in onze darmen een grote rol spelen in de effecten van voeding op ons lichaam. En die effecten verschillen van persoon tot persoon.

Het blijft evenwel bijzonder moeilijk om het verband aan te tonen tussen de inname van specifieke voedingsmiddelen en de ontwikkeling van bepaalde ziektes. Er gebeurt wel onderzoek naar, maar die studies resulteren vaak in onduidelijke en soms tegenstrijdige uitspraken. Denk maar aan de berichten die van tijd tot tijd in de media verschijnen over zogenaamde superfoods of voedingsmiddelen die je helpen afvallen. De meningen daarover lopen uiteen, ook tussen voedingswetenschappers onderling.

De wetenschap heeft vrij goede systemen ontwikkeld om acute effecten van voedingsstoffen op de gezondheid te detecteren en aan te pakken, maar over langetermijneffecten van een teveel of tekort aan bepaalde voedingsstoffen, contaminanten (stoffen die onbedoeld in een product terechtkomen) of additieven

blijven nog veel vragen onbeantwoord. Nutritioneel wetenschappelijk onderzoek in dit domein is lastig, zowel methodologisch als logistiek. Zo is het erg moeilijk om precies in te schatten wat een persoon aan voedingsstoffen of voedingsmiddelen inneemt, rekening houdend met de dagelijkse variatie in iemands eetpatroon en de beperkingen van voedingsmiddelentabellen. Er is daarom nood aan studies met veel proefpersonen, wat logistiek moeilijk en zeer duur is.

### Hoe pakken we dit aan?

Om de effecten van voedingsstoffen en voedingsgewoonten op de gezondheid te bestuderen, zijn vaak jarenlange studies met duizenden deelnemers nodig. Wel moeten we erop bedacht zijn dat het samenspel van bepaalde voedingsstoffen soms een ander effect op de stofwisseling heeft dan elke nutriënt apart. Verder moeten we rekening houden met de wisselwerking tussen het voedingspatroon, de genen van de onderzochte personen en hun aanwezige darmflora (of microbiota). Dat alles maakt de interpretatie van onderzoeksresultaten complex en niet altijd eenduidig.



Er blijven dus nog veel vragen over die de wetenschap moet beantwoorden. Daarom verdient multidisciplinair onderzoek over dit thema meer aandacht en onderzoeksmiddelen. Enkel op basis van kwalitatief hoogstaand wetenschappelijk onderzoek zullen in de toekomst meer betrouwbare resultaten verschijnen en aanbevelingen geformuleerd worden die de consument met een gerust hart kan toepassen om een zo gezond mogelijk voedingspatroon aan te nemen.



1 | 9 | 12



# Hoe kunnen we kanker voorkomen, opsporen en genezen?



Waarom lijkt kanker vandaag veel meer voor te komen dan vroeger?

Waarom is het zo moeilijk om een medicijn te vinden tegen kanker?

Hoe kunnen we de neveneffecten van kankerbehandelingen verminderen of zelfs voorkomen?

Hoe zorgen we ervoor dat kankeronderzoek niet geremd wordt door commerciële belangen?



1 | 5 | 12

## Uitdaging

Ruim een kwart van alle Belgen krijgt kanker voor zijn 75ste verjaardag. Kanker is dan ook de tweede doodsoorzaak in ons land en is een van de ziektes met de grootste impact op levenskwaliteit, sociaal netwerk, gezondheidszorg en economie. Bij kanker beginnen onze eigen lichaamscellen zich ongecontroleerd te delen. De ziekte ontstaat door foutjes in ons DNA. Die foutjes kunnen aangeboren zijn, maar ze ontstaan vaak ook toevallig in een specifiek orgaan tijdens het proces van DNA-replicatie of door blootstelling aan schadelijke stoffen (sigarettenrook, uv-licht van de zon, straling ...). Kanker kan in nagenoeg elk orgaan ontstaan en is dus eigenlijk een verzameling van meer dan tweehonderd ziektes. De meest voorkomende kankers zijn borstkanker, prostaatkanker, longkanker en dikkedarmkanker.

Ondanks aanzienlijke vorderingen in het kankeronderzoek en de kankerzorg, komt kanker steeds vaker voor. Dat komt deels door de bevolkingsgroei en door een betere opsporing, maar vooral omdat we steeds ouder worden en kanker hoofdzakelijk een ouderdomsziekte is. De toegenomen blootstelling aan schadelijke stoffen en onze zittende levensstijl spelen wellicht ook een rol.

## Hoe pakken we dit aan?

Om kanker in te dijken moeten we de ziekte beter voorkomen, opsporen en behandelen. Omdat kanker een erg complexe ziekte is, met veel verschijningsvormen en ontstaansmechanismen, moeten wetenschappers bovendien een zo gedetailleerd mogelijk beeld krijgen van wat er precies gebeurt als cellen zich beginnen op te stapelen tot een tumor. De allernieuwste technologieën (*single cell*-technologie) en gesofisticeerde apparatuur maken het mogelijk om tumoren te onderzoeken tot op het moleculaire niveau van de individuele cel. Vervolgens zijn verschillende expertises nodig om de massa gegevens (big data) die dat onderzoek oplevert correct te interpreteren.

Om kanker beter te voorkomen moeten onderzoekers omgevings- en andere factoren die kunnen bijdragen tot de ontwikkeling van kanker beter in kaart brengen. Communicatie en sensibilisering van de bevolking vormen daarbij een belangrijke uitdaging. Hoewel iedereen weet dat roken kanker veroorzaakt, blijft één op de vier Vlamingen roken. Het is daarom belangrijk om testen te ontwikkelen die nauwkeuriger kunnen voorspellen wie het gevoeligst is voor bepaalde schadelijke stoffen, zodat we meer individueel aan preventie kunnen doen.

Voor de opsporing van kanker is de uitdaging om eenvoudige, goedkope en mensvriendelijke diagnostische tests te ontwikkelen die kanker zo vroeg mogelijk aan het licht brengen, wanneer de genezingskans het grootst is. Beeldvormingstechnieken en bloedtesten waarbij een kleine prik volstaat om zoveel mogelijk kankertypes op te sporen, moeten verder geoptimaliseerd worden.

De nieuwste technologieën moeten hier gecombineerd worden met inzichten over de biologische processen die aan de basis liggen van kanker.

Om kanker uiteindelijk doeltreffend te behandelen, werken wetenschappers aan behandelingen die zo gericht mogelijk kankerweefsel vernietigen met zo weinig mogelijk neveneffecten. Robotchirurgie, protontherapie, doelwittherapie en immuuntherapie (waarbij het eigen afweersysteem ingeschakeld wordt om kanker van binnenuit te bestrijden) zijn enkele belangrijke ontwikkelingen. Omdat er veel verschillende foutjes in het DNA mogelijk zijn, waardoor elke tumor eigenlijk verschillend is, hebben we nood aan een grote batterij behandelingsmethoden, zoveel mogelijk op maat van de patiënt. Die aanpak maakt behandelingen doorgaans erg duur. Ook ontsnappen tumoren vaak aan deze behandelingen doordat er makkelijk nieuwe foutjes in het DNA gemaakt kunnen worden, waarna cellen met die nieuwe foutjes verder uitgroeien. De uitdaging bestaat erin om therapieën langer en voor meer patiënten te doen werken, bijvoorbeeld door verschillende therapieën te combineren en aan te passen wanneer de kanker ontsnapt.

Intense samenwerking tussen artsen en onderzoekers in gespecialiseerde kankerinstellingen met een goed functionerende onderzoekslijn van patiënt naar labo en terug naar de patiënt, is essentieel om al deze ontwikkelingen te versnellen. Meer dan ooit moeten alle betrokken actoren (overheden, patiëntenorganisaties, kankerverenigingen, de bedrijfswereld, de brede maatschappij ...) durven investeren in doorgedreven kankeronderzoek, om de allernieuwste inzichten te vertalen naar een betere controle van kanker en zo mensenlevens te redden. Tegelijk is er een belangrijke rol weggelegd voor elk van ons: het is aan de mensen zelf om gekende risicofactoren, zoals roken, te vermijden.





## Hoe kunnen we mensen met een verslaving beter helpen?



Hoe komt het dat je aan sommige dingen verslaafd geraakt?

Hoe kunnen we schermen (gsm, laptop ...) minder verslavend maken?

Wat gebeurt er exact bij een gedragsverslaving? Lichamelijk en geestelijk?

Hoe kan de wetenschap helpen om verslavende effecten tegen te gaan? Van alcohol en drugs, van social media ...

### Uitdaging

Verslaving is een probleem waar veel mensen mee te maken krijgen. Zo hebben 15 procent van de mannen en 5 procent van de vrouwen in Vlaanderen een problematisch alcoholgebruik. Dat komt neer op zo'n 540.000 Vlamingen. Daarnaast is 22 procent van de Vlamingen verslaafd aan tabak. Een ander, misschien nog wel belangrijker gegeven, is dat een hele grote groep mensen slaap- en kalmeringsmiddelen gebruikt. In een gezondheidsenquête van 2013 gaven meer dan 850.000 Vlamingen aan dat ze die middelen gebruikten in de twee weken die aan de enquête voorafgingen. Het is onduidelijk hoeveel mensen ook echt verslaafd zijn aan medicatie, maar onderzoek uit Nederland toont aan dat de grootste groep verslaafden daar verslaafd is aan slaap- en kalmeringsmiddelen. Ook het aantal drugsverslaafden in Vlaanderen is moeilijk te berekenen, maar we weten bijvoorbeeld dat 3,5 procent van de Vlamingen cannabis gebruikt. Een onderzoek uit 2013 onder studenten

uit het hoger onderwijs wees uit dat 22 procent van de laatstejaars die cannabis gebruikten te kampen had met één of meer uitingen van problematisch gebruik. Ook gokken kan aanleiding geven tot een verslaving. Eén procent van de Vlamingen kent problematisch gokgedrag.

Slechts een klein percentage van de verslaafden is in behandeling. Dat is problematisch, want een verslaving kan ernstige gevolgen hebben – in het slechtste geval leidt het zelfs tot de dood. Maar verslaving heeft niet alleen lichamelijke effecten. Het heeft ook een impact op de geestelijke gezondheid, het sociaal functioneren en relaties met familie en vrienden. Verslaafden hebben ook vaak financiële problemen.

Hoe kunnen we mensen met een verslaving beter helpen? Eén aspect is de rol van het beleid in het beperken van de negatieve effecten van verslaving. Zo bestaat er in België een grote tolerantie voor het gebruik en misbruik van alcohol en kiest Nederland voor een gedoogbeleid voor softdrugs. Welke rol moet en kan de overheid opnemen en welke effecten hebben bepaalde beleidskeuzes op gebruik en misbruik?

### Hoe pakken we dit aan?

Om die vragen te beantwoorden, moeten we inzetten op betere kennis, preventie en behandeling van verslavingsproblemen. Eerst moeten we beter inzicht krijgen in wat een verslaving precies inhoudt. Daarvoor moeten neurowetenschappers

samenwerken met gedragswetenschappers en psychologen, zodat we zowel op het niveau van onze hersenen als op gedragsniveau kunnen begrijpen wat maakt dat een bepaald middel verslavend werkt en welke processen bijdragen aan het ontstaan en in stand houden van een verslaving. Vervolgens moeten we onderzoeken hoe we die processen kunnen doorbreken door middel van een behandeling. Opnieuw ligt hier een taak voor zowel neurowetenschappers (moleculair biologen, farmaceuten, beeldvormingsspecialisten) als psychologen en gedragswetenschappers. Gezondheidseconomen en sociale wetenschappers moeten daarnaast onderzoeken hoe we een behandeling het beste tot bij de mensen brengen die het nodig hebben. Aansluitend moet er oog zijn voor preventie. Welke maatregelen kunnen verslaving voorkomen en is het mogelijk om bepaalde kwetsbare groepen te identificeren zodat zij beter begeleid kunnen worden om verslaving te voorkomen? Dat is werk voor epidemiologen, psychologen en sociale wetenschappers. Dat onderzoek heeft uiteraard ook een ethische kant: in hoeverre moet of kan het beleid ingrijpen in de persoonlijke vrijheid van een individu, ook al gaat het gebruik van middelen ten koste van zijn of haar gezondheid?



7 | 8 | 9 | 17



25



78



## Kunnen we ziektes voorkomen en genezen door meer te leren over ons afweersysteem?



Hoe komt het dat sommige ziektes wel overwonnen worden door het immuunsysteem en andere niet?

Zal immunotherapie ooit een veelgebruikte therapie worden die voor iedereen beschikbaar is?

Waarom kan men auto-immuunziektes, zoals de ziekte van Crohn en multiple sclerose, nog steeds niet genezen?

Wanneer kunnen we doorbraken verwachten op het gebied van reumaonderzoek?

### Uitdaging

Ons afweersysteem beschermt ons in de eerste plaats tegen microbiële indringers en de ziektes die ze veroorzaken, maar het zorgt er ook voor dat kankercellen die spontaan ontstaan, geëlimineerd worden en geen kans krijgen om tot tumoren uit te groeien. Een afweerreactie verloopt zoals een muziekstuk: de cellen van het afweersysteem en de signalen die ze uitzenden om elkaar en andere lichaamscellen aan te sturen, zijn zoals instrumenten die een perfect samenspel vormen. Het eindresultaat van een geslaagd concert is de eliminatie van de microbiële indringer of de kankercel en het herstel van de gezondheid.

Als bepaalde immuuncellen ontbreken of slecht functioneren, kunnen afweerreacties te zwak zijn of zelfs achterwege blijven. Dan zijn we bijzonder vatbaar voor infecties en kanker. Als afweerreacties daarentegen te sterk zijn of ongepast op gang komen tegen onschuldige prikkels of lichaamseigen cellen, kunnen ernstige en dikwijls chronische gezondheidsproblemen ontstaan. Voorbeelden zijn auto-immuunziektes zoals reumatoïde artritis, de ziekte van Crohn, multiple sclerose en psoriasis.

De voorbije decennia is onze kennis van het afweersysteem sterk toegenomen. Over de cellen van het immuunsysteem, de signalen die ze uitzenden en het verloop van het afweerproces hebben we veel bijgeleerd. Op basis daarvan zijn nieuwe behandelingen ontwikkeld die het verloop van sommige aandoeningen kunnen afremmen en de klachten kunnen verminderen. Maar over het ontstaan van veel chronische 'immuun-gemedieerde' ziektes en over de rol van het afweersysteem bij het ontstaan en het verloop van kanker schiet onze kennis tekort. Het blijft uitkijken naar doeltreffende methodes om die aandoeningen te voorkomen, vroegtijdig op te sporen en (hopelijk ooit) definitief te genezen.

### Hoe pakken we dit aan?

De ontdekking van 'regelknoppen van immuuncellen', dit jaar bekroond met de Nobelprijs voor Geneeskunde, resulteerde in nieuwe therapieën voor moeilijk behandelbare kankers. Dat illustreert hoe noodzakelijk verder onderzoek naar de basismechanismes van het afweersysteem, de werking en regeling ervan en de interactie met andere organen en systemen is. Nieuwe technologieën die toelaten om nog meer in detail onderzoek te doen (zoals deep sequencing en single cell-analyse in de context van DNA-analyse), doorbraken in beeldvormingstechnieken en structurele biologie, en innoverende benaderingen zoals systeembio (de wetenschap die biologische systemen zoals cellen bestudeert) openen perspectieven om tot betere inzichten te komen over de regeling en ontregeling van het immuunsysteem. Multidisciplinair onderzoek waarbij immunologen, genetici, biochemici en bio-informatici samenwerken kan zorgen voor belangrijke doorbraken in de vroege diagnose en behandeling van aandoeningen die nu nog moeilijk te behandelen of zelfs ongeneeslijk zijn.



1 | 5 | 8 | 9 | 10 | 17



22



73



78 | 82





## Hoe kunnen we allergieën bestrijden en voorkomen?



Klopt het dat er steeds meer mensen een allergie ontwikkelen?

Men beweert dat allergie zijn oorsprong vindt in een te cleane levensstijl. Is het echter niet eerder een gevolg van additieven, pesticiden, geneesmiddelen ... in onze voeding, luchtvervuiling en toxische stoffen waardoor het immuunsysteem overbelast geraakt?

Gaat men ooit een remedie vinden voor allergieën?

### Uitdaging

In het begin van de twintigste eeuw werden allergische aandoeningen nog als zeldzame ziektes beschouwd. De voorbije decennia trad een dramatische stijging op en nu is allergie de meest voorkomende chronische ziekte in Europa. Vandaag lijden meer dan 150 miljoen of 20 procent van de Europeanen aan chronische allergische ziektes, en men voorspelt dat tegen 2025 de helft van de Europese bevolking getroffen zal zijn. Ook in België komen we al dicht bij de 50 procent. We kunnen dus van een epidemie spreken.

Voor de toenemende frequentie van allergieën bestaan uiteenlopende verklaringen. Al in 1989 formuleerde David Strachan de 'hygiënehypothese'. Die vertrekt van de vaststelling dat onze levensomstandigheden sinds de industriële revolutie enorm veranderd zijn: gezinnen werden kleiner, de kwaliteit van de woningen en

sanitaire voorzieningen nam toe en grondige hygiëne werd aangemoedigd. Samen met de introductie van vaccinatiecampagnes zorgde dat ervoor dat het risico om geïnfecteerd te raken enorm verminderde de afgelopen 75 jaar.

We worden minder blootgesteld aan micro-organismen die eeuwenlang met de mens mee geëvolueerd zijn en die ons afweersysteem van tijd tot tijd stimuleerden. Gevolg: ons afweersysteem wordt onvoldoende geprikkeld en lijkt niet langer te weten wanneer een stimulus echt gevaarlijk is en wanneer niet. Daardoor reageren de 'soldaten' van ons afweersysteem ook op onschuldige stimuli, zoals huisstofmijt of pollen, en worden de 'poortwachters' (die ervoor moeten zorgen dat er geen overdreven reacties worden uitgelokt) onvoldoende getraind, waardoor afweerreacties soms uit de hand lopen. Onze westerse levensstijl, de toenemende vervuiling en de klimaatverandering leiden tot een stijgend aantal allergenen in de omgeving (stoffen die een allergie kunnen veroorzaken) en dragen op hun beurt bij tot een toename van allergieën.

Naast de impact van deze ziekte op onze productiviteit en levenskwaliteit leidt de zorg voor allergiepatiënten tot hoge maatschappelijke kosten. Het belang van verder onderzoek naar (betere) preventie en behandeling van allergische aandoeningen kan daarom niet worden overschat.

### Hoe pakken we dit aan?

Om allergische aandoeningen terug te dringen zijn betere preventie en de ontwikkeling van doeltreffende geneesmiddelen noodzakelijk. Vanwege de complexiteit en diversiteit van allergieën kan dat enkel lukken als multidisciplinaire teams samenwerken. Een belangrijk element van deze uitdagende zoektocht is de verdere ontrafeling van de werking en de regeling van het immuunsysteem.

Voor een optimale preventie is het daarnaast belangrijk om te achterhalen welke risicofactoren een rol spelen bij het ontstaan van allergieën. Samenwerking tussen gespecialiseerde allergologen en bio(medische) wetenschappers enerzijds en voedings- en milieudeskundigen anderzijds is daarvoor essentieel.

Voor de behandeling van allergieën wordt veel verwacht van immunotherapie. Het afweersysteem wordt dan 'geherprogrammeerd' zodat het correct reageert op allergenen. Translationeel onderzoek – dat kennis en nieuwe technologieën vertaalt naar diagnoses en behandelingen – zal de komende jaren cruciaal zijn om de blijvende toename van allergische aandoeningen een halt toe te roepen.



## Hoe blijven we mentaal gezond?



Hoe maken we het leven rustiger met minder stress en mentale problemen?

Hoe kun je preventief de signalen van burn-out vroegtijdig detecteren?

Hoe vermijden we dat (te veel) mensen niet kunnen volgen in de snelle digitale evoluties?

Hoe leren we terug omgaan met de stilte zonder deze direct te hoeven invullen?

### Uitdaging

De Wereldgezondheidsorganisatie definieert een persoon in goede mentale gezondheid als iemand die "in staat is zich aan te passen aan verschillende levenssituaties, die kan omgaan met hoogte- en laagtepunten, die moeilijke momenten kan doorstaan of problemen kan oplossen. (...) Iemand die voldoende zelfvertrouwen heeft om zich aan te passen aan een situatie waar men niets aan kan veranderen". Een goede mentale gezondheid is dus meer dan geen mentale ziekte hebben. Het gaat ook over het vermogen om van het leven te genieten. Problemen met mentale gezondheid vind je over de hele wereld. Het gaat van dagelijkse zorgen die we allemaal ervaren tot ernstige, langdurige psychische stoornissen. Zo'n stoornis is een combinatie van verstoord(e) gedachten, percepties, emoties, gedrag en relaties met anderen.

Negen procent van de Vlaamse volwassen bevolking rapporteerde het voorbije jaar een psychische stoornis. Terwijl vrouwen vaker dan mannen een stemmings- of angststoornis melden, kampen mannen vaker met een verslaving. Experts schatten dat ongeveer één op de vier Vlamingen een mentale stoornis zal ontwikkelen in zijn leven. In 2013 schatte de Algemene Gezondheidsenquête van België dat 32 procent van de algemene bevolking ouder dan 15 jaar lijdt aan mentale problemen. Naar schatting 18 procent van die problemen zal op termijn leiden tot ernstigere problemen. En ook in de rest van de wereld nemen mentale problemen toe.

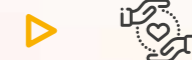
### Hoe pakken we dit aan?

Er zijn veel ingewikkelde mechanismen die mentale problemen uitlokken en in stand houden. Wetenschappers volgen het zogenaamde biopsychosociaal model omdat het meestal gaat om een combinatie van drie factoren:

- biologische (genen, functioneren van de hersenen, cognitief functioneren ...)
- psychologische (persoonlijkheid, emotioneel functioneren, stress ...)
- sociale (leefomstandigheden zoals armoede, opvoeding, sociale omgeving ...)

Doorgaans ontstaan mentale problemen door een combinatie van aangeboren 'kwetsbaarheden' en ingrijpende gebeurtenissen zoals familiale problemen, overmedicatie, een economische crisis, werkloosheid of het verlies van een geliefde.

Nationaal en internationaal onderzoek heeft aangetoond dat psychotherapie effectief is om mentale problemen aan te pakken, al dan niet in combinatie met medicatie. Onderzoek naar psychotherapie volgt meer en meer de 'evidencebased' benadering, die de doeltreffendheid van psychologische tussenkomsten empirisch ondersteunt. We kunnen die wetenschappelijk onderbouwde therapieën stimuleren via interdisciplinair onderzoek, waarbij zowel de biologische, psychologische als sociale factoren bestudeerd worden. Om te evolueren van goed onderbouwde kennis naar praktijkgerichte toepassingen, moeten we in elke stap van het onderzoeksproces niet alleen onderzoekers betrekken, maar ook beleidsmakers, praktijkwerkers, patiënten en hun familie.



3 | 6 | 9 | 10 | 17





## Hoe bieden we iedereen goede en betaalbare gezondheidszorg?



Hoe kan onderzoek naar zeldzame ziekten gefinancierd worden?

Waarom is gezondheidszorg zo duur? Is dit door het ziekenstelsel?

Hebben we genoeg instellingen om jongeren met psychologische problemen op te vangen?

Hoe kunnen we de kostprijs van dure medicijnen verlagen?

### Uitdaging

Gezondheidszorg heeft invloed op factoren die mensen gezond houden of hun gezondheid verbeteren. Enerzijds bevordert de gezondheidszorg gezond gedrag. Anderzijds worden gezondheidsproblemen gediagnosticeerd en behandeld en wordt er gewerkt aan preventie om die problemen te voorkomen. Gezondheidsproblemen komen niet alleen vaak voor, ze zorgen ook dat mensen zich slecht voelen en minder goed functioneren. Dat heeft meetbare negatieve effecten op het welzijn, de sociale welvaart en de economie. Daarom is het cruciaal dat een samenleving gezondheidsproblemen aanpakt. Daar komen belangrijke uitdagingen bij kijken:

1. Hoe blijft onze gezondheidszorg betaalbaar? Bepaalde ingrepen zijn erg duur, terwijl er te weinig geld is of een gebrek aan opgeleide zorgprofessionals. Als een vorm van sociaal contract betaalt de samenleving een deel van die kosten. Omdat veel mensen de best mogelijke gezondheidszorg willen, kan die bijdrage van de samenleving onder druk komen te staan. Hoe bepalen we welke ingrepen echt nodig zijn?

2. Hoe kunnen mensen met gelijke noden gelijke toegang hebben tot gezondheidszorg? Nog te vaak wordt die toegang bepaald door geslacht, afkomst, woonplaats of socio-economische positie.

3. Zijn ingrepen wel doeltreffend en zijn de kosten in verhouding tot het effect? We hebben meer en meer nood aan evidencebased gezondheidszorg. Nogal wat interventies in de gezondheidszorg zijn niet voldoende bewezen en gaan uit van veronderstellingen over hun werkzaamheid.

4. Houdt de zorg wel voldoende rekening met de verschillende noden en wensen van de zorggebruikers? Hoe leveren we best zorg op maat?

### Hoe pakken we dit aan?

1. Om onze gezondheidszorg betaalbaar te houden, moeten we (dure) ingrepen reserveren voor mensen die ze duidelijk nodig hebben. Er zijn te veel overbodige, niet-aangegeven en zelfs ongepaste behandelingen, zoals onnodige medicatie. De wetenschap moet de criteria bepalen wie toegang heeft tot welke gezondheidszorg. Om kosten te besparen krijgt ook preventie van ziekte vaker aandacht. Denk maar aan bedrijven die burn-outs willen voorkomen door werknemers meer te laten ontspannen tijdens de werkuren.

2. De wetenschap moet erop toezien dat iedereen gelijke toegang heeft tot gezondheidszorg. Ze moet grondig bestuderen waarom er ongelijkheid is op dat vlak.

3. De wetenschap moet het wetenschappelijke bewijs verschaffen voor de doeltreffendheid van gezondheidsingrepen. Op die manier kunnen we keuzes maken: welke ingrepen raden we aan en welke schaffen we af? Niet enkel de doelgerichtheid van een zorginterventie moet bestudeerd worden, maar ook de kosteneffectiviteit: voor welk geld wordt welke verbetering gerealiseerd?

4. De wetenschap moet bestuderen hoe we de beste zorg op maat leveren.

Om die vier uitdagingen aan te gaan, moeten verschillende wetenschappelijke disciplines samenwerken: medische, biologische, farmaceutische, technologische, sociaalwetenschappelijke en economische. Zowel fundamenteel onderzoek, dat kennisgericht is, als praktijkgericht onderzoek moet de nodige inzichten verschaffen.

Beleidsmakers, praktijkwerkers, zorgverstrekkers, patiënten en hun familie betrekken we best in het onderzoek. Zo garanderen we dat we de belangrijkste vragen stellen en voldoende rekening houden met de noden en wensen van alle betrokkenen.



1 | 5 | 14



53



## De mensheid ziektevrij! Utopie of haalbaar?



Zullen we ooit alle ziektes kunnen genezen/voorkomen?

Kan de wetenschap te weten komen welke factoren in hoe we leven een bepalende invloed hebben op onze gezondheid?

Welke invloed heeft werkloosheid op gezondheid?

In welke mate heeft de economie een effect op onze levensduur?

### Uitdaging

Ziektepatronen zijn vaak een weerspiegeling van hoe mensen leven, van socio-economische factoren en van omgevingsfactoren. In principe zijn die factoren omkeerbaar, wat betekent dat veel ziektes te voorkomen zijn. We kunnen bijvoorbeeld gehoorverlies vermijden door gehoorbeschermers te dragen in lawaaierige arbeidsomstandigheden. Die factoren verklaren ook waarom het ontstaan van ziektes erg verschilt over bevolkingsgroepen heen en doorheen de tijd. Door betere leefomstandigheden, betere woningen en sanitaire voorzieningen, een voorbeeldig vaccinatiebeleid en goed toegankelijke medische zorg, is de zuigelingensterfte in België gedaald van meer dan 150 op 1000 levendgeborenen in 1900 naar 3 op 1000 levendgeborenen in 2017. Maar kunnen we ooit passende maatregelen nemen om alle ziektes de wereld uit te helpen?

### Hoe pakken we dit aan?

We kunnen preventie van ziekte enerzijds symptomatisch aanpakken, door mensen met een verhoogde kans op die ziekte op te sporen en te beschermen. Zo kunnen we hart- en vaatziekten voorkomen door mensen met een verhoogde bloeddruk op te sporen en te behandelen.

Anderzijds kunnen we een radicale strategie gebruiken, waarbij we zoeken naar de onderliggende oorzaken van de belangrijkste gezondheidsproblemen. Dan komen we vaak terecht bij gewoontes en leefomstandigheden: roken, onevenwichtige voeding, stress, te weinig lichaamsbeweging, ongezonde arbeidsomstandigheden, luchtvervuiling, ongezonde huisvesting ... Die gewoontes hebben niet bij iedereen hetzelfde effect, omdat hun impact mee kan worden bepaald door iemands genetische patroon. Daarom ondervinden sommige mensen meer schade van een 'ongezonde' levensstijl. We kunnen overwegen om het erfelijk materiaal te veranderen, zodat iemand minder vatbaar wordt voor schadelijke invloeden. Dat roept naast ethische ook andere vragen op: één gen uitschakelen kan nuttig zijn om een ziekte te voorkomen, maar maakt de persoon mogelijk vatbaar voor andere ziektes. Verder moeten we rekening houden met 'competitie' tussen risicofactoren en tussen ziektes. Als je één ongezonde omgevingsfactor aanpakt, kan het belang van een

andere risicofactor groter worden. Door bijvoorbeeld hart- en vaatziekten sterk terug te dringen op middelbare leeftijd, groeit het aandeel ouderen in de populatie en dus ook het risico om problemen te ontwikkelen die met ouderdom samenhangen, zoals dementie.

De mensheid ziektevrij krijgen, lijkt dus eerder een utopie dan een haalbare kaart. Maar we kunnen wel veel ziektes uitstellen of vermijden die ongunstig zijn voor onze levenskwaliteit en levensverwachting. Op grote schaal ziektes voorkomen vraagt echter grote financiële en structurele inspanningen. Vaak weten we wel wat mensen ziek maakt of hen kan genezen, maar wordt die kennis gebrekkig geïmplementeerd in de praktijk. Wetenschappers kunnen daarbij vooral advies geven, ook over welke strategieën (kosten)effectief zijn. Maar het is aan ieder van ons, aan de maatschappij en aan haar politieke leiders om afgewogen en juiste keuzes te maken.



1 | 8 | 9 | 12 | 16 | 29 | 32 | 39 | 44



44



74



## Hoe zal technologie bijdragen tot diagnostiek en het voorspellen van ziektes?



Zullen we binnenkort ons eigen DNA kunnen laten analyseren om te weten van welke genetische ziektes we drager zijn?

Kunnen we ziektes opsporen in de uitgeademde lucht?

Gezondheidsapps rijzen als paddenstoelen uit de grond, maar hoe kunnen we de kwaliteit van dergelijke apps bewaken of controleren en hoe kunnen we ze integreren in bestaande systemen zoals het patiëntendossier?

### Uitdaging

De technologische innovaties volgen elkaar in sneltempo op. Samen met de toenemende digitalisering zullen ze de medische vooruitgang en de toekomst van onze gezondheidszorg sterk beïnvloeden. Het gaat om heel diverse technologieën.

Bij nanotechnologie worden deeltjes net groter dan atomen en eenvoudige moleculen gemanipuleerd. Zo kunnen we geneesmiddelen afleveren op de plek waar ze moeten werken.

Door de vooruitgang in de micro-elektronica kunnen we mobiele en draagbare technologie gebruiken, zoals pleisters, polsbandjes en sensoren in kledij die bijvoorbeeld de hartslag of bloedsuikerspiegel meten. Dankzij die apparaatjes kunnen we op individueel niveau risicofactoren beter voorkomen.

Via 3D-scanning en 3D-printing kunnen we een knieprothese volledig personaliseren. Ook kunnen we

levend materiaal printen zoals botten en kraakbeen, *bioprinting* heet dat.

Bij artificiële intelligentie kunnen machines dankzij slimme technologieën zelf beslissingen nemen en leren uit voorbeelden. Op die manier kunnen systemen automatisch diagnoses stellen uit medische beelden. Ze kunnen vroegtijdig kanker opsporen en zelfs tumortypes herkennen. Via intelligente systemen kunnen we bovendien gepersonaliseerde behandelingen opstarten en het succes van een behandeling snel en objectief inschatten.

Door de steeds verdere digitalisering van de zorg kunnen we enorme hoeveelheden (medische) gegevens genereren en stockeren. Via big data-technieken kunnen die (on)gestructureerde data gecombineerd, geïnterpreteerd en geanalyseerd worden. Zo kunnen we bijvoorbeeld griepepidemieën in kaart brengen en linken aan de vaccinatiegraad, of de doorstroming van patiënten naar het operatiekwartier optimaliseren. Toepassingen met big data leiden tot inzichten voor de hele bevolking. Ze kunnen dus positieve implicaties hebben op het vlak van economie en gezondheidspolitiek.

Eenzijds stuwen al die technologische evoluties de gezondheidszorg vooruit. Anderzijds brengen ze een aantal bezorgdheden mee. Zo leiden ze tot een hypergespecialiseerde zorg waarin alle betrokkenen een grotere ICT-geletterdheid moeten hebben. Door grote hoeveelheden medische gegevens te registreren en uit te wisselen, lopen we het risico

op schending van de privacy en datalekken. Verder introduceren we mogelijk ongelijkheid in de gezondheidszorg, waarbij hightech alleen voor de happy few mogelijk is. Ook zijn er vragen over betaalbaarheid, veiligheid en doeltreffendheid, de schrik voor jobverlies, ethische en morele vragen enzovoort.

### Hoe pakken we dit aan?

Hoe ontwikkelen we deze technologische innovaties succesvol en hoe implementeren we ze best in de gezondheidszorg? Ze opleggen, de zogenaamde technologiepush, is vaak niet de geschikte manier. Beter is een geïntegreerde en multidisciplinaire aanpak waarbij zorgactoren, ondernemingen, patiëntengroepen en kenniscentra samenwerken. Computers en artificiële intelligentie helpen zorgverleners, maar nemen de zorg niet over. Samenwerking tussen data-analisten en zorgverleners is essentieel. Zorgverleners buigen zich over diagnose en therapie op maat van de patiënt. Data-analisten sleutelen aan algoritmes of wiskundige formules.

De succesfactoren van technologie in de zorg? De technologie moet afgestemd zijn op de context en de behoeften of noden van de patiënt, eindgebruikers moeten de technologie accepteren en ze moeten er de toegevoegde waarde van inzien.



7 | 9 | 12



22 | 29



## Hoe helpen we diverse wensouders hun kinderwens te vervullen?



Is onvruchtbaarheid erfelijk?

Hoe komt het dat men na 20 jaar nog altijd niet veel verder staat met IVF? Want de slaagkansen zijn nog altijd maar heel laag.

Hoe ver wil men gaan met genetisch klonen?

Komt er ooit een eenvoudige (bloed) test om vruchtbaarheidsproblemen op te sporen?



### Uitdaging

De mens heeft van nature de drang om zich voort te planten. Zwangerschappen worden steeds vaker bewust gepland als deel van een levenspad. Tegelijk worden vrouwen op steeds latere leeftijd zwanger. In 2017 was de gemiddelde leeftijd van een moeder 29 jaar, terwijl dat in 1991 nog 26 jaar was. Eén op de zes moeders is ouder dan 35 jaar op het moment van de bevalling. Dat zorgt ervoor dat zwanger worden minder evident wordt. Eén op de zes heterokoppels die graag kinderen willen, hebben medische hulp nodig om zwanger te worden. Daarnaast is de kinderwens ook steeds prominenter aanwezig bij lesbische, homo- en transseksuele koppels en bij alleenstaande vrouwen. In veel gevallen volstaat in-vitrofertilisatie (ivf) niet meer en zijn andere methodes vereist, zoals zaad- of eiceldonatie, draagmoederschap of zelfs een baarmoedertransplantatie.

Ook erfelijkheid is een belangrijk aspect van onze voortplanting. Vaak wordt de vraag gesteld in welke mate chronische of psychische aandoeningen, ouderdomsziektes, vruchtbaarheid en genderidentiteit

genetisch bepaald en/of erfelijk zijn. Dat brengt ons bij opties als genetische diagnostiek en screening voor koppels die een erfelijk risico lopen of niet tot een succesvolle zwangerschap komen. Ook embryoselectie en (in de toekomst) genetische modificatie behoren tot de mogelijkheden.

De grenzen van vruchtbaarheidsbehandelingen worden steeds verder verlegd. Daardoor worden de maatschappij en de wetenschap geconfronteerd met nieuwe uitdagingen op juridisch en ethisch vlak. Hoe ver kunnen en willen we gaan om een genetisch eigen kind te krijgen of om een gezond, perfect 'gemaakt' kind op de wereld te zetten? Wat zullen de effecten zijn op het ongeboren kind en de volgende generaties? We moeten aandacht besteden aan de veiligheid, risico's, efficiëntie, betaalbaarheid en toegankelijkheid van innovaties, en zoeken naar een evenwicht tussen het welzijn van het kind en de zelfbeschikking van ouders op het vlak van voortplanting. Een dialoog over de grenzen van levensbeschouwingen en ideologieën heen moet toelaten om de vruchtbaarheidsrevolutie die op ons afkomt in goed banen te leiden.

### Hoe pakken we dit aan?

Door de snelle vooruitgang in de genetische en voortplantingstechnologie en de evoluties in relatie- en gezinsvormen dringt een breed maatschappelijk en politiek debat zich op. Waar liggen de medische en ethische grenzen? Langdurig onderzoek naar de medische, sociologische, juridische en ethische gevolgen van nieuwe gezinsvormen is daarbij noodzakelijk. Dat vraagt een interdisciplinaire aanpak met onderzoekers, klinici, patiënten, juristen, sociologen, psychologen, ethici en zo verder. Daarnaast blijft ook continue sensibilisering rond fertiliteit en gezond zwanger worden belangrijk, zodat mensen met een kinderwens weloverwogen beslissingen kunnen nemen. Tot slot is een goede voorlichting en begeleiding van wensouders van essentieel belang tijdens een behandeltraject.



1 | 15



48



## Kunnen we alsmaar ouder worden en toch fit, gezond en waardig blijven?



Is de eerste onsterfelijke generatie al geboren?

Hoe verandert de levensverwachting?

Bestaat er een manier om ouderdomsziekten te voorkomen/uit te stellen?

Ouder worden: waarom de focus op langer leven i.p.v. hoge(re) kwaliteit?

Hoe is dat ethisch te verantwoorden?



1 | 3 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 17



22 | 29



67 | 73 | 74



78 | 82

### Uitdaging

Het is een vaak gehoorde uitspraak: iedereen wil oud worden, maar niemand wil het zijn. De laatste eeuw is de gemiddelde levensverwachting aanzienlijk gestegen in ons land. Honderd jaar geleden werd een Belg gemiddeld 55 jaar oud, nu is dat 81,4 jaar. Het staat vast dat wetenschappelijke vooruitgang hier veel mee te maken heeft. Maar zijn er eigenlijk grenzen aan hoe oud een mens kan worden? Kunnen we met wetenschap die grenzen nóg verder oprekken? En willen we dat wel?

Door de ouder wordende bevolking zijn er meer ouderdomsziektes en is er meer behoefte aan zorg, wat heel

wat kosten in de gezondheidszorg meebrengt. Als we die ziektes en aftakeling zoveel mogelijk kunnen uitstellen of doeltreffender behandelen, dan wordt een gezonde en actieve oude dag voor veel mensen haalbaar. De wetenschap zou zelfs eeuwig leven, bijvoorbeeld via cellen die zichzelf vernieuwen. Daarbij moeten we echter belangrijke overwegingen maken. Verliezen we in dat

streven niet een deel van onze menselijkheid? Wat met een waardig levens-einde? En is het niet

belangrijker dat we ons richten op zo lang mogelijk fit en gezond blijven, zonder per se veel ouder te willen worden?

### Hoe pakken we dit aan?

Enerzijds zijn er biologische uitdagingen voor de wetenschap. Om op een gezonde en fitte manier ouder(er) te worden, moeten we ouderdomsziektes te snel af zijn. Maar wie wil ingrijpen, moet eerst begrijpen. Van gehoorproblemen over kanker tot dementie: ouderdomsziektes begrijpen, voorkomen en genezen is een werk van lange adem.

Anderzijds moeten we ons sociologische en ethische vragen stellen. Hoe ver mogen we gaan? Kan onze planeet al die steeds ouder wordende mensen aan? Hoe vermijden we dat het afremmen van ouderdom een commerciële industrie wordt en dat alleen de allerrijksten het kunnen betalen?

Om alle aspecten van deze vraag te beantwoorden, moeten onderzoekers van erg uiteenlopende disciplines onderling samenwerken en met de private sector. Daarnaast moeten we patiëntenorganisaties en senioren zelf beter betrekken. Zij weten het best welke aspecten van de ziekte de levenskwaliteit het meest naar beneden halen of welke veranderingen een wereld van verschil kunnen maken, al zijn ze nog zo klein. We moeten erover waken dat de belangen van de wetenschap en de maatschappij goed op elkaar afgestemd blijven. Daarvoor is constante communicatie nodig tussen onderzoekers aan de ene kant en zorgverstrekkers, beleidsmakers en burgers aan de andere kant.





## Kunnen we infectieziektes efficiënt en veilig voorkomen en behandelen? Hoe gaan we daarbij om met resistentie tegen antibiotica?



Hoe kunnen we bacteriën verslaan?

Wat als er een ziekte ontstaat die besmettelijk is en ze geen medicijnen hebben? Hoe moeten we dan overleven?

Kunnen er antibiotica ontwikkeld worden waartegen geen of nauwelijks resistentie kan ontstaan?

Waarom bestaan er nog altijd geen vaccins voor alle tropische ziekten?

### Uitdaging

Infecties door virussen, bacteriën, schimmels en parasieten veroorzaken wereldwijd nog steeds veel ziekte en sterfte. Het gevecht tegen gekende infectieziektes is eindeloos. Daarnaast is er de permanente dreiging dat ongekende of zeldzame infectieziektes plots tot een epidemie zullen uitgroeien.

Heel wat factoren hebben infectieziektes al in sterke mate teruggedrongen: betere woningen, sanitaire voorzieningen, toegang tot zuiver water en hygiënische maatregelen. Bovendien kan de mens zich beschermen tegen microbiële indringers dankzij een doeltreffend afweersysteem. Daarnaast zijn er veilige en doeltreffende vaccins die een dertigtal ernstige infectieziektes kunnen voorkomen. En we kunnen antibiotica inzetten tegen zeer uiteenlopende ziekteverwekkers. Die antimicrobiële geneesmiddelen moeten we echter zeer gericht inzetten, en met mate. Bacteriën kunnen zich immers aanpassen aan antibiotica en er ongevoelig voor worden. Zulke resistente bacteriën komen voor bij mensen, maar ook bij dieren en in onze omgeving. Ze kunnen zich verspreiden tussen mensen, dieren of in de omgeving, andere bacteriën resistent maken tegen antibiotica en ziektes verwekken. Ook schimmels, virussen en parasieten kunnen zo'n weerstand ontwikkelen als ze blootgesteld worden aan bepaalde antimicrobiële middelen.

Slagen we er niet in om voldoende mensen te vaccineren of gebruiken we geneesmiddelen niet oordeelkundig? Dan kunnen infectieziektes die schijnbaar uitgeroeid waren of vlot behandelbaar leken, terugkomen. Met alle gevolgen van dien.

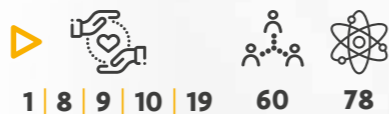
### Hoe pakken we dit aan?

Uiteraard moeten we blijven zoeken naar nieuwe vaccins om infectieziektes te voorkomen, en naar nieuwe

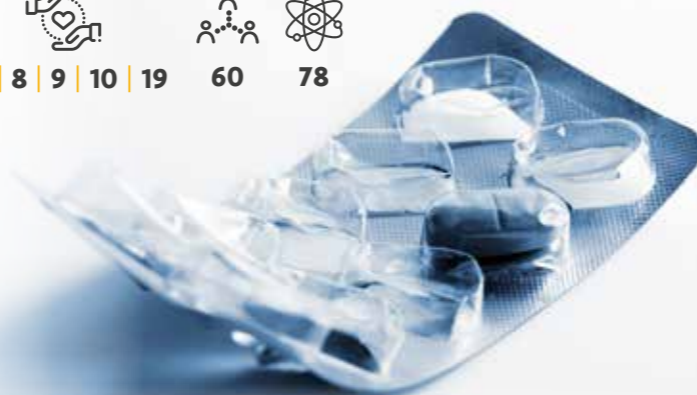
geneesmiddelen. Farmaceutische bedrijven moeten worden aangemoedigd om nieuwe antibiotica en andere antimicrobiële middelen te ontwikkelen. Die nieuwe middelen mogen wel pas gebruikt worden als het echt nodig is en er geen alternatief voorhanden is, om te voorkomen dat er ook daartegen snel resistentie zou ontstaan.

Om bestaande vaccins en geneesmiddelen zo zorgvuldig mogelijk te gebruiken, moeten alle betrokken sectoren samenwerken, waaronder de geneeskunde in ziekenhuizen en erbuiten, de diergeneeskunde, de landbouw en de veeteelt (de zogenaamde One Health-aanpak). Om beter te begrijpen waarom sommige mensen zichzelf of hun kinderen niet laten vaccineren, moeten biomedische wetenschappers samenwerken met sociologen, communicatiewetenschappers en andere humane wetenschappers. Ook moeten die wetenschappers onderzoeken waarom sommige artsen al te vaak en onnodig antibiotica voorschrijven. Vaak gebeurt dat omdat de arts onzeker is over de diagnose. Daardoor kan (vermeende) druk van de patiënt gaan meespelen om antibiotica te geven. Om dat gedrag te veranderen, ontwikkelen wetenschappers interventies, zoals trainingen in communicatievaardigheden om de echte vraag van de patiënt bespreekbaar te maken. Ook sneltesten, die de arts snel meer zekerheid geven over de diagnose, zullen tot een beter voorschrijfgedrag leiden.

En wat als er een epidemie optreedt met een nog onbekende ziekteverwekker? Onderzoekers wereldwijd werken samen om snel epidemiologisch en klinisch onderzoek te kunnen opstarten. Op dit moment duurt het nog te lang om daarvoor de nodige goedkeuringen te krijgen en infrastructuur op te zetten. We kunnen internationaal veel sneller reageren als we dat beter voorbereiden en klaarstaan met de nodige infrastructuur.



1 | 8 | 9 | 10 | 19 | 60 | 78



## Wat zijn nuttige micro-organismen?



Kunnen micro-organismen ingezet worden om de plasticproblematiek aan te pakken?

Wat is het potentieel van duurzame voedselproductie in de vorm van microbieel eiwit?

Hoe belangrijk zijn eencelligen voor onze gezondheid? Bijvoorbeeld die in de darmen of ook die in de vagina.

Kunnen bacteriën als doping dienen in de sport? Zo ja, hoe ga je dan bepalen of deze bacterie geen 'natuurlijke bewoner' is van deze persoon?

Slagen yoghurts met actieve bifidus erin om bacteriën in de dunne darm te krijgen?

### Uitdaging

Bacteriën spelen al meer dan 3,5 miljard jaar een cruciale rol in het leefbaar houden van de aarde. Zo zorgen ze voor klimaatregulering en fotosynthese. Zonder bacteriën zou evolutie onmogelijk geweest zijn. Ook vandaag spelen micro-organismen een belangrijke rol in allerlei interessante toepassingen, zoals zuurstof genereren op aarde, de houdbaarheid verlengen van gefermenteerde voeding zoals kaas, bier, olijven en salami, milieuvuiling opruimen ('bioremediatie'), waterzuivering, afvalverwerking ...

Micro-organismen zijn heel klein en dus moeilijk te onderzoeken. Tot enkele decennia geleden werden ze vooral bestudeerd met de microscoop en door ze op te kweken in laboschaaltjes. Maar veel bacteriën zijn niet goed kweekbaar. Bovendien was het onderzoek vroeger vooral gericht op ziektekiemen en ongewenste microben.

Door recente doorbraken in DNA-analyse kunnen we nu bacteriën, schimmels en andere micro-organismen onderzoeken in nieuwe domeinen en omgevingen. Zo zit onze darm vol met biljoenen darmbacteriën die belangrijk blijken voor onze gezondheid. We kunnen mens en dier beschouwen als superorganismen die

in symbiose leven met de micro-organismen die in ons lichaam op alle oppervlakken voorkomen: de darmwand, de huid, de luchtwegen, de mondholte, het urine- en het voortplantingskanaal. Het wordt steeds duidelijker welke impact al die ontelbare micro-organismen hebben op gezondheid en ziekte.

### Hoe pakken we dit aan?

Hoe kunnen we de voordelige eigenschappen van nuttige micro-organismen het best inzetten? Dat moeten we onderzoeken. Daarvoor is nog heel wat werk en samenwerking nodig tussen microbiologen, biotechnologen, (bio)medici, (bio)ingenieurs, bio-informatici, proces-technologen, productontwikkelaars, enzovoort. Zij moeten de positieve activiteit van de micro-organismen in het labo vertalen naar praktische toepassingen.

Enkele voorbeelden: bij het verwerken van afvalwater worden al decennia processen gebruikt die de groei van nuttige organismen bevorderen. We kunnen nuttige micro-organismen ook toevoegen aan de ecosystemen die we willen versterken. Gekende voorbeelden zijn probiotica in yoghurt drankjes, waarvan we zien dat ze de darmflora verrijken en hopen dat ze het immuunsysteem versterken. Maar

we moeten nog grondig onderzoeken hoe die producten precies werken en welk probioticum we best kiezen voor welke toepassing: van het herstel van de darmflora na antibiotica over de preventie van allergieën tot het verminderen van luchtweginfecties, diarree of koortsblaasjes. Bij stoelgangtransplantaties wordt zelfs een hele gemeenschap van micro-organismen van een gezonde darmflora overgebracht naar een andere darm. Dat lijkt voor bepaalde aandoeningen duidelijk veel effectiever dan één enkel micro-organisme over te brengen.

Voor andere wereldwijde uitdagingen kunnen micro-organismen gevoelig bijdragen tot duurzame oplossingen, bijvoorbeeld bij de afbraak van plastic, elektriciteitswinning, de aanpak van milieuvuiling, alternatieve eiwitproductie, bescherming van gewassen en CO<sub>2</sub>-opslag.



1 | 3 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 17

22 | 29 | 67 | 73 | 74 | 78 | 82





## Hoe houden we onze hersenen gezond?



Als depressie ontstaat door bepaalde stoffen in de hersenen, waarom kan dat dan niet opgelost worden door medicatie?

Waarom zijn er zo weinig preventieve maatregelen voor dementie?

Komt migraine nu meer voor in Vlaanderen dan pakweg 40 jaar geleden? En is er een verband tussen de luchtkwaliteit van toen en van nu?

Kan je hersenen die aftakelen genezen?

Waarom krijgt de ene vroeger dementie dan de ander?



### Uitdaging

Hersenaandoeningen zijn een belangrijke doodsoorzaak en wereldwijd de grootste oorzaak van blijvende invaliditeit. Beroertes, depressie en dementie staan in de top vijf van de belangrijkste aandoeningen in de westerse wereld. Volgens schattingen heeft een derde van de westerse bevolking een neurologische of psychiatrische aandoening. Met de vergrijzing van de bevolking stijgt dat aantal alleen maar. Hersenaandoeningen hebben een enorme socio-economische impact en ook dat zal blijven toenemen. We moeten dus massaal inzetten op het beter begrijpen, voorkomen en behandelen van hersenaandoeningen.

Onze hersenen zijn een heel kwetsbaar systeem, opgebouwd uit honderd miljard individuele cellen. Die communiceren met elkaar via een complex netwerk van verbindingen. De goede werking van onze hersenen en ons zenuwstelsel kan aangetast worden door enerzijds externe factoren als virussen, bacteriën, medicatie, toxische stoffen, trauma en levensstijl, en anderzijds interne factoren als genetische afwijkingen of 'kwetsbaarheid', metabole veranderingen en immunoreacties.

Die factoren veroorzaken diverse neurologische en psychiatrische aandoeningen. Cellen kunnen afsterven op een bepaalde plaats in de hersenen of het ruggenmerg en daardoor ziektes

veroorzaken als alzheimer, parkinson, amyotrofische laterale sclerose (ALS) en multiple sclerose (MS). Als de bloedtoevoer onderbroken wordt, kan dat tot een beroerte leiden. Tumoren kunnen de hersenen structureel beschadigen. Epilepsie ontstaat door een verhoogde prikkelbaarheid van de hersencellen. Dat kan veroorzaakt worden door een voorafgaand hersentrauma of een beroerte, maar evengoed door een onderliggende afwijking in de genen of de stofwisseling. Sommige aandoeningen, zoals depressie of verslaving, ontstaan door een combinatie van factoren: erfelijkheid, persoonlijke eigenschappen en omgevingsfactoren. Aandoeningen zoals autisme ontstaan doordat erfelijke factoren de hersenontwikkeling anders doen verlopen.

### Hoe pakken we dit aan?

Zowel de wetenschap als de maatschappij moet antwoorden zoeken op heel diverse vragen. Neurowetenschappers moeten de oorzaken van neurologische en psychiatrische aandoeningen verder ontrafelen om tot betere behandelingen te komen. Vaak onderdrukt of verzacht de huidige medicatie alleen de symptomen, of remt of stabiliseert ze de aandoening hooguit. We willen naar een toekomst waarin we hersenaandoeningen kunnen voorkomen of genezen. Denk daarbij aan genterapie, waarmee je bepaalde aandoeningen zou kunnen genezen die veroorzaakt worden door een gendefect, maar ook aan het belang van een gezonde levensstijl. Om zo'n toekomst te bereiken is er samenwerking nodig tussen wetenschappers, industrie, overheid, patiënten en burgers. Tegelijk moeten we ons als maatschappij voorbereiden op de grote socio-economische impact van hersenaandoeningen. Daarom moeten we inzetten op sensibilisatie en informatie, en ons als maatschappij organiseren om het leven van het groeiende aantal hersenpatiënten en hun omgeving te ondersteunen.



1 | 5 | 9 | 17



## Hoe werken emoties en hoe kunnen we ze beïnvloeden?

### Uitdaging

Emoties worden vaak onderzocht door verschillende disciplines: psychologie, hersenwetenschap, filosofie, moraalwetenschap en kunstwetenschappen. Toch blijven ze tot op zekere hoogte een mysterie. We weten bijvoorbeeld niet of onze emoties fundamenteel verschillen van die van dieren. Ook is nog niet duidelijk welke functie ze juist vervullen in de sociale omgang en of alle emoties wel nuttig en nodig zijn. We kunnen ons ook afvragen of liefde enkel een emotie is. En zijn emoties nodig om moreel te kunnen oordelen of volstaat de ratio daarvoor? Muziek, dans en kunstbeleving hebben ook een invloed op de emotionele huishouding. Ze beïnvloeden dus onze hersenen. Ook bij psychische aandoeningen is er vaak sprake van een verandering in emoties.

Voor de geneeskunde, de psychiatrie en de moraal- en kunstwetenschappen is het belangrijk dat we onze emoties beter begrijpen en inzicht krijgen in hoe ze ontstaan en hoe we ze kunnen beïnvloeden. Dat kan ons bovendien iets leren over wat het betekent om mens te zijn. Ook onderzoek naar het ontstaan en de aard van haatgevoelens is erg belangrijk. Zo kunnen we bepaalde maatschappelijke ontwikkelingen, zoals xenofobie en racisme, beter begrijpen.



Waarom zijn sommige mensen vreselijk bang voor spinnen en anderen niet?

Hoe kunnen we ons empathisch vermogen verhogen?

Bestaat er een verband tussen dansen en geluk?

Waarom lijken sommige mensen ongevoelig voor bepaalde muziek en worden anderen erdoor geraakt?

Hoe lang blijft het gevoel van euforie (bij het behalen van een overwinning) hangen?

### Hoe pakken we dit aan?

Om emoties beter te begrijpen, moeten verschillende disciplines samenwerken. Filosofen en andere cultuurwetenschappers kunnen samen met psychologen onderzoeken wat emoties eigenlijk zijn. Hoe ontstaan ze? Welke rol spelen ze bij sociale contacten en in de morele keuzes die mensen maken? Hersenwetenschappers kunnen bestuderen hoe emoties ontstaan in de hersenen. Genetici gaan na of de aard en variabiliteit van gevoelens ook genetisch bepaald zijn. Psychiaters en psychologen kunnen bestuderen hoe ons welbevinden beïnvloed wordt door de manier waarop we emoties ervaren en sturen. En hoe we moeten omgaan met extreme en zelfs ziekelijke gevoelens als extreme angst en somberheid. Muziekwetenschappers kunnen in kaart brengen welk effect klanken en muziek hebben op ons emotioneel welbevinden. Sociologen en historici onderzoeken dan weer de rol van gevoelens in maatschappelijke evoluties. Informatici en ingenieurs ten slotte kunnen nagaan of emoties gesimuleerd kunnen worden via een computersysteem.



5 | 9 | 13 | 53 | 55 | 56





## Hoe kunnen we op een efficiënte, veilige en verantwoorde manier goed werkende geneesmiddelen ontwikkelen?



Waarom hebben alle geneesmiddelen bijwerkingen?

Hoe kunnen we geneesmiddelen testen zonder dierproeven?

Hoe maken we geneesmiddelen sneller beschikbaar en meer betaalbaar voor meer mensen?

### Uitdaging

Het is een hele uitdaging om nieuwe geneesmiddelen te ontdekken en te ontwikkelen. Daar zijn verschillende redenen voor.

Ten eerste moeten nieuwe geneesmiddelen beter zijn dan de beschikbare medicijnen. Dat is zoals het verbreken van een hardlooprecord: in het begin wordt er veel vooruitgang geboekt, maar gaandeweg kost het steeds meer moeite om steeds kleinere verbeteringen te realiseren.

Ten tweede zijn de 'makkelijke' geneesmiddelen voor eenvoudige ziekten al gevonden. Vandaag zoeken we vooral medicijnen voor complexere ziektebeelden, en het ontdekken en ontwikkelen daarvan is een moeizaam proces. We kunnen intussen heel wat ziektes behandelen, maar vaak nog niet genezen. Een typisch voorbeeld is het inspuiten van insuline bij diabetespatiënten: die behandeling kan hun leven redden, maar het neemt de ziekte niet weg.

Ten derde maken onderzoekers vandaag steeds meer geneesmiddelen voor steeds kleinere patiëntengroepen. Zo zijn er nu aparte behandelingen voor specifieke subtypes van kanker. De ontwikkeling van zulke gespecialiseerde geneesmiddelen is een pak moeilijker en duurder.

Tot slot hebben we doorheen de jaren veel meer kennis verzameld over bijwerkingen. We passen daarbij het voorzorgsprincipe toe: als een kandidaat-geneesmiddel er ook maar een klein beetje verdacht uitziet, moet het weg. Waar we vijftig jaar geleden pakweg tien op de honderd kandidaat-geneesmiddelen afkeurden, is dat vandaag ongeveer 99 procent. Door de lat – terecht – steeds hoger te leggen op het vlak van veiligheid en efficiëntie, wordt het steeds moeilijker om nog geschikte geneesmiddelen over te

houden. En zelfs dan is er geen waterdichte garantie dat het geneesmiddel bij massaal gebruik geen onverwachte bijwerkingen zal geven bij bepaalde patiënten.

### Hoe pakken we dit aan?

Dankzij de vooruitgang in wetenschap en techniek is de ontwikkeling van geneesmiddelen enorm verbeterd en kunnen bijwerkingen zoveel mogelijk vermeden worden. We kunnen vandaag veel meer en sneller testen, met kleinere hoeveelheden werken en de werking van geneesmiddelen tot op het niveau van de atomen zichtbaar maken. Dat onderzoek is bij uitstek multidisciplinair: apothekers, chemici, wiskundigen, biologen, fysici, artsen, toxicologen, informatici, ingenieurs en andere deskundigen van universiteiten, bedrijven, overheidsinstellingen en andere gezondheidsinstanties werken allemaal samen.

We proberen voortdurend om het gebruik van proefdieren te verminderen. Waar mogelijk worden ze vervangen door proefbuistesten, worden er minder dieren gebruikt en worden de onderzoeken efficiënter gemaakt. Dat noemen we het 3V-principe: vervangen, verminderen en verfijnen. De aandacht voor het welzijn van het dier staat centraal. Ondanks alle inspanningen kan het gebruik van proefdieren helaas niet volledig vermeden worden. Vanwege wetenschappelijke beperkingen, maar ook omdat overheden opleggen om elk kandidaat-geneesmiddel op een minimaal aantal proefdieren te testen. Daarna volgt nog een lange en dure evaluatieperiode bij de mens. De uitgebreide procedure zorgt ervoor dat de ontwikkeling van een geneesmiddel in Europa gemiddeld 12,5 jaar duurt en ongeveer 1,25 miljard euro kost.

Dankzij de continue optimalisatie van het farmaceutische onderzoeks- en ontwikkelingsproces kunnen we, ondanks de bovenstaande uitdagingen, elk jaar een dertigtal nieuwe geneesmiddelen ten dienste van patiënten stellen. Het proces is evenwel complexer en duurder geworden.



8 | 9 | 10



74



## Wat zegt de wetenschap over de effectiviteit van alternatieve en reguliere behandelingen?



Kunnen alternatieve geneeswijzen wetenschappelijk onderzocht worden?

Hoe kunnen we zorgen dat de maatschappij enkel zorg ondersteunt/betaalt die op evidentie is gebaseerd?

Werken homeopathische middelen echt en waarom schrijven artsen dit dan niet voor?

### Uitdaging

Behandelingen waarvan de geneeskundige effectiviteit niet wetenschappelijk bewezen is, definiëren we als alternatieve geneeswijzen. Voorbeelden zijn homeopathie, bachbloesemtherapie, orthomoleculaire behandelwijzen (behandelingen via de dosering van voedingsstoffen), chiropraxie ('kraken') en reiki (een manuele behandeling die uitgaat van een soort levensenergie).

Tegenover die alternatieve behandelingen staan de officiële moderne geneeswijzen die wetenschappelijk onderbouwd zijn. Ook de effectiviteit van die reguliere behandelingen is soms moeilijk hard te maken. Maar ze steunen wel op de wetenschappelijke kennis van de biologie, fysiopathologie en farmacologie (geneesmiddelenleer) om hun werking te begrijpen. En hun werkzaamheid wordt bewezen door statistische en methodologische kennis toe te passen.

Van geneesmiddelen weten we dat ze een groot placebo-effect hebben. Dat effect is niet onderbouwd door de farmacologische werking, maar berust op andere factoren: het natuurlijke verloop van een ziekte of symptomen, de vertrouwensrelatie met de zorgverlener of de

verwachtingen van de patiënt. We beschouwen geneesmiddelen echter pas als werkzaam als ze bovenop dat placebo-effect ook de fysiologische functies behouden, herstellen of verbeteren, en dat op een farmacologische manier.

Alternatieve behandelingen winnen vaak aan belang in de grijze zones waar (nog) geen wetenschappelijk onderbouwde behandelingen voor bestaan of waar we de klachten van een patiënt medisch niet voldoende kunnen verklaren. Door de effectiviteit van behandelingen echter wetenschappelijk te onderbouwen, kunnen we ook de kostprijs of terugbetaling verantwoorden en de veiligheid onderzoeken en bewaken.

De wetenschap staat daarbij voor de uitdaging om de (vaak) niet-levensbedreigende klachten en aandoeningen met een grote impact op de levenskwaliteit beter fysiopathologisch te begrijpen en er veilige en wetenschappelijk onderbouwde behandelingen voor te vinden.

### Hoe pakken we dit aan?

Vroeger werd vaak voor een reguliere behandeling gekozen op basis van eigen ervaring of van de opinie van een expert. Nu onderbouwen wetenschappers die keuze steeds vaker via meta-analyse, waarbij bevindingen uit meerdere goed uitgevoerde klinische studies, zogenaamde gerandomiseerde interventieonderzoeken, samengelegd worden. Bij randomisatie bepaalt het toeval welke behandeling (het werkzame bestanddeel versus een placebo) de deelnemer in het onderzoek krijgt, en niet de voorkeur van de onderzoeker of deelnemer.

Aan dat wetenschappelijk onderzoek om de effectiviteit van reguliere behandelingen te bewijzen, worden

strenge methodologische eisen gesteld. De wetenschap stelt ook steeds alles in vraag en heeft meer vertrouwen in meetbare, herhaalbare en transparante onderzoeken. Hoe sterk de gebruikte methoden zijn en hoe kritisch we de resultaten interpreteren, bepalen in belangrijke mate de bewijskracht. Zo'n interventieonderzoek moet ook altijd verantwoord zijn: de veiligheid moet onderzocht zijn en er moeten voldoende (fysiopathologische) aanwijzingen zijn dat patiënten beter kunnen worden met de nieuwe behandeling.

Alternatieve behandelingen mogen niet in de plaats komen van bewezen reguliere behandelingen, omdat hun effectiviteit niet wetenschappelijk onderbouwd of bewezen is. Zolang deze alternatieven echter samen met reguliere behandelingen gebruikt worden en veilig zijn, worden ze niet verboden, uit maatschappelijke en ethische overwegingen. Placebo-effecten kunnen immers heilzaam zijn voor aandoeningen die we fysiopathologisch nog onvoldoende kunnen begrijpen, vermijden of oplossen. Ook voor reguliere behandelingen blijft het belangrijk dat we hun effectiviteit wetenschappelijk onderbouwen en de wetenschappelijke evidentie in de praktijk implementeren.



7 | 20



32



## Wat vertellen onze genen over ons?



Kan menselijk DNA wijzigen tijdens de levensduur van de mens?

Hoe komt het dat het ene kind andere dingen goed kan dan het andere?

Waarom komt de ene persoon meer bij in gewicht dan de andere? Waarom verschillen metabolismes?

Is intelligentie erfelijk of afhankelijk van de opvoeding?

### Uitdaging

Van onze haarkleur tot de aanleg voor een bepaalde aandoening of ziekte: het merendeel van onze zichtbare en onzichtbare eigenschappen wordt bepaald door onze genen. We delen ze op in monogene en polygene kenmerken: de monogene worden veroorzaakt door één gen, bij de polygene liggen meerdere genen aan de basis. Vandaag zijn zo goed als alle monogene kenmerken en aandoeningen bekend. Een grotere uitdaging is het ontrafelen van eigenschappen waarvoor meerdere genen verantwoordelijk zijn en waarin ook omgevingsfactoren een rol kunnen spelen. Dat is cruciaal om meer inzicht te krijgen in de erfelijkheid van eigenschappen zoals intelligentie en gedragspatronen, en om aandoeningen zoals suikerziekte of alzheimer beter te begrijpen en te behandelen.

### Hoe pakken we dit aan?

Sinds de revolutie in de genetica door de techniek *genome-wide sequencing* is het mogelijk om het volledige genoom van de mens snel en kostenefficiënt in kaart te brengen.

Door het erfelijk materiaal (DNA) van grote groepen mensen te bestuderen, kunnen duizenden genetische varianten aan het licht komen – stukjes DNA die verschillen van mens tot mens. De analyse van die data vormt een uitdaging, niet enkel door de complexiteit van ons erfelijk materiaal, maar ook omdat er niet altijd een een-op-eenverband bestaat tussen een variant en een kenmerk. Zo kan bijvoorbeeld de aanwezigheid van verschillende specifieke varianten samen een bepaald ziektebeeld veroorzaken. Dit vormt de basis van polygene kenmerken. Om de varianten te identificeren die een polygene eigenschap bepalen, moeten alle varianten van een genoom worden bekeken en gerangschikt worden op de waarschijnlijkheid dat ze iets te maken hebben met de eigenschap die we bestuderen. Het onderzoek

naar polygene eigenschappen vraagt een multidisciplinaire aanpak. De bio-informatica kan ons helpen bij de analyse van ons genoom. Daarnaast moeten genetici, biotechnologen en biomedici onderzoeken of specifieke varianten inderdaad het verwachte kenmerk bepalen. Bij studies over gedragspatronen moeten ook specialisten in de psychologie en de sociologie betrokken worden.



3 | 8 | 9 | 13 | 17



## Wat maakt ons tot wie we zijn?



Wat gebeurt er met je persoonlijkheid wanneer je weet dat je privacy geschonden wordt en alles gecontroleerd wordt?

Welke rol speelt het verschil in opvoeding in het verschil in mentaliteit?

Waarom zijn sommige mensen introvert en andere extravert?

Waar komt oorspronkelijk je karakter/personaliteit vandaan?

### Uitdaging

Dagelijks hoor je observaties over 'hoe iemand is'. Mensen zoeken verklaringen voor het gedrag of de voorkeuren van anderen: 'Hij is net zoals zijn vader!' 'Vrouwen zijn toch meer empathisch dan mannen.' 'Hoe kan jij dat nu mooi of leuk vinden?'. Als we ons afvragen wat ons maakt tot wie we zijn, vragen we ons tegelijk af waarom mensen van elkaar verschillen.

We weten al een tijd dat 'nature' (aanleg) én 'nurture' (opvoeding) een rol spelen in de ontwikkeling van mensen: het biologische en de sociaal-culturele omgevingskenmerken. Kleine voorkeuren of bredere persoonlijkheidstrekken kunnen het gevolg zijn van genetica of socialisatie (opvoeding). Daarnaast kunnen specifieke ervaringen de ontwikkeling bepalen: trauma, geweld, maar ook het gevoel van aanvaard of geliefd te zijn.

Maar daarmee weten we nog niet alles. De persoonlijkheid, interesses en voorkeuren van mensen zijn het resultaat van een complex samenspel van factoren. We weten nog niet helemaal hoe biologie en milieukenmerken met elkaar samengaan en op elkaar inwerken. De vraag wie je bent, zowel individueel als maatschappelijk, hangt ook

sterk samen met je geschiedenis. Het individuele (familie) traject past altijd in een breder maatschappelijk verhaal. Kinderen van de collaboratie staan bijvoorbeeld anders in het leven dan mensen zonder beladen politiek verleden.

Verschillende wetenschappen verklaren elk voor een deel die verschillen tussen mensen. Maar het blijft zoeken naar hoe die puzzelstukjes in elkaar passen. Bijvoorbeeld: hoe kunnen familiale achtergrond en kenmerken van het sociaal-culturele milieu een biologische aanleg versterken? Of een gebrek aan die aanleg compenseren?

Die vragen moeten we bestuderen. De antwoorden kunnen ons helpen om grotere maatschappelijke vragen beter te kaderen, rond (on)gelijkheid, gelijke kansen en (individuele) verantwoordelijkheid. Ook kunnen ze helpen om maatschappelijk ongewenst gedrag te voorkomen en de gezondheid en het (mentaal) welbevinden te stimuleren, zowel bij kinderen als volwassenen.

### Hoe pakken we dit aan?

Waarom zijn we wie we zijn? En hoe moeten of kunnen we maatschappelijk omgaan met de verschillen tussen mensen en groepen? Om deze vragen te beantwoorden, is een diepgaande dialoog nodig tussen verschillende takken van de wetenschap. Naast genetici en neurowetenschappers spelen ook filosofen, historici en ethici hierin een belangrijke rol. Studenten moeten al vroeg in hun opleiding meekrijgen hoe belangrijk dit interdisciplinair onderzoek is en hoe hun discipline hierin kan meespelen.



9 | 10 | 12 | 18





## LEEFBARE SAMENLEVING

Hoe krijgen we armoede de wereld uit? Kunnen we ooit iedereen van voldoende voedsel voorzien? Hoe kunnen we werkloosheid verminderen? Uit de Vlaamse Wetenschapsagenda blijkt dat we veel verwachten van onderzoek als het om de toekomst van onze samenleving gaat. "De maatschappelijke problemen worden alsmat complexer", zegt Nele Witters van het panel 'Gedrags- en maatschappijwetenschappen'. "Elke vraag over de maatschappij draagt meerdere aspecten in zich: sociologisch, cultureel, biologisch, technologisch, medisch ... Samenwerking binnen de wetenschap wordt dus belangrijker dan ooit."





De Vlaming verwacht op maatschappelijk vlak veel van de wetenschap. Nele Witters: “Van wetenschappers wordt verwacht dat ze antwoorden zoeken op de grote vragen in de samenleving en zich ten dienste stellen van maatschappelijke thema’s als duurzaamheid, gelijkheid of vergrijzing.” Uit de ingediende vragen blijkt dat Vlamingen bezorgd zijn over veranderingen in de samenleving, zoals de globale bevolkingsgroei, ongelijkheid, diversiteit en migratie. “Om die uitdagingen aan te pakken is het belangrijk om te begrijpen hoe maatschappelijke veranderingen tot stand komen, vanuit historisch en cultureel perspectief. Daarin kunnen de cultuurwetenschappen een belangrijke rol spelen”, stelt Amr Ryad (Culturele wetenschappen).

#### Juiste vragen stellen

Heel veel maatschappelijke onderwerpen waarover burgers vragen stellen, zijn onmogelijk los van elkaar

te zien. Zo hangt de mobiliteitsproblematiek samen met de ruimtelijke ordening, die dan weer verband houdt met de problematiek van luchtverontreiniging. Die onderlinge samenhang is ook in het wetenschappelijk onderzoek essentieel, meent Vincent Ginis (Wetenschap en technologie). “Het heeft weinig zin om één bepaald maatschappelijk probleem op te lossen zonder ook naar de andere, verwante problemen te kijken. In onze onderzoeksinitiatieven en ook in onze communicatie naar de burger moeten we daarover heel duidelijk zijn. De grootste moeilijkheid in wetenschap is niet altijd om de juiste antwoorden te vinden; het begint vaak met het stellen van de juiste vragen. En daar kunnen initiatieven zoals de Vlaamse Wetenschapsagenda een belangrijke rol in spelen.”

#### Co-creatie als model

Ook de scheiding tussen kennisproductie door wetenschappers en

vervolgens het loutere gebruik van die kennis door beleidsmakers en de bevolking is voorbijgestreefd, vindt Ann Buysse (Gedrags- en maatschappijwetenschappen). “De wetenschap staat ten dienste van de maatschappij. Het lijkt daarom logisch om naar een proces van co-creatie toe te werken, waarin burger en wetenschapper het onderzoek samen vorm geven. Een vereiste is dan dat je kiest voor een bottom-upbenadering, waarbij je een open dialoog voert met de burger. Dat is ook een heel geschikte manier om de percepties en prioriteiten te leren kennen die in de maatschappij leven.”

“Als wetenschapper kan je niet langer enkel op het einde van je onderzoek communiceren over je bevindingen. Want de kans dat dat tot maatschappelijke veranderingen leidt is dan behoorlijk klein. Via co-creatie kunnen waardevolle inzichten en ideeën van alle actoren worden meegenomen en kan iedereen een rol opnemen in het wetenschappelijk onderzoek”, aldus Buysse.

#### Wetenschap en waarden

Keuzes, normen en waarden spelen een belangrijke rol als het om maatschappelijke kwesties gaat”, gaat Nele Witters verder. “Op het vlak van duurzame mobiliteit staan we als samenleving bijvoorbeeld voor de keuze of we eerder inzetten op efficiëntere motoren dan wel op andere vormen van mobiliteit, waarbij auto’s geen centrale rol meer spelen. We moeten als wetenschapper bereid zijn om stil te staan bij de manier waarop onze onderzoeksresultaten maatschappelijk kunnen worden ingezet. Maar we moeten ook kritisch

“OM MAATSCHAPPELIJKE UITDAGINGEN AAN TE PAKKEN IS HET BELANGRIJK TE BEGRIJPEN HOE MAATSCHAPPELIJKE VERANDERINGEN TOT STAND KOMEN, VANUIT HISTORISCH EN CULTUREEL PERSPECTIEF. DAARIN KUNNEN DE CULTUURWETENSCHAPPEN EEN BELANGRIJKE ROL SPELEN”

Amr Ryad

nadenken over hoe wij zelf – als wetenschapper én als persoon – naar de maatschappij kijken.”

“Kijken we naar armoede, dan stelt zich de vraag wat het referentiebudget is om menswaardig te kunnen leven. Als het over een leefbare samenleving gaat, dan zullen de ethische aspecten steeds een uitdaging vormen. Want er is altijd een norm, een referentiepunt waarmee we vergelijken”, zegt Nele Witters. Amr Ryad: “Er bestaan in de samenleving diverse opvattingen over ongelijkheid en gelijke rechten. De wetenschap moet het maatschappelijke debat voeden, maar we moeten ook werk maken van een bereidheid tot kritisch denken bij wetenschappers en burgers. Hoe kunnen onderzoeksresultaten gebruikt worden in het publieke debat over inclusie? Daar moeten wetenschap en samenleving samen over nadenken.”

#### Duurzaam samenleven vraagt samenwerking

Het is opvallend hoe goed de duurzaamheidsdoelstellingen van de Verenigde Naties (Sustainable Development Goals of SDG’s) aansluiten op de verwachtingen rond duurzaam samenleven die bij de bevolking leven. Vincent Ginis: “De ingestuurde vragen bevestigen dat de SDG’s bijzonder goed gekozen zijn. Ze weerspiegelen bijna op natuurlijke wijze de maatschappelijke vragen die bij de burger leven.”

Zo goed als elke maatschappelijke vraag blijkt meerdere aspecten in zich te dragen: sociaal, cultureel, biologisch, technologisch, medisch ... Vragen over ongelijkheid en armoede vergen inzichten op economisch, maar ook op sociologisch en psychologisch vlak. Maar als het over armoede en migratie gaat, spelen ook biologische, geografische en ecologische factoren een rol. Nele Witters: “Naast de inbreng van goede vakspecifieke expertise is ook een interdisciplinaire benadering van cruciaal belang. Het komt er telkens op aan om verschillende disciplines binnen de wetenschap te combineren. Dat vraagt om samenwerking en kruisverbindingen binnen de wetenschap.”

Bij de burger leven ook heel wat vragen over de maatschappelijke risico’s van artificiële intelligentie. Zullen

robots in de toekomst bijvoorbeeld onze jobs overnemen? Nele Witters: “Om die vraag te beantwoorden moeten onderzoeksmethodes uit uiteenlopende domeinen gecombineerd worden, zoals elektronica, informatica en materiaalkunde. Maar ook de sociale wetenschappen zijn betrokken, met hun eigen methodes voor kwantitatief en kwalitatief onderzoek.”

Volgens Amr Ryad is bij samenlevingsvraagstukken ook de samenwerking met maatschappelijke organisaties van groot belang. “Sociaal-culturele organisaties staan met beide voeten in de samenleving en hebben van nabij zicht op de maatschappelijke ontwikkelingen. Die organisaties zijn belangrijke partners die ons kunnen helpen om maatschappelijke trends en vraagstukken beter te begrijpen.”

“VIA CO-CREATIE KUNNEN WAARDEVOLLE INZICHTEN EN IDEEËN VAN ALLE ACTOREN WORDEN MEEGENOMEN EN KAN IEDEREEN EEN ROL OPNEMEN IN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK”

Ann Buysse

“HET HEEFT WEINIG ZIN OM ÉÉN BEPAALD MAATSCHAPPELIJK PROBLEEM OP TE LOSSEN ZONDER OOK NAAR DE ANDERE, VERWANTE PROBLEMEN TE KIJKEN. IN ONZE ONDERZOEKSINITIATIEVEN EN OOK IN ONZE COMMUNICATIE NAAR DE BURGER MOETEN WE DAAROVER HEEL DUIDELIJK ZIJN”

Vincent Ginis



## Hoeveel mensen kan onze aarde aan?



Hoe kunnen we de explosieve toename van de wereldbevolking op een ethisch verantwoorde manier een halt toeroepen?

Hoe blijven we voldoende gezond voedsel en drinkwater garanderen voor de exponentieel groeiende bevolking?

Hoe kunnen we ervoor zorgen dat de groeiende wereldbevolking een aanvaardbare kwaliteit van leven kan hebben en de natuur, biodiversiteit, fauna en flora beschermd en behouden kunnen worden? Is een nieuw gedrags-/ economisch model globaal mogelijk?

Wat zou er gebeuren met de wereldbevolking als er geen voedseltekorten meer waren?

Wat is de draagkracht van de aarde gemeten in aantal mensen en hun impact?

### Uitdaging

Om de natuur in stand te houden en iedereen op aarde een duurzaam leven te geven, moeten er op onze planeet onder meer voldoende grondstoffen, water en voedsel zijn. Er is nood aan landbouwgrond, grasland, bos, bebouwde grond enzovoort, bijvoorbeeld om voedsel te kweken, maar ook om energie op te wekken en CO<sub>2</sub> op te slaan. Als je de oppervlakte van de aarde die we daarvoor nodig hebben vergelijkt met de oppervlakte die beschikbaar is, worden we helaas met de neus op de feiten gedrukt: we hebben de grens overschreden. Sinds 1970, toen er zo'n 3,7 miljard mensen op de aardbol rondliepen, zijn we met te veel op deze planeet.

Een alternatieve manier om de draagkracht van de aarde te berekenen, vertrekt vanuit de totale



energie aanwezig op aarde: welk deel van de energie van de zon die de aarde bereikt, is na aftrek van de energie noodzakelijk voor natuurlijke processen en voor het in stand houden van de natuur nog beschikbaar voor de mens om in leven te blijven en een duurzame samenleving in te richten?

Overbevolking en grondstofschaarste verhogen de kans op conflicten. En ondertussen leidt ook de klimaatverandering tot nieuwe uitdagingen: hoe voorkomen we dat de temperatuur verder stijgt? Hoe gaan we om met ontwikkelingen zoals extreme droogte, verlies aan biodiversiteit en erosie, die onder andere een impact hebben op de voedselproductie? Daarnaast moeten we rekening houden met de grote ongelijkheid tussen het welvarende Westen en het arme Zuiden, de ongelijkheid in historische schuld, de inrichting van de verschillende samenlevingen op aarde, oorlog en conflict, voedselonzekerheid, economische en sociale ongelijkheid binnen een maatschappij ...

### Hoe pakken we dit aan?

Overbevolking stelt zowel wetenschappers als beleidsmakers voor uitdagingen. Die moeten we

benaderen op een multidisciplinaire en systematische manier, wat vandaag nog niet het geval is. Om duurzame (voedsel)productie af te stemmen op duurzame consumptie is er nood aan samenwerking tussen biologische, ecologische, sociale, technologische en economische wetenschappen. De uitdagingen aanpakken met betrekking tot sociale processen, de inrichting van de maatschappij, conflicten enzovoort veronderstelt op zijn beurt een intensieve samenwerking tussen cultuurhistorisch onderzoek, ruimtelijke ordening en sociale wetenschappen (sociologie, antropologie, economie). Door de breedte van het probleem is ook een gedegen communicatiestrategie nodig tussen wetenschap en beleid, die kritisch is, ethisch en gericht op de lange termijn. En – niet te vergeten – omdat er grote regionale verschillen meespelen die hun oorsprong vinden in het verleden, moet er een dialoog tot stand komen tussen Noord en Zuid. Die kan als basis dienen voor een gezamenlijke langetermijnstrategie.



22 | 38 | 41



52 | 55



## Welke uitdagingen brengt de vergrijzing met zich mee?



Wat gebeurt er met pensioenen en sociale zekerheid in de toekomst?

Welke invloed heeft de vergrijzing op het welzijn van de mens en de welvaart van de maatschappij?

In welke mate zal de vergrijzing de toekomstige generaties beïnvloeden, nu de babyboomers de pensioenleeftijd bereiken?

Hoe kan de maatschappij meer oog hebben voor de zelfregie van ouderen met een (zware) zorgnood?

### Uitdaging

De aarde stevent af op 10 miljard inwoners. Dat is het resultaat van verschillende ontwikkelingen op het vlak van geboortes, sterfte en migratie. Typerend is dat de bevolking in West-Europa verouderd, en in sommige landen ook daalt. Dat leidt tot uitdagingen voor de gezondheidszorg, het onderwijsbeleid, de publieke financiën en de sociale zekerheid. Over één à twee generaties zullen bevolkingskrimp en vergrijzing zich ook voordoen in niet-Westerse regio's die nu nog worden gekenmerkt door groei en verjonging. We moeten ons dus schrap zetten voor een wereldwijde veroudering. Die trend wordt doorkruist door een andere ontwikkeling: migratiebewegingen, ruwweg van oost naar west en van zuid naar noord. Die brengen nieuwe culturele en sociale spanningen met zich mee, zowel voor de landen waaruit mensen wegtrekken als voor de gebieden waar ze heen gaan.

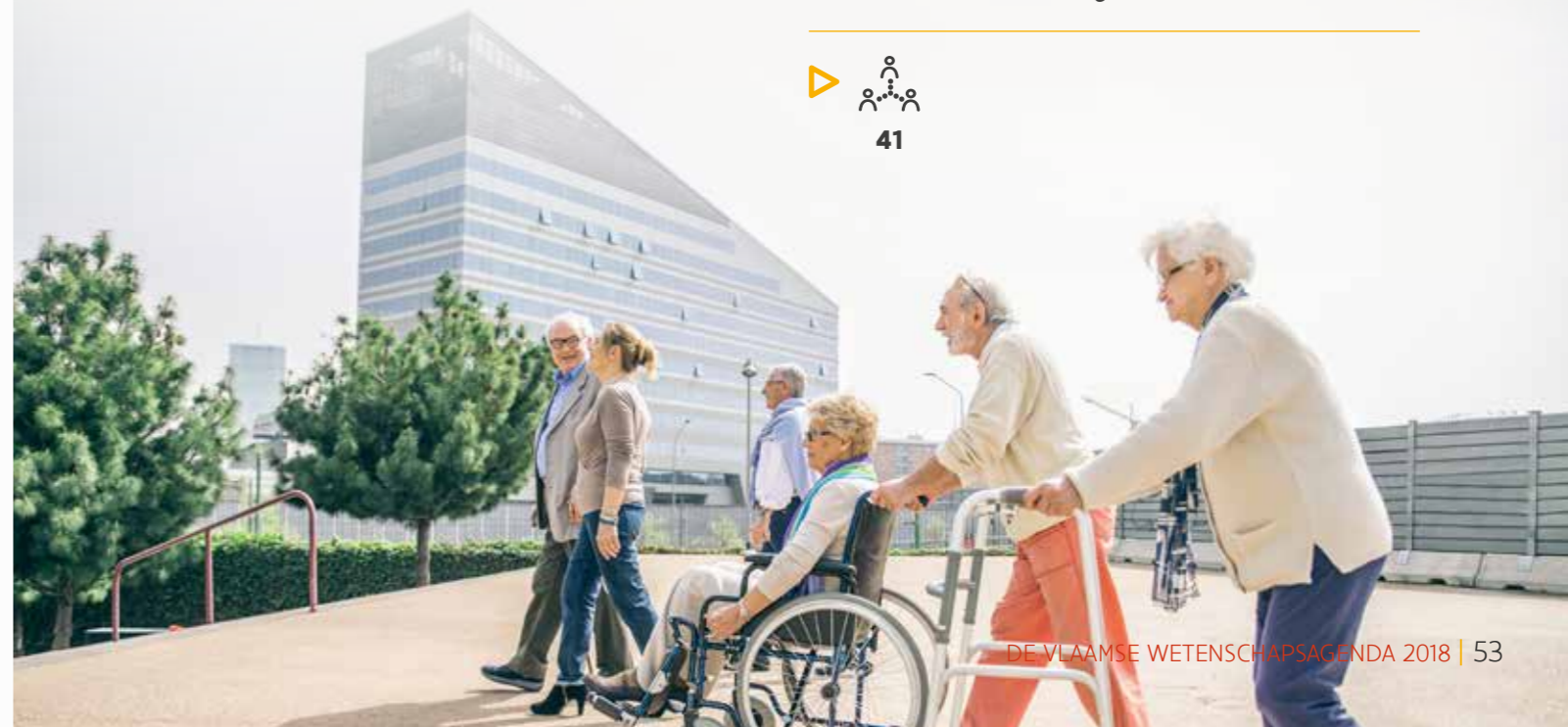
### Hoe pakken we dit aan?

Mondiale vergrijzing stelt ons als individu en als maatschappij voor uitdagingen. Hoe we die op beleidsniveau moeten aanpakken, daar hebben we tot nu toe maar weinig ervaring mee. Om te beginnen moet het beleid goede, betrouwbare data ter beschikking hebben. Maar even noodzakelijk is wetenschappelijke duiding. Om beide zaken te realiseren is een aanpak nodig die verschillende disciplines betreft en diverse methodes toepast. Alle gedrags- en maatschappijwetenschappen kunnen en moeten informatie en inzichten leveren. Veroudering heeft voor de hand liggende medische implicaties: meer mensen zijn (langdurige) ziek, de gezondheidszorg staat onder druk ... Maar daarnaast beïnvloedt de vergrijzing ook sociale aspecten (zoals andere verhoudingen tussen ouders en kinderen, en tussen kinderen onderling) en zet ze druk op de sociale zekerheid (denk aan de pensioenen).

Goed onderzoek over mondiale vergrijzing moet een forum bieden aan alle partijen: jongeren en ouderen, 'gewone' burgers en beleidsmakers. Maar er is ook altijd kritische feedback en distantie nodig. Daarom moet de gedragswetenschappelijke benadering aangevuld en vervolledigd worden met een benadering vanuit de geesteswetenschappen en cultuurwetenschappen. Die kunnen zich bijvoorbeeld richten op de vraag 'Wat is menswaardig leven?' of 'Hoe moeten we omgaan met culturele verschillen rond veroudering?'



41





## Moeten en kunnen we economisch blijven groeien?



Kunnen we het kapitalisme verlaten en komen tot een systeem dat bijdraagt tot een menswaardig bestaan voor iedereen met respect voor moeder aarde?

Kan de wetenschap ons niet verlossen van de consumptie-maatschappij waar enkel koopkracht en economische groei belangrijk zijn en niet de vele andere menselijke waarden zoals wetenschap, levenslang leren, cultuur, kunst en zinvolle vrije tijd en werk?

Hoe kunnen we economische groei en bevolkingsgroei combineren met het verbeteren van de werking van het ecosysteem?

### Uitdaging

Waarom is economische groei nodig en bestaat er een alternatief voor? Dat is een heel interessant en actueel debat. Groeipredikers stellen dat groei een onvermijdelijk en noodzakelijk gegeven is. Daartegenover staat de beweging die opkomt voor een krimpeconomie, ontgroeiing of *degrowth*.

Ons huidig economisch model steunt op de groei van kapitaal, winst en technologische vernieuwing. Op consumeren, niet op consuminderen. Die groei heeft echter gevolgen voor het verbruik van eindige grondstoffen en energie. Daarom zou je kunnen stellen dat binnen het kapitalisme enkel een krimp van de economie kan samengaan met een leefbaar sociaaleconomisch systeem. Zo'n krimp zou echter nadelig zijn voor de welvaart en economisch onhaalbaar. Bovendien weten we vandaag amper hoe het hele economische systeem zou reageren op een omgeving van heel lage of nulgroei.

Daarom proberen wetenschappers andere economische modellen te ontwikkelen: sociaalecologische modellen die zich richten op duurzaamheid en sociale welvaart, maar die de economie toch stabiel houden. Maar hoe moeten die modellen er dan uitzien?

### Hoe pakken we dit aan?

Het streven naar economische groei beheerst nog altijd het politieke discours, zelfs in de Duurzame Ontwikkelingsdoelen van de VN of in herformuleringen als 'inclusieve, duurzame groei'. Verschillende economen hebben voorstellen gedaan die het beleid minder afhankelijk van groei moeten maken. Recent bundelden tweehonderd internationale economen een aantal van die suggesties in een open brief aan de Europese instellingen. Ruwweg gaan de voorstellen in drie richtingen:

1. Beperkingen opleggen op grondstoffen- en energieverbruik, lokale productie en consumptie stimuleren via incentives en verandering in consumptiegedrag aanmoedigen.
2. De welvaart herverdelen binnen en tussen landen via *community currencies* of sociale munten, meer inkomens herverdelen via progressieve belastingen, een basis- of zelfs maximuminkomen introduceren en deelwerken promoten.
3. De overgang van een materialistische naar een participatieve samenleving bevorderen, met een betere balans tussen werk en privé (*downshifting*), arbeidsduurvermindering en nieuwe indicatoren voor economische ontwikkeling.

Zijn die voorstellen politiek en economisch haalbaar en is de overgang naar een sociaalecologisch model mogelijk?

Is er een draagvlak voor? Hoe zal het dagelijks leven eruitzien? Omdat er een belangrijk verband is met ecologische vraagstukken en met de overgang naar een circulaire economie, moeten we die vragen benaderen over verschillende wetenschappen heen.



21 | 25



52 | 53 | 56 | 59



80



## Wat betekent geld in de toekomstige samenleving?



Kan een wereld zonder geld bestaan?

Hebben cryptocurrencies zoals bitcoins een toekomst?

Waarom is geld zo waardevol?

Zijn cryptomunten veilig?



23 | 25

### Uitdaging

Doordat mensen na de financiële crisis hun vertrouwen in het bankensysteem verloren, ontwikkelden privépersonen nieuwe betaalsystemen. Zo ontstond Bitcoin. Dat betaalmiddel functioneert zonder inmenging van de overheid. Het vertrouwen dat je normaal in een derde partij stelt, wordt vervangen door cryptografie, een techniek om informatie te verbergen of te versleutelen. Bitcoin was de eerste crypto-munteenheid. Daarmee is geld al omgezet van materie naar informatie. Hoe kunnen we verder in onze

behoefte voorzien via informatie-technologie en niet via fysiek geld?

Geld speelt een belangrijke rol in een economie. Het beïnvloedt onder meer de conjunctuur. Als er te veel geld is, besteden consumenten meer dan er geproduceerd kan worden en stijgen de prijzen, wat we inflatie noemen. Als er te weinig geld is, consumeren ze minder, stijgt de werkloosheid en verslechtert de economie. De centrale bank van een land kan de conjunctuur proberen te beïnvloeden via haar monetair beleid. Zo kan ze bij inflatie de rentetarieven doen stijgen om de economie te doen afkoelen. Bij een recessie kan ze de rentetarieven doen dalen om de economie aan te zwengelen.

De komst van cryptovaluta als betaalmiddel en de blockchaintechnologie die dat mogelijk maakte, luiden een nieuw economisch tijdperk in. Er bestaan nu betalingsmechanismen waarop de centrale bank geen vat heeft en het traditionele monetair beleid dus ook niet. In welke mate kan dit alternatieve geldsysteem de markt verstoren? En hoe gaan we om met

de milieu-impact ervan? De ontwikkeling van cryptovaluta als bitcoins is immers erg energie-intensief en draagt dus bij aan de opwarming van de aarde.

### Hoe pakken we dit aan?

Economen, juristen en technologie-experts moeten samenwerken om te onderzoeken welk effect cryptovaluta hebben op de economische conjunctuur. Dat interdisciplinair onderzoek moet op drie niveaus gebeuren:

1. We moeten ons afvragen of we cryptovaluta moeten beschouwen als geld of als ruilmiddel. Vanuit economisch perspectief kunnen we spreken van geld, vanuit juridisch oogpunt niet.
2. Ook moeten we ons afvragen hoe deze nieuwe institutionele vorm werkt zonder centrale bank. Wat is het effect op de prijszetting en de concurrentie?
3. Daarnaast moeten we technische en juridische kwesties onderzoeken om cryptovaluta veilig te gebruiken als betaalmiddel.





## Zullen we in de toekomst geïnformeerd consumeren?



Supermarkten beweren dat ze producenten onder druk zetten om tegen een zo laag mogelijke prijs te leveren, omdat de consument dat wil. Maar klopt die stelling? Zijn het niet de supermarkten zelf die prijs als belangrijkste criterium promoten?

Kan er een erkende en gecontroleerde fairtrade indicator komen voor alle producten? En op een of andere manier meer inzicht op de prijs die we betalen? Iets als: 21% btw, 10% voor de producent, 19% voor tussenhandelaars, 50% voor de eindverkooper?

Is het mogelijk om onze consumptiemaatschappij in te passen in een ecologische revolutie?

### Uitdaging

Goederen en diensten duurzaam consumeren vormt een belangrijke hefboom om een duurzame samenleving te realiseren. Maar we zijn ons er niet altijd van bewust hoe consumptie onze gedragspatronen beïnvloedt. We zijn vervreemd van onze consumptie. Vaak kennen we de omstandigheden niet waarin de goederen werden geproduceerd, en weten we niet hoe de producten zijn samengesteld, waar ze vandaan komen en welk effect ze hebben op gezondheid en ziekte.

Onze consumptie heeft niet enkel een impact op het individu, maar ook op de samenleving. Al onze individuele

acties samen hebben gevolgen waar we individueel niet noodzakelijk achter staan. Het lijkt echter vaak of de aanpassing van ons individuele gedrag geen effect heeft. We weten vaak ook niet hoe we op een effectieve manier duurzaam kunnen consumeren. Bovendien is het voor veel mensen simpelweg niet mogelijk om hun consumptiegedrag te verduurzamen.

De consensus groeit dat duurzaamheid niet alleen kan worden bereikt met duurzamere producten en productieprocessen. Ook het consumptiepatroon van de mens moet anders. Welke veranderingen in levensstijl zijn daarvoor noodzakelijk en wat is

haalbaar? Welke rol kunnen (gedragssturende) technologische vernieuwingen daarin spelen? Welke oplossingen zijn ethisch en maatschappelijk aanvaardbaar? En welke rol kunnen en moeten overheden, bedrijven en het maatschappelijk middenveld spelen om een duurzamere consumptie te bereiken? Welke informatie hebben we nodig om vervreemding van consumptie tegen te gaan? Welk soort bewustwording is nodig?

### Hoe pakken we dit aan?

Het is essentieel dat we inzicht krijgen in de factoren die bepalen waarom mensen iets kopen en producten gebruiken. Het gaat niet alleen om (kenmerken van) de mensen zelf, maar ook om hun fysieke en sociale omgeving. Om inzicht in die factoren te krijgen, moeten we nog veel fundamenteel (kennisgericht) én toegepast onderzoek voeren.

Enerzijds kunnen we onderzoeken welke technieken bijdragen aan duurzaam samenleven, bijvoorbeeld met betrekking tot de traceerbaarheid van producten. Zo ontstaan er door de digitalisering technologieën om de samenstelling van producten (de grondstoffen) te traceren. Anderzijds is de vraag in welke economische systemen een duurzame consumptie kan groeien. De gedrags- en maatschappijwetenschappen moeten bestuderen met welke processen we een duurzaam consumptiemodel kunnen bereiken (én behouden). Iedereen heeft hier een eigen taak en verantwoordelijkheid: overheden, bedrijven, het middenveld en burgers.



## Hoe kunnen we het politieke bestuur verbeteren?



Zijn er betere manieren dan verkiezingen om een regering samen te stellen en burgers te vertegenwoordigen bij het uittekenen van een beleid?

Mag politiek tussenkomen in wetenschappen?

Wat is de beste bestuursvorm om tot een beleid te komen dat de wil van de meerderheid respecteert?

Welke invloed heeft de fake news-hype op beleidsvorming?

### Uitdaging

Onze maatschappij verandert snel, onder meer onder invloed van globalisering, digitalisering en migratie. Dat zijn thema's waar staten weinig impact op lijken te hebben. Die ontwikkelingen maken onze samenleving 'superdivers' en zetten de groeiende sociale en economische ongelijkheid tussen mensen en groepen op scherp. Gevolg: klassieke vormen van organisatie, bestuur en wetgeving komen onder druk te staan. En dus rijst de vraag of onze liberale democratie in haar huidige vorm wel voldoende veerkrachtig is om met die maatschappelijke uitdagingen om te gaan.

Het voorbije decennium nam het belang toe van het debat over de gevolgen van bovenstaande maatschappelijke veranderingen voor het functioneren van de democratie en de rechtsstaat. Welke alternatieve instituties voor democratie en rechtsstaat kunnen we overwegen? Kunnen we de werking en de legitimiteit van de democratische instituties versterken door meer gebruik te maken van bijvoorbeeld opinieonderzoeken, burgerinitiatieven en referenda? Zijn er alternatieven voor politieke partijen en parlementen?

Instituties die politieke besluiten nemen zonder een direct 'mandaat' van de kiezer worden in toenemende mate in vraag gesteld. Tegelijkertijd rijst de vraag in welke mate 'alternatieve' instituties of participatievormen (wijkcomités, burgerforums, participatieve begroting ...) niet vooral de hoger opgeleide, mondige burger kansen geeft om zijn stempel te drukken op het beleid. Zijn ze dus wel zo 'democratisch' als ze lijken?

De opkomst van de sociale media biedt politici de kans om veel directer burgers aan te spreken en warm te maken voor hun project. Maar dat werkt in twee richtingen: sociale onvrede vindt ook veel makkelijker de weg

naar het publieke debat, en (sluimerende) maatschappelijke en politieke conflicten worden veel openlijker 'uitgevochten'. Vergroot dat de polarisering, of heeft dat de polarisering alleen maar zichtbaarder gemaakt?

De snelle stroom van informatie vergroot bovendien de kans op manipulatie (fake news). Politiek en media zijn nog aan het uitzoeken hoe ze daarmee om moeten gaan en hoe hun onderlinge verhouding het best vorm krijgt.

Tot slot worden grote economische vraagstukken (financiële crises), ecologische vraagstukken (klimaatverandering) en sociale vraagstukken (migratie) vaker op Europese of mondiale schaal aangepakt en gereguleerd, terwijl democratische instituties op lokaal en op nationaal niveau zijn georganiseerd. Onder welke hoedanigheid en voorwaarden kunnen nieuwe vormen van bestuur ontstaan die natie-overstijgende uitdagingen beter kunnen reguleren?

### Hoe pakken we dit aan?

Deze uitdaging vraagt om een interdisciplinaire aanpak vanuit rechtsgeleerdheid, bestuurskunde, politicologie, communicatiewetenschappen, ethiek, geschiedenis, Europese studies en internationale betrekkingen. Die interdisciplinaire samenwerking moet bijvoorbeeld vertrekken vanuit concrete vragen rond duurzaamheid of diversiteit, en kan leiden tot nieuwe ideeën om burgers enerzijds te inspireren of te faciliteren om verandering na te streven en anderzijds aan te zetten tot een grotere participatie in het beleid.





## Hoe verbeteren we de levenskwaliteit in de openbare ruimte?



Moeten we allemaal in de stad gaan wonen?

Lost een betere ruimtelijke planning het fileprobleem op?

Waarom bouwen we niet meer in de hoogte om zoveel mogelijk plaats te benutten?

Hoe kunnen we het verkeer veiliger maken voor zwakke weggebruikers?

Hoe ziet de stad van de toekomst eruit?

### Uitdaging

De ruimtelijke ordening in Vlaanderen is niet optimaal. Het woon-werkverkeer en de doortocht van vrachtvervoer leiden dagelijks tot verkeersopstoppingen. De lintbebouwing langs gewestwegen is niet bevorderlijk voor de veiligheid van buurtbewoners en zwakke weggebruikers. Onze verspreide manier van wonen en werken tast onze open ruimte en het natuurlijk milieu aan. Daarbij vormen de groei van de bevolking en de eventuele gevolgen van de klimaatopwarming geen goed vooruitzicht. De gewestplannen van begin jaren zeventig gingen uit van een optimistische inschatting van economische en demografische groei. Veel ongebruikte bouwgronden liggen tot vandaag langs ongezonde wegen en ver van publieke voorzieningen.

Om die gebieden om te vormen tot publieke, groene ruimtes, moeten we de gewestplannen aanpassen. Daarbij kan 'planschade' (wanneer een grond door een bestemmingswijziging niet meer bebouwbaar of verkavelbaar is) ervoor zorgen dat lokale overheden financieel inboeten. Overheden denken al lang na over de manier waarop planschade aangepakt moet worden. Dat blijkt geen evidente klus. Daarom blijven ideeën rond 'planbaten' (wanneer een grond meer waard wordt door een bestemmingswijziging) ook uit.

Hoe maken we onze steden meer leefbaar? De uitdaging is om de bouwgronden op een intelligente manier om te vormen tot andere bestemmingen, die idealiter de leefkwaliteit van de bewoners bevorderen. Bovendien moeten we in de steden meer (divers) groen voorzien. Groene zones bevorderen niet alleen het welzijn van de bewoners, maar kunnen ook wateroverlast voorkomen.

### Hoe pakken we dit aan?

We moeten de leefkwaliteit in de openbare ruimte verbeteren door een intelligente ruimtelijke ordening en aangepaste overheidsmaatregelen. Daarvoor is het nodig om een aangepaste en ruimtelijke planning te ontwikkelen, net als aangepaste

infrastructuurwerken. Ook moeten we nadenken over ons verplaatsingsgedrag, waarbij we alle maatregelen toetsen op hun economische en ecologische impact. Burgers vragen om efficiënter openbaar vervoer, afgescheiden en betere fietspaden, de aanpak van zwarte punten en aangepaste maatregelen voor mensen met een beperking. De overheid is daar ook mee bezig.

Qua mobiliteit en milieu kunnen we hopen op verbetering door een doorgedreven automatisatie van het vervoer en door de ontwikkeling van minder vervuilende aandrijfsystemen. Wellicht wordt het ook onvermijdelijk dat de consument op een of andere manier mee betaalt voor de reële economische en ecologische kost. Vlaanderen is ook al een hele weg gegaan om de levenskwaliteit in de steden te verbeteren. Door dat verdere zetten, kan de mentaliteit veranderen op het gebied van wonen en mobiliteit. Daarbij is het belangrijk dat we burgers enig systeemdenken aanleren, waarbij het eigen belang op korte termijn wordt gekaderd in een bredere langetermijnvisie.



1 | 21 | 22 | 23 | 28 | 29 | 31



## Hoe geven we iedereen een dak boven zijn hoofd?



Gaat er in de toekomst nog zoiets bestaan als eigendom?

Waarom worden leegstaande huizen niet gebruikt om immigranten, daklozen ... te huisvesten?

Welke nieuwe woonvormen kunnen we aanbieden zodat onze jongeren nog een betaalbare woonplaats kunnen hebben?

Waarom wordt modulair bouwen in Vlaanderen niet aangemoedigd door de overheid?

### Uitdaging

Wonen is een universeel recht. Maar het is alsnog moeilijker om ervoor te zorgen dat iedereen een veilige, betaalbare woning heeft. In 2016 woonde 54 procent van de wereldbevolking in steden. Tegen 2050 verwacht men een stijging tot 70 procent. Dat stelt ons voor tal van uitdagingen. Op het vlak van ecologie en klimaatverandering bijvoorbeeld – steden zijn wereldwijd namelijk verantwoordelijk voor 70 procent van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Door het groeiende aantal stedelingen verkleint ook de kans dat iedereen een menswaardige woning vindt. En het ruimtelijk en stedelijk beleid wordt wereldwijd op de proef gesteld, want de manier waarop we de openbare ruimte invullen of hergebruiken zal mee bepalen welke woonvormen mogelijk zijn.

Migratie als gevolg van politieke instabiliteit, klimaatverandering en economische tegenspoed vergroot die uitdagingen aanzienlijk. Ook de vergrijzing heeft een impact, want woningen moeten aangepast zijn aan een veranderende bevolking. Bovendien blijft de wereldbevolking toenemen. Tot slot heeft de huisvesting van de groeiende wereldbevolking ook een ethisch aspect, vanwege de schijnbare onmogelijkheid om wonen als basisrecht voor iedereen te garanderen. Dat is sterk gelinkt met migratie, discriminatie, ongelijkheid en rechtvaardigheid.

### Hoe pakken we dit aan?

Omdat deze problematiek zoveel aspecten heeft, valt het belang van interdisciplinair wetenschappelijk onderzoek niet te overschatten. Stedenbouwkundigen, architecten, ontwikkelaars, beleidsmakers en wetgevers zullen moeten samenwerken met wetenschappers uit andere disciplines, zoals demografie, antropologie, migratiestudies, klimaatkunde, ruimtelijke ordening, ethiek en geneeskunde. Die complexe samenwerking moet worden geleid vanuit een overkoepelend perspectief op wonen, met voldoende oog voor de globale, Europese, nationale en lokale implementatie.



21 | 22 | 27 | 34 | 36 | 38 | 41



55



78



## Hoe zullen we het werklevens in de toekomst werkbaar houden?



**Hoe kunnen we werkloosheid verminderen?**

**Zullen mensen nog genoeg tijd hebben om op vakantie te gaan?**

**Kunnen we met een aangepaste werkweek van 5 dagen werken en 3 weekenddagen het aantal burn-outs verminderen?**

**Hoe gaan we onze maatschappij organiseren wanneer het merendeel van het werk afgehandeld wordt door robots, automatisatie en AI?**



7



30 | 31 | 47 | 48

### Uitdaging

Wat is het dominante model van tijdsbesteding in onze samenleving? De zogenaamde actieve bevolking wisselt periodes van betaalde arbeid af met vrije tijd en vakanties. Kunnen groeiende fenomenen als burn-out niet voor een deel gelinkt worden aan dat model van tijdsbesteding, vragen mensen zich af.

Door allerlei ontwikkelingen kan onze tijdsbesteding er in de toekomst wel eens heel anders uitzien. Zo kunnen robots, automatisatie en artificiële intelligentie veel werktaken geheel of gedeeltelijk overnemen. Een van de mogelijke scenario's is dat mensen daardoor minder zullen moeten werken. Daardoor zouden werkenden meer vrije tijd krijgen die ze zinvol kunnen invullen, maar mogelijk neemt het aantal werklozen ook toe.

Ook de groeiende aandacht voor duurzaam transport zal mee bepalen hoe we werk en vrije tijd zullen invullen. Daarnaast zal de grens tussen werk en privéleven nog verder vervagen, wat ook weer gevolgen kan hebben voor ons mentaal welzijn.

Door die veranderingen moeten we grondig nadenken hoe we werk in de toekomst moeten plannen en wat we precies moeten veranderen om het voor iedereen werkbaar te houden.

### Hoe pakken we dit aan?

Hoe verdelen mensen in een samenleving best hun tijd tussen werk en vrije tijd? Hoe houden we het werkbaar? Om deze complexe vraag te beantwoorden, moeten alle actoren (wetenschappers, beleidsmakers, werkgevers en werknemers) nauw samenwerken en overleggen.

Economen, beleidsmakers, werkgevers en psychologen moeten zich buigen over het economische en maatschappelijke aspect: hoe zal de arbeidsmarkt er in de toekomst uitzien? En hoe brengen we in die situatie economische en persoonlijke belangen in balans? Daarnaast heeft deze uitdaging ook een sociologisch en filosofisch aspect. Hoe willen we in de toekomst onze maatschappij vormgeven en wat is zinvol bezig zijn?

We kunnen de toekomst moeilijk voorspellen, maar we moeten voorbereid zijn op meer dan één scenario. Daarbij moeten we er rekening mee houden dat werkvormen veranderen (denk aan telewerk of de impact van digitalisering op sommige functieomschrijvingen) en dat we daardoor het traditionele onderscheid tussen 'werktijd' en 'vrije tijd' soms nog moeilijk kunnen maken.



## Welke functie heeft sport in onze maatschappij?



**Kan regelmatig sporten het brein stimuleren in de goede werking?**

**Welk effect heeft het winnen/verliezen van een wereldtoernooi sport op het collectieve gevoel en de maatschappelijke identiteit?**

**Hoe kan sporten je gelukkig doen voelen?**

**Op welke manier kan de wetenschap bepaalde sporten beter/gemakkelijker maken?**

### Uitdaging

Sporten is gezond, maar de grenzen van je lichaam miskennen kan je gezondheid schaden. Onze fysieke belastbaarheid is zeer persoonlijk. Ze wordt bepaald door onze genetische aanleg, die interageert met ons bewegingspatroon. We kunnen de belastbaarheid binnen bepaalde grenzen verleggen, maar als we de balans tussen belasting en belastbaarheid verstoren, kunnen er ernstige gezondheidsproblemen optreden.

Elke sport heeft een heel duidelijke reglementering, die met de regelmaat van de klok wordt bediscussieerd en geoptimaliseerd. Tegelijk zijn er heel wat ethische aspecten verbonden aan sport en topsport. Denk maar aan doping, matchfixing en fraude.

Sport heeft ook een sterke link met de maatschappij: 'passief sporten' of supporteren heeft een belangrijke sociale impact voor een specifieke sporter of sportclub. Dat kan zowel positief zijn, omdat het mensen samenbrengt, als negatief – denk maar aan supportersgeweld. Sporters zelf kunnen pas goed presteren als ze goed begeleid worden. Daarvoor leveren sponsors heel veel financiële inspanningen. Supporters op hun beurt bieden morele steun.

Een laatste belangrijke component is sport en techniek. Binnen de sportwereld ontstaan dikwijls technische revoluties die een belangrijke impact hebben op de maatschappij (smartwatches, kledij ...).

Op al die vlakken staan we voor heel wat uitdagingen.

### Hoe pakken we dit aan?

Over sport en gezondheid bestaat al heel wat wetenschappelijk onderzoek. Hoe lichamelijke activiteit de gezondheid positief beïnvloedt, is vrij goed omschreven. Maar hoe kunnen we de nadelige effecten van 'overdreven' sport op de gezondheid voorkomen? Onderzoek daarover kan best uitgevoerd worden door een samenwerking tussen sport- en bewegingswetenschappers en revalidatiewetenschappers.

Sport en ethiek zoomt onder meer in op de sporter op zich: de sporter, en zeker de topsporter, wil altijd de beste zijn, maar waar ligt de grens tussen een fair verloop en ongeoorloofde praktijken? We moeten continu onderzoek voeren naar een toegespitst ethisch kader. Hier is samenwerking tussen sport- en bewegingswetenschappers, sociologen en ethici van cruciaal belang. Het is ook logisch dat alle overige actoren die de sport mogelijk maken in dit onderzoek betrokken moeten worden.

Bij sport en techniek draait het wetenschappelijk onderzoek op hoog toerental, net als de sector die de opgedane kennis omzet in toepassingen. Maar de techniek staat niet stil: we kunnen kledij nog verder verbeteren, net als de techniek van fiets en auto en technieken in functie van sport. Denk bijvoorbeeld aan het gebruik van een windtunnel om fietswielen de minste weerstand te laten genereren. Hier is een belangrijke rol weggelegd voor sport- en bewegingswetenschappers, revalidatiewetenschappers en de ingenieurswetenschappen.

Sociologisch onderzoek naar de verhouding tussen sport en maatschappij blijft essentieel om een antwoord te vinden op vragen als 'Hoe verloopt de interactie tussen sporter en supporter?', 'Hoe zit het met de verhouding tussen sporter en sponsors?' en 'Waarom wordt er zoveel geld in de sportwereld gepompt?'. Ook hier is samenwerking tussen sociologen, sport- en bewegingswetenschappers en revalidatiewetenschappers van groot belang.



7 | 9



36



67



78





## De mobiliteit van morgen: welke weg kiezen we?



Hoe kunnen we vervuiling verminderen en toch onze levensstandaard behouden? Sommige zaken, zoals met de auto rijden, willen we niet opgeven.

Wat zijn alle kosten gerelateerd aan toenemende verkeersdrukke (gezondheid, leefbaarheid, concentratie ...)?

Zullen ooit zelfrijdende auto's bestaan waardoor er geen verkeersdoden meer zijn?



27



52 | 57 | 58

### Uitdaging

De dagelijkse fileberichten liegen er niet om: mobiliteit is in Vlaanderen een complex vraagstuk, dat niet met één of enkele ingrepen kan worden opgelost. Jaar na jaar neemt het verkeer toe. Dat zal niet snel veranderen: tegen 2030 zou het personenvervoer met 12 procent stijgen en het goederenvervoer zelfs met meer dan 40 procent. Er gebeuren bijvoorbeeld steeds meer leveringen aan huis. De nood aan efficiënte en veilige mobiliteit die niet schadelijk is voor de gezondheid of het milieu is dan ook groot. Bovendien willen we de volgende generaties niet belasten met de nadelige gevolgen van onze keuzes op het vlak van mobiliteit, of de

steeds ouder wordende bevolking niet beperken in haar mobiliteitswensen.

Hoewel de technologie elke dag nieuwe mogelijkheden creëert, zijn de meest gebruikelijke vervoersvormen gebaseerd op een technologie van meer dan honderd jaar oud. Daarbij worden fossiele brandstoffen verbrand, en dat heeft heel wat nadelen, zoals de uitstoot van CO<sub>2</sub> en fijn stof. Typisch voor Vlaanderen is nog dat wij beschikken over een uiterst fijnmazig water-, spoor- en wegnennetwerk en een versnipperde verstedelijking, wat veel mensen als het ware verplicht tot pendelen met de auto.

### Hoe pakken we dit aan?

Het wordt alsmat duidelijk dat de traditionele oplossing – meer infrastructuur aanleggen – alleen maar meer verkeer genereert. Hoog tijd dus voor een nieuw mobiliteitsbeleid, gekoppeld aan een nieuwe ruimtelijke ordening. We moeten de omslag maken naar een duurzamere mobiliteit en tegelijk naar een betere ruimtelijke ordening met meer open ruimte.

Invzetten op een combinatie van vervoersmiddelen zal cruciaal zijn: niet alleen de eigen auto, maar ook gedeelde mobiliteit met een combinatie van openbaar en privévervoer, deelauto's, fietsen ... (Nieuwe) woningen en diensten zoals winkels, bedrijven en scholen moeten

geconcentreerd worden rond knooppunten, waar ook de diverse verplaatsingsmiddelen samenkomen: bus- of tramhaltes, parkeerplaatsen voor deelauto's ... Die bundeling en verdichting zal leiden tot een efficiënter gebruik van de vervoersmiddelen, zodat het comfort en de frequentie van het openbaar vervoer evenredig kunnen groeien. De opkomende nieuwe technologische middelen en systemen, zoals zelfrijdende auto's, deelauto's, maar ook e-bikes, (ondergrondse) logistieke systemen en een doordacht samengaan van internettoepassingen voor goederentransport – bijvoorbeeld de opvolging van productiematerialen en -processen van producent tot eindklant – leiden tot een duurzamere en veiligere mobiliteit met aandacht voor elke gebruiker, tot een ecologisch verantwoord mobiliteitssysteem (bijvoorbeeld de clustering van transport om onderbelaste vrachtwagens te voorkomen) en tot beschikbaar, bereikbaar en betaalbaar vervoer voor iedereen.

Vanzelfsprekend is er ook een rol weggelegd voor de overheid en alle belanghebbenden: om deze omslag te doen slagen, zijn een voorafgaande analyse van het netwerk van vervoersmiddelen en -dragers (weg, spoor ...) en een onafhankelijk beheersorgaan essentieel. Tot slot vereist deze aanpak samenwerking tussen alle spelers: de gebruikers, de overheid, de industrie ...



## Wat is de relevantie van kunst en cultuur in een onttoverde wereld?



Hoe laat je kunst leven buiten een economische context?

Hoe kunnen kunst, cultuur en literatuur een rol spelen in het aanwakkeren van burgerzin?

Welke positieve effecten kan meer creativiteit in het onderwijs hebben?

Kan je muziek en humor als geneesmiddel gebruiken?

### Uitdaging

Wat is de rol van kunst in de maatschappij? En moet kunst überhaupt een 'rol' hebben? Die vragen houden veel mensen bezig. Muziek, literatuur, fotografie ...: kunnen ze een positief effect hebben op onze mentaliteit of ons gedrag? Scherpen ze ons kritisch denken aan? Kunnen we iets leren uit de analyse van kunstwerken, over de werking van maatschappijen, over politiek of geschiedenis bijvoorbeeld? En hoe halen we het meeste uit zulke 'relevante' kunstwerken?

### Hoe pakken we dit aan?

In een mondiale context waarin maatschappijen geconfronteerd worden met ongeziene uitdagingen rond intercultureel samenleven, kunnen we ons niet veroorloven om culturele productie als studieobject links te laten liggen. Kennis van de literaire canon is bijvoorbeeld onontbeerlijk voor wie als cultuurhistorisch bewuste burger de samenleving in al haar complexiteit wil vatten. De Griekse tragedies uit de vijfde eeuw voor Christus thematiseren universele, ook vandaag nog actuele thema's over lijden, dood, oorlog, vluchtelingen, de plaats van de mens in de maatschappij en hoe we (niet) moeten/mogen/kunnen omgaan met andere culturen en opvattingen. En de renaissanceroman *Don Quichote* gaat over literatuur en over de plaats ervan in een veranderende samenleving.

Kunstvormen zoals literatuur kan je beschouwen als 'domeinen' waar nagedacht wordt over complexe maatschappelijke processen, en waar geëxperimenteerd wordt met oplossingen en denkpistes. Je kan kunst ook zien als een per definitie maatschappelijk geëngageerde en maatschappelijk relevante vorm van cultuurproductie. Dat bewustzijn kan enkel gevoed of geconsolideerd worden als er constante aandacht is voor kunst in bijvoorbeeld het onderwijs, maar ook in gezondheidszorg, bij psychische ondersteuning enzovoort. Historische en crossculturele perspectieven bieden bovendien extra en verbredende dimensies. Die perspectieven en kennis over en inzicht in andere culturen zijn onmisbare voorwaarden om de prangende maatschappelijke uitdagingen en ethische vraagstukken op te lossen waarmee we ons vandaag geconfronteerd zien.



8 | 16



26 | 33 | 43 | 45 | 50 | 51





## Welke rol speelt zingeving in onze moderne samenleving?



Hoe zorgen we ervoor dat de wetenschap de filosofie niet overbodig maakt?

Hoe gaan we, na het wegvallen van religie en in een constant veranderende (digitale) wereld, om met individualiteit, collectiviteit en zingeving? En wat is, in die beschouwing, het finale streefdoel van de mensheid?

Hebben we religie nodig om onze maatschappij geordend te houden?

Hoe kunnen we de verschillende maatschappijen en religies samen laten functioneren?



37 | 41

### Uitdaging

Het hedendaagse spanningsveld tussen rationaliteit en religie is geen modern fenomeen. Theologen, filosofen en denkers voerden eeuwenlang talloze discussies over de verhouding tussen religie en rede. In de moderne tijd ligt religie meer onder vuur vanwege de 'groeïende rationalisering' van de samenleving. De moderne maatschappij is sterker getekend door een drang naar een nieuwe menselijke vorm van ethiek, vrijheid en emancipatie dan door de – meestal metafysische, dus niet rationele – verklaring van religieuze teksten. Het is daarom belangrijk dat we de moderne en postmoderne ethische en politieke uitdagingen voor religies in de liberale maatschappij van vandaag onderzoeken.

Binnen de snel veranderende samenlevingen zullen de vragen rond de confrontatie tussen religie en moderniteit ons blijven bezighouden. Het onderzoek moet zich daarom zowel richten op gevestigde en oude religies, als op nieuwe vormen van religiositeit of spiritualiteit. Daarnaast moeten de onderzoekers nagaan hoe verschillende religieuze groepen zich tot elkaar verhouden, in het bijzonder in een migratiecontext.

### Hoe pakken we dit aan?

De vraag naar de rol van religie in een moderne maatschappij kan beantwoord worden vanuit een interdisciplinair perspectief: religiewetenschappen, geschiedenis, filosofie, pedagogiek, psychologie, rechten en sociologie. Die disciplines kunnen talloze uiteenlopende maatschappelijke thema's behandelen, zoals vrouwenrechten, migratie, diversiteit, conflict en radicalisme. De onderzoeksresultaten kunnen nieuwe inzichten bieden over de rol van religies in de moderne samenleving.

We moeten op zoek gaan naar diverse manieren voor samenlevingen om met religieuze kwesties om te gaan. Daarnaast is het boeiend om te kijken naar hoe religieuze betrokkenheid zich ontwikkelt in een multi-etnische samenleving en hoe religieuze interpretaties veranderen in een migratiecontext, met bijvoorbeeld aandacht voor de rol van religie in acculturatieprocessen (waarbij een groep culturele of sociale kenmerken van een andere groep overneemt). Het onderzoek moet de relaties tussen de verschillende religieuze groeperingen blootleggen in nauw verband met de rol van de overheden. Een ander interessante invalshoek focust op de invloed van het veranderende religieuze landschap op de ontwikkelingen rond het traditionele religieuze gezag in tijden van internet en sociale media.



## Hoe kunnen we oorlog en geweld vermijden?



Hoe kunnen we een oorlog voorkomen?

In welke mate zorgt een tekort van water voor geopolitieke conflicten? Moeten we dit niet meer gezamenlijk (op internationaal niveau) aanpakken?

Wat is de sleutel tot een vreedzame multiculturele of superdiverse samenleving?

Zit geld- en machtslust in de menselijke natuur of is er nog hoop op wereldvrede?

Hoe kunnen we constructief bijdragen aan het oplossen van conflicten in oorlogsgebieden?

### Uitdaging

Oorlog blijft de globale ontwikkeling doorkruisen en maatschappijen ontwortelen, zelfs in tijden van grote technische, mediale en digitale omwentelingen en doorbraken in de wetenschap. Die vaststelling leidt tot fundamentele vragen voor de wetenschap. Kunnen we het risico op gewapende conflicten verminderen door bepalende factoren uit te schakelen? Kunnen we ook inschatten welke vormen van samenwerking leiden tot de oplossing van conflicten? Kortom: welke factoren kunnen ertoe bijdragen om ooit tot een tijd zonder oorlog te komen?

De grootste uitdaging ligt vandaag in meer recente factoren die gewapend conflicten in de hand werken of een duurzame vrede bemoeilijken. Zo hebben natuurrampen ten gevolge van de klimaatcrisis een effect op de maatschappelijke orde. Er bestaan ook nieuwe vormen van 'hybride' oorlogsvoering: niet enkel met militaire middelen, maar ook met digitale desinformatiecampagnes en cyberaanvallen. De internationale

diplomatie kan die nieuwe en steeds dynamischere ontwikkelingen niet altijd doeltreffend het hoofd bieden. Zeker omdat ze niet enkel politiek of internationaal-rechtelijk te remediëren zijn.

### Hoe pakken we dit aan?

Toekomstig vredesonderzoek kan voortbouwen op uitgebreid kwalitatief en kwantitatief onderzoek vanuit verschillende disciplines: internationaal recht, veiligheidsstudies, conflictstudies, maar ook theologie, rechtsfilosofie en regiostudies. De wetenschap kan een cruciale rol spelen op twee niveaus.

Ten eerste kunnen we inzetten op interdisciplinair onderzoek naar conflictpreventie. We moeten tot een completere 'radiografie' van oorlog en conflict komen door ze niet alleen te onderzoeken vanuit politologie, recht, geschiedenis en filosofie, maar

die disciplines te combineren met disciplines als sociale geografie en klimaatonderzoek.

Ten tweede moeten we een voortrekkersrol opnemen om nieuwe factoren en uitdagingen te identificeren die het risico op gewapend conflict verhogen. En dat niet enkel op microniveau, met lokale factoren of actoren, maar ook op macroniveau, waarbij we internationale ontwikkelingen meer in detail analyseren, zoals de groeiende betwisting van globale normen door bepaalde regio's.

Een belangrijke rol is ook weggelegd voor herinneringseducatie op school. Dat begint met een goed inzicht in de geschiedenis en in de totstandkoming van conflicten. De volgende stap draait rond historische empathie en betrokkenheid. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld persoonlijke verhalen zoals getuigenissen onder de loep nemen. Ten slotte maak je de beweging naar vandaag: je reflecteert over de betekenis van het verleden voor het heden en je probeert bij leerlingen attitudes zoals kritisch burgerschap en maatschappelijke betrokkenheid te versterken.



21 | 50



## Wat zijn de oorzaken en gevolgen van criminaliteit en overtredingen en hoe kunnen we ze terugdringen?



Hoe kunnen we criminaliteit de wereld uit helpen?

Geestesziekten leiden tot drugsverslaving en criminaliteit en zijn erg kostelijk voor de maatschappij. Wat kunnen we doen om de geestesziekten de wereld uit te helpen?

Welke gevolgen zou de legalisering van cannabis hebben?

Kunnen ontvoeringen in de toekomst met nog betere technologie voorkomen worden?

### Uitdaging

Overtredingen en criminaliteit verminderen het veiligheidsgevoel en de levenskwaliteit. Elk hebben ze ingrijpende gevolgen voor onze maatschappij, economie en gezondheid. Daarom is het heel belangrijk om criminaliteit terug te dringen en de oorzaken, patronen en gevolgen te begrijpen.

Criminaliteit verandert voortdurend: nieuwe vormen duiken op en bestaande vormen veranderen of verdwijnen zelfs. Tegelijk verschuiven de normen en rechtsregels in de maatschappij. Mensen ervaren bepaalde vormen van criminaliteit als problematischer dan voordien of juist niet langer als afwijkend of als een overtreding van de regels. Met als gevolg dat de maatschappij bepaalde vormen van criminaliteit niet langer vervolgt of bestraft.

### Hoe pakken we dit aan?

We moeten voortdurend inzicht verwerven in die nieuwe en bestaande uitdagingen op het vlak van criminaliteit. Alleen zo kunnen we het probleem doeltreffend aanpakken. Om de oorzaken, patronen en gevolgen van criminaliteit te doorgronden is een integrale aanpak nodig, waarbij verschillende disciplines samenwerken: criminologie, psychologie, rechtswetenschappen, sociologie, economie, gezondheidswetenschappen, geschiedenis en geografie. Daarbij

moeten we oog hebben voor de rol die persoonskenmerken, maatschappelijke processen en context spelen in de keuze om een overtreding te begaan of een misdaad te plegen.

De beschikbare middelen om criminaliteit aan te pakken zijn echter beperkt. Daarom is het belangrijk om prioriteiten te bepalen in het beleid en kosteneffectieve maatregelen te nemen. Cruciaal daarbij is strategisch en evaluerend onderzoek, dat veranderingen in de fenomenen in kaart brengt en vaststelt welke aanpak werkt. Ook fundamenteel wetenschappelijk onderzoek is essentieel, zodat we kunnen begrijpen wat criminaliteit veroorzaakt, waar het plaatsvindt en welke gevolgen het heeft voor mens en maatschappij.



36



55



## Hoe kunnen we de effectiviteit en de legitimiteit van het recht versterken?



Waren er al advocaten in de oudheid?

Hoe kunnen we ons veiliger voelen in ons eigen huis?

Kan verlicht despotisme een duurzame manier zijn om een land te besturen?

Is een politicus verantwoordelijk voor zijn beslissingen of worden eventuele financiële gevolgen automatisch afgewenteld op de belastingbetaler?

### Uitdaging

Op het vlak van veiligheid, economie, digitalisering, milieu, gezondheid, klimaat en energie staan we voortdurend voor een groot aantal kansen, uitdagingen en bedreigingen. Hoe kan het recht die veranderingen volgen? In welke mate is ons rechtssysteem tegen die uitdagingen opgewassen?

Eenzijds moet ons rechtssysteem robuust genoeg zijn om onze fundamentele rechten en vrijheden te waarborgen en te handhaven. Het moet dus rechtszekerheid bieden aan de verhouding tussen mensen. Anderzijds moet het rechtssysteem flexibel genoeg zijn om te kunnen inspelen op onze continu veranderende samenleving. Hoe kunnen we handhaving en flexibiliteit combineren zodat het recht onze maatschappelijke welvaart, ons welbevinden en ons welzijn bevordert?

De toenemende juridisering van de samenleving, waarbij het soms lijkt alsof elke relatie tussen mensen (ouders en kinderen, burens ...) een juridisch afdwingbaar 'contract' is, kan

leiden tot ongewenste administratieve lasten. Is het wenselijk om naar een andere rechtscultuur te gaan, waarin veel minder conflicten op een juridische manier worden beslecht? Hoe kunnen nieuwe innovatieve vormen van regulering zoals nudging (waarbij burgers op een positieve manier gestimuleerd worden om 'gewenst' gedrag te stellen) en directe burgerparticipatie worden benut om de effectiviteit, legitimiteit en de maatschappelijke acceptatie van rechtsregels, wetgeving, rechtspraak en handhaving te bevorderen?

Recent lijkt rechtspraak meer en meer ingezet te worden in zaken waarin politici onvoldoende krachtdadig lijken, zoals de aanpak van fijn stof of het klimaatprobleem. Het recht wordt dan een instrument voor sociale verandering. Is dat altijd al zo geweest en zal die trend zich doorzetten? Wat zijn de positieve aspecten en de gevaren?

Samenlevingsproblemen overschrijden ook meer en meer de grenzen. Denk maar aan milieuproblemen, criminaliteit en handelsrelaties. Is het



internationaal recht opgewassen om met die problemen om te gaan? Welke (bindende of niet-bindende) instrumenten zijn daarbij het meest effectief?

### Hoe pakken we dit aan?

Hoe komen we tot betere wetten om nieuwe problemen op te vangen en hoe voorkomen we dat ze vernieuwing afremmen? Hoe maken we wetgeving effectiever met nieuwe technieken en oplossingen? Hoe werken we een juridisch en bestuurlijk instrumentarium uit om vernieuwing mogelijk te maken en rechtszekerheid en sociaal welzijn te garanderen? Hoe zorgen we ervoor dat de instrumenten flexibel en effectief zijn en tegelijk robuust genoeg?

Dat kunnen juristen en politici niet alleen oplossen. Recht blijft immers dode letter als er geen maatschappelijk draagvlak voor is. Het kan nieuwe conflicten opleveren als het botst met het rechtvaardigheidsgevoel van mensen of als het onvoldoende voeling heeft met de realiteit. We hebben innovatief interdisciplinair onderzoek nodig van politicologen, rechtsgeleerden, bestuurswetenschappers, rechtssociologen en -psychologen, organisatiewetenschappers ... Wanneer nieuwe regels worden gemaakt, moeten we niet-juridische, wetenschappelijke expertise inzetten om te voorkomen dat de regels hun doel voorbijgeschieten.

Door rechtsfilosofische en/of rechts-sociologische vragen te stellen, kunnen we inzicht geven in hoe bestaand recht en bestaande regelgeving kunnen aansluiten op onze maatschappij. Oplossingsgerichte ontwerp vragen kunnen leiden tot vernieuwende kennis over hoe recht, regelgeving en de bijbehorende instellingen beter kunnen aansluiten op maatschappelijke uitdagingen en economische kansen.



26



## Hoe verklaren en vermijden we ongelijkheid en discriminatie?



Hoe maken we een einde aan sociale ongelijkheid?

Hoe breng je mensen – ook volwassenen – burgerzin bij?

Onze wereld kent steeds meer ongelijkheid, wat kunnen we hieraan doen?

Hoe kan je vermijden dat DNA-technologie de ongelijkheid tussen mensen niet nog vergroot?



8 | 20



21 | 28 | 30 | 33 | 38 | 39 | 41 | 43

van sociale bewegingen die verandering nastreven en op andere vormen van politieke mobilisatie. Daarnaast bestuderen de meeste wetenschappen steeds meer hoe ongelijkheid en discriminatie de levenskansen van mensen beïnvloeden: op het vlak van onderwijs, (mentale) gezondheid, wonen, sport en vrijetijdsbeleving ...

Ongelijkheid en discriminatie raken het hart van heel wat sociale fenomenen en problemen: de emancipatie van minderheidsgroepen, de polarisering en radicalisering in het maatschappelijk debat daarover, de manier waarop mensen hun identiteit vormgeven en beleven. Logischerwijs is het een van de belangrijkste thema's van politieke ideologieën. Dat geeft de studie van ongelijkheid en uitsluiting een politieke dimensie. Wetenschappers bestuderen ongelijkheid in een samenleving waar ze niet los van staan, en die mee hun zijn en denken heeft vormgegeven. De spiegel die ze de samenleving kunnen voorhouden, is dus nooit neutraal. Dat spanningsveld is een echte uitdaging die zich wellicht scherper stelt bij het onderzoek naar ongelijkheid en discriminatie dan bij sommige andere vraagstukken.

Tegelijk rijst de vraag of onderzoekers genoeg ruimte krijgen om de samenleving te bevragen, los van de politieke overtuigingen.

### Hoe pakken we dit aan?

Heel wat wetenschappers bestuderen de oorzaken van en de oplossingen voor ongelijkheid, uitsluiting of discriminatie: economen, pedagogen, psychologen, sociologen, politicologen, juristen enzovoort. Ze werken onvermijdelijk in een breder maatschappelijk kader, met heel diverse opvattingen over wat ongelijkheid betekent: gaat het om ongelijke rechten, ongelijke kansen of een ongelijke behandeling? En welk samenlevingsmodel zit er achter de verschillende invullingen?

Wetenschappelijk onderzoek is cruciaal om het maatschappelijk debat te voeden. Tegelijk moeten wetenschappers bereid zijn om kritisch na te denken over de bril waarmee ze naar de samenleving kijken. Ook moeten ze zich afvragen hoe hun onderzoeksresultaten kunnen worden gebruikt of misbruikt om ongelijkheid en uitsluiting te legitimeren. Bovendien hebben we kritische burgers nodig die met wetenschappers in dialoog willen gaan.



Samenlevingen transformeren nu in groeiende mate tot 'lappendekens' van groepen die soms botsende identiteiten en belangen hebben. Die superdiversiteit stelt ons voor uitdagingen. Het ingroup/outgroup-denken lijkt nu te leiden tot schijnbaar onoplosbare conflicten, die vaak draaien om symbolen: het debat over de hoofddoek, rituele slachtingen, het wel en wee van Zwarte Piet ...

Wetenschappers analyseren de oorzaken en gevolgen van ongelijkheid, discriminatie en identiteitsvorming. Ze proberen te achterhalen of ongelijkheid en uitsluiting onvermijdelijk zijn. Ze onderzoeken ook welke invloed ongelijkheid en discriminatie hebben op het ontstaan



## Krijgen we armoede ooit de wereld uit, en hoe dan?



Waarom verdient de ene mens meer dan de andere?

Hoe kunnen we armoede in België doen verdwijnen?

Wat is de meest efficiënte steun voor de ontwikkeling van derdewereldlanden?

Zal voedsel ooit eerlijk verdeeld zijn over de wereld?

### Uitdaging

De armoede in de wereld houdt zowel burgers als wetenschappers al lange tijd bezig. Hoe kunnen we die armoede aanpakken op financieel vlak (inkomen en vermogen), op materieel vlak (eigendommen) en vooral ook op relationeel vlak (impact op sociale contacten)? Zowel binnen als buiten Vlaanderen zijn honger en armoede actueler dan ooit. Waar mensen na de Tweede Wereldoorlog min of meer op gelijke voet stonden en iedereen van nul opnieuw moest beginnen, worden we vandaag opnieuw vaker geconfronteerd met armoede en ongelijkheid op diverse vlakken. Dat zorgt voor uitsluitingsprocessen en spanningen in onze mondiale samenleving. Hoe is het zover kunnen komen? Het achterhalen van de oorzaken is van groot belang om mogelijke oplossingen te kunnen vinden. Al moeten we ons tegelijk ook durven afvragen: kan (een beetje) ongelijkheid ook een aantal voordelen en prikkels bieden?

### Hoe pakken we dit aan?

Het aanpakken van ongelijkheid en armoede vraagt bij uitstek een interdisciplinaire samenwerking.

Armoede is namelijk een combinatie van tekorten op financieel, materieel en sociaal vlak. Denk bijvoorbeeld aan een gezin dat in een kleine, ongezonde woning leeft en met een heel beperkt inkomen moet rondkomen: daardoor komt er vaak ook ongezonde voeding op tafel en behoren hobby's of hogere studies niet tot de mogelijkheden. Armoede is vaak een kluwen van factoren, en dat kluwen aanpakken kan alleen als heel wat partners en sectoren de handen in elkaar slaan. We spreken onder meer over sociaal werk, sociologie, geneeskunde, economie, recht en ingenieurswetenschappen. Concrete onderzoekspistes voor zulke interdisciplinaire teams zijn bijvoorbeeld: hoe komt iemand in armoede terecht? Kan een vast basisinkomen mensen uit de armoede halen? Welke invloed heeft armoede op opgroeiende kinderen? Is ongelijkheid per definitie slecht? En stimuleert ongelijkheid mensen?

Een referentiebudget bepalen waar mensen menswaardig van kunnen leven – een minimuminkomen, zeg maar – is niet zo eenvoudig. Gerenommeerde onderzoeken verwijzen enerzijds naar pijlers als voeding, huisvesting, gezondheidszorg, kleding, rust en ontspanning (onder de noemer 'gezondheid') en anderzijds naar een veilige kindertijd, betekenisvolle relaties, mobiliteit en veiligheid (onder de noemer 'autonomie'). Die twee uitgangspunten vormen nog steeds een goed vertrekpunt om referentiebudgetten te bepalen. Er kunnen wel grote verschillen bestaan tussen landen en regio's, afhankelijk

van de specifieke nationale en regionale context. Hoe bepalen we een minimuminkomen op een ethisch verantwoorde en rechtvaardige manier? In een volgende stap moeten we bekijken hoe we zulke berekeningen concreet kunnen doorvertalen naar specifieke deeldomeinen, zoals voeding, wonen of zorg. Die opsplitsing verdient meer aandacht om de heel algemene aanpak van armoede (als containerbegrip) te counteren.



28 | 37





## Hoe voeden we in de toekomst onze kinderen op?



Hoe kan je een kind liefdevol opvoeden en wat is de beste opvoedingsstijl om een kind groot te brengen?

Zal door de sociale media al het 'echte' sociale verdwijnen?

Jongeren krijgen als individu veel verantwoordelijkheid (bv. zelfmediëring tijdens studies). Zijn we daarin niet te ver gegaan?

Hoe 'wapenen' we onze kinderen tegen een snel veranderende wereld, waar we zelf niet altijd kunnen 'volgen'?



40

### Uitdaging

Recente ontwikkelingen in de samenleving (meer verschillende gezinsvormen, toegenomen digitalisering ...) stellen opvoeders voor nieuwe uitdagingen. Vroeger gaven ouders hun opvoeding vorm aan de hand van de geldende waarden en normen, maar tegenwoordig is er niet langer sprake van één referentiekader en moeten ouders vaak zelf keuzes maken: Welke waarden en normen zullen we aan onze kinderen doorgeven? Geven we hen de vrijheid om hun eigen keuzes te maken, of houden we het been stijf als het over bepaalde onderwerpen gaat? Willen we heel strikt zijn of laten we onze kinderen hun eigen weg gaan? Daarnaast worden ouders door omstandigheden (bijvoorbeeld echtscheiding) tot bepaalde keuzes gedwongen, zoals co-ouderschap. Dat alles maakt opvoeden minder evident en roept heel wat vragen op. Welke kansen en bedreigingen brengen nieuwe ontwikkelingen in technologie en samenleven met zich mee? En hoe kunnen we vorm geven aan de opvoeding van onze kinderen in een veranderde en snel veranderende samenleving?

### Hoe pakken we dit aan?

Om op die vragen een antwoord te vinden, moet de wetenschap verschillende stappen zetten. Eerst moeten we onderzoeken hoe aspecten van een veranderende samenleving het opvoeden beïnvloeden. Wat is

de impact op de manier waarop kinderen opgevoed worden en op hoe ze zich ontwikkelen van bijvoorbeeld digitalisering – sociale media, massale beschikbaarheid van games, vrije toegang tot het internet (inclusief geweld en porno), fenomenen als cyberpesten? En wat is de impact van veranderende samenlevingsverbanden – meer echtscheidingen, diverse gezinsvormen? Ouders worstelen ook met de vraag hoe ze hun kinderen het best opvoeden. En de samenleving vraagt zich af welke (minimale) inspanningen we van ouders mogen verwachten. Ook daar moet de wetenschap zich over buigen. Pedagogen moeten samen met sociale wetenschappers en psychologen (en soms met ICT-experts) de hedendaagse uitdagingen in kaart brengen. In samenspraak met filosofen en ethici zullen pedagogen, psychologen en sociale wetenschappers vervolgens een kader moeten tekenen om te reflecteren over wat in opvoeding wenselijk geacht mag en moet worden. Omdat onze samenleving gekenmerkt wordt door een scala aan waarde-kaders en ideologieën, komt het er niet zozeer op aan om dat kader in te vullen, maar wel om kritische vragen op te roepen die opvoeders helpen om de juiste keuzes te maken voor zichzelf en voor hun kinderen. Het lijkt verstandig om bij dit onderzoek onder meer ook ouders, jongerenverenigingen en experts in kinderrechten te betrekken.



## Hoe zien gezinnen en relaties van de toekomst eruit?



Wat zijn de effecten van co-ouderschap op de ontwikkeling van kinderen?

Is 'apart ouderschap' na een scheiding een verantwoorde manier om met de kinderen om te gaan?

Maken kinderen van gescheiden ouders meer kans om zelf te scheiden op latere leeftijd?

Zou het goed zijn dat alle aanstaande gezinnen eerst een cursus ouderschap volgen?

### Uitdaging

Een traditioneel gezin bestaat bij ons uit een gehuwd, samenwonend, heteroseksueel koppel met hun biologische kinderen (al zijn er altijd al gezinnen geweest die niet in dat plaatje passen). Maar dat klassieke model is vandaag de dag minder en minder van toepassing. Het concept 'gezin' heeft de laatste decennia een ware metamorfose ondergaan. Maatschappelijke veranderingen – vrouwen die beginnen te werken, betrouwbare en beschikbare anticonceptie, goede gezondheidszorg, democratisering van het onderwijs – brachten een langer, onafhankelijker en beter leven. En logischerwijs een andere manier van samenleven. Trouwen of niet, met of zonder samenlevingscontract, met iemand van het andere geslacht of niet, levenslang bij elkaar blijven of niet, samen kinderen krijgen of niet ... Al die mogelijkheden zijn in onze maatschappij steeds meer aanvaard. Ze zijn ook juridisch verankerd met onder meer de wet op adoptie, het homohuwelijk en de schuldloze echtscheiding. Ook de relaties tussen gezins- en familieleden zijn complexer geworden. Dat stelt partners, ouders en hun kinderen voor nieuwe uitdagingen.

De vraag die zich vandaag stelt is: hoe zien relaties en gezinnen er over enkele decennia uit? Hoe gaan we daar maatschappelijk en juridisch mee om? En hoe gelukkig voelen ouders en kinderen zich in nieuwe samenlevingsvormen als co-ouderschap, meervoudig ouderschap, stiefkinderen, sociale ouders versus biologische ouders, transgenders, het homohuwelijk enzovoort?



We proberen zicht te krijgen op hoe ouders en kinderen dag in dag uit vorm geven aan hun gezin in alle mogelijke vormen en structuren. Op basis daarvan kunnen de samenleving en beleidsmakers, de gezinspolitiek en het sociale beleid afgestemd worden op de nieuwe noden. Dat vraagt niet alleen sociologisch, psychologisch of pedagogisch onderzoek, maar ook reflectie op wijsgerig-ethisch vlak. Ook een historisch perspectief kan zinvol zijn om kritisch te kijken naar het klassieke kerngezin en de huidige gezinsvormen.

### Hoe pakken we dit aan?

Om een antwoord te vinden op al die uitdagingen, moeten verschillende gedrags- en maatschappijwetenschappen samenwerken. Via fundamenteel en toegepast onderzoek moeten alle disciplines informatie en inzichten aanleveren. De beste resultaten komen er als alle betrokkenen meewerken aan het opzetten, invullen en uitvoeren van het onderzoek: burgers, kinderen, ouders, beleidsmakers ... We spreken dan over een 'participatief design'. Om kritisch na te denken over de onderzoeksresultaten en de 'juiste' maatschappelijke keuzes te kunnen maken, is een wijsgerig-ethisch en historisch referentiekader nodig. Dat kunnen de geesteswetenschappen bieden.



39



## Hoe maken we van migratie een zinvol verhaal voor iedereen?



Zullen vluchtelingen ooit hun leven kunnen herbeginnen in hun geboorteland?

Wat zijn de invloed en de gevolgen van de grote vluchtelingenstroom op de Westerse landen?

Hoe kunnen meer mensen verdraagzamer worden naar vluchtelingen toe?

Hoe kunnen we ervoor zorgen dat vluchtelingen zinvol werk kunnen doen in overeenkomst met hun diploma?



38



55 | 59

### Uitdaging

De oorzaken en gevolgen van migratie zijn thema's die zowel wetenschappelijk als maatschappelijk op zeer veel belangstelling kunnen rekenen. Actuele discussies kijken meestal vrijwel uitsluitend door een hedendaagse bril, maar het is belangrijk om onze blik open te trekken en te onderzoeken wat de drijfveren van en reacties op migratie waren in andere tijden en op andere plaatsen.

Er zijn verschillende factoren die mensen ertoe bewegen om hun thuisland te verlaten: oorlog en conflict, voedselonzekerheid en hongersnood door mislukte oogsten, het ontstaan van grenzen, economische ongelijkheid, betere of goedkopere transportmogelijkheden (denk aan de massamigratie naar Amerika dankzij technologische ontwikkelingen in de stoomvaart, eind negentiende eeuw) ... Naargelang de context werd er in het verleden wisselend gereageerd op migranten: van positief tot vijandig. Door dat allemaal te bestuderen krijgen we een beter inzicht in de factoren die het relatieve succes bepalen van multiculturele samenlevingsvormen, zowel in het verleden als in het heden.

### Hoe pakken we dit aan?

Het komt aan op intensieve samenwerking tussen historisch onderzoek, sociale wetenschappen en het brede publiek. Gedegen historisch

onderzoek is nodig om op de verschillende vragen waar we vandaag mee zitten een zinvol antwoord te kunnen formuleren. Dat onderzoek moet gestoeld zijn op een comparatieve (vergelijkende) aanpak die verschillende periodes en plaatsen onder de loep neemt. Op basis van migratieonderzoek in de gedrags- en maatschappijwetenschappen – van sociologie en antropologie tot economie en conflictstudies – kan het historisch onderzoek sterker in dialoog gaan met hedendaagse problemen. Daardoor zal de belangstelling voor het onderzoek bij sociale wetenschappers en het brede publiek toenemen. En hoe meer we over migratie bijleren, hoe meer het begrip voor migranten zal groeien.

Omgekeerd is het ook noodzakelijk dat sociale wetenschappers die zich op hedendaags migratieonderzoek toeleggen, meer kennis nemen van de historische dimensie van migratie. Dat kan helpen om een beter inzicht te krijgen in de vraag welke verbanden algemeen gelden en welke historisch bepaald zijn. Bijvoorbeeld de relatie tussen economische (on)welvaart en migratie: is die van alle tijden of specifiek voor bepaalde tijdzones? Dat inzicht kan op zijn beurt helpen om de samenleving en beleidsmakers te adviseren over hoe we van migratie een succesverhaal kunnen maken.



## Hoe beschermen we onze privacy in een informatiemaatschappij?



Waarom is er behoefte aan privacy?

Hoe zorgen we ervoor dat we transparant maken wat bedrijven precies doen met onze gegevens?

Hoe kan de overheid haar burgers beschermen wat betreft privacy en sociale media?

Is veiligheid belangrijker dan privacy?

### Uitdaging

Privacy is een breed begrip dat zowel de bescherming van de privésfeer als van persoonsgegevens omvat. Het is een kostbaar goed dat in onze samenleving alsmaar schaarser en waardevoller lijkt te worden. Onder invloed van externe dreigingen merken we een toenemende vraag naar veiligheid en een drang naar bescherming die op gespannen voet staat met ons verlangen om zelf te bepalen wie welke informatie over ons krijgt. Tegelijkertijd leven we in een informatiesamenleving waar we allang het overzicht hebben verloren over wie nu juist toegang heeft tot onze persoonsgegevens, wat er precies mee gebeurt en waar die gegevens bewaard worden.

### Hoe pakken we dit aan?

Om deze vraag te doorgronden moeten we kennis en inzicht uit de rechtswetenschappen, ethiek, sociologie en informatiekunde samenbrengen. Begrijpen hoe we privacy kunnen beschermen in een informatiemaatschappij vereist immers inzicht in de rol die het recht speelt bij het vrijwaren van onze privacy, maar ook begrip van de technologieën en digitale platformen waar onze gegevens worden verzameld en bewaard, zoals Facebook en Google. Het is bovendien ook een ethische vraag, waarbij we de afweging moeten maken hoeveel privacy we kunnen of willen opgeven om externe dreigingen adequaat aan te pakken en de toegang tot informatie te vergemakkelijken. Zouden we het bijvoorbeeld oké vinden dat onze telefoons worden afgeluisterd in de strijd tegen het terrorisme? Ten slotte moeten we overwegen welke rol de toegang tot geld, kennis, macht of hooggeplaatste vrienden speelt bij het vrijwaren van privacy.



10



48



## Zullen we in de toekomst op een andere manier leren?



Wat is een goede aanpak om leerlingen met leerstoornissen te ondersteunen? Zowel op educatief als op sociaal vlak.

Zullen leerkrachten vervangen worden door robots?

Zal naar school gaan later nog verplicht zijn?

Kinderen zijn vaak al op jonge leeftijd schoolmoe. Hoe kunnen we hen voldoende prikkelen?

Hoe kan kennisverwerving binnen de huidige onderwijsmethoden (waar beleving centraal staat) verbeterd worden? Wat zijn de effecten van onderwijsmethoden die vooral ervaringsgericht zijn?



### Uitdaging

De mens is een lerend wezen. Gelukkig maar, want veranderingen in de maatschappij en op de werkvloer nopen ons tot levenslang leren. We willen en kunnen allemaal leren. Toch verlaten heel wat jongeren schoolmoe en zonder diploma de schoolbanken, en rijzen er vragen over hoe het onderwijs moet omgaan met de uitdagingen die een diverse en inclusieve samenleving met zich meebrengt. Hoe we alle individuele leerlingen, hoezeer ze ook van elkaar verschillen, het beste leerproces kunnen laten doorlopen, blijft een wetenschappelijke en maatschappelijke uitdaging.

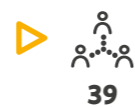
Dat leren meer is dan een basispakket van kennis, vaardigheden en attitudes en ook 'aangenaam' moet zijn voor de leerling, daar is bijna iedereen het over eens. Maar of en in welke mate leren ook een beetje 'moeilijk' of 'lastig' mag zijn, daar breekt de wetenschap zich nog het hoofd over. Daarnaast weerklinkt de vraag wie de touwtjes van het leerproces in handen heeft. Want

hoewel het vanzelfsprekend lijkt dat leerkrachten ook in de nabije toekomst een cruciale rol spelen in de meeste leerprocessen, stellen technologische evoluties zoals digitalisering en robotisering, maar ook vernieuwde maatschappijvisies met veel aandacht voor de individuele verantwoordelijkheid van elke leerling, de rol van de school en de leerkracht in vraag. Zal het onderwijs van de toekomst nog 'schools' zijn?

### Hoe pakken we dit aan?

Een onderzoek waarbij de mens als leerling het studieobject is, kan niet anders dan complex zijn en een aanpak vanuit verschillende wetenschappelijke disciplines vragen. Een specifieke en op onderzoek gestoelde onderwijskundige aanpak kan het leren nog zo bevorderen, als de leerkracht in de klas die aanpak niet effectief in de praktijk kan of wil brengen, blijft het een ivorentoren-ideetje. Degelijke onderwijskundige methodes moeten dan ook kunnen rekenen op een brede implementatie in de praktijk. Een evolutie van

fundamentele kennisopbouw naar praktijkgericht onderwijs vraagt daarom de betrokkenheid van onderzoekers, beleidsmakers, leerkrachten, ouders en misschien ook van de leerlingen zelf in elke stap van het onderzoeksproces. Samen kunnen zij onderzoeken hoe het meer individueel en op maat en zelfregulerend leren optimaal kan functioneren dankzij technologisch geavanceerde leeromgevingen. Zo kunnen we een beroep doen op tablets, virtual reality, artificiële intelligentie ... We moeten ons dus niet richten op de 'gemiddelde' leerling, maar op alle leerlingen in hun rijke diversiteit aan onderwijs- en leerbehoeften, gaande van zij die goed leren tot zij die, om diverse redenen, moeilijkheden ervaren. Alleen zo zal het onderwijs volwaardig deel uitmaken van en bijdragen aan een diverse en inclusieve samenleving.



39



74



## Zijn we in staat ons gedrag aan te passen in functie van een betere wereld?



Waarom zijn we nog niet zo duurzaam bezig als we zouden kunnen?

Hoe komt het dat er in onze consumptiemaatschappij soms zo'n groot verschil kan zijn tussen behoeftes enerzijds en verlangens anderzijds? En tussen de ratio en de verleiding?

Hoe kunnen we zorgen dat er minder gepest wordt?

### Uitdaging

Menselijk gedrag speelt een belangrijke rol in ons dagelijks leven en onze samenleving. Hoe wij als individuen handelen heeft een grote impact op de maatschappij. Het aanpassen van ons gedrag is dan ook een essentiële stap in de transitie naar een duurzame samenleving. Maar hoe kunnen we het gedrag van mensen veranderen? Grosso modo zijn er vier strategieën:

1. Emotioneren en associëren. Denk bijvoorbeeld aan de impact van de uitzending van *Make Belgium Great Again* waarin mensen die al jaren vruchteloos op een orgaan wachten hun verhaal brachten. Heel België werd toen opgeroepen om zich te registreren als orgaandonor.
2. Sociale beïnvloeding. Een voorbeeld is de bobcampagne, waarbij iemand belooft om nuchter te blijven en chauffeur te zijn voor de rest van de groep.

3. Faciliteren en gedrag versterken. Denk aan de pieptoon als je je veiligheidsgordel niet draagt in de auto.

4. Motiveren. Een aantal jaren geleden liep er een advertentie over borstkankerpreventie waarin bekende Vlaamse vrouwen vertelden dat ook zij hun borsten jaarlijks laten controleren. Bij gedragsverandering gaat het erom dat je begrijpt wat mensen beweegt vanuit zichzelf. Je kan mensen namelijk helpen om 'betere' keuzes te maken voor zichzelf en hun omgeving.

### Hoe pakken we dit aan?

In praktisch alle domeinen vinden er transities plaats: milieuveranderingen, technologische veranderingen, economische veranderingen, demografische veranderingen, destabilisatie van het gezin, evolutie van de arbeidsmarkt ... De maatschappij moet daarop anticiperen, en waar mogelijk de transitie sturen en begeleiden. Dat kan met financiële prikkels of door de wetgeving aan te passen, maar dus ook door gedragswijzigingen teweeg te brengen. De wetenschap kan daartoe bijdragen. Alle gedrags- en maatschappijwetenschappen, net als de cultuurwetenschappen, kunnen en moeten informatie en inzichten leveren. Zowel via fundamenteel onderzoek (bijvoorbeeld onderzoeken in welke mate criminaliteit vaker voorkomt op bepaalde plaatsen) als via toegepast onderzoek (bijvoorbeeld: als criminaliteit vaker voorkomt op bepaalde plaatsen, wat leert ons dat dan over de criminaliteitscontrole).



20



21 | 35 | 45



## Hoe kunnen we communicatie in al haar vormen verbeteren?



Wat is de impact van sociale media op de opvoeding van jongeren?

Waarom moeten we in de maatschappij constant bereikbaar zijn?

Zorgt een overvloed aan info in deze maatschappij voor meer stress?

Hoe kan onze stad de meertaligheid die er is ook werkelijk constructief inzetten in het publieke domein?

### Uitdaging

Door techno-economische ontwikkelingen zoals de opkomst van sociale media, mobiele datacommunicatie en het 'internet der dingen' is de manier waarop we informatie produceren, uitwisselen en verspreiden ingrijpend veranderd. Informatie en communicatie zijn er altijd en overal, en grijpen in op ons sociaal leven, onze werkomstandigheden, mobiliteit, veiligheid en noem maar op. Dat zal zich in de voorzienbare toekomst alleen maar verder doorzetten.

Een eerste vraag die we ons daarbij moeten stellen: in welke richting gaat deze evolutie, en hoe kunnen we ze analyseren en kwalificeren? Daarvoor moeten we beter begrijpen hoe massamedia en persoonlijke communicatiemiddelen samensmelten, hoe connectiviteit (verbindingen met andere systemen) zich steeds uitbreidt en hoe onze samenleving steeds meer in data wordt gevat ('dataficatie'). Ook communicatie tussen machines en artificiële intelligentie moeten we beter begrijpen.

Welke invloed hebben die nieuwe mediatechnologieën, communicatie- en informatievormen op de samenleving? Dat is de tweede vraag. Leveren ze een verbetering op? Welke uitdagingen stellen ze? We hebben het dan over:

- psychologische en sociaalpsychologische aspecten: de invloed op ons welbevinden, de sturing van ons gedrag en routines, de balans tussen contact met naasten en met vreemden (*bonding* en *bridging*) ...
- sociaal-culturele elementen: de impact op diversiteit, cultuurparticipatie ...

- maatschappelijk-politieke aspecten: de mogelijke aantasting van privacy en de gevaren van desinformatie, fake news en *filter bubbles* (waarbij gebruikers geen informatie meer te zien krijgen die hun eigen standpunt tegenspreekt), maar ook nieuwe vormen van burgerparticipatie ...
- economische aspecten: de dominantie van internetplatformen, de rol van softwarealgoritmes en '*machine learning*' die analyse en beslissingen op basis van enorme hoeveelheden data mogelijk maken, en de evolutie naar zogenaamde slimme en geconnecteerde steden en omgevingen ...

Ten slotte: hoe kunnen we de wisselwerking tussen communicatievormen, media-innovaties en maatschappelijke ontwikkelingen begrijpen en eventueel beïnvloeden? Hoe kunnen we de nieuwe mogelijkheden bewust gebruiken om de communicatie te verbeteren en effectiever te maken tussen mensen, organisaties, technologische systemen en de materiële wereld rondom ons?

### Hoe pakken we dit aan?

We hebben diepgaand en vernieuwend onderzoek nodig dat inzichten uit de communicatiewetenschappen koppelt aan inzichten uit onder meer de sociologie, economie, politieke wetenschappen, psychologie, computerwetenschappen, maar ook de cultuurwetenschappen. Onderzoek vanuit abstracte communicatiemodellen of gefocust op traditionele media volstaat niet meer.

Het onderzoek moet concreter en toekomstgericht worden. Er is een combinatie van methoden uit verschillende disciplines nodig. Zo moeten we nieuwe kaders en meetinstrumenten ontwikkelen om bijvoorbeeld diversiteit, kwaliteit, participatie en concentratie in die nieuwe online, gedataficeerde context te meten en te analyseren. Ook via testen en proeftuinen in de dagelijkse realiteit kunnen we verbanden analyseren en nieuwe modellen uittesten van interpersoonlijke communicatie, datagedreven journalistiek, sociale media, persuasieve communicatie, communicatie met slimme objecten en omgevingen enzovoort.

Nu nieuwe vormen van informatie en communicatie onder impuls van internetbedrijven de hele economie doordringen, moet er voldoende aandacht zijn voor media-economisch onderzoek, maar zeker ook voor ethische en gebruikersaspecten. In een steeds meer datagestuurde, 'algoritmische' maatschappij is het belang van de humane wetenschappen des te groter geworden, omdat precies dat wat ons mens maakt niet door robotica en algoritmen vervangen kan worden.



26 | 32 | 39 | 42



81



## Hoe verandert het Nederlands en hoe springen we daarmee om?



Hoe verandert het Nederlands en hoe springen we daarmee om?

Zijn sommige talen gemakkelijker om te leren dan andere talen?

Welke toekomst kunnen we verwachten voor taalvariatie in Vlaanderen? Zullen we allemaal tussentaal spreken over enkele jaren?

Als de dialecten verdwijnen, hoe zou onze algemene landstaal dan uiteindelijk klinken?

### Uitdaging

Taalvariatie is geen nieuw gegeven: het Nederlands heeft een plaats in een groter verband van Europese en internationale talen. En ook binnen het Nederlands zijn we vertrouwd met verschillen – tussen plaatselijke dialecten bijvoorbeeld, maar net zo goed tussen het Nederlands in Vlaanderen en dat in Nederland. Wetenschappelijk onderbouwde kennis van die variatie is maatschappelijk van groot belang, omdat ze de basis vormt van een doelgericht taalbeleid en taaladvies. Om een antwoord te bieden op de vraag hoe we in het onderwijs, de media, de regelgeving en het dagelijks leven met taalverschillen omspringen, hebben we nood aan kennis over die verschillen. Bovendien is taal een belangrijk aspect van onze identiteit: taalonderzoek is nodig om

taalgebruikers te vertellen wat eigen is aan hun taal, en hoe die taal evolueert. Dat aspect wint nog aan belang nu de variatie in het taalgebruik sterk toeneemt. Aan de ene kant komt het Nederlands steeds meer in contact met andere talen, doordat onze bevolking alsmaar diverser wordt, en door de niet te stoppen opmars van het Engels als wereldtaal. Aan de andere kant zijn ook binnen het Nederlands allerlei verschuivingen aan de gang: het is nog geen vijftig jaar geleden dat besloten werd om het Nederlands in Vlaanderen te oriënteren op het Nederlands van onze noorderburen, en binnen het Vlaamse Nederlands is er meer verscheidenheid ontstaan door de opkomst van de 'tussentaal'. De uitdaging is om die complexe dynamiek van interne en externe invloeden goed in kaart te brengen.

### Hoe pakken we dit aan?

Taalvariatieonderzoek bestaat uit twee componenten: productieonderzoek en onderzoek van percepties en attitudes. Het productieonderzoek kijkt objectief naar de feitelijke taalpraktijk: wie gebruikt welke taal (of taalvariëteit) in welke situaties? Het perceptie- en attitudeonderzoek kijkt naar de subjectieve kant van taalgebruik: van welke taalverschillen zijn taalgebruikers zich bewust, en hoe ervaren en beoordelen ze die? Die beoordeling kan overigens onbewust gebeuren: zonder dat we er erg in hebben, kennen we mensen eigenschappen toe op basis van de manier waarop ze spreken: slim, professioneel, sympathiek, vlot ...

Het productieonderzoek steunt op een systematische en langdurige documentatie van het taalgebruik, op de verschillende niveaus van dialect over tussentaal tot standaardtaal. Het perceptie- en attitudeonderzoek gaat meestal met experimentele technieken na hoe mensen reageren op verschillende vormen van taalgebruik. Op beide terreinen is er voor het Nederlands in Vlaanderen nog veel werk te verrichten. Bovendien moeten bij onderzoek naar taalvariatie ook andere disciplines betrokken worden, zoals de sociologie. Ons taalgebruik wordt immers door tal van elementen beïnvloed.



21 | 32 | 41 | 43





## Hoe zullen robots de omgang met onze omgeving beïnvloeden?



Hoe gaan we als maatschappij om met de robotisering en de uitdaging op het vlak van tewerkstelling?

Zullen robots ooit alles van de mens kunnen overnemen?

In hoeverre kan een robot zelfstandig beslissingen nemen die in mensen ogen acceptabel zijn?

Kunnen robots slimmer worden dan de mens?

### Uitdaging

Robots nemen de fysieke omgeving waar via sensoren, die verwerkt worden in een controle-unit. Die stuurt motoren en andere outputsystemen aan om de omgeving te beïnvloeden. De controle-unit kan zowel gebaseerd zijn op een model van wat de robot moet doen, als op lerende systemen (artificiële intelligentie) voor systemen waarvoor zo'n model niet of onvolledig beschikbaar is.

Robots kunnen fysieke en cognitieve taken verrichten. Dat geeft heel wat mogelijkheden om werk te vervangen of erbij te assisteren. Daardoor kunnen we enerzijds maatschappelijke uitdagingen aanpakken (de verouderende bevolking, stijgende gezondheidskosten, de noodzaak aan gezonder werk) en economische

toepassingen voortbrengen (de robots zelf zijn immers nieuwe producten waar nieuwe diensten uit zullen voortkomen). Anderzijds leidt het ook tot angsten rond tewerkstelling, veiligheid en ethische aspecten, zoals de morele verantwoordelijkheid van de keuzes die robots gemaakt hebben, of de vraag hoe de mens zich kan en mag verhouden tot robots.

Ook al gebruiken we mens en dier vaak als inspiratiebron en vergelijking als we robots ontwikkelen, toch werken biologische en artificiële systemen vaak fundamenteel verschillend. Bovendien kunnen robots de mens nog lang niet evenaren in heel wat eigenschappen. Vaak vullen de sterktes van mens en machine elkaar aan, waardoor we regelmatig concluderen dat mens en machine best samenwerken. Door de snelle technologische evoluties hebben robots een steeds groeiende en ontwrichtende impact op ons leven, ons werk, onze maatschappij en onze economie.

### Hoe pakken we dit aan?

Robotica integreert verschillende technologieën en is dus sterk afhankelijk van de ontwikkelingen in technische domeinen, zoals elektronica, mechanica, materiaalkunde en computerwetenschappen. Bovendien worden robots in heel verschillende domeinen ingezet. Omdat robots steeds meer samenwerken met de mens en zijn omgeving en er steeds meer impact op hebben, moeten bovenstaande technische domeinen nauw en interdisciplinair samenwerken met de humane en sociale wetenschappen. Om robots te ontwikkelen waarbij de mens centraal staat, moeten we ook van in een vroeg stadium samenwerken met de eindgebruiker.



## Welke rol zullen artificiële intelligentie, big data en het internet der dingen in de toekomst spelen?



Zijn er grenzen aan de artificiële intelligentie?

Denkt u dat men de toekomst zal kunnen voorspellen met de toename van AI, quantumcomputers, big data en data-analyse-methoden? En zal men, indien dit mogelijk is, dan ook intelligent hiernaar handelen?

Hoe garanderen we dat artificiële intelligentie ten goede wordt ingezet?

Welke beroepen gaan in de toekomst verdwijnen door artificiële intelligentie?

### Uitdaging

De voorbije jaren wonnen artificiële intelligentie (AI), big data en het 'internet der dingen' (Internet of Things - IoT) in ijstempo aan belang. Die termen omvatten allerhande algoritmes die efficiënt en vanop afstand informatie en kennis kunnen halen uit grote hoeveelheden data. Artificiële intelligentie kan zelfs zo ver gaan dat een systeem zichzelf slimmer kan maken op basis van data (machine learning). AI, big data en IoT worden toegepast in tal van domeinen: van een meer gepersonaliseerde gezondheidszorg over zelfrijdende wagens, robots en accuratere economische voorspellingen tot het voorspellen van criminaliteitspatronen.

Voor het brede publiek is het vaak niet duidelijk wat er allemaal onder deze containerbegrippen valt, hoe deze algoritmes werken en welke impact ze zullen hebben op onze toekomst. Het is daarom van cruciaal belang dat er meer onderzoek gebeurt naar de grenzen van AI, big data en IoT, naar de mogelijke toepassingsdomeinen en naar de sociale, ethische en privacy-aspecten. Op die manier kunnen we realistische verwachtingen creëren rond deze trends, en deels de angsten opvangen rond tewerkstelling (zullen robots onze jobs overnemen?), veiligheid (zal de overheid kunnen ingrijpen nog voor een misdaad heeft plaatsgevonden?) en andere ethische aspecten.

Door de snelle technologische evoluties in dit domein kunnen we er alleszins zeker van zijn dat AI, big data en IoT een steeds grotere, disruptieve impact zullen hebben op ons leven, ons werk, onze maatschappij en onze economie.

### Hoe pakken we dit aan?

Er is een gecoördineerde aanpak nodig op vier vlakken:

1. We moeten meer en betere AI- en big data-algoritmes ontwikkelen, die efficiënter data kunnen vergaren en verwerken. Centraal staat een beter begrip van de mogelijkheden en grenzen van die algoritmes, van hun imperfecties ook. Daarnaast moeten we de algoritmes beter maken, zodat ze sneller meer data kunnen verwerken en zodat de conclusies die ze trekken betrouwbaarder zijn. Dit is een opdracht voor de wiskunde en de computerwetenschappen.
2. We moeten AI, big data en IoT integreren in verschillende toepassingsdomeinen (geneeskunde, economie, criminologie ...). In de geneeskunde kunnen we bijvoorbeeld denken aan geautomatiseerde diagnoses op basis van complexe gegevens uit de beeldvorming of DNA-analyses, en aan algoritmes die toelaten om een ziekte of aandoening op een gepersonaliseerde manier te behandelen. Het is cruciaal dat de experts in al die domeinen in een zeer vroeg stadium samenwerken.
3. Wetenschappers uit de elektrotechniek en de computerwetenschappen moeten ervoor zorgen dat AI-algoritmes uitgevoerd kunnen worden met minder rekentijd (bijvoorbeeld zodat een zelfrijdende auto sneller beslissingen kan nemen), minder vermogen- en energieverbruik van de batterij (bijvoorbeeld zodat je smartwatch dagen meekan zonder op te laden) en minder grote processoren (zodat toestellen goedkoper worden). Die verbeterde algoritmes kunnen vervolgens 'embedded' worden in draagbare toestellen, computerprogramma's, IoT devices (toestellen die met elkaar verbonden zijn en gegevens kunnen uitwisselen), robots ...
4. We moeten nadenken over de ethische aspecten van AI, big data en IoT. Die technologieën hebben immers een impact op ons dagelijks leven en ons werk. Dit is het domein van de ethiek, de criminologie en de sociologie.







## Zal er straks nog genoeg energie zijn?



**Wat is de meest efficiënte energiebron voor een auto?**

**Hoe kunnen we als gezin voor onze eigen energie zorgen?**

**Past kernenergie nog als tussenoplossing voor we volledig op duurzame energie overschakelen?**

**Kunnen batterijen op een groene manier worden gemaakt? Zijn daar genoeg grondstoffen voor?**

### Uitdaging

De energie die de aarde van de zon ontvangt, is aanzienlijk meer dan we nodig hebben. En toch zitten we met een energieprobleem. Zo zijn we notoir inefficiënt als het aankomt op zonne-energie omzetten in energie voor iedereen. Ook putten we de energievoorraden die in het verleden zijn opgestapeld veel te snel uit. En daarbij belasten we het milieu enorm.

Zolang de voorraden onuitputtelijk leken, leek er geen probleem te zijn. Maar vandaag stellen we vast dat we ons dreigen vast te rijden, omdat we met steeds meer zijn en gemiddeld ook meer energie verbruiken. Het is vijf voor twaalf. De neveneffecten van onze energiewinning bedreigen ons en het milieu op korte, middellange en lange termijn, en we willen niet herinnerd worden als de

generaties die de energievoorraden, een product van een lange geofysische evolutie, hebben opgesoupeerd.

Het probleem beperkt zich ook niet tot Vlaanderen, maar is globaal. Bruikbare zonne-energie, reserves aan fossiele brandstoffen, waterkracht enzovoort zijn niet gelijk verdeeld over de wereld. Het transport van energie gebeurt efficiënter in dichtbevolkte gebieden, dus hoe pakken we dat aan op afgelegen plekken?

Hoe kan de wetenschap dat allemaal oplossen? Slechts in beperkte mate: we moeten ons als samenleving aanpassen aan een aantal realiteiten en evoluties en een deel van ons comfort opofferen. Dat zal de volgende decennia heel wat inspanningen vergen.

### Hoe pakken we dit aan?

De uitdaging heeft veel facetten, het antwoord onvermijdelijk ook. Een mirakeloplossing bestaat helaas niet. Om te beginnen is er nood aan bewustwording en actie. Verder onderzoek naar optimale energiewinning is nodig: betere en goedkopere zonnecellen, het potentieel van kernfusie, waterstofcellen, energie uit biomassa ... Er is ook nood aan gegronde studies om te achterhalen

welke combinaties van oplossingen (met inbegrip van eventuele andere alternatieve energievormen) op welke plaatsen het beste zijn. Er moet ook aandacht zijn voor het potentieel van zuiverdere kernenergie om stroom te genereren tijdens de transitiefase.

Een ander aspect is de opslag en het transport van energie gewonnen in afgelegen gebieden. De ontwikkeling van (nog) betere batterijen, liefst zonder een beroep te moeten doen op zeldzame (en dus op geopolitiek vlak strategische) materialen, is ook een aandachtspunt. Naast de productie, de opslag en het transport van energie is er uiteraard ook het verbruik. De vraag naar klimaatneutrale vervoermiddelen is groot, maar tegelijk is er nood aan milieuvriendelijke warmtewinning en voldoende isolatie van gebouwen.

De boodschap is en blijft: zuiniger met energie omspringen, ook in het dagelijks leven. Verder moeten we een inhaalbeweging maken en massaal inzetten op methodes om alle energie die rechtstreeks of onrechtstreeks afkomstig is van de zon te gebruiken, én op efficiëntere en goedkopere technologie om energie-overschotten op te slaan met minimale verliezen.



1



21

23

27

28

31

44



52

55

56



66

70



## Op welke manier kunnen we lessen trekken uit het verleden?



**Kunnen we leren uit het verleden om de democratie beter te doen functioneren?**

**Welke proxies zouden ons kunnen helpen een idee te krijgen van de luchtpollutie (o.a. fijn stof) in de pre-industriële periode?**

**In welke mate is de mens in het verleden creatief geweest met het ontdekken van nieuwe grondstoffen/het wegvallen van grondstoffen? Kunnen we daarvan leren?**

**In hoeverre heeft de geschiedenis van een land invloed op de mentaliteit van de mens?**

**Onze steden worden steeds diverser en multicultureler met alle voordelen en spanningen van dien. Kunnen we lessen trekken uit het verleden om daar mee om te gaan?**

### Uitdaging

Al sinds de oudheid beschouwt men de geschiedenis als de 'leermeesteres van het leven' – "magistra vitae", om het met Cicero te zeggen. Door haar te bestuderen kunnen we de fouten uit het verleden vermijden, de dingen beter aanpakken en voorbeeldiger leven. Dat impliceert een pragmatische opvatting van de geschiedenis: de studie van het verleden is nuttig omdat historische kennis 'bruikbaar' is voor het eigentijdse handelen. We moeten daarom in het verleden op zoek gaan naar situaties die door hun analogie met het heden interessant (kunnen) zijn. Die opvatting stelt ons echter voor problemen. In de eerste plaats lijkt het alsof de geschiedenis vooral een grabbelton is: met het verleden kan alles en dus niets worden aangetoond. Ten tweede dreigen we door te zoeken naar analogieën tussen verleden en heden in een omgekeerd anachronisme te vervallen: de hedendaagse maatschappij wordt op een te ouderwetse manier begrepen, men ziet het moderne karakter niet meer, en begrijpt daardoor niet dat oplossingen die vroeger hebben gewerkt, nu misschien niet meer bruikbaar zijn. Ten slotte moeten we ons afvragen of de geschiedenis niet ook een andere waarde heeft: niet de overeenkomsten met het heden moeten onze aandacht trekken, maar net de verschillen. De studie van de geschiedenis leert ons vreemde culturen kennen en begrijpen, culturen met andere waarden, vooronderstellingen en ambities dan de onze.

### Hoe pakken we dit aan?

Wie uit het verleden hoopt te leren om niet in oude fouten te vervallen, moet zich wijden aan een zorgvuldige comparatieve geschiedschrijving: je moet verschillende historische situaties met elkaar vergelijken om te achterhalen welke factoren de historische ontwikkeling in een gelijkaardige of verschillende richting duwden. Een belangrijke kanttekening daarbij is dat we moeten vermijden dat we alleen vanuit het perspectief van de dominante cultuur naar de wereldgeschiedenis kijken.

Een comparatieve studie van de Franse Revolutie van 1789, de bolsjewistische revolutie van 1917 in Rusland en de Arabische Lente die zich vanaf 2010 ontwikkelde, kan bijvoorbeeld nuttige informatie opleveren voor wie een hedendaagse politieke of sociale omwenteling wil begrijpen en daarin eventueel ook een rol speelt. De vergelijkende geschiedenis kan ons dus helpen 'lessen uit het verleden te trekken'.

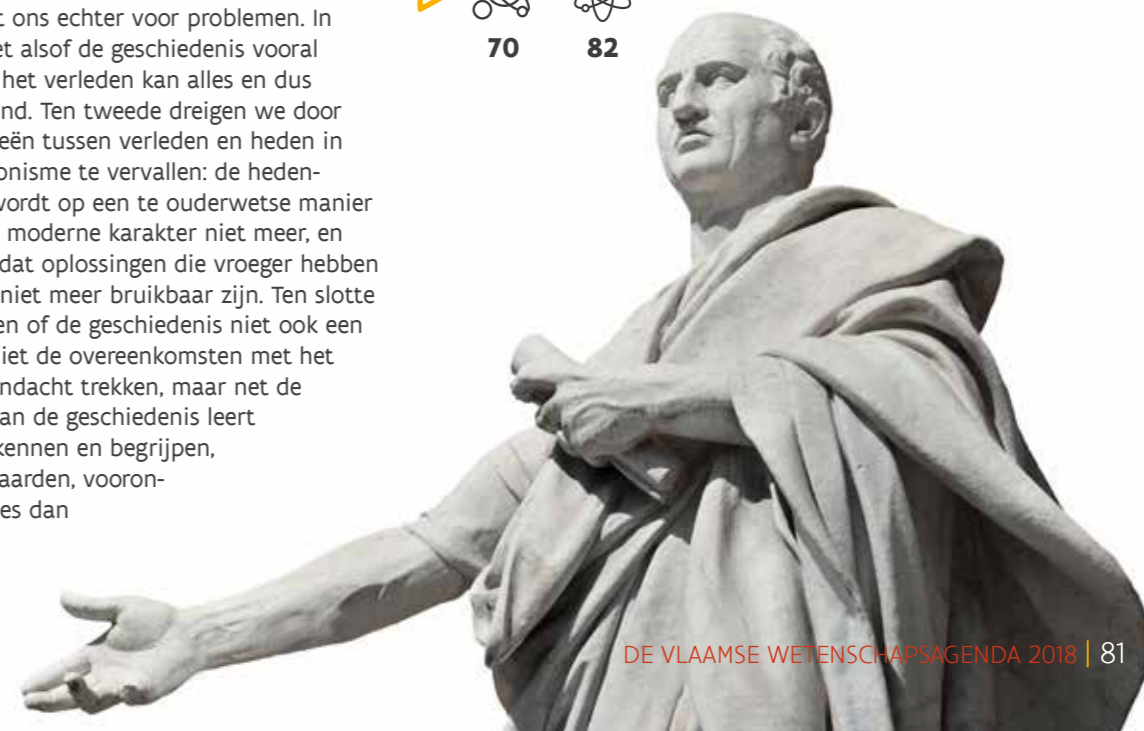
Omgekeerd moeten we erover waken dat we het verleden niet reduceren tot enkel die domeinen waarin we overeenkomsten met het heden vinden. Een brede blik moet toelaten ook het andere of het vreemde in het verleden te zien, waaruit we geen directe lessen kunnen halen. De kennis en het begrip van dergelijke culturen maken ons misschien niet slim, maar wel wijs.



70



82





# Wat is de waarde van (cultureel) erfgoed en hoe moeten we ermee omgaan?



Hoe verliezen we de 'kleine' volksgeschiedenis niet uit het oog?

Hoe kunnen we in steeds sneller evoluerende/ veranderende omstandigheden garanderen dat we het culturele verleden, de rijkdom aan kennis/ deskundigheid ... documenteren voor toekomstige generaties?

Vinden mensen erfgoed nog belangrijk?

Hoe kan een monument energiezuinig worden gemaakt zonder dat de erfgoedwaarde(n) worden geschaad?

## Uitdaging

De moderne samenleving is gericht op verandering en ontwikkeling. Ze kijkt naar de toekomst, maar wordt elke morgen wakker in de wereld van gisteren, met materiële en immateriële sporen van wat de mensen vroeger gemaakt, bedacht en beslist hebben. Tegelijk is het waar dat in de moderne wereld heel veel producten in een versneld tempo hun functie verliezen, onbruikbaar lijken te worden en verdwijnen. Dat geldt niet alleen voor gebruiksvoorwerpen, maar ook voor meubelen en auto's, machines en infrastructuur, en meer en meer ook voor gebouwen. Dingen worden vandaag opzettelijk gefabriceerd met een beperkte levensduur, om vervangen te worden door vernieuwde en verbeterde 'soortgenoten'. Dat creëert niet alleen grote hoeveelheden afval en afbraak (en veroorzaakt dus ecologische problemen), maar vernietigt ook de 'hechtingspunten' (plaatsen, gebouwen, sporen...) voor de individuele en collectieve herinnering.

In de jaren 1970 kwam er een tegenreactie op gang, gericht op het 'behoud' van materieel erfgoed en op monumentenzorg. Dat breidde zich snel uit tot landschapsbescherming, bescherming van dorps- en stadsgezichten en behoud van industrieel erfgoed. Maar ook het roerend erfgoed zoals archieven, boeken, kunstwerken, foto's, films, muziek ... won aan belang als bron van collectieve herinnering en culturele identiteit. Net als het immaterieel erfgoed in de vorm van verhalen, dialecten, feesten, processies, culinaire tradities, liederen ...

Intussen is het belang van monumentenzorg duidelijk en focussen we op het bewaren en zelfs restaureren van

wat er nog overblijft. Maar net omdat er veel (recent) erfgoed is, rijst de vraag wat we moeten aanvangen met die monumenten die wel oud maar niet historisch zijn en hun functie verloren hebben. Het probleem stelt zich het meest acuut en zichtbaar voor religieuze en industriële gebouwen: fabrieken en voornamelijk kerken die leeg staan en hun functie verliezen.

## Hoe pakken we dit aan?

Is onze omgang met erfgoed aangepast aan de noden van nu? Een inclusieve benadering, die de verworvenheden binnen monumentenzorg verbreedt naar een meer dynamische omgang met cultureel erfgoed in ruime zin, kan de focus op meer temporele diepte én ruimte in de omgang met het verleden realiseren. Vanwege de functie die erfgoed in onze publieke ruimte én in ons collectief geheugen bekleedt, moet er in de eerste plaats een publiek gesprek op gang worden gebracht. De uiteenlopende visies en noden die in zo'n debat aan bod komen, kunnen de nodige input en dynamiek geven aan het erfgoedonderzoek.

Binnen dat onderzoek moeten we de cultuurhistorische waarde van monumenten, historische gebouwen, artefacten, tradities ... bestuderen in samenhang met de actuele omgeving. Op basis daarvan kunnen we nieuwe onderzoekslijnen uitzetten, maar ook de vertaalslag maken naar fundamenteel onderzoek via interdisciplinaire samenwerking (tussen archeologen, geografen, architectuurhistorici, historici en ontwerpers). Wat bijvoorbeeld met het erfgoedbeleid en erfgoedbescherming in tijden van internationaal conflict?

Tot slot kan er in het onderwijs sterker ingezet worden op erfgoededucatie. Het doel is om erfgoedwetenschappers op te leiden die vanuit deze dynamische omgang met erfgoed en herbestemming hun bijdrage kunnen leveren aan de erfgoedsector en, ruimer, aan ons historisch geheugen.

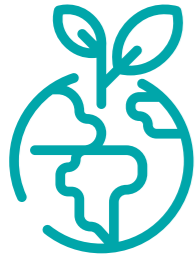




## LEEFBARE AARDE

We zijn allemaal begaan met de toestand van de aarde en onze leefomgeving. De uitdagingen zijn dan ook niet min: uitputting van de grondstoffen, de achteruitgang van de biodiversiteit, klimaatverandering ... Het zijn complexe en uitermate maatschappelijk relevante kwesties. Het heeft dan ook geen zin om ze louter vanuit één wetenschappelijke discipline te bekijken. "Multidisciplinaire samenwerking en langetermijnonderzoek zijn noodzakelijk om de complexe problemen van de aarde aan te pakken", stellen voorzitters Monica Höfte en Sarah Lebeer van het panel 'Biologische wetenschappen'."





De Wetenschapsagenda toont dat de Vlaming bezorgd is over de toekomst van de aarde en de toestand van het leefmilieu. Uitdagingen zoals de bevoorrading van energie en grondstoffen, het veiligstellen van de voedselvoorziening, milieuverontreiniging en klimaatverandering komen regelmatig terug in de gestelde vragen. We denken daarbij niet louter vanuit de mens, maar vragen ons ook af wat er met andere levende wezens en ecosystemen zal gebeuren. Monica Höfte: "Heel wat mensen vragen zich daarbij af wat ze zelf kunnen betekenen. Hoe kunnen we de biodiversiteit verhogen? Welke soorten zouden we moeten aanplanten? Ze willen graag hun steentje bijdragen, maar weten vaak niet hoe ze dat best doen."

#### Doemscenario's

Een aantal vraagstellers vreest voor mogelijke doemscenario's. Ze vragen zich af hoe lang we nog op deze aarde kunnen overleven en wanneer alle hulpbronnen uitgeput zullen zijn. "Het is belangrijk dat wetenschappers dat doemdenken counteren", meent Nele Witters (Gedrag- en maatschappijwetenschappen).

**"MENSEN WILLEN GRAAG HUN STEENTJE BIJDRAGEN, MAAR WETEN VAAK NIET HOE ZE DAT BEST DOEN: HOE KUNNEN WE ZELF DE BIODIVERSITEIT VERHOGEN, WELKE SOORTEN Zouden WE MOETEN AANPLANTEN?"**

Monica Höfte

"Af en toe stellen burgers in de Wetenschapsagenda vrij drastische oplossingen voor. Zo wordt de vraag gesteld of er een geboortebepijking kan worden opgelegd om de bevolkingsgroei te stoppen. Vragen over een leefbare aarde raken dus ook sterk aan gewichtige ethische thema's, en die moeten op een aangepaste manier aan bod komen."

Samenwerking tussen exacte en humane wetenschappen is dus enorm belangrijk. Sarah Lebeer: "Je merkt trouwens dat jonge mensen anders met de grote uitdagingen voor een leefbare aarde omgaan. Ze aanvaarden die al meer als deel van de context waarin ze leven. Dat zorgt ervoor dat ze out of the box op zoek gaan naar creatieve oplossingen."

#### Verfrissend perspectief

Als het gaat om de leefbaarheid van de aarde, zijn de uitdagingen te veelzijdig om ze louter vanuit één wetenschappelijke discipline te bekijken. Vincent Ginis (Wetenschap en technologie): "Denk bijvoorbeeld aan de problematiek van plasticvervuiling. Psychologen en sociale wetenschappers onderzoeken hoe het gedrag

van mensen kan veranderen, zodat er minder plastic wordt gebruikt en weggegooid. Terwijl de exacte wetenschappen en de technologie op zoek zijn naar nieuwe soorten materialen die biodegradeerbaar zijn."

Interdisciplinariteit is volgens Ginis nog om een andere reden belangrijk: "Op een heel andere manier, vanuit een verfrissend perspectief naar een probleem kijken, helpt het creatieve wetenschappelijke proces vaak vooruit. Er zijn diverse voorbeelden in de geschiedenis van de wetenschap waar grote doorbraken mogelijk werden door zo'n shift in perspectief, zoals de ontwikkeling van de algemene relativiteit dankzij belangrijke inzichten vanuit de wiskunde. De grote problemen waar we voor staan dwingen ons ertoe om verder te kijken dan de traditionele concepten die we tot nu toe hebben gebruikt."

#### Systeembenadering

Volgens Nele Witters draait deze categorie in essentie rond de interactie tussen mensen en het 'systeem aarde'. Vincent Ginis treedt haar daarin bij: "Ook bij klimaatverandering denken we nog te lineair, terwijl daarin veel verschillende aspecten en vormen van terugkoppeling invloed uitoefenen. En dat is nu net een van de moeilijkheden waar we nog altijd mee kampen." Witters: "Bij uitdagingen zoals het behoud van biodiversiteit of klimaatopwarming is het belangrijk om systeembenken naar de voorgrond te brengen. Dat helpt om voldoende rekening te houden met de complexiteit en de samenhang van de verschillende aspecten. Die aanpak is aan het groeien."

**"BIJ UITDAGINGEN ZOALS HET BEHOUD VAN BIODIVERSITEIT OF KLIMAATOPWARMING IS HET BELANGRIJK OM SYSTEEMDENKEN NAAR DE VOORGROND TE BRENGEN. DAT HELPT OM VOLDOENDE REKENING TE HOUDEN MET DE COMPLEXITEIT EN DE SAMENHANG VAN DE VERSCHILLENDE ASPECTEN"**

Nele Witters

"We moeten ook stilstaan bij de manier waarop we over die grote problemen nadenken, en dat is eigenlijk de moeilijkheid", aldus Ginis. "We hebben in de wetenschap nood aan *big stories*, samenhangende verhalen, over de disciplines heen, waarin het geheel naar voor treedt zonder dat er vertroebeling ontstaat."

"Tijd dus voor wetenschappers om over de discipline grenzen heen de koppen bij elkaar te steken en over dat soort complexe problemen op een nieuwe manier te durven nadenken", vult Sarah Lebeer aan.

Voor dit soort problemen is volgens Sarah Lebeer ook meer langetermijnonderzoek nodig. En daar knelt het schoentje soms bij de financieringskanalen. "Bij financiering zie je nog te vaak wat je het 'blussen van branden' zou kunnen noemen: zoeken naar oplossingen op korte termijn voor specifieke problemen die opduiken. Er zou tegelijk voldoende ruimte moeten zijn voor langetermijnonderzoek dat voor complexe problemen ook de grotere verbanden tussen de diverse aspecten onderzoekt. Zo is het voor onderzoek rond klimaatverandering niet evident om op korte of middellange termijn duidelijke en economisch valideerbare resultaten te behalen."

#### Wetenschappers betrekken bij beleid

Door een brede groep van wetenschappelijke experts te betrekken bij beleidsbeslissingen kan de overheid ook onbedoelde ongewenste effecten voorkomen. Sarah Lebeer:

"Diesel werd ooit door de overheid gepromoot omwille van een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot. Nu gaat men helemaal de andere richting uit vanwege gezondheidseffecten. Dat was misschien niet gebeurd als men indertijd een bredere groep van experts had geraadpleegd en de verschillende effecten beter had afgewogen."

#### Burgers onderzoeken mee

Voor onderzoek naar onze leefomgeving blijkt *citizen science* – burgers actief betrekken bij onderzoek – bijzonder geschikt. Als grootste burgeronderzoek naar luchtkwaliteit tot nu toe is CurieuzeNeuzen een schoolvoorbeeld van hoe je burgers kan inschakelen om data te verzamelen. In mei 2018 kregen 20.000 gezinnen, bedrijven, verenigingen en scholen de kans om de luchtkwaliteit te meten aan hun woning of gebouw. Ook onze buurlanden experimenteren met burgeronderzoek, bijvoorbeeld om de aanwezigheid van uitheemse organismen in kaart te brengen. "Burgers houden de natuur-

lijke omgeving nauwlettend in het oog en leveren data of foto's aan op een schaal die klassiek onderzoek moeilijk kan bereiken. In het Verenigd Koninkrijk gebeurt een dergelijke monitoring al meer systematisch, maar ook in Vlaanderen liggen kansen. Zo kunnen gepensioneerden, die regelmatig in de natuur komen, een waardevolle bijdrage leveren aan onderzoek. Maar ook kinderen – die van nature nieuwsgierig zijn – kunnen hun steentje bijdragen en worden zo mogelijk geprikkeld om later zelf aan wetenschap te doen", vindt Sarah Lebeer. "Zulke projecten maken burgers bewuster en meer betrokken, zowel bij de natuurlijke leefomgeving als bij wetenschappelijk onderzoek. Vaak ligt de rol van de burger in het verzamelen van data, maar de betrokkenheid kan uiteraard nog veel verder gaan, tot het mee uitdenken van de onderzoeksvragen. Samenwerking met burgers in al haar vormen zou meer gewaardeerd moeten worden en moet een volwaardige plaats krijgen in het takenpakket van wetenschappers."

**"OP EEN HEEL ANDERE MANIER, VANUIT EEN VERFRISSEND PERSPECTIEF NAAR EEN PROBLEEM KIJKEN, HELPT HET CREATIEVE WETENSCHAPPELIJKE PROCES VAAK VOORUIT"**

Vincent Ginis



# Zijn er grenzen aan de groei op onze planeet?



Wanneer zullen grondstofreserves (op aarde) opraken en hoe kunnen we dit oplossen?

Hoe kunnen we onze consumptie van materialen even efficiënt maken als in de natuur, waar alles hergebruikt wordt?

Hoe duurzaam en veilig is diepzeemijnbouw?

Zijn er voldoende alternatieven voor de grondstoffen op aarde? (bv.: eten, olie)

## Uitdaging

Onze samenleving kent op tal van vlakken een exponentiële groei: de bevolking, de vraag naar voedsel, het gebruik van grondstoffen en energiebronnen ... Ook de impact van de mens op de natuurlijke leefomgeving neemt hand over hand toe, denk maar aan de klimaatopwarming of de plasticsoep. Maar onze planeet en haar natuurlijke voorraden zijn eindig. De hoeveelheid grondstoffen op aarde is gelimiteerd, zowel op het land als in de oceanen. Ons ecosysteem kan tot op zekere hoogte afvalstromen en de uitstoot van gassen en stoffen absorberen en verwerken, maar als de draagkracht te ver overschreden wordt, is de schade onomkeerbaar. Wat is de draagkracht van onze aarde? Putten we onze grondstoffen uit, of is er nog marge? Zullen we de groeiende wereldbevolking kunnen blijven voeden? We zijn ons steeds meer bewust van de eindigheid van de voorraden op aarde en van onze impact op de leefomgeving. Onze manier van consumeren wordt in vraag gesteld. De uitdaging is om een duurzame maatschappij tot stand te brengen binnen de grenzen van onze planeet.

Hoe die maatschappij er zal uitzien, kan niemand voorspellen. Of we dit doel ooit bereiken, en hoe, evenmin.

## Hoe pakken we dit aan?

Zowel het beleid, het bedrijfsleven als de wetenschap benadert de uitdagingen waar we voor staan nog te fragmentarisch. Zo hebben we verschillende beleidsplannen voor energie, landbouw, mobiliteit en ruimtelijke ordening. Ook het onderzoek is nog altijd sterk disciplinair georganiseerd. De ene onderzoeksgroep legt zich toe op de energie van de toekomst, de andere bestudeert recycling in het kader van een circulaire economie.

Maar de uitdagingen zijn zo allesomvattend dat alleen een systeem-aanpak antwoorden kan bieden. Alle beschikbare kennis moet gebundeld worden op het niveau van een systeem (bijvoorbeeld het energiesysteem), over alle disciplines en beleidsdomeinen heen. Vaak komen de oplossingen uit onverwachte hoek, het is dus goed om ons zoveel mogelijk te laten inspireren door diverse wetenschappelijke domeinen en een kruisbestuiving tussen verschillende

disciplines te creëren. Alleen vanuit zo'n systeemaanpak kan een beeld ontstaan van de duurzame maatschappij van de toekomst, en nog belangrijker, van de weg ernaartoe.

Kennis is niets waard als ze in de kast verdwijnt. Het is enorm belangrijk dat kinderen bewust gemaakt worden van de eindigheid van de grondstoffen en de natuurlijke rijkdommen, en van de impact van hun keuzes op het leefmilieu. Iedereen zou moeten inzien dat er alternatieven zijn die beter zijn voor mens en omgeving.

Ook de overheid speelt een sleutelrol in het omgaan met grondstoffen. Nationale en internationale beleidsmakers hebben de belangrijke taak om duurzaam grondstoffenbeheer te bevorderen en de milieukosten te verrekenen in de prijs van producten en diensten – dat is misschien wel de grootste uitdaging van allemaal.



21 | 23



59



65



# Hoe beschermen we de biodiversiteit op aarde?



Hoe kunnen we mariene ecosystemen beter begrijpen en waar moeten we op inzetten om ze te beschermen zodat de oceaan op een duurzame manier kan bijdragen tot maatschappelijke welvaart en welzijn?

Welke acties kunnen wij als individu ondernemen om de afname van biodiversiteit tegen te gaan?

Hoe snel daalt biodiversiteit en wat is daarvoor het risico op de voedselproductie in Vlaanderen?

## Uitdaging

Als we over biodiversiteit spreken, gaat het zowel over genetische diversiteit als over de verscheidenheid aan soorten en ecosystemen. Wereldwijd zouden er ruwweg 2 tot 10 miljoen soorten bestaan, waarvan er zo'n 36.000 in België werden vastgesteld. Maar nog lang niet alle soorten zijn al ontdekt of beschreven. Er worden nog regelmatig nieuwe soorten – meestal ongewervelden – aangetroffen, ook in ons land. Overigens ontstaan (speciatie) en verdwijnen (extinctie) er continu soorten.

Een grote soortendiversiteit duidt vaak op een gezond, veerkrachtig en duurzaam ecosysteem. Maar wereldwijd zijn er aanwijzingen dat de biodiversiteit de laatste decennia in een alarmerend tempo achteruitgaat. Dat heeft ook gevolgen voor de mens, want biodiversiteit levert levensnoodzakelijke voordelen, zogenaamde ecosystemendiensten. Denk maar aan bestuiving, voedselbronnen en zelfs ontspanning. Insecten zijn een goed voorbeeld. De monitoring van insectenpopulaties in natuurgebieden in Duitsland wees recent uit dat de aantallen in 27 jaar tijd met maar liefst 75 procent zijn teruggelopen. Over de toestand in Vlaanderen ontbreekt voorlopig elke informatie, en het is onduidelijk wat de oorzaken van de achteruitgang zijn. Wat we wel weten, is dat een sterke terugval van de insectenpopulaties een aanzienlijke impact kan hebben op het functioneren van ecosystemen en sectoren als land- en tuinbouw. Ook de afname van de biodiversiteit in de zee verdient onze aandacht, want ook daar vervult een verscheidenheid aan soorten belangrijke functies. Het lijkt erop dat beschermingsmaatregelen in naburige zeeën sommige soorten kunnen doen terugkeren en de biodiversiteit vergroten. Het is aan de wetenschap om te onderzoeken wat burgers, bedrijven en de overheid nog meer kunnen doen om dit verlies een halt toe te roepen.



## Hoe pakken we dit aan?

Vlaanderen behoort tot de best geïnventariseerde regio's ter wereld, maar dat geldt vooral voor populaire soortengroepen zoals gewervelden, dagvlinders en bepaalde planten. De kennis over het voorkomen van veel ongewervelden, eencelligen en bacteriën is veel beperkter tot nageenog onbestaande. Het is hoog tijd dat ook die minder geliefde soorten, die het grootste deel van de Vlaamse soortenrijkdom uitmaken, de nodige aandacht krijgen. Zolang ze niet gekend zijn, is het onmogelijk te bepalen welke rol ze spelen in ecosystemen en welke ecosystemendiensten ze leveren.

Ten eerste is het essentieel dat we (versneld) kennis opbouwen over de soortendiversiteit, de rol van soorten en hun onderlinge interacties om te begrijpen hoe ecosystemen werken. Daarvoor moeten taxonomische experts (gespecialiseerd in het beschrijven van soorten) en biodiversiteitsonderzoekers worden opgeleid en/of ondersteund. Aan de hand van innovatieve technieken kunnen zij snel soorten opsporen en determineren. Ecologen, taxonomen, moleculaire biologen, bio-informatici en datawetenschappers kunnen samenwerken om die technieken nog te verbeteren, bijvoorbeeld identificatietechnieken op basis van DNA. Daarnaast moeten de onderzoekers inzicht verwerven in de voorwaarden die verschillende soorten aan hun leefomgeving stellen: begroeiing of kaal landschap? Zonlicht of schaduw? Plant-aardig of dierlijk voedsel? Die kennis kan een verklaring bieden voor de achteruitgang van soorten, waardoor we de trend mogelijk kunnen doen keren. En ook de effecten van beschermingsmaatregelen moeten worden bestudeerd. Ten tweede komt het erop aan om snel actie te nemen. Uiteraard zijn er processen zoals global warming die vooral internationaal kunnen worden aangepakt, maar ook lokale acties of persoonlijke initiatieven (insectenvriendelijk tuinbeheer, verminderd gebruik van pesticiden, creatie van amfibieënpoelen ...) leveren vaak snel hoopgevende resultaten op.



14



54 | 55 | 56 | 59 | 60



71





## Hoe werken ecosystemen?



Leveren natuurlijke ecosystemen meer diensten voor de mens dan verstoorde ecosystemen?

Hoe kunnen we economische groei en bevolkingsgroei combineren met het verbeteren van de werking van het ecosysteem?

Kunnen we de woestijnen terug groen maken?

Welke soorten leven er in de zee en welke rol/functies hebben ze?

### Uitdaging

De wereld is een aaneenschakeling van sterk uiteenlopende ecosystemen, waarvan de grootste diversiteit in de tropen en de oceanen te vinden is. Door de impact van de mens komen in Vlaanderen zo goed als geen natuurlijke ecosystemen meer voor. Andere ecosystemen, zoals graslanden en akkers, en seminatuurlijke ecosystemen zoals heidelandschappen, worden dan weer door de mens in stand gehouden. Door de groeiende wereldbevolking zijn er zelfs nieuwe, urbane ecosystemen ontstaan.

Ecosystemen bestaan traditioneel uit een biotisch (levend) deel van soorten en hun populaties, de abiotische (fysicochemische) omgeving en de wisselwerkingen tussen beide. Maar de werking van heel wat ecosystemen is nog altijd niet volledig ontrafeld. Die kennis is nochtans essentieel om te begrijpen op welke manier we de natuurlijke ecosystemen kunnen behouden, en hoe we de seminatuurlijke en humane ecosystemen zo goed mogelijk kunnen beheren.

Door allerlei, vaak menselijke factoren worden ecosystemen grondig verstoord. Denk maar aan de klimaatopwarming en vervuiling. Daardoor komen populaties onder druk te staan, en komen essentiële ecosystemendiensten – met voordelen voor de mens zoals voedselproductie, koeling, opslag van koolstof en bestuiving – in het gedrang. De fundamentele vraag daarbij is: wat 'doen' dieren, planten en andere organismen, hoe beïnvloeden ze elkaar en hun leefomgeving

en hoe zijn ze daarvan afhankelijk? Er ontbreekt nog heel wat kennis over de specifieke rol van veel soorten binnen de ecosystemen, het gebruik van indicatoren om de werking ervan op te volgen, en het herstel van verstoorde ecosystemen met behulp van natuurlijke componenten. Ook het belang van ecosystemen voor de Vlaamse bevolking is niet volkomen duidelijk, hoewel Vlamingen zich wel afvragen hoe de natuur in hun onmiddellijke omgeving kan worden uitgebreid en ondersteund, en hoe iedereen daaraan kan bijdragen.

### Hoe pakken we dit aan?

Er gebeurt al heel wat onderzoek door Vlaamse onderzoekers naar bepaalde componenten van ecosystemen: van bossen en heide over de Noordzee tot mangroves en Arctische plantengemeenschappen. Het volledige ecosysteem wordt echter zelden in beeld gebracht, noch de impact van wijzigingen van onderdelen op het gehele ecosysteem en op de levering van ecosystemendiensten. Dat is ook niet eenvoudig: het vergt een multidisciplinaire aanpak, waarbij botanici, zoölogen, ecologen, geologen, fysici, chemici, microbiologen maar ook gedrags- en maatschappijwetenschappers betrokken zijn. Bovendien zijn veel ecosystemen bijzonder dynamisch (denk aan woestijnen, oceanen en urbane gebieden) en divers, waardoor

enkel een langdurige en grootschalige opvolging betrouwbare resultaten oplevert.

Modellering (de vertaling van verbanden tussen ecosystemecomponenten naar rekenkundige systemen) speelt een sleutelrol om ecosystemen te begrijpen, maar ook om de impact van allerlei factoren op hun werking te voorspellen. Grote datasets op basis van betrouwbare metingen en waarnemingen van verschillende componenten van een ecosysteem zijn daarbij cruciaal. Het is ook verstandig om te blijven inzetten op Europese initiatieven als LifeWatch voor het observeren van biodiversiteit en abiotische componenten van ecosystemen op het land en in de zee. Zeker met het oog op het belang voor de mens kunnen wetenschappers tijdens dat onderzoek focussen op de ecosystemendiensten die geleverd worden door het biotische en/of abiotische gedeelte ervan (voedselproductie, waterzuivering, erosiebestrijding ...).

Ook bij de inrichting van humane ecosystemen (inclusief landbouwgebieden) of meer natuurlijke gebieden in de directe nabijheid van de mens moeten we rekening houden met duurzaamheid en de beschikbaarheid van ecosystemendiensten. Ten slotte moeten we werk maken van 'handvaten' die lokale besturen en burgers zelf kunnen hanteren om hun leefomgeving te beheren met het oog op het langetermijnbehoud van ecosystemen en ecosystemendiensten. Denk bijvoorbeeld aan checklists voor ecosystemevriendelijke inrichtingswerken, projectontwikkeling, groenonderhoud en tuinbeheer. Kennis over de werking van ecosystemen is daarbij uiteraard van onschatbare waarde.

Een allesomvattende benadering van deze thematiek, wellicht de eerste in zijn soort, zou Vlaanderen zonder twijfel in de frontlinie van dit onderzoek plaatsen.



7 | 14



27



53 | 55 | 56 | 57 | 59 | 60 | 61



71



## Welke gevolgen heeft de klimaatverandering voor het leven op aarde en wat kunnen we eraan doen?



Hoe zal onze voedselproductie veranderen door klimaatverandering?

Heeft de klimaatopwarming al dan niet een invloed op het welzijn van onze fauna? Bv.: hebben sommige diersoorten meer kans op uitsterven of om op de lijst van bedreigde diersoorten te belanden? Zijn er andere diersoorten die beter gedijen?

Hoe pakken we de effecten van klimaatverandering in het mariene ecosysteem aan?

Kan ik als individu écht een verschil maken voor het klimaat?

Hoe kunnen we ervoor zorgen dat innovaties in functie van duurzaamheid maatschappelijk aanvaard worden?

### Uitdaging

Al sinds de aarde bestaat, vindt klimaatverandering plaats. Maar behalve bij enorme natuurrampen zoals meteorietinslagen, ging die verandering waarschijnlijk nooit zo fenomenaal snel als vandaag. Planten en dieren moeten zich aan het veranderende klimaat aanpassen ofwel migreren naar plaatsen waar de omstandigheden gunstiger zijn. Maar doordat de mens het landschap zo versnipperd heeft, kunnen de organismen de verschuivende klimaatzones moeilijk, soms zelfs onmogelijk blijven volgen. Tropische regenwouden opereren nu al net onder hun optimale temperatuur, in de koelere subtropen is het dan weer te droog. Arctische en antarctische vispopulaties kunnen niet verder migreren richting de polen, dieren en planten in het hooggebergte kunnen niet nog hoger opschuiven. Kortom, planten en dieren sterven sneller uit door de invloed die de mens uitoefent op de planeet.

De voorbije 10.000 jaar was het klimaat relatief stabiel en voorspelbaar, althans in koud-gematigde streken. Dat droeg bij tot de ontwikkeling en het algemene succes van de landbouw. Nu zorgt de opwarming echter voor een minder voorspelbaar klimaat, met frequente droogtes en hittegolven in de zomer en meer stormen tijdens heel het jaar. Het klimaat, gekenmerkt door extreem weer, leidt tot mislukte oogsten, meer watertekorten en overstromingen. De totale economische kost daarvan wordt steeds groter. Nog belangrijker is de groeiende onzekerheid, die protectionisme in de hand werkt en ecologisch duurzame oplossingen belemmert. Kortom: de klimaatopwarming moet dringend worden aangepakt.

### Hoe pakken we dit aan?

In het klimaatakkoord van Parijs hebben verschillende landen afgesproken om de klimaatopwarming te beperken tot minder dan 2 graden Celsius (ten opzichte van het begin van de waarnemingen in het midden van de negentiende eeuw). Dat doel is nog altijd haalbaar, maar dan moeten we onmiddellijk actie ondernemen op heel veel fronten. De oplossingen gaan van puur technologische ingrepen tot behoudender omgaan met onze aarde en onze ontwikkeling ecologisch duurzaam maken.

- Elke tien jaar moeten we het gebruik van fossiele brandstoffen halveren om rond 2070 op nul te eindigen. Om de vraag naar energie te blijven dekken, moeten we de productie van hernieuwbare energie om de vijf jaar verdubbelen. Dat is een taak voor overheden op elk niveau, maar burgers kunnen er ook toe bijdragen door zo weinig mogelijk energie te verbruiken.
- Ook moet ons bodemgebruik drastisch anders. Doordat de wereldbevolking blijft groeien en de vraag naar vlees blijft stijgen, worden op grote schaal bossen gekapt. Dat veroorzaakt een enorm verlies aan biodiversiteit en versterkt tegelijk de klimaatopwarming. Bossen absorberen 30 procent van de jaarlijkse CO<sub>2</sub>-uitstoot door de mens. Hoe minder bos, hoe minder CO<sub>2</sub> er wordt opgenomen en hoe groter de inspanning wordt om de klimaatopwarming te stoppen. Door minder vlees te consumeren, kunnen we een deel van de huidige landbouwgrond opnieuw in bos omzetten. Een ander deel kunnen we gebruiken om duurzame biomassa-energie te produceren of om gewassen voor de mens te telen.
- Om bedreigde dier- en plantensoorten te redden, zijn speciale maatregelen nodig. Die zullen echter niet meer volstaan.
- We moeten 'negatieve emissietechnologieën' inzetten om het teveel aan CO<sub>2</sub> uit de lucht te halen. Door uit die CO<sub>2</sub> nieuwe materialen te maken, halen we er economische voordelen uit. Daarnaast moeten we werken aan meer weerbare bodems, die gewassen minder gevoelig maken aan klimaatextremen als droogte en wateroverlast.
- Om de klimaatverandering grondig aan te pakken is multidisciplinaire samenwerking nodig tussen onder anderen ecologen, geologen, ingenieurs, economen, chemici en juristen. Bovendien moeten alle sectoren en gemeenschappen samenwerken om onze verwachtingen en ons gedrag te veranderen. En dat zowel op lokaal, nationaal als internationaal vlak.



21 | 23



52 | 53 | 54 | 59 | 62



## Hoe pakken we milieuverontreiniging aan?



Hoe ongezond is vis eten uit de zee door de plastic? Welke invloed heeft dat op onze gezondheid?

Worden antibiotica afgebroken in ons afvalwater, wordt het uitgezuiverd? Hoe gebeurt dit? Of blijven er restanten in het drinkwater zitten zoals bij hormonale producten?

Grote serres zijn een grote bron van lichtvervuiling. Kan dat ook anders?

Hoe kunnen mensen zich bewuster worden van de vervuilingproblematiek?



1 | 3 | 6 | 12 | 13



23 | 25 | 26



52 | 53 | 55



79

### Uitdaging

Milieuvervuiling prijkt hoog bovenaan de lijst van problemen waarmee onze planeet vandaag wordt geconfronteerd. De mens heeft de lucht, het water en de grond aangetast, zowel met natuurlijke als zelf geproduceerde stoffen. We spreken van verontreinigende stoffen wanneer ze de natuurlijke niveaus overstijgen. Zodra we natuurlijke bronnen in een sneller tempo gebruiken en verontreinigen dan de tijd die de natuur nodig heeft om zichzelf te herstellen, kan dat leiden tot vervuiling.

De gevolgen van milieuvervuiling manifesteren zich op verschillende niveaus: gezondheidsproblemen voor mens, dier en plant, soms zelfs met dodelijke afloop (de Wereldgezondheidsorganisatie schat dat er in 2012 bijna negen miljoen mensen stierven ten gevolge van milieuvervuiling); verlies van biodiversiteit; klimaatverandering ... Maar het leidt ook tot economische verliezen. Denk aan de kosten voor bosherstel en om stortplaatsen op te ruimen of bedreigde soorten te beschermen, of het verlies aan inkomsten omdat toeristen wegblijven van vervuilde gebieden ...

### Hoe pakken we dit aan?

In het verleden concentreerde het milieubeleid zich op het herstellen van de gemaakte schade. Maar die aanpak schiet op veel vlakken tekort. Problemen worden bijvoorbeeld alleen opgelost in beperkte gebieden, om vervolgens in een andere vorm op een andere plaats opnieuw te verschijnen. Om de milieuproblemen effectief aan te pakken is een preventief milieubeleid nodig: van het verwijderen van vervuiling (eventueel op een natuurlijke manier met behulp van planten of bacteriën bijvoorbeeld) naar schadebeperking en uiteindelijk schadepreventie. Succesvolle voorbeelden van preventie zijn strategieën die de blootstelling van verontreinigde stoffen aan de bron verminderen, zoals de verwijdering van lood uit benzine, het nationale verbod op asbest en cfk's (drijfgassen en koelmiddelen), recyclage ... Ook beleidsmaatregelen om water- en luchtverontreiniging te verminderen, werpen vruchten af.

Maar er is ook een duidelijke systeemaanpak nodig, waarbij het gebruik van grondstoffen en de uitstoot van emissies samen worden

bekeken. Zo voorkom je dat er nieuwe problemen ontstaan. Enkel focussen op emissies kan bijvoorbeeld technologieën promoten die emissies wegwerken, maar erg energieverwendend zijn. Er kunnen wel degelijk 'propre' technologieën gevonden worden als ze systematisch worden beoordeeld.

Er is niet één pasklare oplossing voor de problematiek van milieuverontreiniging. Wetenschap, beleid, economie en industrie moeten de krachten bundelen om van de wereld een duurzame plek te maken. Om milieuvervuiling aan te pakken is bovendien een andere manier van denken en beleid nodig. We hebben altijd gestreefd naar economische groei, maar economische activiteiten kunnen bijna niet losgekoppeld worden van vervuiling en de uitputting van natuurlijke hulpbronnen. We mogen het huidige economische groeimodel dus zeker niet los zien van deze problematiek. Misschien moeten we het zelfs in vraag stellen?



# Van afval naar grondstof, hoe doen we dat?



Zullen we ooit alle vervuiling uit de oceaan kunnen halen?

Waarom kan kernafval niet gerecycleerd worden?

Hoe kunnen we al het afval de wereld uit helpen?

Hoe schadelijk zijn microplastics? En indien schadelijk, hoe pakken we die vervuiling aan?

Hoe kunnen we ons plasticgebruik (meer) circulair maken zodat we minder nieuwe grondstoffen moeten investeren?

## Uitdaging

De voorbije decennia was economische vooruitgang altijd gelinkt aan de verwerking van grondstoffen. Dat creëerde – en creëert nu nog steeds – grote hoeveelheden afval: materialen die niet meer bruikbaar zijn en dus een negatieve economische waarde hebben.

Het afvalprobleem heeft meerdere facetten. Zo is de ophaling vaak niet sluitend. Afval belandt dan in de natuur en kan ecosystemen en de menselijke gezondheid beschadigen. Een bekend voorbeeld is de plasticsoep in de oceanen, maar ook de verspreiding van microplastics verschijnt op de radar. Ook de verwerking van afval heeft nadelen. Om opgehaald afval veilig te verbranden of te verwerken, is energie nodig en wordt openbare ruimte ingenomen. Het kan ook ongewenste emissies veroorzaken.

Maar zelfs bij sluitende inzameling en verwerking betekent afval toch vooral een gemiste kans. Grondstoffen en energie die gebruikt werden om materialen te produceren, gaan verloren, want ze worden beschouwd als afval. Materialen hergebruiken betekent niet alleen minder directe emissies en minder landgebruik omdat het afval niet verwerkt moet worden. Het vermindert ook ons gebruik van grondstoffen en energie omdat er minder nieuwe materialen moeten worden geproduceerd. Maar verschillende afvalstromen zijn heel complex, waardoor we heel veel energie nodig hebben om afval te scheiden en te zuiveren. Denk aan elektronisch afval en sloopafval. De huidige technologie kan slechts een fractie van de materialen uit die afvalstromen rendabel terugwinnen (dat wil zeggen dat het terugwinnen minder energie kost en goedkoper is dan een alternatief te maken uit nieuwe grondstoffen).

Soms blijkt na grondige analyse dat materiaal recupereren niet de beste optie is. Dan moeten we complexe en schadelijke afvalmaterialen in een vorm krijgen die hun toxische risico minimaliseert. Denk maar aan nucleair afval, dat bijvoorbeeld ingekapseld kan worden in cement.

Samengevat: de belangrijkste uitdaging is om zoveel mogelijk materialen in kringlopen te brengen. We moeten ze na gebruik niet langer als afval maar als grondstof beschouwen, zonder dat ze negatieve effecten hebben op onze gezondheid of het leefmilieu.

## Hoe pakken we dit aan?

We moeten meer onderzoek doen naar de impact van afval. De gezondheids- en milieueffecten van de klassieke afvalverwerking – storten, verbranden, vergisten en composteren – zijn al grondig bestudeerd, maar van sommige afvalmaterialen, zoals microplastics, weten we nog niet goed wat de effecten zijn. Daarnaast moeten we onderzoeken hoe we afval kunnen voorkomen en ervoor kunnen zorgen dat de 'restfractie afval' degelijk verwerkt wordt. Verschillende maatschappelijke actoren en wetenschappelijke disciplines moeten daarbij samenwerken en verschillende soorten onderzoek doen: beleidsondersteunend, economisch en sociologisch onderzoek; technologisch, biologisch, biochemisch en biomedisch onderzoek.

Oplossingen om afval te voorkomen moeten we op verschillende fronten zoeken. Het is bijvoorbeeld belangrijk dat we economische vooruitgang niet langer koppelen aan materiaalgebruik. Digitalisering en de deeleconomie hebben hun nut op dat vlak al bewezen. Verder lopen er volop initiatieven rond duurzame, herbruikbare verpakkingen. Door plastics voor eenmalig gebruik (zoals rietjes) te beperken of te vervangen door herbruikbare alternatieven, verminderen we afval. De verdere ontwikkeling van plastic dat afbreekbaar is in de oceanen kan ook nuttig zijn.

Meer algemeen moeten we bij de ontwikkeling van nieuwe materialen al rekening houden met de end-of-life-fase, wanneer het materiaal niet meer bruikbaar is voor waar het oorspronkelijk voor bedoeld is. We kunnen materialen zo ontwerpen dat ze (biologisch) afbreekbaar zijn, zichzelf herstellen of gemakkelijk gerecycleerd kunnen worden. Daarnaast kunnen we de levensduur van producten verlengen. Willen we dat alle actoren in de kringloop, van producent tot consument, rekening

houden met de end-of-life-fase, dan zijn er wel economische drijfveren nodig. Zo kunnen de prijzen van grondstoffen of de kosten om materialen te vernietigen naar omhoog, eventueel door er belastingen op te heffen. Pas als iedereen die mindset deelt, kan je spreken van een omschakeling van een lineaire naar een circulaire economie, waarbij afval voor de ene, een grondstof is voor de andere.

Bij circulaire systemen, die materialen maximaal behouden, komen wel een aantal aandachtspunten kijken, zoals veiligheid het bewaken van de totale milieu-impact. Soms is het niet wenselijk om materialen in een kringloop te brengen. Dan moeten we het afval chemisch of fysisch stabiliseren of fysisch afschermen om contact met schadelijke componenten te beperken.

Afval dat moeilijk te hergebruiken of te recyclen is, kan op verschillende manieren behandeld worden om recyclage of hergebruik te vergemakkelijken. Zo ontstaan tegenwoordig nieuwe technologieën die via gedeeltelijke afbraak het afval omzetten in homogene fracties, die makkelijker verwerkt kunnen worden. Voorbeelden zijn pyrolyse (verhitting op zeer hoge temperaturen, zonder

zuurstof) en vergassing (verhitting in lucht). Andere technologieën zonderen enkele waardevolle componenten af. En door nieuwe chemische behandelingen vinden veel anorganische afvalstoffen hun weg naar toepassingen in de bouw.

Zelfs historische vervuiling verwijderen is technologisch mogelijk. Daarbij moeten we wel rekening houden met economische belangen en de energie die daarvoor nodig is. We willen absoluut vermijden dat de winst die we op het vlak van welvaart en duurzaamheid boeken door bijvoorbeeld de plasticsoep in de oceanen te verwijderen, kleiner is dan de vervuiling die we daarbij veroorzaken door bijvoorbeeld schepen in te zetten die door diesel worden aangedreven. Of denk aan de emissies van stortplaatsen en verbrandingsovens. De duurzaamheidswinst moet bovendien ook opwegen tegen de economische kosten.



49



52 | 61







## Hoe kunnen we luchtvervuiling aanpakken en voorkomen?



Hoe kunnen we zorgen voor minder fijn stof in de lucht?

Wat doet luchtvervuiling precies met je lichaam?

Kan men geen luchtzuiveringsstations bouwen net zoals er waterzuiveringsstations zijn?

Zouden de 'onzuivere' elementen uit de lucht gefilterd kunnen worden en opnieuw gebruikt kunnen worden?

### Uitdaging

Er bestaan natuurlijke bronnen van luchtverontreiniging, maar de mens is toch de grootste vervuiler. Denk maar aan zure regen, het gat in de ozonlaag, smog, stikstofoxiden, fijn stof, roet enzovoort. De luchtkwaliteit is de voorbije jaren wel systematisch verbeterd. Gedragsveranderingen zoals het verbod op cfk's blijken een belangrijke impact te hebben. Het is dus niet te laat.

Maar doordat bepaalde bronnen schoner worden, zoals het verkeer, vervuilen andere bronnen nu procentueel meer dan vroeger, bijvoorbeeld houtverbranding. Ook zorgt de wereldwijde verstedelijking voor nieuwe 'hotspots' waar de luchtkwaliteitsnormen vaak worden overschreden. In de grote steden vind je bijvoorbeeld een opstapeling van luchtverontreiniging in de zogenaamde *street canyons*, straten met aan weerszijden aaneengesloten hoge bebouwing.

Fijn stof en huishoudelijke oplosmiddelen hebben zowel acute als chronische effecten op de gezondheid. De Wereldgezondheidsorganisatie schat dat er elk jaar zeven miljoen doden vallen door luchtvervuiling binnen en buiten. Luchtverontreiniging veroorzaakt ademhalingsproblemen en hart- en vaatziekten. Ook zou het heel wat chronische (ontstekings)ziekten mee veroorzaken of verergeren. Vervuilende deeltjes bereiken immers niet alleen

onze longen, maar via de longblaasjes ook de bloedbaan. Zo komen ze in heel ons lichaam terecht.

De Wereldgezondheidsorganisatie heeft nog geen grens voor fijn stof kunnen bepalen waaronder we geen negatieve effecten meer ondervinden op onze gezondheid. In een toekomst waarin de impact van de mens op het milieu centraal staat, net als het welzijn van de bevolking, moeten we dus zeker rekening houden met luchtkwaliteit.

### Hoe pakken we dit aan?

We moeten als wetenschappers eerst en vooral de effecten of problemen correct identificeren en inschalen. Doorheen de jaren zijn zulke geïdentificeerde problemen aangepakt met verschillende beleidsmaatregelen. Goede samenwerking tussen onderzoek en beleid staat hier dus centraal.

Er is zowel nood aan gedragsverandering als aan technologische oplossingen. Wat kunnen die oplossingen zijn?

- De bron aanpakken, dus de vervuiling verminderen. Hiervoor moeten we doorgedreven onderzoek voeren naar nieuwe materialen die op een schone manier geproduceerd kunnen worden en nauwelijks vervuilende moleculen vrijgeven. Ook moeten we nieuwe energietechnieken ontwikkelen, zoals de aanmaak van schone brandstof.

efficiënte zonnepanelen, verbeterde batterijen voor huis en wagen, waterstof als schone energiedrager omdat die na ontbranding enkel water levert als restproduct, enzovoort.

- De blootstelling aan vervuiling aanpakken door het gedrag van mensen te wijzigen, slimme fietswegen aan te leggen, de stedelijke architectuur aan te passen ...
- De bestaande en toekomstige vervuiling aanpakken. Filtratiesystemen zijn mogelijk, maar zorgen niet voor een duurzame oplossing. Ze houden de vervuiling vast, maar neutraliseren ze niet. Hier kunnen we alternatieve zuiveringstechnologieën inschakelen die op zonlicht, plasma of andere energie-efficiënte bronnen werken. De natuur is hierbij een belangrijke partner. Planten en micro-organismen kunnen vervuilende stoffen opvangen en afbreken, wat we bioremediatie noemen. Ook kunnen we groen in de infrastructuur inpassen, zoals groene wanden en daken in steden en groene zones langs autowegen. De manier waarop we stedelijk groen inplanten, kan bovendien een effect hebben op de verspreiding van lokale luchtverontreiniging of de 'verdunding' ervan. In omgevingen zoals street canyons moeten we opletten dat stadsbomen de luchtstromen niet verhinderen om de pollutanten af te breken (verdunnen). Daar staat tegenover dat de bomen en hun micro-organismen zelf pollutanten uit de lucht kunnen filteren en eventueel kunnen verdunnen.



1 | 6



31 | 44



52



# Duurzaam, veilig, gezond en betaalbaar voedsel voor iedereen: een utopie?



Hoe verhouden landbouwsystemen (biologische landbouw, intensieve landbouw, agro-ecologische landbouw, etc.) zich tot elkaar op het vlak van duurzaamheid (alle aspecten in rekening brengend)?

Kan de Noordzee een oplossing bieden voor de stijgende vraag naar voedsel, bijvoorbeeld door aquacultuur van zeevieren?

Hoe kunnen we de consumptie van vlees en zuivel verminderen en mensen ertoe brengen om alternatieve voeding te eten, die aanspreekt en betaalbaar is?

Hoe kunnen we milieu- en diervriendelijke landbouw op korte termijn rendabel maken?

## Uitdaging

Volgens de Universele Verklaring van de Rechten van de Mens heeft iedereen recht op voldoende gezond en veilig voedsel. Landbouw, tuinbouw en visserij vervullen die basisbehoefte. Maar ze zijn bij uitstek afhankelijk van de natuurlijke omgeving en het klimaat en hebben er tegelijk een grote impact op.

Diverse facetten spelen een rol in het voorzien van voldoende, veilig, gezond en betaalbaar voedsel. De groeiende wereldbevolking en de toenemende vraag naar voorname-lijk dierlijke producten wereldwijd vergen een hogere productie die begrensd wordt door de klimaatverandering en een leefomgeving die steeds meer onder druk staat. Bovendien dwingen dieetgerelateerde ziektes als obesitas, diabetes en hart- en vaatandoeningen – de belangrijkste oorzaken van sterfte wereldwijd – zowel producenten als consumenten om zich aan te passen aan de nieuwe realiteit. Andere aandachtspunten zijn: duurzame landbouwproductie en voedingsindustrie, wijzigende dieetvoorkeuren, fluctuaties in de wereldmarktprijzen voor grondstoffen en voeding, de internationale handel, voedselverliezen, de machtsconcentratie in de voedselketen en de toenemende ongelijkheid tussen rijk en arm, zowel in Vlaanderen als wereldwijd. Voedselvoorziening is dus meer dan alleen productie, in de landbouw, tuinbouw en visserij. De uitdagingen overstijgen de voedselproductie en zijn tegelijk technisch, ecologisch, economisch en sociaal van aard.

## Hoè pakken we dit aan?

Omdat de uitdagingen zo groot en divers zijn, is een samenwerking tussen verschillende domeinen in de maatschappij noodzakelijk om tot effectieve oplossingen te komen voor het voedselvraagstuk. Wetenschappers uit verschillende disciplines moeten op zoek gaan naar meer duurzame productiemethoden en gezondere voedingspatronen. Daarbij moeten ze onder meer rekening houden met de verscheidenheid aan landbouwproductiesystemen, dierenwelzijn, biodiversiteit, cultuur, nutritionele waarde en de lokale draagkracht van het ecosysteem. Het is bovendien belangrijk om een integrale afweging te maken van de duurzaamheid en ook aandacht te hebben voor niet-meetbare aspecten die zowel ecologisch als sociologisch van aard zijn. Dat kan niet zonder burgers, milieuverenigingen, middenveldorganisaties ... te betrekken.

Voeding is zo alledaags en zo noodzakelijk dat de verandering in kleine stappen moet gebeuren, te beginnen bij bewustmaking en bewustwording. Het is noodzakelijk dat wij geleidelijk aan onze eetgewoonten veranderen, zowel om onze gezondheid te verbeteren als om het milieu minder te belasten. Voedselveiligheid is een sleutelfactor die verzekerd moet worden.

Er zijn verschillende scenario's mogelijk voor de omslag naar duurzame voeding, met aan de ene kant hoogtechnologische ontwikkelingen in onze voedingsproductie en consumptie (digitalisering, big data, precisielandbouw, apps en testen voor gepersonaliseerde voeding), en aan de andere kant de lokale voedselproductie op kleine schaal met zogenaamde prosumenten (de consument die zelf produceert). Het is zinvol om op beide pistes in te zetten.

We zullen een balans moeten vinden tussen voldoende betaalbaar voedsel voorzien en voedselverliezen vermijden. Ons voedselsysteem is mondiaal, en kent daardoor heel specifieke uitdagingen. Voedselzekerheid krijgt bij ons vermoedelijk een andere invulling dan in het Zuiden. Onze manier van consumeren werkt vaak ontwrichtend voor kleine, lokale gemeenschappen waar (uit noodzaak) *cash crops* (gewassen als grondstof voor de industrie) worden verkozen boven voedingsgewassen voor de lokale markt. Omdat voeding en grondstoffen voor voedselproductie verhandeld worden op de wereldmarkt en onderworpen zijn aan internationale handelsafspraken, dragen politici hier een grote verantwoordelijkheid. Ook de consument kan zijn steentje bijdragen door bewuster te consumeren en voedselverlies zoveel mogelijk te beperken. Dat kan, op voorwaarde dat hij voldoende geïnformeerd is over de verschillende aspecten van gezonde, duurzame voeding en daardoor beter de consequenties van zijn keuzes kan inschatten.

Een belangrijke rol is weggelegd voor educatie en technologie. Iedereen zou moeten inzien dat er alternatieven zijn die voor mens en milieu te verkiezen zijn. Een mogelijke beleidsmaatregel is om nutritioneel rijke en duurzaam geproduceerde voeding te bevoordelen, en de milieukosten en gezondheidskosten te verrekenen in de prijs van producten en diensten. Hoe effectief die maatregel zou zijn, moet nog nader bestudeerd worden.





## Wat kunnen we doen tegen ongewenste organismen?



Onder andere door globalisatie (handel, reizen ...) en klimatologische veranderingen komen er steeds meer uitheemse diersoorten in Vlaanderen terecht. Wat is de impact hiervan op de verschillende ecosystemen in Vlaanderen?

Van waar komen fruitvliegjes?

Hoe kan je effectief insecten op planten bestrijden, zonder gevaar voor resistentie en zonder om de haverklap te moeten sproeien?

Waarom blijven mensen giftige stoffen gebruiken om dieren en planten uit te roeien, terwijl ze weten dat het giftig is?



2



53 | 54 | 55

### Uitdaging

Muizen op zolder, de buxusmot in de tuin, de Japanse duizendknoop die overal woekert, virussen die ons ziek maken ... Ongewenste organismen zijn niet weg te denken uit ons dagelijks leven. Land- en tuinbouwgewassen worden getroffen door ziektes veroorzaakt door schimmels, bacteriën en virussen of door insecten- of mijtenplagen. Ook ongewenste kruiden zorgen voor overlast, niet alleen in de landbouw, maar ook in steden. En beestjes als muggen en teken zijn niet alleen vervelend, ze kunnen ook ernstige infectieziekten overbrengen. Denk maar aan malaria of de ziekte van Lyme.

Door de globalisering en de klimaatverandering komen er ook steeds meer uitheemse organismen in Vlaanderen terecht, waarvan een minderheid problemen veroorzaakt. Ze hebben een impact op de biodiversiteit, de diensten van de natuur (denk aan drinkwater of bescherming tegen overstromingen), waterlopen, infrastructuur of onze gezondheid. Omdat ze hier geen natuurlijke vijanden hebben of omdat het immuunsysteem van onze planten en dieren nog niet tegen deze soorten gewaapend is, kunnen ze heel wat schade aanrichten. Niet zelden verdringen exoten bovendien nuttige inheemse soorten.

Ongewenste organismen bestrijden is niet evident. Als we chemische bestrijdingsmiddelen te veel of ondoordacht gebruiken, kunnen de organismen resistentie ontwikkelen, waardoor ze steeds moeilijker weg te krijgen zijn.

### Hoe pakken we dit aan?

Sinds januari 2014 zijn land- en tuinbouwers in Europa verplicht om aan geïntegreerde gewasbescherming

te doen om ziektes, plagen en onkruid onder controle te houden. Plaaigbestrijding met natuurlijke vijanden wordt aangemoedigd, terwijl chemische middelen enkel toegelaten zijn als het echt nodig is en er geen alternatief bestaat. De schade voor de landbouwer, de consument en het milieu moet tot een minimum beperkt worden. De ontwikkeling van een adequate aanpak vergt interdisciplinaire samenwerking, en er is nood aan onderzoek naar preventieve maatregelen en milieuvriendelijke alternatieven voor chemische bestrijdingsmiddelen. Sommige organismen zijn echter heel moeilijk te bestrijden omdat ze zich snel voortplanten en zich voortdurend aanpassen.

Ook tegen exoten biedt geïntegreerde bestrijding geen kant-en-klare oplossing, omdat deze soorten hier vaak geen natuurlijke vijanden hebben en waardplanten doorgaans extra gevoelig zijn voor deze organismen. Een doordachte aanpak bestaat uit preventie, snelle signalering en verwijdering, en pas in laatste instantie beheer. Hoe gevestigde exoten beheerd moeten worden, dat moet onderzoek uitwijzen. Essentieel daarbij is dat overheden en terreinbeheerders in Vlaanderen nauw samenwerken.

Ook bij ongediertebestrijding ligt de nadruk op preventie. Resistentieontwikkeling tegen biociden vormt hier een groot probleem. Niet-professionals die verdelgingsmiddelen gebruiken, zijn zich onvoldoende bewust van de gevaren van resistentieontwikkeling.

Ongewenste micro-organismen kunnen ook in voedingsmiddelen voorkomen en mens en dier ziek maken door de productie van schadelijke toxines. Het is de verantwoordelijkheid van de overheid om te waken over de veiligheid van de voedingsmiddelen in de handel. Ze wordt daarin bijgestaan door tal van wetenschappers die analysemethoden ontwikkelen en uitvoeren om deze organismen of hun toxines op te sporen.



## Hoe gaan we zuiniger om met water?



Hoe kunnen we op de aardbol voor voldoende drinkbaar water zorgen?

Zal er in Vlaanderen waterschaarste optreden? Zo ja, welke maatregelen moeten we nemen om dit te verhinderen/te voorkomen?

Hoe kan je watergebruik zoveel mogelijk circulair maken in je eigen huis?

Heeft de klimaatverandering invloed op de samenstelling van het regenwater?

### Uitdaging

De meeste Vlamingen kennen de problematiek van te veel water zeer goed: door de vele beelden van overstromingen of door eigen ervaringen. Door de hete en droge zomer van 2018 hebben heel wat mensen ondervonden dat ook watertekort een serieus probleem kan vormen. Toch stellen we het eigen waterverbruik nog veel te weinig in vraag. Als er thuis water uit onze kraan komt, waarom zouden we er dan zuinig mee omspringen? Een grote uitdaging is dan ook om burgers én politici bewuster te maken van het grote belang van water. We moeten een klik maken, zodat het een automatisme wordt om spaarzaam om te gaan met (drink)water. Een bijkomende uitdaging is om mensen bewust te maken van 'verborgen' waterconsumptie bij de productie van gebruiksgoederen en voeding.

### Hoe pakken we dit aan?

Het lijkt wel de kip of het ei: om politici tot actie aan te sporen is er publieke druk nodig. Maar om het publiek bewuster te maken van water moeten beleidsmakers dan weer budgetten vrijmaken voor campagnes. Er is een alternatief: als we het belang van water en watergebaseerde ecosystemen in cijfers uitdrukken, zullen

burgers en politici water sneller naar waarde schatten. Als we kunnen berekenen hoeveel inkomsten een bedrijf of een sector verliest als die zonder water valt, wordt de waterschaarste veel concreter. Ook bij mensen thuis moeten (verbruiks)cijfers zorgen voor bewustwording en gedragswijziging. Een slimme meter kan op individueel huishoudniveau lekken detecteren en waterverbruik bijsturen richting dalperiodes.

Er zijn veel maatregelen om het gebruik van (drink)water te beperken: regenwater gebruiken waar het kan, een spaarkop in je douche plaatsen ... Er wordt al vaak over gecommuniceerd, maar helaas passen we het nog te weinig toe. Om de 'verborgen waterconsumptie' te beperken, kunnen we met zijn allen ook minder vlees eten: één steak op je bord komt overeen met 4000 liter water. Beleidsmakers kunnen de druk op de waterbronnen verlagen door subsidies af te schaffen voor waterintensieve teelten die bestemd zijn voor de export.

En wat met nieuwe drinkwaterbronnen? In Vlaanderen is er voorlopig weinig interesse om Noordzeewater te ontzouten, want dat is duur en energieverwendend. Een beter alternatief is waterhergebruik. Dat kan, om publieke weerstand te vermijden, het best starten of versterkt worden in de industrie. Naast water kunnen we ook andere nuttige stoffen uit 'gebruikt' water recupereren, zoals fosfaten en stikstof. We hebben absoluut een wetgevend kader nodig om dit onderdeel van de circulaire economie te ondersteunen en te stimuleren. Het is bijvoorbeeld zeer belangrijk om een gerecupereerde stof te beoordelen op zijn intrinsieke kwaliteit en niet op de oorsprong van de stof, zoals rioolwater.



52 | 55 | 56



79 | 81





# Hoe kunnen we natuurrampen voorkomen?



Kunnen we binnen 10 jaar al overstromingen, sneeuwstormen en dergelijke voorkomen?

Kan onze technologie iets doen aan de vele natuurrampen?

Gaan er later andere natuurrampen zijn?

Wat zijn de belangrijkste oorzaken van natuurrampen: natuurlijke processen of mensen? De meeste landverschuivingen gebeuren in bewoonde gebieden.

Hoe kunnen we voelen of er een aardbeving komt zodat we een veilige plek kunnen zoeken?

## Uitdaging

Een natuurramp ontstaat uit een explosieve mix van drie elementen: een mogelijk levensbedreigend natuurfenomeen, en een grote groep mensen die én aan dat natuurfenomeen worden blootgesteld, én kwetsbaar zijn voor dat fenomeen. Denk bijvoorbeeld aan de orkaan Katrina, die in 2005 over de Amerikaanse stad New Orleans raasde. Omdat men niet geïnvesteerd had in dijken of andere preventieve maatregelen, waren de stad en haar inwoners zeer kwetsbaar. Zo kon Katrina uitgroeien tot een natuurramp.

Alles wijst erop dat we in de toekomst meer en meer geconfronteerd zullen worden met natuurfenomenen die zich kunnen ontwikkelen tot natuurrampen. De wereldbevolking neemt toe, dus er zijn steeds meer mensen die kunnen worden blootgesteld aan bedreigende natuurfenomenen. Bovendien leven steeds meer mensen in grote steden. Dat betekent dat de blootstelling geconcentreerd is. Vooral in ontwikkelingslanden zijn veel mensen extreem kwetsbaar voor natuurgeweld. Zulke landen hebben immers niet voldoende middelen om te investeren in maatregelen om zich te beschermen tegen het natuurgeweld. Maar mensen in ontwikkelingslanden zitten doorgaans ook met andere zorgen dan de volgende aardbeving of orkaan.

We zien nu al in de statistieken dat het aantal natuurrampen toeneemt, vooral meteorologische rampen, zoals orkanen en overstromingen. Het goede nieuws is dat het aantal slachtoffers die stijgende trend minder volgt. We blijken mensen dus steeds beter te beschermen tegen natuurgeweld. Daar staat tegenover dat in onze hoogtechnologische wereld het economische kostenplaatje van een natuurramp snel oploopt. Zeker met het oog op de klimaatverandering vormt het risicobeheer van natuurrampen een van de grote uitdagingen van onze tijd.

## Hoe pakken we dit aan?

Al te vaak zijn we ervan uitgegaan dat we enkel met wetenschappelijke en technologische ingrepen de maatschappij voor natuurrampen kunnen behoeden. Die aanpak botst echter meer en meer op zijn grenzen. Er dringt zich een interdisciplinaire aanpak op, waarbij we natuurrampen integraal en geïntegreerd benaderen. Aspecten zoals risicogeletterdheid (de kennis en vaardigheden verwerven om om te gaan met de risico's verbonden aan natuurfenomenen) en bewustmaking verdienen evenveel aandacht als de technologische aspecten van risicobeheer. Ook alle relevante betrokken beleidsdomeinen en actoren moeten op elkaar afgestemd worden, want uiteindelijk lukt het niet om een gemeenschap te behoeden voor natuurrampen zonder de actieve participatie van die gemeenschap. Meer dan ooit moeten we bruggen slaan tussen de natuurwetenschappen, de toegepaste wetenschappen en de humane wetenschappen om tot een effectief risicobeheer te komen dat ervoor zorgt dat een gemeenschap voorbereid is om de impact van natuurrampen zo beperkt mogelijk te houden.



21



55



# Hoe zullen we in de toekomst omgaan met dieren?



Komt er een tijd dat we zullen kunnen communiceren met onze huisdieren?

Zijn de rechten van dieren voldoende beschermd in onze huidige wetgeving, of moeten we hierin verder gaan?

Hoe kunnen we milieu- en diervriendelijke landbouw op korte termijn rendabel maken?

Is biomedisch onderzoek mogelijk zonder proefdieren?

## Uitdaging

Dieren zijn niet weg te denken uit onze samenleving. Ze krijgen verschillende rollen toebedeeld: huisdieren maken deel uit van een gezin, productiedieren zoals kippen en varkens voorzien ons van voedsel, proefdieren helpen ons om geneesmiddelen te ontwikkelen en wilde dieren dragen bij aan de biodiversiteit en het toerisme. In veel van die rollen staan dieren ten dienste van de mens. Dat betekent dat we mee verantwoordelijk zijn voor hun welzijn. Steeds vaker weerklinkt de roep om een duidelijk wettelijk kader rond dierenwelzijn. En met dieren in hun natuurlijke omgeving moeten we het contact dan weer beperkt houden, behalve om hen bescherming te bieden.

Daarnaast is het zinvol om de interactie met dieren te beperken wanneer dat niet noodzakelijk is. Door bovendien het gedrag van dieren beter te begrijpen, kunnen we betere ethische keuzes maken over hoe we met hen moeten omgaan.

## Hoe pakken we dit aan?

Een antwoord vinden op bovenstaande vragen kan alleen als verschillende vakgebieden de handen in elkaar slaan. Zo is er binnen het proefdieronderzoek veel aandacht voor de drie V's: verfijnen, verminderen en vervangen. Daarbij proberen onderzoekers dierproeven efficiënter te maken (verfijnen) en het aantal proefdieren te verminderen. Indien mogelijk worden proefdieren volledig vervangen. Daarvoor kijken we naar nieuwe ontwikkelingen zoals organen-op-een-chip: clusters van menselijke cellen op een computerchip. Zo'n mini-orgaantje kan volstaan om medicijnen te testen. Nieuwe computermodellen kunnen het gebruik van proefdieren nog verder terugdringen. Virtual reality kan bovendien proefdieren vervangen die voor educatieve doeleinden ingezet worden.

Doorgedreven gedragsonderzoek is in elke sector belangrijk om dierenleed tot een minimum te beperken. Dat geldt voor proefdieren, maar zeker ook voor (wilde) dieren in natuurgebieden in de buurt van mensen. Meer onderzoek naar hun gedrag kan leiden tot minder spanningen en een vlottere interactie met mensen in omliggende woongebieden. Bovendien kunnen uit de onderzoeksresultaten aanbevelingen voortkomen

die leiden tot een beter beheer van die gebieden en hun inwoners.

Ook in de voedingsindustrie groeit de aandacht voor dierenwelzijn. Vlees wordt steeds vaker vervangen door andere bronnen van hoogwaardige eiwitten, zoals insecten, peulvruchten en zeewier, en in de toekomst misschien zelfs kweekvlees, dat nu nog in de onderzoeksfase zit. Zulke alternatieven beperken het leed van productiedieren als runderen, varkens en kippen. Daarnaast zijn ze beter voor het milieu, het klimaat en onze gezondheid en vormen ze een manier om de stijgende wereldbevolking te blijven voeden. De omschakeling naar futureproof voedsel vraagt wel een mentaliteitswijziging. Die kan er komen door nieuwe producten optimaal aan te passen aan de marktvraag.

Tot slot: dat zoogdieren een eigen persoonlijkheid hebben, weten we al een tijdje. Net als mensen kunnen honden en apen een eigen karakter hebben. Recent onderzoek toont aan dat dat ook geldt voor diersoorten uit andere klassen, zoals meeuwen en zelfs vlinders. Hun persoonlijkheid zorgt ervoor dat bepaalde dieren bijvoorbeeld meer succesvol zijn in hun voortplanting, en daardoor bepalen ze mee het gedrag van toekomstige generaties. Door dieren meer als individuen te zien, kan ook het respect voor hen groeien.



21 | 44



53 | 55 | 59



## GROND- SLAGEN EN GRENZEN

---

Wat maakt ons tot mens?  
Waar eindigt het universum? Is er leven op andere planeten? De 'Grote Vragen' houden de mens al vanaf het begin van de geschiedenis bezig. Ook in de Vlaamse Wetenschapsagenda wordt gereflecteerd over de grondslagen en grenzen van ons menszijn, van de evolutie op aarde en van het universum. "We moeten onze geest openhouden voor alternatieve denkkaders die een nieuw licht kunnen werpen op mogelijke verklaringen en oplossingen", stelt Vincent Ginis van het panel 'Wetenschap en technologie'.





“De wetenschap kijkt steeds verder en raakt zo aan belangrijke levensvragen, zoals het bestaan van god of de vraag of de dood het einde vormt”, zegt Veerle De Herdt (Medische wetenschappen). “De Wetenschapsagenda toont aan dat die levensvragen ook de Vlaming bezighouden. Sommigen vinden dat misschien esoterisch, maar het gaat over de ultieme vragen die een mens zich kan stellen.”

In dit type vragen is de invloed van wetenschapscommunicatie duidelijk te merken, zegt Vincent Ginis: “Dat zien we bijvoorbeeld in vragen over exoplaneten of elementaire deeltjes. Die vragen borrelen niet spontaan op, zoals vragen over je eigen welzijn, maar weerspiegelen thema’s waarover de wetenschap breder communiceert, bijvoorbeeld via de algemene media. Blijkbaar zijn het onderwerpen die tot de verbeelding van de burger spreken.”

#### **Grenzen aan onze kennis**

Toch verbazen wetenschappers zich wel eens over het kennisniveau van

de burger. Monica Höfte (Biologische wetenschappen): “Soms ga je er als wetenschapper – onterecht – van uit dat bepaalde zaken intussen algemene kennis zijn, bijvoorbeeld dat we afstammen van primaten. Uit de ingediende vragen leren we dat dat geen vanzelfsprekendheid is.”

Veerle De Herdt treedt haar bij: “We stellen ons fundamentele vragen over wie we zijn als mens, over ons bewustzijn en dergelijke. Maar wat opvalt, is dat de kennis van de biologie en van het menselijk lichaam en zijn functies eerder beperkt is.”

Volgens Sarah Lebeer (Biologische wetenschappen) kan het belang van wetenschappelijke geletterdheid niet worden overschat: “Onderwijs en wetenschapscommunicatie spelen daar een belangrijke rol in. Je kan alles googelen, maar welke site biedt de juiste informatie? Je kan een vraag stellen over de evolutie en op een site over het creatie-nisme terecht komen. Wie een goede basiskennis heeft, kan gemakkelijker correcte informatie onderscheiden

van boodschappen die niet wetenschappelijk onderbouwd zijn.”

Tegelijk stelt zich de vraag of de wetenschap ooit in staat zal zijn alles te kunnen vatten. “Soms kijk je met verbazing naar de complexiteit van de mens en zijn gedrag. Zonder dat je daar wetenschappelijke verklaringen voor kan geven”, stelt Veerle De Herdt. “Gaan we ooit ons menselijke gedrag en denken volledig doorgronden? Zelfs met de meest complexe algoritmen valt dat niet te vatten. Maar hoe meer we begrijpen, hoe meer we ook kunnen ingrijpen. Denk maar aan autismespectrumstoornissen: als we het biochemisch mechanisme kunnen ontsluiten of bepaalde stoffen die een rol spelen kunnen ontrafelen, dan ontstaan er weer nieuwe mogelijkheden tot behandeling.”

#### **Artificiële intelligentie**

Artificiële intelligentie (AI) is een voorbeeld van een actueel grensgebied in de wetenschap, aan de rand van wat technologisch mogelijk is en van wat (menselijke) intelligentie inhoudt. In AI komen heel wat disciplines samen. Computer- en exacte wetenschappen spelen uiteraard een centrale rol, maar er zijn ook links naar diverse humane vakgebieden. Vincent Ginis: “Alleen al het concept ‘intelligentie’ is veel beter afgebakend in de humane wetenschappen. Je merkt ook dat toonaangevende artikels in grensgebieden als AI interdisciplinair by design worden. Het is een boeiend onderzoeksveld waar je onder meer gedragswetenschappers en taalkundigen ziet samenwerken met natuurwetenschappers.”

## “JE MERKT DAT TOONAANGEVENDE ARTIKELS IN GRENSGEBIEDEN ALS ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE INTERDISCIPLINAIR ‘BY DESIGN’ WORDEN. HET IS EEN BOEIEND ONDERZOEKSVELD WAAR JE ONDER MEER GEDRAGSWETENSCHAPPERS EN TAALKUNDIGEN ZIET SAMENWERKEN MET NATUURWETENSCHAPPERS”

**Vincent Ginis**

#### **Ontstaan van het leven**

Uit de meest ‘holistische’ vragen in de Wetenschapsagenda leren we dat alleen al de interpretatie van de vraag een uitdaging vormt. Hoe komt een herinnering precies tot stand? Hoe komt het dat we dingen ervaren? Daar is lang niet altijd volledige consensus over tussen de diverse wetenschapsdomeinen. Zeker in de samenwerking tussen de natuurwetenschappen en de gedragswetenschappen merkt men dat de taal toch wel verschillend is. “Zoeken naar een aanpak om dat soort van interdisciplinair onderzoek vlot te laten werken, lijkt me een grote uitdaging”, vertelt Vincent Ginis. “Maar het kan ook een echte eyeopener zijn: dat je plots inziet hoe binnen een andere discipline op een even valabele, maar wel heel andere manier naar eenzelfde probleem wordt gekeken.”

Ook het ontstaan van het leven is zo’n grensvraag die mensen blijft bezighouden: hoe is de evolutie ontstaan en hoe zullen we verder evolueren? “Tegelijk stellen we ons vragen bij de manier waarop we als mens ingrijpen in het leven en in de evolutie, en wat de gevolgen daarvan zullen zijn. Voor dat soort onderzoeksvragen is de inbreng van filosofen en andere menswetenschappers heel zinvol”, zegt Sarah Lebeer.

#### **Vertrouwde denkkaders in vraag**

Onderzoek naar grondslagen en grenzen vormt een apart soort uitdaging voor de wetenschap. En het dwingt wetenschappers om ook

vertrouwde denkkaders in vraag te stellen. Vincent Ginis verwijst naar het standaardmodel van de elementaire deeltjes in de fysica. Dat model is bijzonder succesvol gebleken, maar er zijn nog altijd onopgeloste vragen. Zo maakt de donkere materie het merendeel van de materie in het universum uit, maar toch valt die materie niet te begrijpen met het standaardmodel.

Naarmate een theorie of model succesvoller wordt, is het volgens Ginis moeilijker om een totaal ander model te introduceren. Een van de uitdagingen aan de grenzen van de wetenschap is dus om de geest open te houden voor alternatieve beschrijvingen die nieuwe inzichten kunnen opleveren. Want er is altijd een risico op tunnelvisie vanuit de modellen en beschrijvingen die op dat moment courant zijn.

“Gelukkig is de wetenschap vandaag sterk internationaal georiënteerd. Als

wetenschapper kan je je dus niet op een eiland afzonderen en vasthouden aan een of andere obscure theorie. Je bent altijd onderhevig aan internationale toetsing, en zo hoort het ook. Daardoor is er een battle of ideas, en net op die manier kan de wetenschap haar werk doen: samen theorieën testen, verbeteren en zo nodig uitsluiten. Zo kunnen we komen tot iets dat steeds beter werkt.”

In de Wetenschapsagenda zie je af en toe vragen van het type Ig Nobelprijs (een parodie op de Nobelprijs), merkt Ginis nog op. “Verstaan alle dieren elkaar? Kunnen planten pijn ervaren? Die vragen lijken absurd en brengen je eerst aan het lachen. Maar ze zetten je vervolgens wel aan het denken. En zo kunnen ze onverwacht toch interessant blijken. Ook wetenschap werkt zo.”

## “WE STELLEN ONS VRAGEN BIJ DE MANIER WAAROP WE ALS MENS INGRIJPEN IN HET LEVEN EN IN DE EVOLUTIE, EN WAT DE GEVOLGEN DAARVAN ZULLEN ZIJN. VOOR DAT SOORT ONDERZOEKSVRAGEN IS DE INBRENG VAN FILOSOFEN EN ANDERE MENSWETENSCHAPPERS HEEL ZINVOL”

**Sarah Lebeer**

“GAAN WE OOIT ONS MENSELIJKE GEDRAG EN DENKEN VOLLEDIG DOORGRONDEN? ZELFS MET DE MEEST COMPLEXE ALGORITMEN VALT DAT NIET TE VATTEN. MAAR HOE MEER WE BEGRIJPEN, HOE MEER WE OOK KUNNEN INGRIJPEN”

**Veerle De Herdt**



# Is er leven buiten de aarde?



Is er buitenaards leven?

Hoeveel beschavingen zijn er in het universum?

Wat zal er gebeuren als plots blijkt dat elders op een andere planeet leven blijkt te zijn?

Waarom hebben we nog geen contact gehad met aliens?

Hoe kan je een uitspraak doen over buitenaards leven op exoplaneten die tientallen lichtjaren van ons zijn verwijderd?

## Uitdaging

De vraag of er leven is buiten onze planeet houdt de wetenschap sinds haar prille ontstaan bezig. Vandaag zouden we er wel eens een antwoord op kunnen vinden. Enerzijds bevestigt wetenschappelijk onderzoek dat er niets bijzonders is aan onze positie in het heelal en dat ook buiten de aarde de wetten van de fysica en de chemie gelden. Als dat voor de biologie ook het geval is, is het dus niet uitgesloten dat er leven kan ontstaan op een andere planeet. Anderzijds zijn we sinds de jaren negentig eindelijk in staat om planeten rond andere sterren te observeren (de meest waarschijnlijke plaatsen om leven te vinden) en biedt de ruimtevaart ons de mogelijkheid om andere planeten in ons eigen zonnestelsel te verkennen.

## Hoe pakken we dit aan?

Om te beginnen kan verder onderzoek van onze eigen aarde en haar biosfeer verduidelijken hoe het leven hier is ontstaan, en hoe de lange evolutie van initieel microbieel leven tot de complexe levensvormen van vandaag gebeurde en crisissen heeft doorworsteld. Door daarnaast ons zonnestelsel te exploreren, kunnen we leren of er zich leven heeft gevormd in andere omstandigheden, en hoe dat proces is verlopen. De studie van de atmosferen van planeten bij andere sterren kan tot slot leiden tot de ontdekking van zogenaamde biomarkers. Dat zijn stoffen die duiden op de aanwezigheid van leven, zoals moleculair zuurstof, het gas dat hier op aarde door planten geproduceerd wordt. Maar zelfs als we biomarkers aantreffen,

dan nog zullen we moeten uitmaken of ze het resultaat zijn van levende organismen of van geochemische processen die de planeet zelf opwekt. Naast die verschillende onderzoeken blijft het zinvol om alert te zijn voor signalen die buitenaardse beschavingen ons eventueel zenden.

In de Vlaamse universiteiten en onderzoekscentra is expertise te vinden in al de bovengenoemde domeinen. Het is zinvol om die kennis beter te delen en interdisciplinaire samenwerkingen op te zetten. Tegelijk is dit vraagstuk wereldwijd een aandachtspunt met heel veel internationale expertise. Daarom heeft het ook zin om de internationale netwerken te ondersteunen waarin Vlaamse onderzoekers actief zijn.

De ultieme vraag is of eventueel buitenaards leven ook 'intelligent' is. We zoeken naar levensvormen die ook de vraag stellen: 'Zijn wij alleen?'



65 | 66 | 70



# Zal de mens ooit op een andere planeet wonen?



Kunnen we niet naar een andere planeet als de aarde vergaat?

Hoe kunnen we Mars bewoonbaar maken voor de mens?

Is het verantwoord om andere planeten te koloniseren als oplossing?

Hoe kan je een lange ruimtereis overleven?

Zou het mogelijk zijn om voedsel te kweken op andere planeten in ons zonnestelsel?

## Uitdaging

Wereldwijd gaat er veel aandacht naar het idee om andere planeten in ons zonnestelsel – met Mars voorop – te 'koloniseren'. Het is een logische volgende stap in het vooruitgangdenken van onze technologische beschaving; we willen alsmaar meer ontdekken en bereiken. Bovendien vrezen sommige mensen dat we noodgedwongen naar een andere planeet zullen moeten uitwijken als het hier op aarde verkeerd afloopt.

Ooit zullen we wellicht op een andere planeet wonen, maar wanneer en hoe is allerminst duidelijk. De echte uitdaging is wellicht om er een duurzaam en wereldwijd gedeeld project van te maken, en dus niet de geschiedenis van vroegere koloniaties te herhalen.

## Hoe pakken we dit aan?

Zowel de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA als de Europese ESA stuurt diverse robottoestellen naar Mars om er het milieu verder te exploreren. Tegelijk richten ze zich op de maan, die ze als een tussenhalte zien waar we onze technologie op punt kunnen stellen voor latere bemande missies naar Mars. Er worden ook studies gevoerd naar 'propulsietechnieken' die de reis naar Mars aanzienlijk korter kunnen maken, naar manieren om ruimtereizigers te beschermen tegen schadelijke kosmische straling, en naar het psychologisch welzijn van astronauten die niet direct terug naar huis kunnen. En er gebeurt heel wat onderzoek naar de ontwikkeling van zelfvoorzienende systemen om astronauten en de latere Marsbewoners van zuurstof, water en voedsel te voorzien.

De eerste kolonisten zullen waarschijnlijk in bunkers wonen. Om Mars echt leefbaar te maken, moeten we een atmosfeer creëren zoals die op aarde ('terravorming'), en

moeten we er op grote schaal gewassen kunnen telen. Dat is enkel mogelijk als er bepaalde microbiële ingrediënten in de grond zitten. Of dat allemaal realistisch is, is voornamelijk onduidelijk. Onderzoek daarnaar moet stapsgewijs gebeuren, vanuit een langetermijnvisie.

Via internationale samenwerkingen zijn Vlaamse universiteiten en onderzoekscentra betrokken bij alle aspecten van het onderzoek. De ultieme droom, naar Mars gaan, is nog veraf, maar intussen levert het onderzoek wel fundamentele inzichten op over ruimtereizen en leven in de ruimte. Die kunnen ons ook helpen om problemen hier op aarde aan te pakken.

Vooraleer we Mars 'terraformen' is het bovendien zinvol om na te gaan welke levensvormen er nu misschien al aanwezig zijn. Als er leven is op Mars, is het dan ethisch verantwoord om in te grijpen in de planeet?

Overigens is het een illusie dat we door uit te wijken naar Mars de overbevolking van de aarde een halt kunnen toeroepen: om de wereldbevolking op peil te houden, zouden we op dit moment elke seconde drie aardbewoners naar Mars moeten sturen.



21



64





# Hoe is het leven ontstaan en hoe werkt evolutie?



We zoeken leven op verre vreemde planeten, maar hebben zelf geen idee hoe het leven hier op aarde is ontstaan. Hoe is DNA ontstaan bijvoorbeeld? Wat was het eerste gen?

Zullen door de toenemende migratie op termijn de uiterlijke kenmerken van de verschillende bevolkingsgroepen verkleinen of zelfs verdwijnen?

Als de mens niet (meer) zou bestaan, welk dier zou dan zo ver evolueren?

## Uitdaging

Het eerste leven op aarde is wellicht 3,5 miljard jaar geleden ontstaan. Hoedat precies gebeurde weten we nog niet volledig. We gaan ervan uit dat eenvoudige chemische verbindingen zich omvormden tot complexere structuren onder invloed van energie. Die energie kwam bijvoorbeeld van vulkanen, meteorieten, uv-straling of specifieke chemische omstandigheden in warmwaterbronnen op de zeebodem. Daaruit ontstonden de eerste zelfreproducerende vormen van leven. Het ging om primitieve eencellige organismen. Door de evolutie ontstonden steeds ingewikkeldere eencelligen en daarna meercellige organismen, waaronder planten en dieren.

Evolutie gebeurt op twee manieren: variatie door bijvoorbeeld geslachtelijke voortplanting of mutaties (wijzigingen in het erfelijk materiaal) en selectie: organismen die zich het best aanpassen aan de leefomstandigheden hebben de meeste kansen om te blijven leven en zich voort te planten.

Evolutie gaat ook hand in hand met speciatie, het ontstaan van soorten. De eerste landplanten zijn ongeveer 450 miljoen jaar oud. Door de aanwezigheid van planten kwam er voldoende zuurstof in de lucht. Dat had tot gevolg dat de eerste dieren zich konden ontwikkelen. Die konden zich bovendien met planten voeden.

Vijftig miljoen jaar geleden ontstonden primitieve primaten. Dat waren de voorouders van de mensapen, waartoe de mens, chimpansee, bonobo en orang-oetan behoren. De moderne mens, de homo sapiens sapiens, ontstond ongeveer 300.000 jaar geleden, wat zeer recent is in de evolutie. Andere mensensoorten, zoals de neanderthaler, zijn uitgestorven.

De mens en ook alle andere soorten evolueren nog steeds voort. Maar hoe is het leven ontstaan en hoe werkt de evolutie precies? Daar blijven wetenschappers naar zoeken.

## Hoe pakken we dit aan?

Er zijn verschillende theorieën over het ontstaan van het leven. Geologen (bio)chemici vertrekken van de kennis over de primitieve aarde en proberen de oersituatie na te bootsen via experimenten. (Moleculaire) biologen vertrekken vanuit de biologische verscheidenheid en van gekende evolutionaire relaties tussen soorten. Daaruit proberen ze iets af te leiden over onze primitieve voorouders. De studie van verwantschappen gebruikt het resultaat van evolutie om te bepalen hoe soortengroepen, soorten, populaties en/of individuen met elkaar verwant zijn.

Vroeger gebruikten de wetenschappers vooral morfologische kenmerken, maar nu beschikken ze ook over een scala aan geschikte moleculaire data. Zo kunnen ze via verschillen in DNA of eiwitten van twee of meer soorten inschatten in welke tijdperiode beide soorten ontstonden uit een gemeenschappelijke voorouder.

Hoe werkt de evolutie juist? Diverse wetenschappen hebben het bestaan van evolutie onomstotelijk bewezen, maar ze blijven inzichten vergaren in het unieke proces.

Door fossielen te bestuderen, kunnen we bijvoorbeeld zien dat het leven op aarde sterk is veranderd doorheen de tijd. Bepaalde omstandigheden kunnen evolutie, natuurlijke selectie en soortvorming stimuleren. Zo kunnen barrières ervoor zorgen dat populaties van één soort afzonderlijk verder evolueren. Nieuw ontstane eilanden zoals Galapagos en Hawaï vormen een openluchtlaboratorium voor evolutie. De soorten die deze plaatsen als eerste koloniseerden, kunnen alle beschikbare plaatsen in het ecosysteem innemen.

Wetenschappers onderzoeken de mechanismen van evolutie ook in het laboratorium. Ze gebruiken gecontroleerde experimenten met relatief eenvoudige organismen zoals micro-organismen of fruitvliegjes. Die worden bijvoorbeeld blootgesteld aan verhoogde temperaturen of antibiotica. Daardoor ontstaat er een selectiedruk en kan men nagaan hoe de organismen zich aanpassen.



53 | 55



67 | 70



# Hoe kan en wil de mens ingrijpen in de evolutie?



Wat gebeurt er als topatleten CRISPR leren kennen? Zal doping zo overbodig worden en werken we dan naar een elite van supermensen?

Hoe ver kan je gaan in het verweven van mens en machine met elkaar? Is het behouden van een menselijk brein de grens?

Waarom worden alle genetisch gemodificeerde gewassen in Europa tegengehouden? Zouden we met bepaalde genetisch gemodificeerde gewassen niet vele milieuproblemen kunnen beperken?

Kan biotechnologie kanker verhelpen (defecte genen herstellen/vervangen)?

## Uitdaging

Sinds het begin van het leven op aarde is de evolutie aan de gang: de natuurlijke selectie van erfelijke variatie in het DNA, waardoor levensvormen geleidelijk veranderen. Vandaag wordt dat proces niet alleen beïnvloed door natuurlijke selectie, maar ook door de handelingen van de mens. Die doelgerichte beïnvloeding kan op verschillende manieren: al sinds de landbouw bestaat, speelt ze een heel belangrijke rol in de evolutie van alle leven op aarde, bijvoorbeeld via kunstmatige selectie van landbouwdieren, gewassen, huisdieren en zelfs van micro-organismen, zoals bij gefermenteerde voeding.

Recent is ook de biotechnologie enorm vooruitgegaan, waardoor we het DNA van alle levensvormen veel sneller kunnen aanpassen dan bij de klassieke, Darwiniaanse evolutie. Denk daarbij aan de CRISPR/Cas-technologie, die heel gericht kleine wijzigingen in het DNA aanbrengt. Daarmee kunnen we de strijd aangaan tegen heel wat ongeneeslijke ziektes. Het laat ons ook toe om binnen het domein van plantenveredeling, waarbij we de genetica van planten aanpassen, een versnelling hoger te schakelen.

De mogelijkheden om DNA aan te passen zijn zeer groot. Zo zijn wetenschappers erin geslaagd om het DNA van bacteriën volledig synthetisch samen te stellen. Dat hebben ze vervolgens in een leeg bacterie-omhulsel ingebracht en daarmee creëerden ze de eerste 'zelfreproducerende cel op de planeet van wie de ouder een computer is'.

Ook komt celtherapie sterk op. Daarbij worden eigen lichaamcellen geïsoleerd, in het labo 'extra gewapend'



en opnieuw in het lichaam gebracht in de strijd tegen ziektes zoals bepaalde vormen van kanker en auto-immuunziektes als multiple sclerose. Er is echter nog veel onderzoek nodig, want het succes van celtherapie is moeilijk te voorspellen en zeer variabel.

Meer en meer vervangen we organen en andere delen van mensen, dieren en planten door prothesen. Of we verweven ze met synthetische materialen. Zulke prothesen en materialen worden ook steeds intelligenter en interactiever. Denk maar aan implanteerbare sensoren (die de zintuigen vervangen), processoren (minicomputers om gegevens te verwerken) en actuatoren (zoals een kunsthart), stimulators (zoals een pacemaker) en robotbenen. Zo werkt Neuralink, mee opgericht door Elon Musk, aan implanteerbare hersen-computerinterfaces die een directe verbinding leggen tussen de hersenen en een computer. Maar Elon Musk was zeker niet de eerste. Er zijn ook heel wat mensen, zoals de Britse wetenschapper Kevin Warwick, die vinden dat het menselijke ras moet evolueren tot cyborgs, een fysieke samensmelting tussen mens en machine.

De grootste vraag is hoe we met al die technische vooruitgang omgaan. Hoe ver willen en mogen we ethisch en deontologisch gaan?

## Hoe pakken we dit aan?

Meestal hebben we een nobel doel voor ogen als we technologieën ontwikkelen om DNA en levende wezens en machines meer met elkaar te verweven: ziektes genezen, armoede en ondervoeding verminderen, milieuvuiling en klimaatproblemen aanpakken enzovoort. Maar we moeten ook voldoende stilstaan bij de mogelijke ongewenste gevolgen van technologische vooruitgang, zoals de verstoring van ecosystemen en het verlies aan genetische biodiversiteit door de monocultuur van landbouwgewassen. Om zulke risico's al in een vroeg stadium te vermijden of adequaat aan te pakken, moeten technologen en wetenschappers heel goed samenwerken en communiceren met bio-ethici, filosofen en regelgevende instanties en overheden.



3 | 9

11

12

17



47



56

60

63



82





# Hoe verklaren we de enorme verscheidenheid en complexiteit van de wereld?



Hoe weten ze wat de binnenkant van de aarde is?

Hebben ze al tot het middelpunt van de aarde kunnen boren?

Waarom is de lichtsnelheid de hoogst mogelijke snelheid?

Hoe kunnen we een complex systeem zoals de zee ooit volledig begrijpen?

Waarom zijn er nog zoveel mysteries in de wetenschap? Zullen die ooit opgelost raken?

Waarom kunnen we nog steeds het weer zo slecht voorspellen?

## Uitdaging

De fysische wereld is samengesteld uit een beperkt aantal verschillende elementaire deeltjes, die met elkaar interageren via een beperkt aantal verschillende fundamentele wisselwerkingen. De wetten van de chemie en de biologie zijn daar een uitdrukking van. Maar de diversiteit aan fenomenen die aan de hand daarvan verklaard kunnen worden, is vrijwel onbeperkt: uit bepaalde eenvoudige regels kunnen bijzonder complexe (en op voorhand vaak onvoorspelbare) resultaten voortvloeien, zoals weerfenomenen, neuronen in onze hersenen en structuren in sterrenstelsels. Interessant genoeg geldt dat niet enkel voor de natuur zelf, maar ook voor de technologie gemaakt door de mens, die de wetten van de natuur doorgrond heeft. Die kennis wekt fascinatie op over het heden en schept verwachtingen voor de toekomst. De uitdaging is enerzijds om steeds complexere fenomenen te doorgronden en nog slimmere toepassingen te ontwikkelen. Anderzijds blijkt er een nood te zijn om de kennis, en de redeneringen die erachter steken, uit te leggen aan een breed publiek.

## Hoe pakken we dit aan?

Wetenschapsfilosoof Thomas Kuhn beschreef in *The Structure of Scientific Revolutions* de vooruitgang in de

wetenschap aan de hand van paradigma's (een soort denkkaders met wetenschappelijke modellen en theorieën). Hij stelt dat onderzoekers paradigma's toepassen op problemen die zich stellen. Maar na een tijd voldoet zo'n paradigma soms niet meer en ontstaat er een nieuw denkkader. Bestaande paradigma's toepassen is wat de meeste wetenschappers bezighoudt, ook in het onderzoek naar de complexiteit van de wereld. De reden is dat je met een succesvol paradigma veel natuurlijke fenomenen rationeel kan verklaren en nuttige toepassingen concreet kan uitwerken.

Het brede publiek is zowel geïnteresseerd in het ontrafelen van de geheimen die zich in de natuur aandienen – wat we fundamentele wetenschap noemen – als in de ontwikkeling van nieuwe toepassingen die de bredere maatschappij van dienst zijn. Het is een uitnodiging aan alle wetenschappers om de nieuwe technologische ontwikkelingen daarvoor ten dienste te stellen. Die geven hen betere instrumenten en de rekencapaciteit die hen in staat stelt steeds verfijndere modellen te ontwikkelen.

Tegelijk is er behoefte aan verduidelijking van juist die paradigma's die de ontwikkeling sturen. Sommige mensen hebben er moeite mee om de virtuele wereld van sciencefiction te onderscheiden van de 'echte' wereld zoals we hem waarnemen. Die dubbelzinnigheid wegnemen is essentieel als we willen dat de wetenschap oplossingen aanbiedt die door de hele samenleving ondersteund worden. Het is te gemakkelijk om die verantwoordelijkheid bij het onderwijs te leggen; elke wetenschapper moet zich daarvoor geëngageerd voelen.



43 | 45



69 | 70



79 | 81



# Uit welke elementen is de wereld opgebouwd?



Hoe evolueert de expansie van het universum?

Wat is donkere energie en donkere materie?

Zijn quarks de kleinste deeltjes waaruit een atoom is opgebouwd? Zo nee, zijn er dan al beweringen of ontdekkingen dat er mogelijk een kleiner deeltje zou bestaan?

Zal de mens ooit in staat zijn om één sluitende 'theorie van alles' te kunnen bepalen én bewijzen?

Is materie theoretisch oneindig ver samendrukbaar of is daar een limiet aan?

## Uitdaging

De uitdaging waar we voor staan heeft de natuurwetenschap altijd al gefascineerd: het begrijpen van de wereld waarin we leven, de fysische wereld die ons heeft voortgebracht. Zowel op het kleinste niveau – dat van de fysica van de elementaire deeltjes – als op het grootste – dat van de fysische kosmologie – bestaat er een 'standaardmodel', een theoretisch kader dat de structuur van de materie enerzijds en de kosmos anderzijds merkwaardig accuraat kan verklaren. Maar beide modellen roepen nieuwe vragen op. Bovendien zijn de modellen wiskundig niet compatibel, wat problematisch is als we bijvoorbeeld de oerknal willen bestuderen, het moment waarop het oneindig grote ook oneindig klein was.

Vandaag richten onderzoekers zich in het bijzonder op de vereniging van de algemene relativiteitstheorie en de kwantumfysica. Dat houdt in dat ze de zwaartekracht willen incorporeren in het standaardmodel voor elementaire deeltjes. Daarnaast buigen ze zich over donkere materie (materie in het heelal die niet zichtbaar is) en donkere energie (de energie die ervoor zou zorgen dat het universum met een toenemende snelheid uitbreidt).

## Hoe pakken we dit aan?

De aanpak van deze uitdaging is enerzijds theoretisch en anderzijds experimenteel. Hij is ook globaal: de problematieken zijn universeel en geven aanleiding tot intense internationale samenwerking.

Het theoretisch fysisch onderzoek in Vlaanderen steunt op een brede en diepe expertise, en is ingebed in performante internationale netwerken. Om experimenteel en observationeel onderzoek te voeren, hebben de Vlaamse onderzoeksteams toegang tot de beste onderzoeksfaciliteiten. Denk maar aan het CERN, de Europese onderzoeksorganisatie die met deeltjesversnellers onderzoek doet naar elementaire deeltjes. Of aan de Europese Zuidelijke Sterrenwacht (ESO), die zich bezighoudt met astronomie. Ook op het vlak van ruimtevaart zijn Vlaamse onderzoeksteams, via de Europese Ruimtevaartorganisatie ESA, betrokken bij tal van fundamentele onderzoeksprojecten.

De komende tien jaar is er substantiële vooruitgang mogelijk dankzij de geplande versterking van de onderzoeksinstrumenten. Zo zal het CERN het energiebereik van de Large Hadron Collider verhogen, de grootste en krachtigste deeltjesversneller ter

wereld. Dat zal hopelijk aanleiding geven tot duidelijke aanwijzingen voor een nieuwe fysica voorbij het standaardmodel voor elementaire deeltjes dat vandaag gehanteerd wordt. Bij de ESO wordt tegen 2024 de European Large Telescope gebouwd, die in staat moet zijn om signalen van de verste en dus oudste, misschien zelfs de eerste, objecten te analyseren, en die de planeten rond nabije sterren in kaart kan brengen.

Er is vandaag ook een revolutie aan de gang rond multi-messenger sterrenkunde. Om een beeld te krijgen van hoe ons universum werkt, gebruiken we informatie uit de elektromagnetische golven (licht) die de sterren uitzenden. Licht is dus een 'messenger' van informatie. Om onze kennis van het universum te vergroten, maken we sinds kort ook gebruik van andere messengers, zoals neutrino's – heel lichte ongeladen deeltjes materie – en zwaartekrachtgolven – rimpels in de ruimtetijd, die ontstaan bij kosmische gebeurtenissen zoals samensmeltende zwarte gaten of twee zware hemellichamen die op korte afstand om elkaar heen draaien. Bijzonder beloftevol in dat opzicht zijn de plannen voor de Einstein-telescoop, die zwaartekrachtgolven kan detecteren. Als de Einstein-telescoop werkelijkheid wordt, is er misschien een belangrijke rol weggelegd voor Vlaamse onderzoekers. Vlaamse onderzoeksteams zijn verder betrokken bij het IceCube observatorium op de Zuidpool, een constructie die neutrino's uit de ruimte detecteert.



68 | 70



79 | 82



# Welke plaats neemt de mens in in 13,8 miljard jaar kosmische evolutie?



Zou het universum ooit eindigen?

Zal de klimaatverandering op aarde de mens een nieuwe stap in zijn evolutie laten zetten?

Wat kunnen wij leren van klimaatverandering in de geologische geschiedenis?

Wat is de essentie van het levend wezen 'mens'?

Zal de aarde er in de toekomst alleen nog maar op achteruit gaan of zal de aarde er nog op verbeteren?

## Uitdaging

Voor onze persoonlijke ontwikkeling is het belangrijk dat we ons verleden kennen. Vandaar dat het ontdekken van de geschiedenis van onze familie, stad, regio, ons land, ons werelddeel en onze wereld zo belangrijk is om tot een evenwichtig wereldbeeld te komen – nu meer dan ooit, met alle aandacht in het maatschappelijk debat voor identiteit. Maar ook de evolutie van het leven op aarde, de aardse en de kosmische geschiedenis maken uiteindelijk deel uit van ieders geschiedenis. Kortom: van oerknal tot mens.

13,8 miljard jaar van kosmische evolutie heeft uiteindelijk de 'naakte aap' tot mens gemaakt. Natuurwetenschappelijke kennis vormt dan ook een solide basis om een holistisch wereldbeeld en rijk eigenbeeld te ontwikkelen. De verwondering over de kosmische geschiedenis van onze planeet en het leven op aarde leidt bovendien tot meer respect voor onze natuurlijke leefomgeving. Ook geeft een natuurwetenschappelijke geletterdheid de nodige houvast om de complexe, globale uitdagingen van de 21ste eeuw beter in te schatten en zo een draagvlak uit te bouwen voor een toekomstgericht, geïntegreerd beleid in de transitie naar een duurzame maatschappij binnen de grenzen van onze planeet.

## Hoe pakken we dit aan?

In Vlaanderen worden al heel wat initiatieven genomen rond STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Die willen vooral meer leerlingen en studenten overtuigen om een STEM-studierichting te volgen om in te spelen op de noden van de arbeidsmarkt. Een meer algemene natuurwetenschappelijke geletterdheid vergt een andere aanpak via onderwijs en wetenschapscommunicatie.

Internationaal groeit er een beweging rond Big History: alle natuurwetenschappelijke kennis over de evolutie van de kosmos, de aarde en het leven op aarde wordt geïntegreerd in één 'historisch' verhaal. Zo worden de drijvende krachten achter de kosmische evolutie duidelijk. Ook wordt de samenhang tussen de verschillende natuurwetenschappen geëxpliciteerd. En uiteindelijk krijgen de uitdagingen waarvoor onze maatschappij staat een ruimer perspectief. Onder andere in Nederland en de Verenigde Staten heeft Big History zijn weg gevonden naar het onderwijs. In Vlaanderen is voldoende expertise aanwezig om deze benadering te introduceren in onderwijs en wetenschapscommunicatie. Terwijl ze binnen STEM-studierichtingen eerder een kapstok biedt, vormt ze in alle andere studierichtingen een uitgelezen instrument om te bouwen aan een algemene natuurwetenschappelijke geletterdheid.



50



64 | 65 | 66 | 68 | 69 | 71



79 | 81 | 82



# Welke geheimen zal de biosfeer nog prijsgeven?



Zijn er nog veel niet ontdekte plantensoorten?

We kennen nog maar een fractie van de microbiële wereld, hoe kan deze biodiversiteit zo goed en snel mogelijk in kaart worden gebracht?

Er zijn heel wat organismen uit de zee die specifieke eigenschappen hebben. Kunnen we de Vlaamse biotechnologie-expertise ook aanwenden om nieuwe medicijnen en actieve stoffen uit deze mariene organismen te halen?

## Uitdaging

De mens koestert een fundamentele nieuwsgierigheid naar de planeet waarop hij leeft. Toch moeten we nog heel wat ontdekken. We weten meer over de oppervlakte van de maan dan over de oceanbodem op onze eigen aarde. Er vallen ook nog heel veel soorten te ontdekken (insecten, schimmels, bacteriën ...). Met name in tropische gebieden en de diepzee worden nog regelmatig nieuwe soorten gevonden die tot de verbeelding spreken, en soms een heel nieuw licht werpen op hoe het leven zich heeft aangepast aan bijzondere omstandigheden. Het nut van die ontdekkingen reikt nog verder: uit sommige soorten diepzeebacteriën en diepzeesponzen en uit bepaalde tropische planten kunnen nuttige medicinale bouwstenen gewonnen worden.

De meeste bacteriën en *Archaea* (oerbacteriën) zijn in diepe ondergrondse milieus te vinden, maar ook over de micro-organismen die op de stengels en bladeren van planten leven, weten we verbazingwekkend weinig. Bepaalde gedeelten van de aarde (de diepzee, regenwouden, bergketens, woestijnen ...) zijn zo moeilijk bereikbaar of onherbergzaam dat ze enkel via grote expedities en met voldoende financiële middelen onderzocht kunnen worden. Het is een uitdaging om moeilijker toegankelijke regionen te ontsluiten voor de wetenschap, zodat de mens een beter beeld krijgt van de complexiteit en de grote waarde van de levensgemeenschappen op deze planeet.

## Hoe pakken we dit aan?

Als Vlaanderen een vooraanstaande plaats wil innemen bij de exploratie van de nog onbekende delen van onze biosfeer, dan moeten we zorgen voor een passende prioriteit en de nodige financiële middelen. Automatisering en technologische verbeteringen laten nu al meer en geavanceerder onderzoek toe, onder meer om de genetische

diversiteit in de biosfeer te ontsluiten. De zeebodem wordt onderzocht met behulp van onderwaterrobots, waarvan de laatste generatie zelfs autonoom de bodem in kaart kan brengen met akoestische en optische beeldvormingstechnieken. Door geluidsgolven uit te zenden en teruggekaatste golven te analyseren, kunnen die robots diepteprofielen van de zeebodem opstellen en zelfs structuurverschillen onder de zeebodem waarnemen. Met behulp van foto- en video-opnames kan je zo de omvang en structuur van koraalriffen onderzoeken. Samenwerking tussen ingenieurs, fysici, geologen en biologen is daarbij onontbeerlijk.

Nieuwe moleculaire technieken (zoals de analyse van al het DNA in een staal uit het milieu) kunnen een beeld geven van de (bacteriële) biodiversiteit in de diepzee en in bijzondere omgevingen zoals warmwaterbronnen. Geavanceerde verwerkingsmethodes voor de grote hoeveelheid aan gegevens uit autonome metingen van onderwaterrobots destilleren nuttige informatie over de toestand van de diepzee. Op het land kunnen we op een gelijkaardige manier onderzoek voeren: daar kan een eerste prospectie met drones plaatsvinden, waarna de meest beloftevolle gebieden geselecteerd worden voor een diepgaande inventarisatie. Naast data en stalen verzamelen is het van het grootste belang om ook observaties op het terrein te doen. Daar wordt nu vaak onvoldoende aandacht aan besteed. Het gedrag van soorten is in sommige gevallen nog boeiender dan hoe ze eruitzien.



14



53 | 54



66



## Hoe kunnen we milieuvriendelijke en duurzame materialen ontwikkelen?



Welke milieuvriendelijke bouwmaterialen zijn makkelijk te produceren?

Kunnen we een alternatief vinden voor plastic verpakkingen?

Kunnen we met de CO<sub>2</sub> uit de lucht kunststoffen maken?

Is de toepassing van nanotechnologie de oplossing om op korte termijn veel krachtiger en duurzamer batterijen te produceren?

In welke mate kunnen chemisch geproduceerde lichtgewicht materialen bijdragen tot het oplossen van de grote uitdagingen die voortvloeien uit de klimaatverandering?

### Uitdaging

Elk jaar komt er wereldwijd zo'n 8 miljoen ton plastics in de oceanen terecht, waar ze de voedselketen bedreigen. Onze afvalberg groeit alsmaar verder aan omdat de verpakkingen die we produceren niet bioafbreekbaar zijn. Onze samenleving staat duidelijk voor grote uitdagingen als het gaat om de afbreekbaarheid, duurzaamheid en recycleerbaarheid van materialen en kunststoffen. Daarnaast is er nood aan nieuwe materialen die ons kunnen helpen om de klimaatdoelstellingen te halen. Denk maar aan materialen om huizen beter te isoleren, materialen om krachtigere en duurzamere batterijen te ontwikkelen, en 'hoogperformante' materialen, die even sterk zijn als staal maar veel lichter, zodat het energieverbruik daalt als ze toegepast worden in voertuigen.

Het komt er dus op aan om de 'oude' materialen te vervangen door nieuwe materialen en door kunststoffen die duurzaam zijn – dat wil zeggen: bioafbreekbaar of recycleerbaar – of die bijdragen aan de strijd tegen de klimaatopwarming.

### Hoe pakken we dit aan?

Het onderzoek naar nieuwe, duurzamere en bioafbreekbare materialen vergt een intensieve en multidisciplinaire samenwerking tussen de industrie, universiteiten en onderzoekscentra. Bij de ontwikkeling van dergelijke materialen komt immers kennis kijken van materiaalkunde, chemie, fysica, nanotechnologie, biotechnologie enzovoort. Ook specifieke knowhow van onder andere afvalverwerking, bouwmaterialen en materialen voor energieopslag en -opwekking is vereist. Naargelang de toepassing verschillen materialen op het vlak van sterkte, maakbaarheid, duurzaamheid, recyclage, toxiciteit, elektrische en thermische geleidbaarheid, flexibiliteit en kostprijs. Er is dus nood aan strategische samenwerkingen tussen de verschillende onderzoeksgroepen die rond al deze disciplines actief zijn in Vlaanderen.



14



53 | 54



66



## Kunnen we ooit alles weten over de werking van het menselijk lichaam?



Waarom slapen we? Waarom is dat nog niet geëvolueerd?

Waarom regenereren bepaalde delen van ons lichaam wel en andere niet?

Waarom is er nog geen middel uitgevonden tegen grijs worden?

Hoe kan je het leven wetenschappelijk verlengen? Zijn er wetenschappelijke methoden om het verouderingsproces tegen te houden?

### Uitdaging

In 1543 publiceerde Andreas Vesalius voor het eerst een wetenschappelijk onderbouwde anatomische beschrijving van het menselijk lichaam. In dezelfde periode introduceerde de Franse arts Jean Fernel de term 'fysiologie' voor de studie van de menselijke lichaamsfuncties. In de negentiende eeuw kwamen onderzoekers tot het inzicht dat het menselijk lichaam is opgebouwd uit cellen, die zich organiseren in weefsels en organen. Sindsdien is onze kennis over de structuur (anatomie) en de werking (fysiologie) van het menselijk lichaam blijven toenemen. Die kennisgroei wordt in belangrijke mate bepaald door de ontwikkeling van nieuwe technologieën, die het mogelijk maken om steeds dieper en gedetailleerder in het menselijk lichaam door te dringen en functies beter te omschrijven. Denk bijvoorbeeld aan elektronenmicroscopen die een element tien miljoen keer kunnen vergroten, waar zelfs de beste lichtmicroscopen beperkt blijven tot tweeduizend keer. Onderzoeken zoals hart-, hersen- en longfunctietesten verbinden 'functie' met 'structuur'. De verhoogde performantie van allerlei onderzoeksapparaten en de ongekende toename van het rekenvermogen en de data-opslag van computers hebben in de voorbije decennia een schat aan extra kennis opgeleverd en ons in staat gesteld om meer verbanden te leggen tussen anatomie en fysiologie.



Toch weten we nog lang niet alles. Als je ziet hoe moeilijk het is om robots of andere artificiële creaties 'eenvoudige' handelingen te laten uitvoeren, is het wel duidelijk dat het menselijk lichaam op een vlekkeloze wijze bijzonder complexe functies vervult. Bovendien slaagt ons lichaam erin om zich aan te passen aan wisselende omstandigheden. Als je de prestaties vergelijkt van topsporters en recreatieve sporters, van jongvolwassenen en oudere mensen, van gezonde en zieke mensen, dan wordt duidelijk hoe fijn onze lichaamsfuncties op elkaar zijn ingesteld en hoe ingrijpend de gevolgen kunnen zijn als er iets fout loopt. Het blijft een uitdaging voor de wetenschap om de werking van onze bijzondere lichaamsmachine verder te doorgronden.

### Hoe pakken we dit aan?

Om verder door te dringen tot de geheimen van het menselijk lichaam wordt samenwerking tussen verschillende wetenschappelijke disciplines alsmaar belangrijker. Zoals al vermeld hangen wetenschappelijke doorbraken dikwijls af van de performantie van de onderzoeksapparatuur waarover wetenschappers beschikken. Vanaf de formulering van de onderzoeksvraag – en zeker bij de ontwikkeling van de onderzoeksbenadering – is een intense samenwerking nodig tussen biowetenschappers (fysiologen, celbiologen, moleculaire biologen ...), ingenieurs, fysici, wiskundigen, menswetenschappers, ethici en zo verder. Daarbij is het niet alleen belangrijk om aandacht te schenken aan het maatschappelijk nut van een onderzoek, maar zeker ook om fundamentele onderzoeksvragen aan bod te laten komen. De geschiedenis heeft immers al meermaals uitgewezen dat antwoorden op fundamentele vragen kunnen leiden tot toepassingen met een immense maatschappelijke impact.



3 | 5 | 12 | 15 | 19



## Hoe werken onze hersenen?



Is er een mogelijkheid dat we menselijke hersenen kunnen simuleren?

Is pijnervaring voor iedereen hetzelfde? Waarom is de ene gevoeliger voor pijn dan de andere?

Hoe komt een herinnering precies tot stand?

Hoe komt het dat onze spieren dingen 'onthouden', dat sommige handelingen gemakkelijker gaan na oefening?



### Uitdaging

Ons brein is de essentie van ons 'mens zijn'. Duizenden neuronen in interactie met de omgeving bepalen onze handelingen, gedachten, gedragingen en emoties. Dat is geen statisch gegeven, maar een dynamisch proces dat al begint vanaf dat het zenuwstelsel zich ontwikkelt in de baarmoeder. Het stopt pas bij het overlijden. 'Een mens is nooit te oud om te leren' is geen loze uitspraak. Het is niet verwonderlijk dat de hersenen ons meest complexe én meest mysterieuze orgaan zijn.

De voorbije decennia zijn de hersenwetenschappen enorm geëvolueerd: door technologische vooruitgang in neurofysiologische technieken en beeldvormingstechnieken (zoals MR-scans), door de toenemende kennis in de neurogenetica en de moleculaire biologie enzovoort. De voorbije honderd jaar hebben we meer over de menselijke hersenen ontdekt dan de tienduizend jaar daarvoor. We leren hoe onze massa hersencellen zich ontwikkelt en structureert. We beginnen te begrijpen welke processen plaatsvinden in de

hersenen, hoe hersencellen verbindingen leggen en welke chemische stoffen ze gebruiken om te communiceren.

Toch valt er nog ontzettend veel te leren over de manier waarop onze hersenen functioneren én over de wisselwerking tussen onze hersenen en de ervaringen die we hebben. We kunnen hersenen nog lang niet 'namaken'. Niet alleen door de enorme complexiteit, maar ook omdat de menselijke hersenen pas na de puberteit 'matuur' worden.

Door de werking van onze hersenen beter te leren kennen, kunnen we onszelf en anderen beter begrijpen. Het zal ons ook meer inzicht geven in de ontwikkeling van de hersenen, hersenaandoeningen en veroudering.

### Hoe pakken we dit aan?

Om dit grotere verhaal te kennen, moeten we onderzoek voeren naar hoe gezonde hersenen functioneren en wat het verband is tussen signalen van de hersenen en (on) bewuste ervaringen. Daarnaast is er onderzoek nodig naar het verschil

tussen gezonde en zieke hersenen en naar bepaalde hersenaandoeningen.

Dat is in de eerste plaats werk voor neurowetenschappers, die de onderzoeksvragen benaderen vanuit verschillende disciplines. We denken aan neurobiologen, neurobiotechnologen, specialisten in beeldvorming, ingenieurs, neurologen, psychiaters en psychologen. Zij voeren zowel klinisch onderzoek uit als onderzoek in laboratoria. Daarnaast spelen sociologen, ethici en filosofen een rol. Ook zij onderzoeken de werking van de hersenen, via onderzoek naar gedrag, bewustzijn en ethiek. Verder kunnen ook burgers hun steentje bijdragen, bijvoorbeeld via gedragsonderzoek. Uiteraard moet het onderzoeksbeleid aan onze universiteiten en aan de overheid het grote belang van deze materie inzien en maximaal inzetten op neurowetenschappelijk onderzoek.



7 | 12 | 15 | 16 | 19 | 20

75



## Zullen we ons ooit bewust zijn van de werking van ons bewustzijn?



Kunnen we ooit gedachten lezen?

In welke mate bestaat er vrije wil? Of zijn al onze gedachten en daden een gevolg van biochemische processen?

Waarom ben ik mijn droom van vannacht al vergeten?

### Uitdaging

Bewustzijn is kunnen waarnemen en erover kunnen reflecteren. We vermoeden dat dit vermogen tot reflectie aanwezig is bij verschillende diersoorten, bij de ene al meer dan de andere. Al eeuwen onderzoeken wetenschappers en filosofen wat bewustzijn is. Zo vragen ze zich af of we met een schone lei geboren worden, die we geleidelijk opvullen met indrukken. Of heeft onze geest al vanaf de geboorte structuren die onze ervaringen ordenen?

Door moderne technieken in het hersenonderzoek konden de psychologie en de geneeskunde de laatste decennia veel onderzoek doen naar het bewustzijn. Maar wat het precies is, blijft een raadsel. Hoe ontstaat het bewustzijn en hoe kan het worden beïnvloed? Welke afwijkingen zijn er? Welke invloed hebben externe omstandigheden zoals medicatie?

Wat we zeker weten is dat het bewustzijn het resultaat is van een complex samenspel van factoren: genetische aanleg, medicatie, drugs, opgedane ervaringen en zelfs onze darmflora. Een grondige interdisciplinaire studie van dat samenspel kan ons beter doen begrijpen hoe ons bewustzijn normaal functioneert en welke afwijkingen er zijn. Dat is onder andere belangrijk voor de geneeskunde, de psychologie, de criminologie, de moraalwetenschappen en zelfs de kunstwetenschappen. Het kan ons namelijk iets leren over hoe we kunst ervaren en hoe het komt dat sommige mensen intensere esthetische ervaringen hebben dan anderen.

Wetenschappers stellen zich een aantal interessante vragen:

Verschildt ons bewustzijn van dat van dieren? Dat is ook ethisch relevant. We hebben dieren lang als een soort nutsvoorwerp behandeld omdat hun bewustzijnsniveau lager zou zijn. Hoe zet nieuwe kennis dat idee op de helling?



16 | 19 | 20

44 | 47 | 48

63

74

Hoe verschilt onze manier van de realiteit ervaren van mens tot mens? Wat gebeurt er als we waarnemen? Daaruit kunnen we opmaken hoe en hoeveel we kunnen leren en hoe we ons gedrag en onze gedachten kunnen bijsturen op basis van nieuwe indrukken en informatie.

Zijn mensen verantwoordelijk voor hun daden? Als onze genen en hersenfuncties alles bepalen, kunnen we dan nog van een vrije wil spreken? Kunnen leerprocessen bij artificiële intelligentie ons iets leren over ons eigen functioneren?

Wetenschappelijke antwoorden op die vragen kunnen maatschappelijke vraagstukken helpen oplossen: over onze relatie tot dieren, over welke vormen van bewustzijn pathologisch zijn en welke niet, en over onze verantwoordelijkheid voor onze daden.

### Hoe pakken we dit aan?

Een deel van die vragen bevindt zich vooral in het domein van de exacte wetenschappen: neurologen en psychologen kunnen de verschillende functies van de hersenen onderzoeken en nagaan hoe factoren als leerprocessen of medicatie die functies beïnvloeden. Genetici kunnen ons leren of en hoe bepaalde genen vertaald worden naar hersenfuncties. Ze kunnen bijvoorbeeld onderzoeken of bepaalde genetische varianten ertoe kunnen leiden dat iemand de werkelijkheid anders ervaart. Computerwetenschappers kunnen bewustzijn en leerprocessen proberen na te bootsen met artificiële intelligentie. Psychiaters en psychologen kunnen nadenken over welke soort bewustzijn normaal is en welke soort atypisch.

Voor veel van de vragen hebben we ook menswetenschappers nodig: sociologen en antropologen kunnen nagaan of bewustzijn in verschillende samenlevingen hetzelfde is. De filosofie en de ethiek kunnen omschrijven wat we bedoelen met concepten als bewustzijn, zelfbewustzijn, vrije wil en verantwoordelijkheid, en wat die opvattingen moreel impliceren. Kunnen we bijvoorbeeld nog mensen verantwoordelijk houden voor hun daden als ons bewustzijn helemaal gestuurd wordt door onderliggende fysiologische processen?





# Hoe werkt wiskunde en waarom is het zo belangrijk?



Hoeveel wiskunde valt er nog te ontdekken?

Welke doorbraken in de wiskunde zijn nodig voor de ontwikkeling van artificiële intelligentie?

Hoe kunnen we leerkrachten motiveren voor wiskundeonderwijs?

Welke beleidsinstrumenten zouden het efficiëntst zijn om de schrijnende nood aan nieuwe leerkrachten wiskunde op te vangen of op te lossen?

Waarom vinden kinderen en oudere mensen wiskunde zo moeilijk? Wordt het verkeerd gegeven?

## Uitdaging

Niemand zegt ooit trots: "Ik kan niet zonder fouten schrijven." Maar moeite hebben met wiskunde, daar lijkt niemand zich voor te schamen. Integendeel, wiskunde wordt steeds vaker verguisd: het zou te moeilijk zijn, gebruikt (of misbruikt) worden om in het onderwijs de 'sterken' van de 'zwakken' te scheiden, en nergens toe dienen. Dat is een ingrijpend misverstand, want bijna alles rondom ons zou nooit ontwikkeld zijn zonder wiskunde – zeker in onze huidige digitale maatschappij. Van online betalen over mobiele telefoongesprekken tot laptops en medische scanners: het werkt allemaal op basis van wiskunde. Waarom is het nut ervan dan niet duidelijk? Nog belangrijker: waarom hebben zoveel mensen moeite met wiskunde? Welke inhouden, lesmethodes en werkvormen kunnen gebruikt worden om abstract (wiskundig) denken, probleemoplossende vaardigheden én inzicht in concrete toepassingen aan te leren?

Het wiskunde-probleem in het onderwijs wordt nog versterkt door het groeiende tekort aan wiskunde-leerkrachten, wat er op zijn beurt toe leidt dat er minder leerlingen doorstromen naar wiskundestudies. Dat heeft ook impact op de

onderzoekswereld, waar (nieuwe) wiskunde broodnodig is om vooruitgang te boeken op het vlak van digitalisering (zoals artificiële intelligentie) en andere wetenschaps-takken.

## Hoe pakken we dit aan?

De hedendaagse wiskunde heeft doorheen de eeuwen enkele belangrijke periodes van ontwikkeling meegemaakt. Elk van die periodes leidde tot grote doorbraken en evoluties. Als we kunnen achterhalen welke factoren de aanleiding vormden van zo'n periode van ontwikkeling, kunnen we die misschien herhalen. Welke succesfactoren zorgden er bijvoorbeeld voor dat het Duitse stadje Göttingen rond 1900 het wereldcentrum van de wiskunde was? En welke gevolgen had dat voor het onderwijs?

De manier waarop wiskunde wordt aangeleerd speelt een grote rol in het succes ervan. Vandaag staan veel leerlingen en studenten negatief tegenover wiskunde: ze vinden het moeilijk en zijn bang om te falen. Hoe ontstaat die wiskundeangst? Kunnen we via degelijk onderzoek goede en slechte leermethodes identificeren in het wiskundeonderwijs doorheen de jaren? Welke leervormen zijn het meest geschikt voor de

verschillende leerinhouden? Hoe zorgen we ervoor dat onze studenten een degelijke wiskundige bagage verwerven, zodat ze bijvoorbeeld de kracht en beperkingen van nieuwe digitale technologieën kunnen doorgronden en er zelf toe kunnen bijdragen?

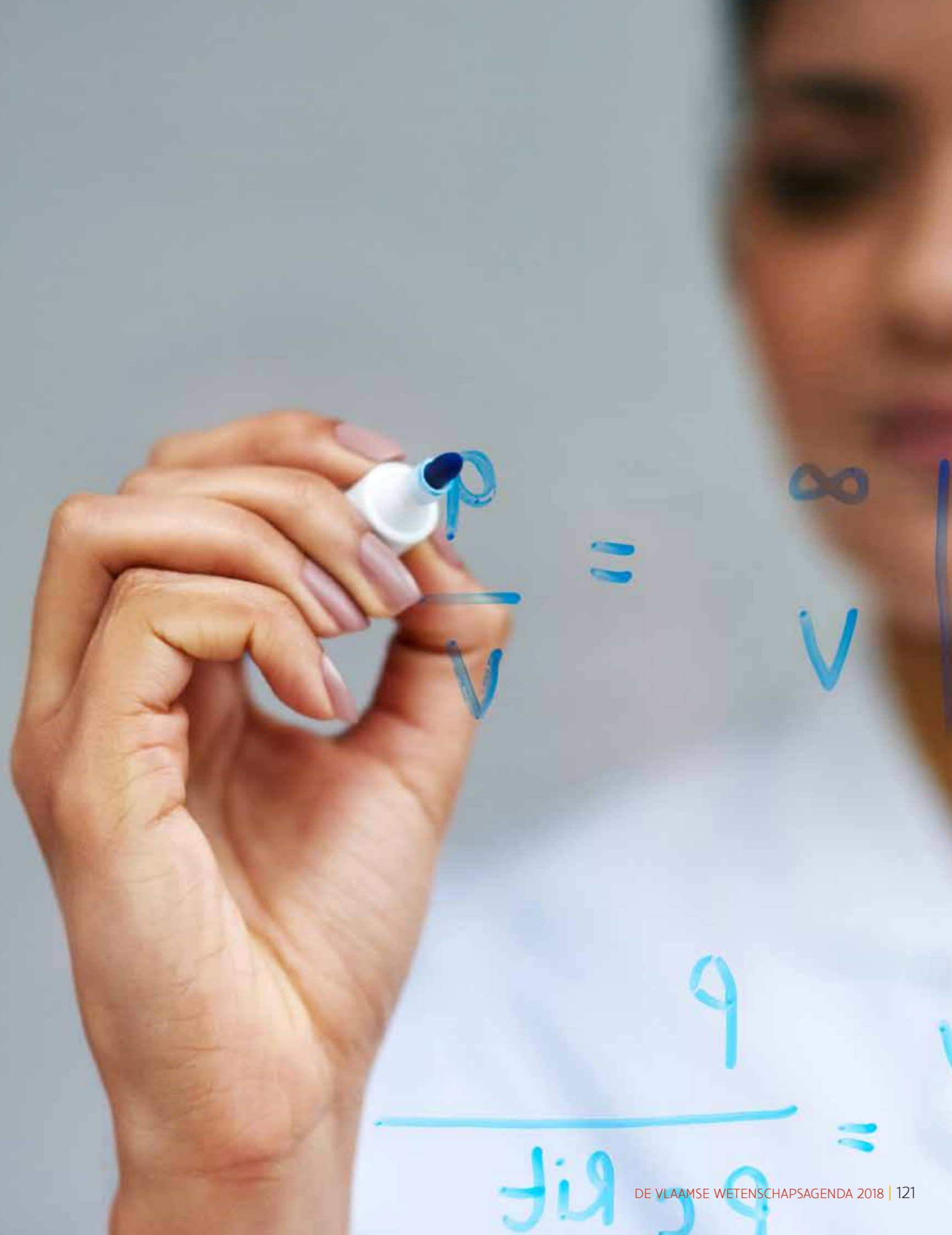
Meer aandacht voor de grondslagen en de reikwijdte van wiskunde is aan de orde. Mensen moeten begrijpen waar onze hedendaagse wiskunde vandaan komt en waarvoor we die wiskunde nodig hebben. Zo kan de wetenschap verder evolueren. Wiskunde is immers geen statisch geheel, maar iets wat voortdurend evolueert, zowel gedreven door nieuwsgierigheid als door nieuwe toepassingen. Wiskundeonderzoek kan op veel vlakken een rol spelen: van fysica over artificiële intelligente tot humane wetenschappen en zelfs kunst. Hoe creëren we een vruchtbaar klimaat voor zulke wisselwerkingen? Kunnen zulke concrete uitdagingen, samen met nieuwe beleidsinstrumenten, een efficiënt middel zijn om nieuwe wiskundeleerkrachten aan te trekken?



43 | 47 | 48



69



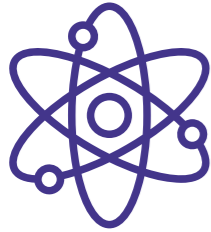


## NUT EN ROL VAN DE WETENSCHAP

---

Duurzaamheid, gelijkheid, vergrijzing ... De Vlaming verwacht dat de wetenschap de grote maatschappelijke uitdagingen op termijn zal kunnen oplossen. Maar er is geen pasklaar antwoord voor elk probleem. "Wetenschap is een complex proces dat voortdurend in ontwikkeling is. Om de toekomstige uitdagingen te kunnen aanpakken moeten we durven stilstaan bij de grenzen van de huidige wetenschapsvoering en bekijken hoe het onderzoek van de toekomst eruit moet zien", zegt Amr Ryad van het panel Cultuurwetenschappen.





De impact die wetenschap op de maatschappij en ons dagelijks leven heeft, valt moeilijk te overschatten. En die impact zal in de toekomst alleen maar groeien. Uit de Vlaamse Wetenschapsagenda blijkt dat de Vlaming doorgaans positief staat tegenover wetenschap. Nele Witters (Gedrags- en maatschappijwetenschappen): “Mensen blijken kritisch-optimistisch. Ze verwachten dat wetenschap antwoorden biedt op maatschappelijke vragen, zoals duurzaamheid, gelijkheid of vergrijzing. Ze vragen zich af hoe in een maatschappij geld wordt besteed, wat de invloed is van de politiek en hoe wetenschap beter betrokken kan worden bij het beleid.”

#### **Zoekproces in beeld brengen**

Er leeft een breed vertrouwen dat wetenschap en techniek de grote maatschappelijke uitdagingen kunnen oplossen. Maar het beeld dat mensen hebben van wetenschap stemt niet altijd overeen met de onderzoeksrealiteit. Want ook de wetenschap kent limieten. Niet

**“DE VLAMING IS ERG GEÏNTERESSEERD IN HOE DE MEDISCHE WETENSCHAP ZAL EVOLUEREN, MAAR DE ETHISCHE CONSEQUENTIES KOMEN DAARBIJ VEEL MINDER NAAR VOOR, TERWIJL DIE IN DIE CONTEXT UITERST BELANGRIJK ZIJN”**

**Amr Ryad**

voor alle vragen bestaat er dus een pasklaar antwoord.

Wetenschap is een complex proces, dat voortdurend in ontwikkeling blijft. Voor bepaalde uitdagingen en vraagstukken zijn er antwoorden waarover consensus bestaat. Maar over andere kwesties kunnen wetenschappers danig van mening verschillen en is er een voortdurende uitwisseling van ideeën en argumenten. Ook dat zoekproces zou meer in beeld mogen komen dan nu het geval is, vinden de panelvoorzitters. Want de werkelijkheid die wetenschappers bestuderen is een stuk complexer dan men soms denkt. Grote systeemproblemen waarbij veel verschillende aspecten betrokken zijn, blijven – naar verwachting ook op langere termijn – een enorme uitdaging.

#### **Ethische vragen**

Door de toenemende invloed van wetenschap en technologie in de samenleving ontstaan ook vaker vragen over wat mogelijk en maatschappelijk toege-

laten is. “Merkwaardig genoeg zien we dat soort ethische vragen minder opduiken in de Vlaamse Wetenschapsagenda”, vertelt Amr Ryad. “De Vlaming is erg geïnteresseerd in hoe de medische wetenschap zal evolueren. Maar de ethische consequenties komen daarbij veel minder naar voor. Terwijl ethische vragen onder meer in die context uiterst belangrijk zijn. Ook de dialoog daarover met de burger zou bevorderd kunnen worden, zodat we beter zicht krijgen op die vragen en bezorgdheden. Want die blijven nog te vaak buiten beeld.”

#### **Maatschappelijk debat**

Vaak hebben bepaalde beleidskeuzes op het vlak van de grotere maatschappelijke uitdagingen ook gevolgen op diverse andere domeinen. “De dialoog tussen wetenschap en beleid verdient de nodige aandacht”, zegt Geert Leroux-Roels (Medische wetenschappen). “Het is een van de taken van de wetenschapper om uit zijn of haar vertrouwde milieu te komen en in interactie te gaan met politici. Men verwacht dat wetenschappers helder communiceren, hun bevindingen goed onderbouwen en wijzen op mogelijke langetermijneffecten. Want precies daar is het beleid niet altijd voldoende op gefocust. De maatschappelijke verantwoordelijkheid van de wetenschapper is de voorbije decennia alleen maar toegenomen. Maar daar wordt in het takenpakket en bij evaluatie nog niet voldoende rekening mee gehouden.”

Nele Witters: “Wetenschappers komen vandaag al veel vaker naar buiten met wat ze doen en nemen hun

**“ONZE VLAAMSE KENNISINSTELLINGEN ZIJN VAAK BETROKKEN BIJ INTERNATIONALE SAMENWERKING, MAAR HET BLIJFT TEGELIJK BELANGRIJK DAT ZE HUN ONDERZOEK OOK RICHTEN OP, EN VERTALEN NAAR, DE LOKALE EN REGIONALE REALITEIT”**

**Nele Witters**

engagement op in het maatschappelijke debat. En dan gaat het over meer dan kennis delen. Er is een duidelijke trend naar een actievere deelname aan het publieke debat onder de vorm van opiniestukken of wetenschappelijk onderbouwde blogs.”

#### **Samenwerking wordt de norm**

“Onze Vlaamse kennisinstellingen behoren op diverse domeinen tot de wereldtop. Net daardoor zijn ze vaak betrokken bij internationale samenwerking. Maar het blijft tegelijk belangrijk dat ze hun onderzoek ook richten op, en vertalen naar, de lokale en regionale realiteit”, meent Nele Witters. “Het gaat om een en-en-verhaal: betrokkenheid in internationale projecten, met blijvende aandacht voor de meer lokale maatschappelijke opdracht als kennisinstelling.”

Ook meer samenwerking met de private sector is nodig. “In domeinen zoals de ingenieurswetenschappen, de informatica en de biomedische sector is die zeker al aanwezig”, weet Geert Leroux-Roels. “Maar dat soort samenwerkingsverbanden kan best verder worden aangemoedigd. Ik denk bijvoorbeeld aan het Europese Innovative Medicines Initiative, dat financiering biedt aan de samenwerking tussen de academische wereld en private organisaties bij het onderzoek naar geneesmiddelen. Het initiatief kan ook vanuit de bedrijfs wereld komen. De private sector voelt

aan dat ze innoverend onderzoek op hoog niveau niet langer alleen kan voeren. Samenwerking wordt de norm.”

#### **Open science**

De laatste jaren vallen twee grote trends in de wetenschap op: open science en *citizen science*. Samen brengen ze de burger dichter bij de wetenschap. Open science wil alle geleidingen van de maatschappij toegang geven tot wetenschappelijk onderzoek, data en de communicatie erover. Citizen science schakelt de burger dan weer actief in bij onderzoek en biedt mogelijkheden die met de klassieke manier om aan wetenschap te doen soms buiten bereik liggen. Het potentieel van dat soort initiatieven is groot: burgers zijn enthousiast over wetenschap, ze willen meedoen. Daarop inspelen betekent een win-win voor iedereen. Dat vraagt een mentaliteitsswitch bij onderzoekers. Wetenschappers moeten zichzelf meer transparant en open opstellen, en dat doorheen de

hele onderzoeks cyclus – vanaf het formuleren van de hypotheses. Er zijn nu al initiatieven waarbij onderzoekers resoluut kiezen voor die open science-benadering.

“Wie zich betrokken weet bij beleid en wetenschap en goed geïnformeerd wordt, is minder achterdochtig of angstig”, meent Geert Leroux-Roels. “Op die manier worden mensen ook minder vatbaar voor fake news of allerhande vormen van beïnvloeding.”

Volgens de panelvoorzitters zouden ‘onderzoekscaches’ de brug kunnen slaan tussen wetenschappelijk onderzoek en het grote publiek. Ze denken ook aan platformen waar onderzoekers van verschillende disciplines de interactie met burgers – maar ook andere actoren – aangaan. Al zullen de kennisinstellingen zich wel heel anders moeten organiseren om dat te bereiken: van sterk facultaire en publicatiegerichte organisaties naar meer probleemgeoriënteerde, interactieve en open onderzoeksorganisaties.

**“DE PRIVATE SECTOR VOELT OOK AAN DAT ZE INNOVEREND ONDERZOEK OP HOOG NIVEAU NIET LANGER ALLEEN KAN VOEREN. SAMENWERKING WORDT DE NORM”**

**Geert Leroux-Roels**



# Kan de wetenschap zich uitspreken over het bestaan van God?



Kan een ernstige wetenschapper in God/Allah en de Bijbel/Koran geloven?

Gaan we ooit wetenschappelijk kunnen bewijzen of er leven na de dood is?

Zal de wetenschap ooit de zaken kunnen bewijzen die nu nog steeds niet begrepen worden (bv.: God, het bovennatuurlijke ...)?

Hoe komt het dat zoveel mensen in een God geloven wanneer er geen wetenschappelijk bewijs is dat God bestaat?

## Uitdaging

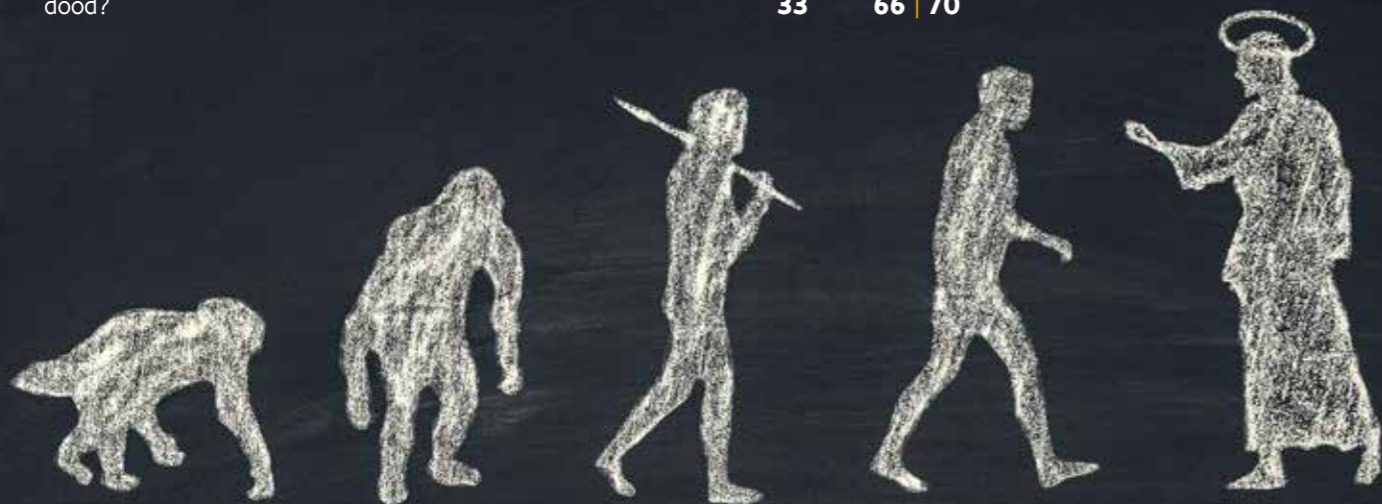
Kan een ernstige wetenschapper gelovig zijn? En wat houdt dat geloof dan in? Die vraag kunnen we sociologisch opvatten: zijn er mensen die én wetenschapper én gelovig zijn? Maar onderliggend moet je je vooral afvragen of we beide posities theoretisch kunnen verenigen: is het consistent om te geloven in empirische feiten en tegelijk iets immaterieels te omarmen? Waarin gelooft een ernstige wetenschapper dan echt? En kan de wetenschap iets zeggen over God of mogelijk leven na de dood?



33



66 | 70



## Hoe pakken we dit aan?

Een antwoord op die vragen geven is niet makkelijk. Ten eerste zijn de mensen die die vragen mogelijk kunnen beantwoorden heel verschillend op ideologisch en levensbeschouwelijk vlak. Ten tweede zijn de termen van de vragen onduidelijk. Het zou erg helpen als gelovige wetenschappers hun positie zouden verhelderen: wat betekent het als ze zeggen dat ze in God geloven? Is dat geloof in God een wetenschappelijk soort geloof, vergelijkbaar met het geloof in klimaatopwarming? Of is het van een heel andere orde? Zo ja, zijn geloof en wetenschap dan wel onverenigbaar? Wat is de rol van God in het geloof? Waarin geloven wetenschappers niet als ze ongelovig zijn? Kortom: er is nood aan begripsverheldering tussen wetenschappers met verschillende levensbeschouwelijke opvattingen.



# Wetenschappelijke vooruitgang: wat is ethisch (on)verantwoord?



Zullen we ooit iemand zijn 'verstand' kunnen transplanteren?

Moeten wetenschappers niet meer rekening houden met de gevolgen van hun uitvindingen?

Is het verbeteren van het menselijk lichaam ethisch verantwoord?

Waarom houden we iedereen in leven?

## Uitdaging

Hoe meer de wetenschap greep krijgt op het menselijk bestaan en op de natuur, hoe groter de morele verantwoordelijkheid van de mens wordt. Welke impact heeft wetenschappelijk, biomedisch en technologisch onderzoek op mens en maatschappij? Dat is de vraag die de bio-ethiek zich stelt.

De problemen die in de hedendaagse bio-ethiek aan bod komen zijn niet gering: Hoe verhoudt kennis van de genetica zich tot het recht op privacy? Hoe gaan we om met abortus en eugenetica (het verbeteren van het menselijke ras)? Hoe staan we tegenover euthanasie? Hoe pakken we op een ethisch verantwoorde manier de klimaatverandering aan? Hoe gaan we om met genetisch gewijzigde organismen? Hoe kunnen we dierenrechten verenigen met de voedingsindustrie en wetenschappelijk onderzoek? Welke ethische vragen ontstaan bij de ontwikkeling van technologie zoals AI, zelfrijdende auto's en zorgrobots?

Om die vragen te beantwoorden moeten we de doelstellingen van

de wetenschap – kennis verwerven, waarheid nastreven en controle van de natuur bewerkstelligen – in evenwicht brengen met de doelstelling van de ethiek – het geluk van de mens bevorderen en een harmonieuze samenleving mogelijk maken. Het is daarbij van belang om in te zien dat wetenschap verweven is met macht, economische belangen en politiek beleid en daarom nooit geheel waarde vrij kan zijn. Ethiek mag niet de waterdrager zijn van de wetenschap, maar moet een kritische tegenstem bieden wanneer de wetenschap processen op gang dreigt te brengen die het geluk van de mens bedreigen en het harmonieuze samenleven verstoren of onmogelijk maken. We moeten ook blijven nagaan hoe de macht van de wetenschap kan worden gestuurd door een democratische politiek en een ethiek die gebaseerd is op dialoog en open discussie.

## Hoe pakken we dit aan?

De uitdaging is om de ethiek niet in de marge van de wetenschap en het beleid te plaatsen, maar zich zelfstandig te laten ontwikkelen. Dat moet gebeuren in voortdurende dialoog en discussie met de wetenschap en de diverse betrokken partijen van het wetenschappelijk onderzoek: beleidsmakers, maar zeker ook belangengroepen zoals patiënten en gebruikers van nieuwe

technologieën. Ook de burger moet bij die dialoog betrokken worden. Verder is het belangrijk om oog te blijven hebben voor de diversiteit van morele tradities in onze samenleving die de dialoog mee kunnen voeden. Nadenken over bio-ethische thema's kan immers maar zinvol gebeuren als die discussie aansluit bij de reële ethiek van een samenleving, een cultuur, een tijdvak: de manier van leven en oordelen die ingebed is in een samenleving en een geschiedenis heeft. Vanuit die reële ethiek moet de meer gespecialiseerde, toegepaste ethiek de dialoog aangaan met de wetenschappen, het politieke beleid en de centra en instituten waar het wetenschappelijk onderzoek plaatsvindt.

Universiteiten spelen in de sturing van die dialoog een cruciale rol: zij moeten interdisciplinair onderzoek bevorderen, ruimte geven aan ethiek in de opleidingen (zowel in wetenschappelijke en biomedische richtingen als in technologische), en tot slot de eigenheid van morele reflectie onderzoeken en onderrichten. Het politieke beleid moet de ethische reflectie stimuleren door burgerfora te organiseren rond specifieke ethische thema's, en door de universiteiten te ondersteunen bij het behoud en de ontwikkeling van kritisch, onafhankelijk denken.



11 | 12 | 19



42 | 47 | 48



55 | 60 | 63



79





# Wat is de rol van wetenschap in de maatschappij?



Waarom trekt het beleid geen conclusies uit iets wat wetenschappelijk evident is?

Welke rol mag een wetenschappelijk expert spelen in een democratische samenleving? Is de idee van expertise inherent ondemocratisch?

Hoe kunnen we meer projecten organiseren in het licht van de wetenschap met citizen engagement?

## Uitdaging

Wetenschap en maatschappij zijn altijd op elkaar betrokken geweest. De wetenschap komt voort uit onze typisch menselijke nieuwsgierigheid en drang om te weten. "History of science is the history of mankind", schreef wetenschapshistoricus George Sarton in 1913. De geschiedenis van heel uiteenlopende wetenschappelijke disciplines leert hoe dezelfde fundamentele grondvraag "Wie zijn wij?" de verschillende vormen verbindt van wetenschappelijke kennis over mens, maatschappij en universum.

Het succes van de wetenschap hangt zeker samen met de adequate methodologie om kennis en inzicht te vergaren. Maar wellicht heeft het nog meer te maken met de impact die de wetenschap heeft op mens en maatschappij. De technologie heeft ons comfort aanzienlijk verbeterd en helpt onze wetenschappelijke inzichten te verfijnen. Door de toenemende specialisatie is er echter ook een kloof ontstaan tussen geestes- en natuurwetenschappen, tussen fundamentele en toegepaste wetenschappen, tussen kunst en wetenschap en tussen wetenschap en maatschappij.

De burger vraagt zich steeds meer af welke maatschappelijke invloed de wetenschap moet hebben op het vlak van de uitdagingen van de 21ste eeuw, zoals duurzaamheid, diversiteit, globalisering en armoede. Hoe

kan de wetenschap de maatschappelijke problemen oplossen, die mee zijn ontstaan door de technologische evoluties? Hoe blijven we onze wereld verbeteren en vermijden we haar slechter te maken?

## Hoe pakken we dit aan?

Wetenschappers hebben het voorrecht dat ze van hun nieuwsgierigheid en drang naar kennis hun beroep hebben kunnen maken. Het is hun verantwoordelijkheid om hun inzichten te delen met de bredere samenleving. Burgers hebben dezelfde fundamentele vragen als wetenschappers en ondersteunen hun werk met belastinggeld. Terugkoppeling is ook voor wetenschappers verrijkend. Elke wetenschapper moet over zijn onderzoek communiceren. Niet zozeer om zichzelf te profileren, maar om zijn passie voor de wetenschap te delen en het enthousiasme over nieuwe kennis en inzichten.

Grote maatschappelijke uitdagingen zoals de vergrijzing en de klimaatverandering zijn ook intellectuele uitdagingen. Die moeten centraal staan in de agenda van de wetenschap. Er zijn heel wat succesvolle initiatieven om wetenschappelijke resultaten te vertalen naar technologische innovatie. Die spelen een belangrijke rol om tot maatschappelijke impact te komen. Maar ook onderzoek uit louter nieuwsgierigheid leidt vaak tot verrassende en ingrijpende innovaties, zo leert de geschiedenis. Zo is de biotechnologie

bijvoorbeeld ontstaan. Er is dus ook fundamenteel, niet-gericht onderzoek nodig voor maatschappelijke vraagstukken. De manier waarop technologie aangewend wordt in onderzoek en als zodanig het onderzoek beïnvloedt, zorgt er bovendien voor dat we in bepaalde kennisdomeinen geen scherpe grenzen meer kunnen trekken tussen 'zuivere, fundamentele wetenschap' en 'toepassingen'. Er is een constante wisselwerking tussen beiden.

In bepaalde disciplines is het strikt gescheiden model voorbijgestreefd, waarbij wetenschappers de kennis produceren en beleidsmakers en het werkveld die kennis gebruiken. Een gezamenlijk co-creatieproces, bottom-up, tussen wetenschappers, beleidsmakers, praktijkwerkers en burgers leidt tot een open dialoog. Die creëert een groter draagvlak voor wetenschap. Bovendien leren wetenschappers zo beter welke verwachtingen, percepties en prioriteiten de samenleving heeft.

Leidt de toegenomen specialisatie in bepaalde wetenschapsdomeinen tot een verlies aan maatschappelijke relevantie of zien de mensen dat zo, dan kunnen ze aan wetenschappers een grotere *accountability* of verantwoordelijkheid vragen. Maar we moeten begrijpen dat het niet realistisch of zelfs mogelijk is om in alle takken van de wetenschap de maatschappelijke of economische meerwaarde aan te tonen op korte termijn. De maatschappij moet dus ook het langetermijnperspectief van niet-gericht onderzoek waarderen.



80 | 81



# Richt de wetenschap zich voldoende op de noden en vragen van de maatschappij?



Hoe kunnen we voor een meer maatschappelijk relevante onderzoeksagenda zorgen?

Waarom doet de wetenschap niet (nog) meer om onze beleidsvoerders ervan te overtuigen dat de opwarming van de aarde drastische maatregelen vereist?

Wat is het nut om zoveel energie en kapitaal te investeren in het zoeken naar exoplaneten, al of niet bewoonbaar?

Wie of wat bepaalt welke onderwerpen door de wetenschap worden onderzocht? En welke (bijgevolg) niet?

Hoe kunnen we oorlogen oplossen met de wetenschap?



79 | 81

## Uitdaging

Nogal wat mensen vragen zich af waarom de wetenschap zich soms met schijnbaar onbelangrijke topics bezighoudt in plaats van maatschappelijk relevante kwesties te onderzoeken. Tegelijk rijst de vraag waarom de maatschappij niet meer doet met wetenschappelijke inzichten. Dat verband tussen wetenschap en maatschappij zou volgens velen aanwezig moeten zijn in de keuze van onderzoeksvragen en in de vertaling van onderzoeksresultaten naar de maatschappij. De agenda van de wetenschap wordt door sommigen achterdochtig bekeken, hoewel mensen doorgaans wel overtuigd zijn van de kwaliteit en de

betrouwbaarheid van het gevoerde onderzoek. Veel mensen menen dat er al veel wetenschappelijke kennis is opgebouwd rond belangrijke sociale of economische thema's, maar dat we die kennis te weinig gebruiken. Waarom worden wetenschappelijke inzichten niet vaker vertaald naar concrete maatschappelijke tools? Waarom gebruiken we wetenschappelijke zekerheden niet veel vaker om de keuzes van mensen te sturen?

Uit zulke vragen spreekt een duidelijke verwachting ten opzichte van onderzoekers, maar ook van het ruimere wetenschappelijke landschap, met name financieringsbronnen zoals het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek, de Europese onderzoeksraad, bedrijven, overheden en andere stakeholders. Die sturen immers het onderzoek via gerichte evaluatiemethodes of door specifieke onderzoeksvragen te bepalen waarvoor wetenschappers financiering kunnen vragen.

## Hoe pakken we dit aan?

Toegepast (maatschappijgericht) en fundamenteel onderzoek zijn beide op hun manier belangrijk om op diverse vlakken vooruitgang te boeken en iets te betekenen voor de maatschappij. Het nut van toegepast onderzoek is voor de meeste mensen

wel duidelijk, maar bij fundamenteel onderzoek ligt het anders. Dat wordt soms ervaren als onnodige 'spielerei' die veel geld kost. Het verleden leert ons echter dat de meest baanbrekende en innovatieve bevindingen vaak uit fundamenteel onderzoek voortkomen: onderzoek dat initieel werd opgestart vanuit een niet te stillen honger van wetenschappers om steeds meer te weten. Een belangrijk kenmerk van wetenschappers is hun nieuwsgierigheid en gedrevenheid om vragen te blijven stellen. De mogelijkheid om die pistes te exploreren veronderstelt een zekere vrijheid voor onderzoekers om zelf hun agenda te bepalen en om verder te kijken dan het kortetermijndenken en de vraag naar snelle resultaten die soms met het toewijzen van financiering gepaard gaan.

Dat wetenschappers zelf een onderzoeksagenda moeten kunnen bepalen betekent echter niet dat onderzoek niet relevant hoeft te zijn. Daarom moeten wetenschappers voldoende communiceren: niet alleen over hun resultaten, maar ook over hun drijfveren, hun frustraties, de processen van wetenschappelijk onderzoek ... Die communicatie moet in twee richtingen verlopen: wetenschappers en burgers moeten openstaan voor elkaars visie en bezorgdheden.



# Hoe brengen we wetenschappelijke kennis dichterbij iedereen?



Waarom zijn er niet meer wetenschappelijke programma's op de openbare omroep?

Onderzoek leidt tot heel wat bevindingen die door de politiek genegeerd worden. Hoe kan het beleid sterker gebaseerd worden op feiten en kennis i.p.v. opinies?

Hoe kunnen we de 'gewone' burger nog meer prikkelen om stil te staan bij negatieve effecten van het klimaat?

Hoe kunnen we 'waarheidsgetrouwe' journalistiek onderscheiden of afbakenen van fake news?



## Uitdaging

Om de vertaling van wetenschappelijk onderzoek naar nuttige toepassingen te bevorderen, is het belangrijker dat wetenschappelijke kennis altijd de weg vindt naar een breed publiek. Wetenschapscommunicatie kan bovendien de interesse voor wetenschap aanwakkeren bij jongeren en bijdragen tot de wetenschappelijke geletterdheid en kritische zin van de burger in het algemeen. Wetenschappelijke geletterdheid en een kritische ingesteldheid zijn uiteindelijk cruciale vaardigheden om het onderscheid te maken tussen waarheid en leugen, feiten en fake news, of stellingen die gebaseerd zijn op wetenschappelijk bewijs en louter meningen.

## Hoe pakken we dit aan?

Wetenschappelijke geletterdheid aankweken begint in het onderwijs en maakt dus deel uit van de lerarenopleiding, zowel in de alfa- als in de bètawetenschappen. Ook wetenschapscommunicatie buiten het onderwijs is van belang, bijvoorbeeld in de publieke media (zoals radio en kranten), via sociale media, door te zetelen in adviesraden van politieke, sociale, economische en culturele instellingen, door middel van lezingen voor een ruimer publiek of organisaties, of simpelweg via gesprekken met familie of vrienden.

Wie als wetenschapper over zijn onderzoek wil communiceren, moet telkens vertrekken vanuit de doelgroep en de wetenschappelijke boodschap op maat 'vertalen'. Wetenschapscommunicatie vertrekt initieel wel vanuit de onderzoeker, maar is niet uitsluitend een zaak van wetenschappers. Samenwerkingen met (wetenschaps)journalisten, musea en andere partners in het brede culturele veld zijn essentieel om de boodschap over het onderzoek en de maatschappelijke relevantie ervan te versterken en zo de betrokkenheid van de burger te vergroten. De communicatiediensten van onderzoeksinstituten spelen daar nu al een belangrijke rol in als tussenpersoon. Wetenschappers hoeven dus niet zelf de expertise in huis te hebben om een ruim publiek over hun vakgebied te informeren, maar ze moeten wel weten wie ze daarvoor kunnen aanspreken.



79 | 80



# Is het vooruitgangsoptimisme wetenschappelijk verantwoord?



Waren de mensen vroeger zo slim dat ze zonder technologie zoveel dingen konden ontdekken?

Was het vroeger echt beter? Is dat echt zo of kunnen we even gelukkig zijn in de huidige maatschappij?

Hoe lang zal de wetenschap dingen blijven ontdekken?

Zal de wereld nog wel verbeteren voor en door de mens?

## Uitdaging

Uit de vragen van veel burgers komt een vrij somber toekomstbeeld naar voren. Ze maken zich zorgen over het voortbestaan van de planeet, de opwarming van de aarde, oorlog, conflict en armoede, de toenemende polarisatie, de heropflakking van racisme en xenofobie, de toekomstperspectieven van de nieuwe generatie, de toename van kanker en immuunziektes ...

Toch stellen verschillende invloedrijke wetenschappers, zoals Steven Pinker, dat dit de beste tijd ooit is om in te leven. Sinds de verlichting zijn wetenschap en vooruitgang onlosmakelijk met elkaar verbonden in de westerse wereld. Vandaag stelt zich de dringende vraag: kan de wetenschap onze angsten en onzekerheden in de 21ste eeuw wegnemen? En kan ze het vertrouwen in de maakbaarheid van een leefbare aarde en leefbare samenleving herstellen?

## Hoe pakken we dit aan?

De ambitie van de Vlaamse Wetenschapsagenda toont al aan dat we sterk op de toekomst georiënteerd zijn en blijven. Is dat altijd zo geweest of was traditie en geheugen vroeger een belangrijker referentiekader dan de toekomst? Kunnen we leren uit het verleden om de toekomst vorm te geven? We kunnen uiteraard niet enkel

een beroep doen op de geschiedenis als leerschool. We hebben vooral een geïntegreerd wetenschapsmodel nodig dat vanuit de grote maatschappelijke uitdagingen van vandaag vertrekt. Een model waarbij verschillende disciplines in dialoog gaan en verbindend werken. Wetenschappelijk onderbouwde antwoorden op de angsten en onzekerheden van vandaag zullen de grenzen van het vooruitgangsoptimisme duidelijk aangeven.



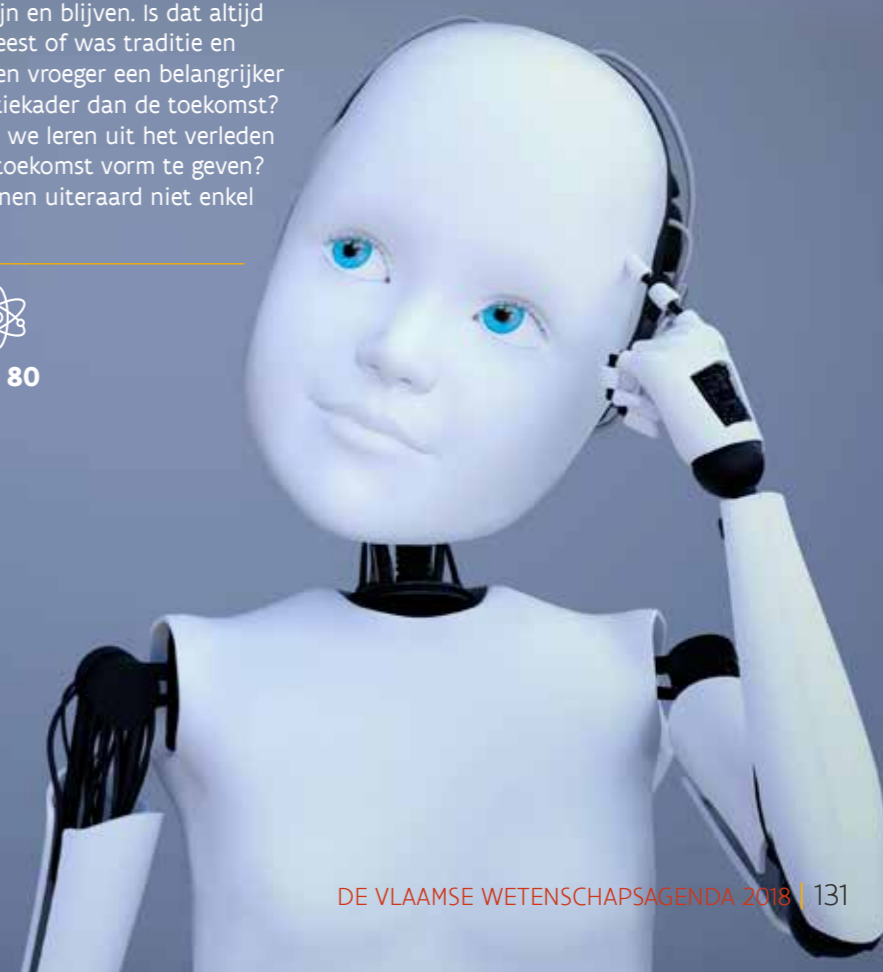
23 | 29 | 34 | 50



52 | 53 | 55



79 | 80



03

## SAMENLEVING EN WETENSCHAP VERBINDEN

Burgerparticipatie als  
vertrekpunt

Netwerk uitbouwen

Zes Weken van de Wetenschap

Clustering van de vragen en  
redactie van de fiches

Vijf Nachten van de Wetenschap

## SAMENLEVING EN WETENSCHAP VERBINDEN

De samenleving en de wetenschap dichter bij elkaar brengen is een van de belangrijkste doelstellingen van de Vlaamse Wetenschapsagenda. Tijdens het hele traject van de Wetenschapsagenda werd de burger op allerlei manieren bevraagd, gehoord en betrokken.

### Burgerparticipatie als vertrekpunt

Toen de Vlaamse Regering aan het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (FWO) de opdracht gaf om een Vlaamse Wetenschapsagenda uit te tekenen, stelde ze als belangrijke voorwaarde dat de Vlaming actief betrokken zou worden bij de opmaak ervan. Het tot stand brengen van verbindingen tussen de bevolking en Vlaamse onderzoekers was dan ook het uitgangspunt van de Wetenschapsagenda. Burgers mochten niet gewoon het onderzoeksobject van dit traject worden, maar werden letterlijk mee aan tafel gezet om hun input maximaal mee te nemen en tot een echte dialoog te komen. Elke stem werd gehoord en alle input werd geregistreerd. Om de opdracht te laten slagen moest het project bovendien zo breed mogelijk uitgerold worden binnen de Vlaamse bevolking.

We namen de basisprincipes van burgerparticipatie mee in het ontwerp en de uitvoering van het project. Zo verliep het hele traject **transparant**: alle informatie was centraal beschikbaar op de website, net als alle input van de burgers en de uitleg hoe we die input verder gingen verwerken. We hanteerden ook een grote **openheid** bij het verzamelen van de vragen. Enkel vragen die beledigend waren of geen enkele relatie hadden met de campagne hebben we geweerd. **Diversiteit** van het publiek was een ander belangrijk element. Door mensen te bereiken via een zo divers mogelijke set methodes en kanalen en door specifieke aandacht te besteden aan moeilijk te bereiken groepen, hebben we een zo divers mogelijke groep Vlamingen proberen

te betrekken. Zo werd het online traject gecombineerd met heel wat evenementen en gesprekken met burgers op allerlei locaties.

De vijf Nachten van de Wetenschap nemen hier een bijzondere plaats in, omdat burgers tijdens die events samen met onderzoekers, organisaties ... rond de tafel gingen zitten. Om op die manier face to face elkaars ideeën te verkennen.

Burgerparticipatie is volop in beweging. Steeds meer initiatieven zetten in op het betrekken van burgers om de inhoud van een proces te verrijken en het draagvlak te vergroten. Voor het traject van de Vlaamse Wetenschapsagenda lieten we ons omringen door politicologen van de KU Leuven en de Radboud Universiteit Nijmegen om de aanpak tijdens en aan het einde van het traject wetenschappelijk te evalueren. De resultaten geven ons inzicht in het belang van burgerparticipatie en leren ons welke rol participatie in de toekomst kan spelen. Ze geven bovendien aan welke punten aandacht verdienen bij mogelijke vervolgstappen in het traject van de Wetenschapsagenda.

### Netwerk uitbouwen

Het FWO kon voor deze ambitieuze opdracht rekenen op ondersteuning vanuit verschillende hoeken. Het ging een samenwerking aan met de Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten (KVAB), de Jonge Academie en het Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI) van de Vlaamse overheid. Daarnaast werd er een klankbordgroep en stuurgroep opgezet, die een sleutelrol speelden in het proces.

### KLANKBORDGROEP

Voor de Vlaamse Wetenschapsagenda ging het FWO een samenwerking aan met een brede groep wetenschappelijke organisaties – zoals de Vlaamse universiteiten en hogescholen, onderzoekscentra en kennisinstellingen – en met bedrijven. Uit de volledige Vlaamse kennisketen werd een klankbordgroep samengesteld. Alle stappen in de totstandkoming van de agenda werden voorgelegd aan de klankbordgroep en afgetoetst. De leden van de klankbordgroep stonden ook mee in voor de brede verspreiding van de campagne. Via hun eigen activiteiten en evenementen hebben ze ervoor gezorgd dat de campagne heel wat mensen wist te bereiken. De Wetenschapsagenda kwam dus mede tot stand dankzij de inzet en het brede wetenschappelijke draagvlak van deze groep.

Daarnaast contacteerden we een bredere groep organisaties, gericht op specifieke doelgroepen zoals scholieren. Die hebben de oproep om vragen in te sturen mee verspreid.

### STUURGROEP

De stuurgroep stuurde de Vlaamse Wetenschapsagenda aan en stond in voor een efficiënte regie. De groep bestond uit vertegenwoordigers van het Departement EWI, afgevaardigden van het kabinet Muyters, de KVAB, de Jonge Academie, het FWO en de expertiscellen wetenschapscommunicatie (als vertegenwoordiging van de Vlaamse universiteiten en hogescholen). Met de stuurgroep beschikte de organisatie over een wendbaar mechanisme waarmee snel beslissingen konden worden genomen over de processen en budgetten van de Wetenschapsagenda.

*De volledige samenstelling van de klankbordgroep en de stuurgroep vind je in de bijlage.*

### Zes Weken van de Wetenschap

Wetenschap belangt ons allemaal aan en ieders vraag is even belangrijk: dat was het uitgangspunt van de zes Weken van de Wetenschap. De uitdaging bestond erin om de vragen van de burger zo breed mogelijk te vatten. Om die maatschappelijke betrokkenheid op grote schaal te creëren, werd een grootscheepse campagne gelanceerd: 'Vraag voor de wetenschap'. Tijdens die campagne gingen we een actieve dialoog aan met de burger, om te weten te komen welke kwesties en thema's de samenleving wil voorleggen aan de wetenschap. De centrale vraag luidde: 'Op welke vraag wil jij dat de wetenschap in Vlaanderen een antwoord biedt?' Om een zo divers mogelijk publiek de kans te geven om een vraag te stellen, werd de campagne niet alleen heel breed verspreid, ze richtte zich ook bewust tot Vlamingen van alle leeftijden, uit allerlei lagen van de bevolking, met verschillende achtergronden en uit allerlei culturen.

Op dinsdag 17 april 2018 traptte het FWO de campagne af met een persmoment waarop Vlaams minister van Werk, Economie, Innovatie en Sport Philippe Muyters aanwezig was. De lancering vond plaats in BruBotics, een multidisciplinair onderzoeksconsortium van de VUB. De start van de campagne miste zijn doel niet. Het project werd massaal opgepikt door de pers.

Centraal in de campagne stond de website [www.vraagvoordewetenschap.be](http://www.vraagvoordewetenschap.be). Daar brachten we alle vragen van burgers en organisaties samen. Burgers konden zich rechtstreeks registreren op het platform en hun vraag ingeven of stemmen op eerder gestelde vragen. Maar ook de vragen die op evenementen en op postkaarten werden ingestuurd zijn allemaal op de website terechtgekomen. Net als vragen die werden gesteld via Twitter met de hashtag 'vraagvoordewetenschap'.



Op de website stond ook een overzicht van het hele proces, informatie over het project en materiaal voor organisaties en individuen om zelf vragen te verzamelen. Je kon er inspiratie opdoen door de ingestuurde vragen te lezen en de video's te bekijken waarin bekende Vlamingen hun eigen vraag voor de wetenschap stelden. In totaal namen 28 BV's en politici een filmpje op met hun vraag voor de wetenschap, onder wie Frank Deboosere, Jill Peeters, Frank Dewinne, Dirk Brossé, Koen Buyse, Maureen en Lieven Scheire.

Via diverse online en offline kanalen zoals sociale media, nieuwsbrieven, affiches, krantenartikels en blogs werden burgers, verenigingen, organisaties, scholen en bedrijven naar de website geleid en geprikkeld om een vraag te stellen. De campagne werd via sociale media (Facebook en Twitter) levendig gehouden. Niet alleen de filmpjes met de vragen van BV's en politici vonden hun weg daarnaartoe, we postten er ook geregeld vragen en antwoorden om de burger te inspireren.

Het FWO en zijn partners voerden actief campagne op allerlei events en activiteiten. Daarnaast waren er vertegenwoordigers aanwezig in overheidsgebouwen, bij verenigingen en op heel wat scholen. De vele betrokken organisaties organiseerden zelf ook tal van initiatieven om vragen te verzamelen. Ze maakten daarbij gebruik van het beschikbare campagnemateriaal: roll-upbanners, flyers, postkaarten, voorbeeldmailings ... We vroegen ook

een honderdtal koepelorganisaties om de campagne mee te verspreiden en hun achterban te enthousiasmeren. Denk maar aan koepels van bedrijven, scholen, armoede-organisaties ... En we reikten methodieken aan om discussies aan te zwengelen en van daaruit nieuwe vragen te formuleren.

Een techniek die tijdens meerdere evenementen gebruikt werd en heel wat vragen opleverde is *brainwriting*. Die participatieve discussievorm vertrekt vanuit de interesse van de deelnemer en helpt om van daaruit een vraag te formuleren. Door anderen daaraan vragen te laten toevoegen, kom je tot meerdere en vaak rijkere vragen.

Opiniemakers legden in opiniestukken in kranten uit op welke vragen de wetenschap volgens hen een antwoord moet bieden en waarom. De campagne haalde meermaals de media (nationale en regionale radio en tv) en dankzij het partnerschap met *Het Nieuwsblad* konden we tijdens de campagne regelmatig een vraag laten beantwoorden door een wetenschapper. De *Jommekeskrant* bleef tot in de zomer maanden vragen behandelen.

Aan het begin van de campagne had minister Muyters de ambitie geformuleerd om vijfduizend vragen in te zamelen. Dat aantal werd ruimschoots overtroffen. In totaal werden 10.559 vragen ingestuurd. Kortom, de zes Weken van de Wetenschap waren een groot succes.



## 6 VERBORGEN PARELS VAN DE WETENSCHAP

Tijdens de campagne kregen een aantal verenigingen en klassen de kans om zes verborgen parels van de wetenschap te bezoeken, fascinerende wetenschapsplekken die niet altijd voor het grote publiek toegankelijk zijn. Ze ontdekten welk onderzoek er plaatsvindt en gingen op zoek naar nieuwe vragen voor de wetenschap.



**BruBotics**, het Brusselse Mens Robot Onderzoekscentrum aan de VUB, is het walhalla van de robotliefhebber. Een multidisciplinair team van meer dan tachtig onderzoekers combineert er het beste van robotica, artificiële intelligentie, ouderenbehoefte, e-health en veel meer. BruBotics streeft ernaar om de levenskwaliteit en de werkomstandigheden van mensen te verbeteren dankzij de *Human Robotic*-technologie. De aftrap van de campagne 'Vraag voor de wetenschap' vond hier plaats.

**Simon Stevin** is de naam van het schip voor kustgebonden oceanografisch onderzoek van het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) in Oostende. Het schip dient ook als trainingsplatform voor studenten uit mariene wetenschappelijke en maritieme opleidingen en als testplatform voor nieuwe technologieën. Zo is de Simon Stevin uitgerust met hoogtechnologische sonartechnieken voor stroommetingen en de karakterisering van de bodem. Een groep lagereschoolkinderen uit Bredene mocht meevaren om meer te weten te komen over dit onderzoek.

**Het Fashion and Textiles Innovation Lab** van de Hogeschool Gent is een broedplaats voor gedigitaliseerde, high-tech en duurzame textiel en kleding. Onderzoekers, docenten en studenten spelen hier in op de maatschappelijke megatrends en de evoluties in de textiel- en kledingindustrie. Kan kleding je sneller doen fietsen? En dragen we straks allemaal textiel uit hennep? We bezochten deze locatie met een vrouwenvereniging, om hen alles te leren over het textiel van de toekomst.

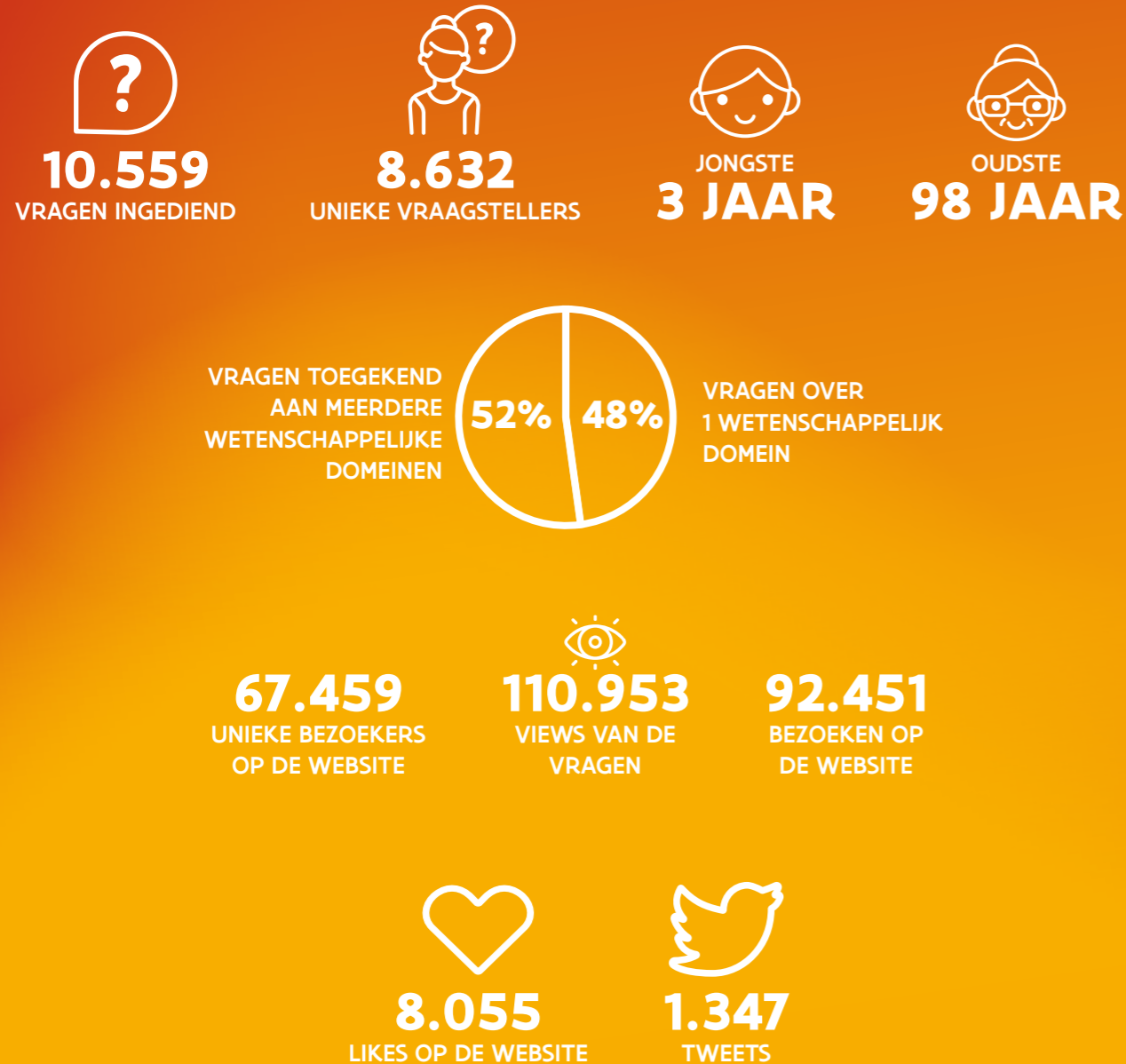
**Ecotron** is een uniek, hoogtechnologisch onderzoekscentrum waarin de Universiteit Hasselt samen met internationale partners de effecten van de klimaatverandering op onze natuur bestudeert. Het onderzoekscentrum bestaat uit dertien ecosysteemkamers waarin het klimaat van de toekomst kan worden nagebootst. Een groep natuurliefhebbers mocht een kijkje nemen in deze teletijdmachine voor klimaatonderzoek.



**De Maurits Sabbebibliotheek** aan de KU Leuven is niet zomaar een bib: je vindt er meer dan een miljoen boeken over alles wat met religie te maken heeft. Het is dan ook een van de grootste en rijkste theologische bibliotheken ter wereld. De bibliotheek huisvest onder meer zo'n 200.000 drukken van voor het jaar 1800. Hét pronkstuk is de originele Anjou-bijbel, een topwerk van Italiaanse miniatuurkunst uit de veertiende eeuw. Leden van een heemkundige kring kregen de kans om deze parel te bezoeken.

**De Corsellis-SINAPS hersencollectie** bevat meer dan achtduizend hersenen. Wat maakt de collectie van het Psychiatrisch Ziekenhuis Duffel en de UAntwerpen zo bijzonder? Het grootste deel is afkomstig van patiënten met heel uiteenlopende neurologische aandoeningen (hersentumoren, dementie, epilepsie ...). Zo'n 1300 hersenen komen van personen met een psychiatrische aandoening. Dat alles levert een schat aan informatie op voor onderzoek. We bezochten deze locatie met hoogbegeerte jongeren.

## OPMERKELIJKE CIJFERS VAN DE CAMPAGNE



### 'VRAAG VOOR DE WETENSCHAP' IN DE MEDIA



### Clustering van de vragen en redactie van de fiches

Zodra de campagne van start ging, zat het team voor de clustering samen om de meer dan tienduizend vragen na te lezen en aan elke vraag een of meerdere disciplines toe te kennen. Dat proces werd ondersteund door de software Content Coding & Moderation (CCM), een intelligente tool die op basis van *machine learning* bepaalde codes suggereerde aan de moderator. Die methode maakte het voor de codeurs mogelijk om de vele vragen vlot te verwerken. Er werden in totaal bijna 40.000 codes toegekend. De codes werden gebruikt om de vragen toe te wijzen aan verschillende wetenschappelijke panels. Zij konden na afloop van de campagne meteen aan de slag om de vragen te bundelen en overkoepelende themavragen te destilleren.

### EXPERTENPANELS AAN ZET

Om de werklast te verdelen werden alle vragen ingedeeld in vijf thematische domeinen: medische wetenschappen, wetenschap en technologie, gedrags- en maatschappijwetenschappen, cultuurwetenschappen en biologische wetenschappen. Rond elk domein werd een wetenschappelijk panel samengesteld, bestaande uit een twintigtal experts met elk zijn of haar specifieke expertise. Zo gaven we de panels een brede multidisciplinaire invulling. Elk panel werd geleid door twee voorzitters, leden van respectievelijk de KVAB en de Jonge Academie. In totaal waren er een



honderdtal experts betrokken, afkomstig van universiteiten, hogescholen, wetenschappelijke instellingen en bedrijven.

*De volledige samenstelling van de vijf panels is opgenomen in de bijlage.*

De leden van elk panel werkten nauw samen om de vragen die aan hun domein waren toegekend te analyseren en inhoudelijk samen te brengen. Zo werden de 10.559 ingediende vragen geclusterd tot 82 thema's, zonder daarbij de individuele vragen uit het oog te verliezen. Gedurende het hele traject was er regelmatig overleg tussen de verschillende panels om ervaringen uit te wisselen en over de disciplines heen tot overkoepelende themavragen

te komen. De finale themavragen kwamen tot stand dankzij doorgedreven overleg met de tien panelvoorzitters als trekker. Elk thema werd uitgebreid besproken en de links tussen de thema's werden blootgelegd en uitgediept.

Per thema nam één panel het voortouw in de inhoudelijke uitdieping, in de vorm van een uitgeschreven fiche. De andere panels werden uitgenodigd om de tekst te verrijken vanuit hun eigen discipline. Ook werden de raakvlakken met andere thema's weergegeven. Het eindresultaat is een reeks fiches waarin de 82 thema's vanuit een brede, multidisciplinaire kijk zijn benaderd.

### NIET-EXHAUSTIEVE MOMENTOPNAME

De manier waarop we de vragen hebben gebundeld is niet gestoeld op exacte wetenschap. Er zijn veel manieren om deze vragen samen te brengen. Hoewel de 82 thema's een zeer goede weergave bieden van de gestelde vragen, is de Vlaamse Wetenschapsagenda niet exhaustief. Ze dekt niet de hele wetenschap. De themavragen brengen een globaal beeld van wat de Vlaming bezighoudt. De Wetenschapsagenda is dus de synthese van deze hele oefening.

Bovendien is dit boek het resultaat van de input op één moment. De bouwstenen van de agenda zijn de vragen die tijdens het voorjaar van 2018 gesteld zijn

en die we geclusterd hebben op een vooraf bepaalde manier. De steekproef van 10.559 vragen moet tot slot ook in perspectief geplaatst worden. Hoe representatief een steekproef is, hangt af van het doel ervan. Een participatietraject als de totstandkoming van de Vlaamse Wetenschapsagenda geeft ruimte om mensen te enthousiasmeren, hen te laten nadenken en met hen in dialoog te gaan. Het doel was dan ook om wetenschap te laten leven en tot meer verbinding te komen tussen wetenschap en de samenleving. Dat is met een output van meer dan 10.000 vragen ruimschoots gelukt.



## WAT LEERDEN DE NACHTEN ONS?

Hoewel de thema's van de Nachten sterk uiteenliepen, doken enkele inzichten herhaaldelijk op:

- Wetenschap moet inzicht geven in de oorzaken en gevolgen van maatschappelijke fenomenen. We zoeken immers verklaringen voor het onbekende.
- Onderzoek moet ernaar streven om het welzijn van mensen te vergroten. Wat zijn bijvoorbeeld de negatieve gevolgen van onze manier van wonen, werken en ons verplaatsen? En hoe kunnen we die oplossen?
- Ethiek is een belangrijk gegeven bij onderzoek. Het is essentieel om vragen te stellen zoals 'Wat is vooruitgang eigenlijk?' of 'Willen we een gezondheidszorg die ons allemaal langer doet leven?'
- Onderzoek moet bijdragen aan een inclusieve samenleving. Hoe kunnen we bijvoorbeeld wetenschappelijke vooruitgang voor iedereen beschikbaar en toegankelijk maken, op het vlak van geneeskunde, wonen, mobiliteit ...?
- Er is meer inzicht nodig in gedragsverandering en hoe we mensen sneller kunnen aanzetten tot positief gedrag.

Ook over de participatieve aanpak staken we iets op:

- De mix van wetenschappers (30 procent) en niet-wetenschappers (70 procent) zorgde voor interessante uitwisselingen die alle aanwezige partijen belangrijk vonden en apprecieerden. Negentig procent van de deelnemers geeft aan dat iedereen zijn mening kon geven en dat er goed naar elkaar werd geluisterd.
- De deelnemers gaven aan dat de avonden leerrijk waren en ze waren over het algemeen positief gestemd. De meesten zien voor zichzelf een rol weggelegd in de samenwerking tussen wetenschap, overheid en andere actoren.
- Wetenschap oefent een sterke aantrekkingskracht uit op jongere generaties. Waar op participatieve evenementen doorgaans een ouder publiek afkomt, waren er tijdens de Nachten opvallend veel jonge deelnemers: 69 procent was jonger dan 45 jaar. De meerderheid was hooggeschoold (80 procent).
- Wetenschappers én burgers moesten soms zoeken naar een taal waarin ze elkaar verstaan. Dat is niet altijd gemakkelijk, maar wel noodzakelijk wanneer mensen vanuit zeer verschillende achtergronden samen willen nadenken over complexe onderwerpen. De deelnemers gaven aan dat dat verkennen van elkaars wereld hen een rijker en dieper inzicht gaf in het belang van wetenschappelijk onderzoek.

## VIJF NACHTEN VAN DE WETENSCHAP

Ook nadat alle vragen verzameld waren, bleef het belangrijk om de burger te betrekken en aan het woord te laten. Daarom nodigden we alle geïnteresseerden uit om tijdens de vijf Nachten van de Wetenschap met onderzoekers, burgers, (middenveld)organisaties en bedrijven in gesprek te gaan over de ingestuurde vragen. Het doel: meer inzicht krijgen in wat er leeft bij de bevolking. Wat maakt deze onderzoeksvragen zo relevant en belangrijk? Waarom stelt de burger deze vraag? Wat leeft er precies? Hoe kan het onderzoek hier rekening mee houden? Met wie kunnen wetenschappers dit samen onderzoeken?

Door over die vragen van gedachten te wisselen kunnen wetenschap en samenleving dichter bij elkaar komen. Wetenschappers krijgen inspiratie voor onderzoek wanneer ze horen wat mensen bezighoudt. En burgers, organisaties en bedrijven zien de relevantie van wetenschappelijk onderzoek en de mogelijkheden die het biedt.

### VIJF THEMA'S

De Nachten vonden plaats in Leuven, Gent, Antwerpen, Hasselt en Kortrijk, tussen 15 en 25 oktober 2018. Er kwamen telkens tussen de vijftig en zeventig deelnemers op af: burgers, wetenschappers, vertegenwoordigers van organisaties en bedrijven die hun steentje wilden bijdragen.

Elke avond stond in het teken van een ander thema dat sterk naar voren kwam uit de ingediende vragen:

#### Worden we binnenkort allemaal met gemak 120 jaar?

**Van de oerknal tot de mens van de toekomst: waar komen we vandaan en waar gaan we naartoe?**

**Van plasticsoep tot klimaatverandering: hoe houden we de aarde leefbaar?**

**Van zelfrijdende auto's tot slimme steden: hoe wonen, werken en verplaatsen we ons in de toekomst?**

**Migratie, hoe brengt het onze samenleving in beweging?**

Twee wetenschappers gaven telkens hun kijk op het thema en het maatschappelijk belang ervan. Vervolgens bogen de deelnemers zich in groepjes over een concreet onderwerp.

Tijdens de Nachten werd niet enkel het belang besproken van de vragen die de campagne 'Vraag voor de wetenschap' opleverde. Ook de manier waarop die vragen onderzocht moeten worden kwam uitgebreid aan bod. Het is zonder meer duidelijk dat het onderzoek rond onze complexe wereld steeds meer interdisciplinair moet zijn en dat samenwerking tussen wetenschap en samenleving hard nodig is.

## WORDEN WE BINNENKORT ALLEMAAL MET GEMAK 120 JAAR?

De eerste Nacht vond plaats in kunstencentrum OPEK in Leuven. Voor de discussies van start gingen, legde Hetty Helmoortel (UGent) vanuit haar ervaring als specialist in kankeronderzoek het belang van wetenschapscommunicatie uit.

Jeroen Raes (KU Leuven en Vlaams Instituut voor Biotechnologie) gaf de aanwezigen op zijn beurt inkijk in de totstandkoming van een onderzoeksprogramma. Hij inspireerde hen met het verhaal van zijn onderzoek over darmflora, waarbij samenwerking met een grote groep burgers het mogelijk maakt om gegevens te verzamelen over voeding en gewoontes.

Tijdens de rondetafelgesprekken kwamen de volgende onderwerpen aan bod:

- 💡 Kunnen we alsmat ouder worden en toch fit en gezond blijven?
- 💡 Hoe ontstaat kanker en hoe kunnen we de ziekte voorkomen, opsporen en genezen?
- 💡 Hoe houden we ons mentaal gezond?

- 💡 Hoe zorgen we voor degelijke en betaalbare gezondheidszorg voor iedereen?
- 💡 Alternatieve behandelingen: kan er meer onderzoek gaan naar de doeltreffendheid ervan?
- 💡 Wat is de impact van externe omgevingsfactoren, zoals fijn stof of straling, op onze gezondheid? En hoe kunnen we dat voorkomen?
- 💡 Hoe zal technologie bijdragen tot het voorspellen en vaststellen van ziektes?
- 💡 Wetenschappelijke vooruitgang: wat is ethisch (on)verantwoord?

**“BELANGRIJKER NOG DAN LANGER BLIJVEN LEVEN IS DE LEVENSKWALITEIT VERLENGEN EN VERHOGEN”**

## RODE DRADEN

Op het einde van de avond konden we deze bedenkingen optekenen:

**Voorkomen is belangrijker dan genezen.** We moeten onderzoek doen naar ziektes genezen, maar wat nog meer aandacht verdient is hoe we ziektes kunnen voorkomen en hoe we fit en gezond kunnen blijven. Dat kan gaan over persoonlijke gewoontes, zoals eetgewoontes en beweging, maar ook over externe oorzaken van ziekte, zoals fijn stof en vervuiling door plastic. Belangrijker nog dan langer blijven leven is de levenskwaliteit verlengen en verhogen.

**Toegankelijke en betaalbare gezondheidszorg.** Een belangrijke uitdaging is de toegankelijkheid en de betaalbaarheid van gezondheidszorg en het onderzoek daarvoor. De deelnemers wezen daarbij op een tegenstrijdigheid in de financiering van onze gezondheidszorg: onder andere dokters en de farmaceutische industrie verdienen geld aan het genezen van zieken. Een alternatief hiervoor is de insteek van positieve gezondheid, waarbij het gezond houden van mensen vooropgesteld wordt, en de nadruk dus meer bij preventie ligt. Een bijkomende bezorgdheid is dat medisch onderzoek en de steeds verder evoluerende technologie alsnog meer geld kosten. Hoe zorgen we ervoor dat dit betaalbaar blijft?

**Ethisch kader.** De deelnemers stelden ethische vragen over de grenzen van onderzoek en van gezondheidszorg: is het wel wenselijk dat we steeds langer leven, gezien de negatieve impact van de mens op de aarde? In hoeverre kan, mag en wil de mens gedigitaliseerd worden? Welke methoden van genezing vinden we ethisch verantwoord en welke niet? Er is nood aan een ethische kader binnen

elk onderzoek en een kritische analyse om willekeur, uitbuiting, manipulatie en ongelijkheid tegen te gaan.

**De bevolking informeren.** Als het gaat om gezondheidsonderzoek, is het enorm belangrijk dat de bevolking duidelijk geïnformeerd wordt. Dat zorgt voor meer kennis en begrip over mogelijke behandelingen, de gezondheidseffecten van onze dagelijkse gewoontes, de mogelijkheden en beperkingen van technologie ... Bovendien kan je op die manier bepaalde taboes doorprikken, bijvoorbeeld over geestelijke gezondheid.

**Interdisciplinaire samenwerking.** De deelnemers benadrukten het belang van interdisciplinaire samenwerking, omdat gezondheid een zeer complex gegeven is, dat een invloed heeft op de hele samenleving. Burgers moeten ook betrokken worden bij onderzoek over gezondheid.



pers om de voordelen, nadelen en risico's van hun onderzoek uit te leggen aan het brede publiek, zodat mensen begrijpen waar onderzoek over gaat, waar het geld vandaan komt en hoe we met dat onderzoek omgaan. Wetenschappers moeten de rol opnemen van **betrouwbare bron** en erop letten dat ze hun **neutraliteit** behouden.

Meer **samenwerking** tussen onderzoekers, burgers, overheid en industrie is voor Jeroen Raes een evidente evolutie. Hij ziet die meerwaarde bijvoorbeeld duidelijk in het darmfloraprogramma, dat resultaten oplevert omdat alle partijen goed gecoördineerd samenwerken. Als we met maatschappelijk relevante thema's bezig zijn, kunnen we niet anders dan de **maatschappelijke actoren** er **actief** bij **betrekken**.

## VAN DE OERKNAL TOT DE MENS VAN DE TOEKOMST: WAAR KOMEN WE VANDAAN EN WAAR GAAN WE NAARTOE?

De avond in De Krook in Gent werd ingeleid door Jorgen D'Hondt (VUB) en Katrien Schaubroeck (UAntwerpen). Jorgen D'Hondt nam de deelnemers mee langs de grootste en kleinste bouwstenen van het universum. Hij liet zien hoe wetenschappers, gedreven door nieuwsgierigheid, op zoek gaan naar de oorsprong van alles. Die gedrevenheid heeft geleid tot de ontwikkeling van meetinstrumenten, zoals deeltjesversnellers, waarmee we steeds kleinere bouwstenen kunnen onderzoeken.

Katrien Schaubroeck liet ons nadenken over de mogelijkheid van morele vooruitgang, vertrekkend vanuit de vraag of het mogelijk is om onze beperkingen als mens te overstijgen. Worden mensen fundamenteel gedreven door eigenbelang? En is dat dan een probleem? Zijn we in staat tot het moreel goede? En welke rol speelt onze menselijke natuur daarin?

Tijdens de rondetafelgesprekken kwamen deze onderwerpen aan bod:

- ⚡ Hoe is het leven ontstaan?
- ⚡ Is er leven buiten onze aarde mogelijk?
- ⚡ Hoe evolueren mensen en andere organismen in de toekomst en wat zijn de grenzen daarvan?
- ⚡ Is het vooruitgangsoptimisme wetenschappelijk verantwoord?
- ⚡ Hoe wil de mens ingrijpen in de evolutie?
- ⚡ Hoe zullen robots en artificiële intelligentie (AI) onze interactie met onze omgeving beïnvloeden?

## RODE DRADEN

Op het einde van de avond konden we deze bedenkingen optekenen:

**Nieuwsgierigheid.** Onderzoek naar de afkomst en de toekomst van de mens komt voort uit onze grote nieuwsgierigheid. We zijn op zoek naar orde en verklaringen voor het onbekende en willen weten welke mogelijkheden er bestaan die we nu nog niet kennen.

**Het leven verbeteren.** Dit onderzoek is ook belangrijk omdat het ons leven beter kan maken of problemen waarmee we worstelen kan oplossen, zoals gezondheidsproblemen, het tekort aan grondstoffen, overbevolking of hongersnood.

**Ethische grenzen van vooruitgang.** Onderzoek naar onze evolutie stoot op belangrijke ethische vragen: waar ligt de grens van de vooruitgang? Hoe ver willen we gaan op medisch vlak? En op het vlak van technologie, bijvoorbeeld met arti-

ficiële intelligentie? Bringen we onszelf daarmee niet in gevaar? In welke mate willen we ingrijpen in de evolutie van mensen, dieren en de planeet? En kunnen we onze impact wel beperken?

**Wat is vooruitgang eigenlijk?** Ons geloof in vooruitgang stimuleert ons om steeds meer onderzoek te doen. Over het fenomeen vooruitgang is echter ook kritisch onderzoek nodig. Wat is vooruitgang eigenlijk? We zijn ons bewust van de grote impact die de mens en zijn keuzes hebben op de omgeving: milieueffecten, sociale gevolgen ... Doorheen de geschiedenis is gebleken dat bepaalde evoluties, die op het eerste gezicht positief lijken, op lange termijn zeer negatieve effecten met zich meebrengen. Waaraan meten we vooruitgang dan af? We hebben de verantwoordelijkheid om stil te staan bij de keuzes die we maken: welk onderzoek willen we doen en hoe willen we de bevindingen gebruiken?

## REFLECTIES

De avond eindigde met een reflectie van Hetty Helsmoortel en Jeroen Raes over de gesprekken die zij beluisterden aan de verschillende tafels. Wat hen opviel was in de eerste plaats het belang dat mensen hechten aan de **ethische dimensie** van onderzoek. Big data bijvoorbeeld bieden veel mogelijkheden, maar de deelnemers vragen zich af wie er recht heeft om die data te gebruiken en welke regelgeving er nodig is.

**Heldere communicatie** over gezondheid is erg belangrijk. Het is dan ook de taak van wetenschap-

## REFLECTIES

Jorgen D'Hondt en Katrien Schaubroeck sloten de avond af met een aantal reflecties:

Tijdens de campagne 'Vraag voor de wetenschap' werden veel vragen verzameld van nieuwsgierige mensen. **Nieuwsgierigheid** en de capaciteit om die nieuwsgierigheid te verkennen is een essentiële eigenschap van mensen. Kunnen we een systeem bedenken waarbij iedereen gestimuleerd wordt om zulke vragen te blijven stellen? Kan het onderwijs een sleutelrol spelen om jong en oud te blijven stimuleren om deze vragen te stellen?

En hoe gaan we met die vragen om? Wie beslist op welke vragen we een antwoord bedenken en aan welke vragen we prioriteit geven? Mogen wij als wetenschapper nog vrij ruim denken en nieuwe vragen formuleren, of moet er eerst een noodzaak zijn om de vraag te stellen? Het **samenspel tussen overheid, maatschappij en onderzoekers** is daar belangrijk in.





## VAN PLASTICSOEP TOT KLIMAATVERANDERING: HOE HOUDEN WE DE AARDE LEEFBAAR?

In het VIVES Innovation Centre in Kortrijk werden de deelnemers ontvangen door Jan Seys (Vlaams Instituut voor de Zee) en Jan Van Dierdonck (Hogeschool UC Leuven-Limburg). Jan Seys stelde de problematiek van de avond meteen scherp door de samenhang van drie P's toe te lichten: *plankton* werd ooit ondergronds omgevormd tot *petroleum*, dat op zijn beurt tot *plastic* verwerkt wordt. Plankton speelt een positieve rol in het in stand houden van een gezonde leefomgeving. Het wordt echter bedreigd door de versterking van de mariene ecosystemen: petroleum en plastic die het milieu vervuilen.

Jan Van Dierdonck zorgde voor een hoopgevende noot door voorbeelden te noemen van onderzoek naar bioafbreekbare alternatieven voor plastic en andere alternatieven die nu al toegepast worden.

Tijdens de rondetafelgesprekken kwamen de volgende onderwerpen aan bod:

- 💡 (Hoe) overleven we de klimaatverandering?
- 💡 Hoeveel mensen kan onze wereld aan?
- 💡 Mōeten en kunnen we (economisch) blijven groeien?
- 💡 Milieuverontreiniging: wat zijn de effecten en hoe voorkomen we dit?
- 💡 Hoe kunnen we mensen aanzetten tot duurzaam gedrag?
- 💡 Hoe beschermen en herstellen we de biodiversiteit op aarde?

“ECONOMIE EN ECOLOGIE MOETEN HAND IN HAND GAAN IN HET BELANG VAN IEDEREEN, HIER IN HET WESTEN EN ELDERS IN DE WERELD, NU EN OOK LATER”

### RODE DRADEN

Op het einde van de avond konden we deze bedenkingen optekenen:

**Het voortbestaan van onze soort.** De deelnemers voelen aan dat de leefbaarheid van de aarde een heel fundamentele en urgente uitdaging is die absoluut wetenschappelijk onderzocht moet worden. Dit thema hangt immers samen met het voortbestaan van onze soort op aarde.

**Economie en ecologie in dienst van welzijn.** Het onderzoek moet zich toespitsen op zowel de korte als de lange termijn en moet alle actoren en factoren in rekening brengen. Economie en ecologie moeten hand in hand gaan en bovendien in het belang zijn van iedereen: hier in het Westen en elders in de wereld, nu en later. Er moet een globale aanpak komen en de toetssteen moet zijn dat het welzijn verbetert – wetende dat er momenteel een algemeen ongenoegen groeit en een toenemende ongelijkheid.

**Gedagsverandering.** Gedagsverandering is uiterst moeilijk en verloopt traag. Daarom moet de wetenschap onderzoeken hoe mentaliteitswijziging en gedagsverandering best tot stand komen. Hoe creëren we een draagvlak bij alle actoren? Hoe kunnen we gewoontes helpen doorbreken en intrinsieke motivatie creëren? Hoe gaan we om met mensen die bang zijn voor de impact van veranderingen op hun levenskwaliteit? Met de inzichten die het onderzoek oplevert, moeten alle actoren samen aan de slag: onderwijs, bedrijven, overheid, middenveld, burgers ... Het is essentieel dat we iedereen betrekken en activeren, en daar moet in alle fases van onderzoek rekening mee worden gehouden.

**Trefzekerder met big data.** Onderzoek zou zich moeten toespitsen op het verzamelen van de juiste informatie en big data: de gegevens die garanderen dat we inzetten op de gedagsveranderingen met het grootste effect. Prognoses moeten zo juist mogelijk zijn. Het informeren en sensibiliseren van het brede publiek moet immers gebaseerd zijn op objectieve informatie met een bewezen positieve effectiviteit op langere termijn.



Om de avond af te sluiten reflecteerden Jan Seys en Jan van Dierdonck over de besproken onderwerpen op basis van inzichten die ze haalden uit de discussies aan de tafels.

Wat verstaan we precies onder duurzaamheid? Gaat het erom de planeet door te geven aan onze kinderen en kleinkinderen, op een manier die minstens zo goed is als hoe wij ze ontvangen hebben? Dat is een **altruïstische manier om naar de wereld te kijken**, waarbij het sociale aspect erg belangrijk is.

De vraag hoe we de **klimaatverandering** kunnen overleven is de **meest essentiële vraag**. Alle andere vragen maken daar deel van uit. Klimaatverandering gaat over temperatuur, fossiele brandstoffen, biodiversiteit ... Die zaken kan je niet los zien van elkaar. Je moet naar het geheel kijken, en daarin is het **sociale aspect** erg belangrijk. Het is een complex verhaal dat nieuwe problemen met zich zal meebrengen. Het zal dan ook belangrijk zijn om met de hele bevolking samen te werken. Als we oplossingen voorstellen moeten we iedereen meekrijgen: onderzoekers, bedrijven, politici, burgers.

De manier waarop we **boodschappen** over klimaatverandering en duurzaamheid brengen speelt een grote rol. Moeten we ervoor kiezen om boodschappen en onderzoek enkel op een positieve manier te verwoorden? Als we over de enorme uitdagingen communiceren en mensen overladen met negatieve boodschappen, zullen mensen dan niet het gevoel krijgen dat ze er toch niets meer aan kunnen doen?

Tijdens de gesprekken was er in elk geval weinig te merken van doemdenken. Er heerste een positieve vibe om er samen iets van te maken.

## VAN ZELFRIJDENDE AUTO'S TOT SLIMME STEDEN: HOE WONEN, WERKEN EN VERPLAATSEN WE ONS IN DE TOEKOMST?

De Karel de Grote Hogeschool in Antwerpen zette haar deuren open voor de vierde Nacht van de Wetenschap. Cathy Macharis (VUB-MOBI) schetste als inleiding een beeld van de stad en de mobiliteit van de toekomst, aan de hand van het concept *the human city* en de 4 P's van de humane stad: *proximity, prosperity, place for humans* en *participation*. Geert Wets (UHasselt) ging in op de evolutie van technologieën zoals autonome voertuigen, *mobility as a service* en communiserende voertuigen. Hij eindigde met vier mogelijke toekomstscenario's voor mobiliteit waarin gedeeld vervoer, automatische voertuigen en elektrische voertuigen een rol spelen.

Tijdens de rondetafelgesprekken kwamen de volgende onderwerpen aan bod:

- De mobiliteit van morgen: welke weg kiezen wij en wat zijn de obstakels?
- Hoe kunnen we het wonen zo veilig, betaalbaar en rechtvaardig mogelijk organiseren?
- Hoe houden we werk werkbaar?
- Hoe verbeteren we de levenskwaliteit in de openbare ruimte?
- Zijn we in staat om ons gedrag bewust aan te passen in functie van een betere en meer leefbare wereld?
- Welke brandstof is het duurzaamst?

“DE OMMEKEER NAAR DUURZAAMHEID KAN MAAR GEREALISEERD WORDEN ALS HET BELEID GERICHT IS OP DE LANGE TERMIJN VANUIT EEN ONDERBOUWDE, HOLISTISCHE KIJK EN EEN DUIDELIJKE VISIE”

### RODE DRADEN

Op het einde van de avond konden we deze bedenkingen optekenen:

**Neveneffecten.** Onze huidige manier van wonen, werken en ons verplaatsen heeft veel negatieve gevolgen: milieuschade, schade aan onze gezondheid, economische schade, verminderde leefbaarheid, verminderde levenskwaliteit, negatieve impact op sociaal contact, ongelijkheid, slechtere mentale gezondheid ... De situatie is onhoudbaar en er is dringende nood aan oplossingen.

**Gedragverandering verloopt traag.** Om wonen, werken en mobiliteit op een andere manier te organiseren, dringt een mentaliteitswijziging zich op. Maar om mensen hun gedrag te laten aanpassen, moeten ze eerst geïnformeerd en gesensibiliseerd worden. Dat is een traag proces, dus moeten we geduldig zijn. Tegelijk moeten we wel verder onderzoeken hoe dat proces versneld of ondersteund kan worden.

**Globale visie in plaats van snel gewin.** De ommekeer in onze manier van organiseren kan enkel gerealiseerd worden als het beleid gericht is op de lange termijn, vanuit een onderbouwde, holistische kijk en een duidelijke visie. De korte termijn en economische belangen mogen dus niet de sturende factoren zijn.

**Gebruiken in plaats van bezitten.** Veel van de oplossingen voor de huidige problemen liggen in meer collectiviteit: het gedeeld gebruik van goederen, de evolutie van bezitten naar gebruiken.

**Voor iedereen beschikbaar.** Ook inclusiviteit is een belangrijk aandachtspunt. Iedereen moet meegenomen worden in deze evolutie. Nieuwe vormen van wonen, werken en mobiliteit moeten voor iedereen beschikbaar en toegankelijk zijn. Daarbij moet er aandacht zijn voor zowel socio-economische als culturele diversiteit.



### REFLECTIES

Op het einde blikten Geert Wets en Cathy Macharis terug op wat zij gehoord hadden aan de tafels.

Ons gedrag wordt niet enkel gestuurd door wat we weten dat best is, maar ook door onze **emoties en angsten**. Je kan heel goed weten dat het beter is om de fiets te nemen en toch bij de eerstvolgende gelegenheid in de auto springen.

Maar **gedrag is moeilijk te veranderen**. Je kan het vergelijken met een olifant die je een andere richting wil laten uitgaan. Om dat te bereiken ga je datgene dat het proces stuurt aanspreken, namelijk onze hersenen. Die kunnen proberen om de olifant van richting te doen veranderen, maar daar is veel wilskracht voor nodig. De olifant staat hier voor de emoties en angsten die we in rekening moeten brengen bij gedragsverandering.

Is het nieuwe pad makkelijk berijdbaar en **aantrekkelijk**, dan zal gedrag sneller veranderen. We moeten er dus voor zorgen dat nieuwe en duurzame transportmodi aantrekkelijk zijn.

Tot slot is het belangrijk dat je op een geïnformeerde manier kan beslissen hoe je je verplaatst of welke auto je koopt en welke brandstof je wil gebruiken. Hoe zorgen we er dan voor dat **objectieve informatie** op een transparante manier gecommuniceerd wordt naar het brede publiek?



## MIGRATIE, HOE BRENGT HET ONZE SAMENLEVING IN BEWEGING?

De laatste Nacht van de Wetenschap vond plaats in de Oude Gevangenis aan de UHasselt. Johan Wets (KU Leuven-HIVA) haalde een aantal stellingen aan, zoals: 'Internationale migratie is op zich geen probleem. Grootschalige niet of moeilijk te controleren migratie is dat wel.' Verder doorspekte hij zijn betoog met enkele quotes over migratie en maatschappelijke verandering. Zo sloot hij af met een citaat van de Schotse ondernemer Thomas Dewar: "Minds are like parachutes. They only function when open". Een uitnodiging voor een open en breed maatschappelijk debat.

Patrizia Zanoni (UHasselt) wilde het bewust niet over migratie hebben, maar wel over diversiteit. Migratie definieert groepen door hun afkomst in de ruimte, benadrukt wie er eerst was en wie later gekomen is en stuurt aan op een discussie rond verschillende rechten van die twee groepen, stelde ze. Ze duidde de problematisering van

diversiteit als een wij-zij-tegenstelling en brak een lans voor het inclusiever maken van instituties als het onderwijs en de arbeidsmarkt.

Tijdens de rondetafelgesprekken kwamen de volgende onderwerpen aan bod:

- 💡 Migratie: waarom migreren mensen en welk effect heeft het op de samenleving?
- 💡 Inclusieve samenleving: hoe verklaren we ongelijkheid en discriminatie?
- 💡 Welke rol kan zingeving spelen in onze moderne samenleving?
- 💡 Hoe krijgen we armoede de wereld uit?
- 💡 Hoe kunnen we oorlog en geweld vermijden?

### RODE DRADEN

Op het einde van de avond konden we deze bedenkingen optekenen:

#### Negatieve gevolgen voor mens en samenleving.

Ongelijkheid, discriminatie, armoede en oorlog hebben allemaal negatieve gevolgen. Enerzijds voor de betrokkenen (psychologische schade, beperkte kansen, verlaagde levenskwaliteit), anderzijds voor de samenleving (criminaliteit, verminderde leefbaarheid in de stad, conflict en polarisering in de samenleving). In functie van het algemeen welzijn is het daarom van belang dat wetenschappelijk onderzoek de oorzaken, problemen en mogelijke oplossingen in kaart brengt.

**Gezamenlijke opdracht.** Vanuit onze waarden en normen voelen we aan dat discriminatie niet goed is, dat armoede opgelost moet worden, en dat we op een andere manier met elkaar zouden moeten omgaan. Het is een gezamenlijke verantwoordelijkheid om wereldproblemen als oorlog, armoede en klimaatopwarming te onderzoeken en aan te pakken.

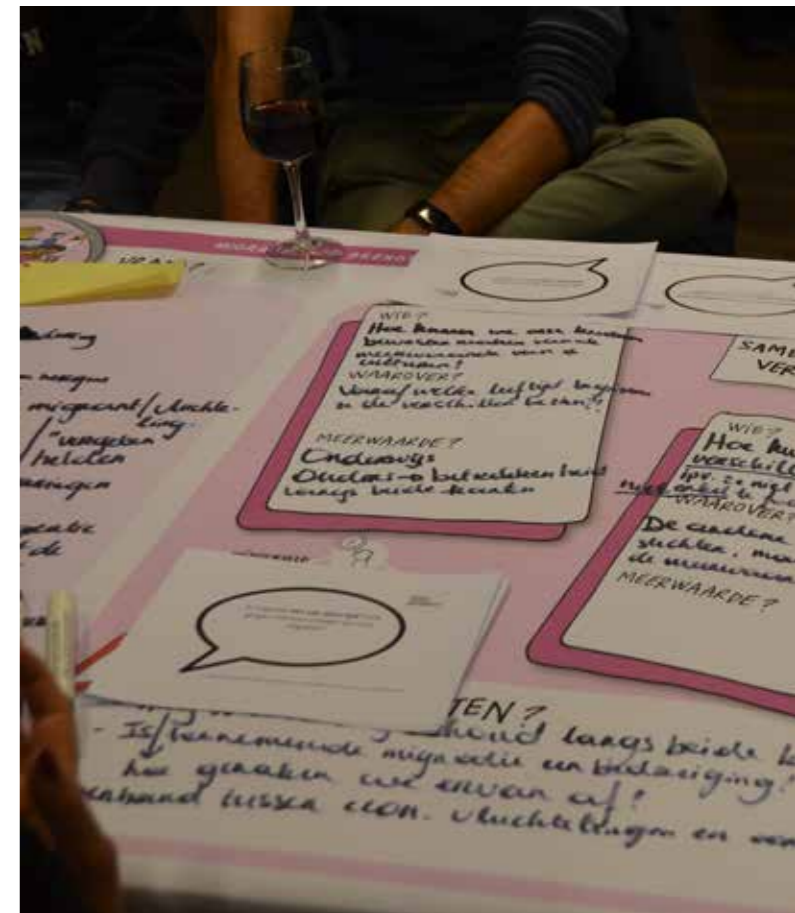
**Polarisering.** Tegelijk stellen we in de samenleving een sterke polarisering vast, met discriminatie, exclusie en wij-zij-denken. Er heersen veel stereotypen en vooroordelen, met als gevolg dat mensen een negatief beeld hebben van migranten, vluchtelingen, andere culturen ... Dat alles komt voort uit angst voor verandering en het onbekende, en uit onzekerheid. Die angst moeten we

wegnemen. Media – zeker sociale media – maar ook het politieke discours spelen een belangrijke rol in het voeden van polarisering en angst. Wetenschappelijk inzicht in die dynamiek is belangrijk om dat tegen te gaan.

**Openheid en verbinding als alternatief.** Een alternatief ligt in het zien van de meerwaarde van culturele verschillen en in het zoeken naar de gelijknissen en het openen van de dialoog tussen culturen, door naar elkaar te luisteren, elkaar te proberen begrijpen en verbinding te zoeken. Onderzoek zou concrete toepassingen van die houding moeten kunnen aanreiken, zodat we angst en polarisering kunnen tegengaan.

**Hefboom in het onderwijs.** Door in te zetten op inclusie en kinderen intercultureel te vormen, kunnen we polarisering en onverdraagzaamheid tegengaan. Wetenschap kan inzicht bieden in hoe we dat in de praktijk kunnen brengen.

**Onze invloed als consument.** Tot slot is het belangrijk dat we ons bewust zijn van de invloed van onze levensstijl op globale problemen zoals armoede, klimaatopwarming, conflict en oorlog. Oneerlijke handelsrelaties en onze consumptiemaatschappij hebben bijvoorbeeld grote gevolgen op al die vlakken. Dat wil ook zeggen dat we als consument invloed hebben als we bepaalde keuzes wel of niet maken. Als we anders willen handelen, is het belangrijk dat er wetenschappelijk onderzoek gebeurt naar alternatieve systemen, waar we ons op kunnen baseren.



“DE CONSUMENT HEEFT INVLOED ALS HIJ BEPAALDE KEUZES WEL OF NIET MAAKT. ONDERZOEK KAN ONS TONEN WAT ALTERNATIEVE SYSTEMEN ZIJN WAAROP WE ONZE KEUZES KUNNEN BASEREN”

### REFLECTIES

De avond werd afgesloten met enkele beschouwingen van Johan Wets en Patrizia Zanoni op basis van wat zij doorheen de avond gezien en gehoord hadden. Zo benadrukte Patrizia Zanoni opnieuw de **kracht van diversiteit**, die we ook tijdens het event zagen. Het

waren zeer boeiende gesprekken tussen mannen en vrouwen van verschillende leeftijden en met verschillende achtergronden. Ze onderstreepte ook de **rol en verantwoordelijkheid** van de **overheid** rond het inclusief maken van onze instituties.

Johan Wets gaf op zijn beurt aan dat **respect** een sleutelvariabele is als je kijkt naar integratie. Er wordt vaak gesproken over tolerantie, maar tolerantie veronderstelt een machtsrelatie. Respect voor andere mensen, andere ideeën, andere religies: dat gaat over gelijkwaardigheid.



04

**BESLUIT**

---

# BRUG TUSSEN WETENSCHAP EN MAATSCHAPPIJ

De Vlaamse wetenschap leeft. De Vlaming is geboeid door wetenschap en wil bij wetenschappelijk onderzoek betrokken worden. Dat is zowat de belangrijkste conclusie van de Vlaamse Wetenschapsagenda, die daarmee ook geslaagd is in haar opzet om de Vlamingen aan te sporen hun stem te laten horen en onderwerpen die hen bezighouden voor te leggen aan de wetenschap. Meer dan tienduizend reacties ontvingen we: een overweldigend succes, met als resultaat een fraaie bundel met interessante en zeer relevante onderzoeksvragen.

## Burgers betrekken

De Vlaamse Wetenschapsagenda laat burgers op een unieke manier kennismaken met het wetenschappelijk onderzoek in Vlaanderen. Dat Vlamingen geïnteresseerd zijn en vertrouwen hebben in de wetenschap, bleek al uit de Wetenschapsbarometer, een peiling die het Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI) van de Vlaamse overheid in het voorjaar van 2018 organiseerde. Eén op de drie respondenten gaf zelfs aan graag betrokken te willen worden bij de uitvoering van een wetenschappelijk onderzoeksproject. De Wetenschapsagenda zoomt in op het belang van burgerparticipatie en nodigt wetenschappers, burgers, overheidsinstellingen en bedrijven uit om samen aan de slag te gaan met wetenschap en de oplossingen voor de uitdagingen van morgen mee vorm te geven.

Verschillende succesvolle initiatieven rond burgerparticipatie, co-creatie en dialoog kunnen inspireren. Denk maar aan de burgerkabinetten georganiseerd door de departementen

Cultuur, Jeugd en Media, die hebben geresulteerd in nieuwe beleidsvoorstellen. Of aan het forum over de toekomst van het secundair onderwijs en het forum rond de terugbetaling van de gezondheidszorg. Dialogen tussen experts en burgers leveren keer op keer waardevolle informatie op, ook als het om complexe vraagstukken gaat. De Nachten van de Wetenschap hebben aangetoond dat een open discussie over wetenschappelijke uitdagingen de inhoud en aanpak ervan danig kan verrijken.

Bovendien worden burgers steeds mondiger, durven ze zaken kritisch te benaderen en vragen ze meer inspraak. Die tendens doet zich al jaren voor. Het draagvlak voor wetenschap wordt daarmee steeds belangrijker en het beweegt wetenschappers ertoe om de mogelijkheden te verkennen om de dialoog met de burger aan te gaan. Wetenschappers en beleidsmakers zijn ervan overtuigd dat burgers betrekken bij maatschappelijke thema's en wetenschappelijke vraagstukken de inhoud kan verrijken.

## Complexere vragen vergen multidisciplinaire wetenschap

Ook binnen de wetenschap moeten verbinding en samenwerking de sleutelwoorden worden, en ook daar draagt de Vlaamse Wetenschapsagenda toe bij. De agenda nodigt de wetenschappelijke wereld uit om onderzoeksvragen te benaderen vanuit een breed en open perspectief, over de grenzen van disciplines heen. Verbindingen binnen de eigen wetenschappelijke discipline – de exacte wetenschappen, medische wetenschappen, cultuurwetenschappen en gedrags- en maatschappijwetenschappen – zijn vandaag al courant. Maar samenwerkingen over de verschillende wetenschapsdomeinen heen liggen nog veel minder voor de hand. De Wetenschapsagenda wil de samenwerking een duwtje in de rug geven.

Multidisciplinaire panels bogen zich over de diverse onderzoeksvragen die Vlaanderen instuurde, destilleerden er thema's uit, identificeerden de uitdagingen, stelden een gezamenlijke aanpak voor en brachten de raakvlakken met andere thema's in kaart. Dit project kan deze en volgende generaties van wetenschappers inspireren om over de muren van hun onderzoeksdomein te kijken en bruggen te slaan naar andere disciplines.

## Wetenschapscommunicatie wint aan belang

Het beeld van de wetenschapper in zijn ivoren toren is al lang passé.



Blogs worden gevoed met wetenschappelijke feiten, bijna wekelijks nemen wetenschappers deel aan talkshows en bijna dagelijks verschijnen opiniestukken van onderzoekers in de kranten. Wetenschappelijke kennis wordt breed gedeeld. Impulsen geven aan het publieke debat behoort tot de kerntaken van onderzoekers. Onderzoek wordt voor een groot deel door de samenleving gefinancierd. Het is dan ook vanzelfsprekend dat de resultaten breed gedeeld worden. Wetenschapscommunicatie wordt alsnog belangrijker, en wetenschappers leveren al veel inspanningen op dat vlak. Veel projectaanvragen omvatten een luik rond kennisvalorisatie en disseminatie. Steeds meer wetenschappers zetten de stap om hun onderzoek te vertalen naar een breed publiek, via lezingen, toegankelijke artikels, debatavonden, wetenschapscafés enzovoort.

Toch wijst de Vlaamse Wetenschapsagenda uit dat veel wetenschappelijke informatie de burger nog niet bereikt. Op verschillende van de gestelde vragen heeft de wetenschap vandaag al een antwoord, maar burgers kennen die oplossingen nog niet. Het belang van (wetenschaps)communicatie, educatie en

kwaliteitsvol onderwijs is daarmee nog eens in de verf gezet. Zeker in tijden waarop alles op het internet beschikbaar is, kan het belang van betrouwbare wetenschapscommunicatie moeilijk overschat worden. Onderzoekers vinden in de Wetenschapsagenda heel wat ideeën en aanknopingspunten om het verspreiden van hun wetenschappelijke kennis vorm te geven. Het betrekken van moeilijk bereikbare groepen is daarbij een belangrijk aandachtspunt. Hier is een rol weggelegd voor de overheid en middenveldorganisaties, om samen met de wetenschappelijke wereld en via aangepaste kanalen alle Vlamingen te bereiken.

## Klaar voor de toekomst

De Vlaamse Wetenschapsagenda omvat meer dan dit eindrapport. Er is ook een uitgebreid digitaal luik beschikbaar met een handige tool om zelf mee aan de slag te gaan. Op [www.vraagvoordewetenschap.be](http://www.vraagvoordewetenschap.be) staan alle themavragen met hun uitdagingen en aanpak, maar ook de ingestuurde vragen die voor elke themavraag de basis vormden. De agenda kan ook een aanzet zijn om binnen het wetenschappelijke landschap in Vlaanderen te bekijken of

het onderzoek verder uitgebouwd moet worden. Het kan dienst doen als naslagwerk om tekorten en hiaten te identificeren.

Het is ten slotte de bedoeling dat de Vlaamse Wetenschapsagenda ook na publicatie blijft leven binnen de onderzoeksweld en de samenleving. De vragen uit de agenda kunnen het onderwerp zijn van thema-avonden en debatten. We moeten ook de pistes verkennen voor structurele samenwerkingen met onder meer de media om de bevolking te blijven informeren: zowel over de antwoorden op de vragen in de Wetenschapsagenda vanuit de kennis die in Vlaanderen en internationaal aanwezig is, als over het proces dat aan de grondslag ligt van alle wetenschap: zoeken naar kennis.

De wetenschap evolueert en groeit voortdurend, maar toch zullen de uitgangspunten en hoofdlijnen van deze agenda niet meteen veranderen. Dit document kan nog vele jaren een houvast bieden aan wetenschappers, overheidsinstellingen, middenveldorganisaties, bedrijven en burgers om samenwerking op te zoeken, elkaar te inspireren en burgerparticipatie tot stand te brengen.

## ODE AAN DE NIEUWSGIERIGHEID EN MAATSCHAPPELIJKE BETROKKENHEID

Op 25 en 26 oktober 2017, amper een goed jaar geleden, werd het concept van een Vlaamse Wetenschapsagenda geboren.

Met de leden van de raad van bestuur en met de topmedewerkers van het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (FWO) waren we op een strategische FWO-tweedaagse in Den Haag. Stan Gielen, de voorzitter van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), legde daar een gedreven getuigenis af over de totstandkoming van de Nederlandse Wetenschapsagenda in de periode 2015-2016.

Onder het motto 'beter goed gekopieerd, dan slecht zelf bedacht' dacht ik na over een vertaalslag van dat concept naar Vlaanderen. Snel vonden we medestanders binnen het FWO, de Vlaamse kennisinstellingen en de Vlaamse actoren Wetenschapscommunicatie. En ook het kabinet van onze voogdijminister Philippe Muyters was een believer van het eerste uur. Medio december 2017 kregen we groen licht van de Vlaamse Regering.

Snelle brainstorm resulteerden in een symbolische opleveringsdatum: zou het niet mooi zijn om een Vlaamse wetenschapsagenda te presenteren op de negentigste verjaardag van het FWO? Maar oei, dat is al in december 2018!

Toch legden we onszelf die strakke deadline op. En zie, dankzij een fantastisch team, waarvan het FWO, de Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten (KVAB), de Jonge Academie en de expertiscellen Wetenschapscommunicatie de kern vormden, ligt de Vlaamse Wetenschapsagenda vandaag voor u.

Een 'ode aan de nieuwsgierigheid en betrokkenheid' noemde men de Wetenschapsagenda in Nederland. Ik kan het niet mooier uitdrukken. Met meer dan tienduizend vragen gaf Vlaanderen haar nieuwsgierigheid en maatschappelijke betrokkenheid de vrije loop. Het resultaat is een organisch gegroeid, verbindend, inspirerend en uitdagend document. En de bevolkingsomvang in acht genomen overtreft het aantal deelnemers zelfs dat van onze noorderburen ...

De Vlaamse Wetenschapsagenda kadert in een breder beleid om het maatschappelijk draagvlak voor wetenschap in Vlaanderen te versterken. Zo vond eind september in Antwerpen onder impuls van Flanders DC het technologiefestival Supernova plaats. Tijdens een zonnig weekend kwamen meer dan 35.000 Vlamingen bijna letterlijk in aanraking met wetenschap en technologie. In 2018 gaven we ook een boost aan *citizen science* of 'burgerwetenschap' met de oprichting van een kenniscentrum in de schoot van de RVO-Society en een oproep voor citizen science-projecten. Daarin worden burgers

aangemoedigd om bij te dragen aan het genereren van onderzoeksresultaten en inzichten op basis van hun expertise, nieuwsgierigheid en bereidwilligheid om deel te nemen. En dat zonder af te doen aan de excellentie van het onderzoek. Van de vijftig ingediende projecten konden er dertien gefinancierd worden voor bijna 2 miljoen euro.

De interesse voor de Vlaamse Wetenschapsagenda, Supernova en de citizen science-projecten bewijst dat de Vlaming het belang van wetenschap erkent. Dat blijkt ook uit de eerste Vlaamse Wetenschapsbarometer, waarvan de resultaten dit najaar bekend werden gemaakt: twee op de drie Vlamingen geven aan geïnteresseerd te zijn in wetenschap.

Elke vraag over wetenschap lokt wel weer een nieuwe uit. Een wetenschapsagenda is dan ook nooit af. Ook deze niet. Want de menselijke dorst naar kennis raakt nooit gelaafd. Deze agenda zal aanleiding geven tot nieuwe dialogen tussen wetenschap en samenleving. Wij zullen die vanuit het Departement Economie, Wetenschap en Innovatie met veel enthousiasme verder faciliteren.

**Johan Hanssens**

*Secretaris-generaal Departement Economie, Wetenschap en Innovatie, Vlaamse overheid*

**“EEN WETENSCHAPS-  
AGENDA IS NOOIT AF,  
WANT DE MENSELIJKE  
DORST NAAR  
KENNIS  
RAAKT  
NOOIT  
GELAAFD”**



A close-up photograph of a hand holding a single wooden block above a stack of several other wooden blocks. The blocks are light-colored wood with a visible grain. The background is blurred, showing a person in a white shirt. The right side of the image has a vertical gradient bar transitioning from red at the top to yellow at the bottom.

**05**

**BIJLAGEN**

---

## INSTANTIES BETROKKEN BIJ DE KLANKBORDGROEP

BETROKKEN INSTANTIES
Agentschap Onroerend Erfgoed
Agoria
Antwerp Management School
Artesis Plantijn Hogeschool Antwerpen
Arteveldehogeschool
Departement Cultuur, Jeugd en Media (CJM)
Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI)
Department Onderwijs en Vorming
EOS - Platform 'Iedereen wetenschapper'
Erasmushogeschool Brussel
Essenscia
Expertiscellen Wetenschapscommunicatie
Flanders Make
Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (FWO)
Hogere Zeevaartschool
Hogeschool Gent
Hogeschool PXL
Hogeschool UC Leuven-Limburg (UCLL)
Hogeschool West-Vlaanderen
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO)
Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum (imec)
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO)
Instituut voor Tropische Geneeskunde (ITG)
Jonge Academie
Kabinet Muyters
Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België (KAGB)
Koninklijke Academie voor Nederlandse Taal- en Letterkunde (KANTL)
Karel de Grote Hogeschool
Koninklijke Maatschappij voor Dierkunde Antwerpen (KMDA)
Koninklijk Museum voor Schone Kunsten Antwerpen (KMSKA)
Koning Boudewijnstichting
Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)
Koninklijk Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie (BIRA)

KU Leuven
Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten (KVAB)
Limburgse Reconvertiemaatschappij (LRM)
LUCA School of Arts
Museum van Hedendaagse Kunst Antwerpen (M HKA)
Odisee
Orpheus Instituut
Planetarium van de Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)
Plantentuin Meise
ParticipatieMaatschappij Vlaanderen (PMV)
Roger Van Overstraeten Society (RVO)
Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN)
Scriptieprijs
Sociaal-Economische Raad van Vlaanderen (SERV)
STEM-Platform
Technopolis
Thomas More Hogeschool
Universiteit Antwerpen (UAntwerpen)
Universiteit Gent (UGent)
Universiteit Hasselt (UHasselt)
Vlaamse Adviesraad voor Innoveren en Ondernemen (VARIO)
Vlaams Instituut voor Biotechnologie (VIB)
Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)
VIVES Hogeschool
Vlaams Kenniscentrum Water (Vlakwa)
Vlaamse Milieumaatschappij (VMM)
Agentschap Innoveren en Ondernemen (VLAIO)
Vlerick Business School
Vlaamse Hogescholenraad (VLHORA)
Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR)
Vlaamse Interuniversitaire Raad - UOS (VLIR-UOS)
Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)
Kamer van Koophandel (Voka)
Volkssterrenwachten
Vrije Universiteit Brussel (VUB)

## INSTANTIES BETROKKEN BIJ DE STUURGROEP

BETROKKEN AMBASSADEURS
Jeroen Raes, KU Leuven/VIB
Hannelore Bové, UHasselt
Pedro De Bruyckere, Arteveldehogeschool/Universiteit Leiden
Carolien Frijns, Arteveldehogeschool/Centrum voor Taal en Onderwijs (KU Leuven)
Vincent Ginis, VUB
Hetty Helmoortel, UGent
Niel Hens, UHasselt/UAntwerpen
Damya Laoui, VUB/VIB
Jeroen Poblome, KU Leuven
Karolien Poels, UAntwerpen
Roeland Samson, UAntwerpen
Lieve Van Hoof, UGent

ONDERSTEUNENDE PARTNERS
Pantarein Publishing
Levuur
Tree company
Indiville
RCA Group

BETROKKEN INSTANTIES
Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI)
Expertiscellen Wetenschapscommunicatie
Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (FWO)
Jonge Academie
Kabinet Muyters
Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten (KVAB)

ONDERSTEUNENDE PARTNERS
Pantarein Publishing
Levuur
Tree company
Indiville

WETENSCHAPPELIJKE BEGELEIDING
Sofie Mariën, KU Leuven
Kristof Jacobs, Radboud Universiteit Nijmegen



## SAMENSTELLING VAN DE WETENSCHAPPELIJKE PANELS

De panelvoorzitters zijn in het vet weergegeven.

PANEL BIOLOGISCHE WETENSCHAPPEN		
Marcel Ameloot	Biofysica, geavanceerde microscopie	UHasselt
Lut Arckens	Dierlijke fysiologie, neurobiologie	KU Leuven
Sarah Baatout	Moleculaire biologie	SCK•CEN
Nico Boon	Microbiële ecologie en technologie	UGent
Jan Delcour	Voeding	KU Leuven
Femke Gebruers	Levenswetenschappen	Technopolis
Nesya Goris	Biotechnologie	Vivrovet
<b>Monica Höfte</b>	<b>Plantenziekten</b>	<b>UGent</b>
Ivan Janssens	Ecosystemen, klimaatverandering	UAntwerpen
<b>Sarah Lebeer</b>	<b>Microbiologie</b>	<b>UAntwerpen</b>
Lennart Martens	Systeembioogie	UGent
Serge Muyldermans	Celbiologie	VUB
Marc Pollet	Entomologie, biodiversiteit	INBO
Jan Rammeloo	Botanica	Plantentuin Meise
Kim Roelants	Herpetologie	VUB
Jan Tavernier	Moleculaire biologie	UGent
Dominique Van Der Straeten	Plantenfysiologie	UGent
Michiel Vandegehuchte	Milieutechnologie	VLIZ
Veerle Van linden	Agrotechniek	ILVO
Dirk Verschuren	Limnologie, zoetwaterecosystemen, klimaatverandering, paleoklimatologie	UGent
Felix Wäckers	Natuurbehoud	Biobest

PANEL CULTURELE WETENSCHAPPEN		
Krista De Jonge	Architectuur	KU Leuven
Helder De Schutter	Ethiek, sociale en politieke filosofie	KU Leuven
Koen De Temmerman	Letterkunde	UGent
<b>Gita Deneckere</b>	<b>Sociale geschiedenis</b>	<b>UGent</b>
Koen Dries	Muziek	Koninklijk Conservatorium
Dirk Geeraerts	Theoretische linguïstiek	KU Leuven
Athar Jaber	Beeldhouwkunst	AP Hogeschool Antwerpen
Bart Keunen	Vergelijkende literatuurwetenschap	UGent
Willem Lemmens	Filosofie	UAntwerpen
Veerle Linseele	Ecologische archeologie	KU Leuven
Jeroen Puttevils	Geschiedenis	UAntwerpen
<b>Amr Ryad</b>	<b>Arabistiek, islamkunde</b>	<b>KU Leuven</b>
Jo Tollebeek	Cultuurgeschiedenis	KU Leuven
Gerd Van Riel	Wijsbegeerte	KU Leuven
Eric Vanhaute	Wereldgeschiedenis	UGent
Lien Verpoest	Oost-westrelaties	KU Leuven

Bart Verschaffel	Architectuur, stedenbouw	UGent
Anne Winter	Migratiegeschiedenis	VUB

PANEL GEDRAGS- EN MAATSCHAPPIJWETENSCHAPPEN		
Pieter Ballon	Media en communicatie	VUB
Tim Buyse	Economisch beleid, macro-economie	SERV
<b>Ann Buysse</b>	<b>Psychologie</b>	<b>UGent</b>
Noel Clicq	Interculturaliteit en samenleving	UAntwerpen
An Cosaert	Bedrijfsmanagement	Antwerp Management School
Ilse Derluyn	Interculturaliteit en samenleving	UGent
Jochen Devlieghere	Migratie, vluchtelingen	UGent
Pol Ghesquière	Gezins- en orthopedagogiek	KU Leuven
Kristien Hens	Ethiek van neurodiversiteit	UAntwerpen
Koenraad Matthijs	Historische demografie, hedendaagse gezins-sociologie	KU Leuven
Sarah Meys	Cultuur, jeugd, media	Vlaamse overheid
Noël Salazar	Socioculturele antropologie	KU Leuven
Dave Sinardet	Politieke wetenschappen	VUB
Pieter Tjigtgat	Orthopedagogie, onderwijs	Odisee
Koen Van Damme	Vastgoedrecht	HoGent
Christophe Vandeviver	Criminologie	UGent
Hans Vermeersch	Gender, nature-nurture, jeugd	VIVES
Marleen Willekens	Economie, bedrijfswetenschappen	KU Leuven
<b>Nele Witters</b>	<b>Biodiversiteit en ecosystemen</b>	<b>UHasselt</b>

PANEL MEDISCHE WETENSCHAPPEN		
Karel Allegaert	Pediatrie, neonatologie	UZ Leuven
Bettina Blaumeiser	Gynaecologie	UAntwerpen
Patrick Calders	Diabetes, revalidatiewetenschappen, kinesitherapie	UGent
Samuel Coenen	Gezondheidswetenschappen	UAntwerpen
Joachim Cohen	Levenseindezorg	VUB
Guy De Backer	Cardiologie	UGent
<b>Veerle De Herdt</b>	<b>Neurologie</b>	<b>UGent</b>
Inez Germeys	Contextuele psychiatrie	KU Leuven
Hetty Helsmoortel	Kankeronderzoek, wetenschapscommunicatie	UGent
Bart Jansen	ICT in medische toepassingen	VUB
Lies Lahousse	Rationeel geneesmiddelengebruik	UGent
<b>Geert Leroux-Roels</b>	<b>Immunologie</b>	<b>UGent</b>
Dirk Roymans	Luchtwegeninfecties	Janssen Pharmaceutica
Claudia Spits	Genoom-integriteit	VUB

Sooike Stoops	Cel- en genbiotechnologie	VIB
Johan Swinnen	Kankeronderzoek	KU Leuven
Inge Tency	Reproductieve gezondheid	Odisee
Annegret Van der Aa	Farmacologie, immunologie	Octimet
Anne-Mieke Vandamme	Virologie	KU Leuven
Roosmarijn Vandenbroucke	Inflammatieonderzoek	UGent
Hildegard Vandenhove	Landbouwkunde, ecologie, gezondheid, veiligheid	SCK•CEN

PANEL WETENSCHAP EN TECHNOLOGIE		
Pieter Billen	Biochemie, ecologie	UAntwerpen
Annemie Bogaerts	Plasmafysica	UAntwerpen
Etienne De Winne	Bouwkunde	UGent
Ann Dooms	Wiskunde	VUB
<b>Vincent Ginis</b>	<b>Fotonica</b>	<b>VUB</b>
Guido Groeseneken	Micro-electronica, nano-electronica, nanotechnologie	imec
Peter Hellinckx	Artificiële intelligentie, internet of things	UAntwerpen
Jan Kretzschmar	Energie	VITO
Johan Martens	Oppervlaktechemie, katalyse	KU Leuven
Isabel Michiels	Technologische innovatie	Agoria
Dominiek Reynaerts	Micromechanica	KU Leuven
Dirk Ryckbosch	Kernfysica, deeltjesfysica	UGent
Sonja Schreurs	Milieukunde	UHasselt
Manuel Sintubin	Geodynamica	KU Leuven
Marlies Van Bael	Chemie	UHasselt
Willy Van Overschée	Logistiek en mobiliteit	IBM
Bram Vanderborght	Robotica	VUB
Joos Vandewalle	Wiskundige systeemtheorie	KU Leuven
Sofie Verbrugge	Computerwetenschappen, techno-economische analyse	UGent
Marian Verhelst	Micro-elektronica, sensoren	KU Leuven
<b>Christoffel Waelkens</b>	<b>Astronomie</b>	<b>KU Leuven</b>

## COLOFON

### Fonds Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen

Egmontstraat 5  
1000 Brussel  
T 02 512 91 10  
F 02 512 58 90  
E post@fwo.be  
www.fwo.be

### Algemene coördinatie

Isabelle Verbaeys, Gregory Absillis, Tinne Jacobs (FWO, team Internationale Aangelegenheden)

Hans Van de Water (coördinator Vlaamse Wetenschapsagenda)

### Redactie themafiches

Leden van de wetenschappelijke panels

### Begeleiding participatietraject

Tree company (coördinatie, communicatiestrategie, online platform, moderatie)

Indiville (analyse, ondersteuning clustering)

Levuur (participatiemethodieken, organisatie Nachten van de Wetenschap)

### Communicatie

Pantarein Publishing (huisstijl, concept, redactie, vormgeving)

RCA Group (media buying, pr)

ID/ photo agency, Layla Aerts, Kris van de Sande, www.flaticon.com (fotografie en iconen)

Drukkerij Artoos (druk)

Depotnummer: D/2018/3241/313

