



**Acht Startimpuls-projecten
vormden de opmaat naar de
Nationale Wetenschapsagenda
(NWA)**



Inhoud

Voorwoord	3
Origins Center: een interdisciplinaire aanpak voor fundamentele vragen over het ontstaan van leven	4
Miniatuurorgaan en quantumcomputer: interdisciplinair onderzoek ten behoeve van de quantum/nano-revolutie	7
Neuromarkers en het jonge, flexibele brein	10
Verantwoorde waardecreatie van big data	13
Meten & detecteren	16
Jongeren in een veerkrachtige samenleving: samen werken aan inclusiviteit	19
Van zwaartekracht tot zingeving	22
Gelijke kansen voor de jeugd: diversiteit en het belang van communicatie	25

Voorwoord

Met wetenschappelijke kennis een positieve, structurele bijdrage leveren aan de maatschappij van morgen. Vandaag bruggen slaan en met elkaar zorgen voor wetenschappelijke en maatschappelijke impact. Dat is het doel van de Nationale Wetenschapsagenda (NWA).

In 2018 is de NWA tot stand gekomen door een innovatief proces met de inbreng van burgers en wetenschappers. De nationale kennisgemeenschap, verenigd in de Kenniscoalitie, bundelde vragen van burgers in clustervragen. Daaruit ontstonden 25 wetenschappelijke routes. Vanuit deze routes wordt er nu NWA-onderzoek gedaan dat ons helpt antwoorden te vinden op de grote vragen die leven in de samenleving.

Uiteenlopende Startimpuls-projecten vormden de aanloop naar de NWA. Onderzoek naar het ontstaan van het leven. Het bestuderen van kansenongelijkheid bij jongeren. Hersenstudies over het jonge, flexibele brein. Het zijn drie voorbeelden van de acht Startimpuls-projecten die uiteindelijk zijn uitgevoerd. In dit document lees je wat de onderzoeken opleverden.

Origins Center: een interdisciplinaire aanpak voor fundamentele vragen over het ontstaan van leven

Voor het eerst in Nederland kregen onderzoekers uit verschillende disciplines het mandaat om drie jaar lang samen onderzoek te doen naar het ontstaan van het leven, de voorspelbaarheid van evolutie en het vinden van buitenaards leven. Astronomen, biologen, aardwetenschappers, chemici, fysici, informatici en wiskundigen staken de koppen bij elkaar om te werken aan deze grote vraagstukken. Geen kleine opgave. Het vinden van antwoorden op fundamentele vraagstukken vergt namelijk al gauw decennia onderzoek. Het Startimpuls-project 'Origins Center' legde de noodzakelijke fundamenten voor de benodigde interdisciplinaire onderzoeksnetwerken die voorheen niet bestonden.

Het [Origins Center](#) werd mogelijk gemaakt door de Startimpuls-financiering van de NWA-route 'De oorsprong van het leven – op aarde en in het heelal'. Het centrum werd ingericht als een virtueel platform dat het Nederlandse onderzoek naar de oorsprong van het leven – en de verbinding daarin met maatschappelijke partijen – coördineert en faciliteert. Om kaders te kunnen stellen voor vervolgonderzoek binnen de NWA-route, werden werkpakketten opgezet waarbinnen diverse onderzoeksprojecten werden uitgevoerd. Elk project had ten doel om de Nederlandse onderzoeksgemeenschap te verbinden en klaar te stomen voor het beantwoorden van vragen zoals 'Hoe ontstaat leven?' en 'Kunnen we evolutie voorspellen?', gevoed door maatschappelijke nieuwsgierigheid.

Verbinden voor de toekomst

Wat de aanpak van het Origins Center uniek maakt, is tweeledig. Ten eerste is het kenniscentrum opgericht naar aanleiding van vragen die leven in de volle breedte van de maatschappij, zoals duidelijk blijkt uit de vele, vaak existentiële [vragen op de Nationale Wetenschapsagenda](#) die verband houden met de oorsprong van leven. Dit maatschappelijke draagvlak werkte verbindend voor de deelnemende onderzoekers. 'Internationaal kijken ze hier vol waardering naar, want het is ongezien dat een dergelijk instituut zo door de maatschappij wordt gedragen', weet prof. dr. Sijbren Otto, hoogleraar systeemchemie en stuurgroep lid van het Origins Center.

Ten tweede is het Startimpuls-project zo ingericht dat de verschillende onderzoeken voortkomen uit een kruisbestuiving tussen disciplines. 'We hebben er gedurende het hele programma – van opzet tot implementatie – voor gezorgd dat de aanjagers van alle relevante vakgebieden bij elkaar gingen zitten: van astronomie tot ecologie en scheikunde', vertelt dr. ir. Inge Loes ten Kate, voorzitter van de Origins Center stuurgroep. 'Of we het nu multi-, trans- of interdisciplinair noemen – waar het op neerkomt is dat we mensen bij elkaar hebben weten te brengen die eerder niet samenwerkten, maar die wel elk, juist ook als groep, een bijdrage kunnen leveren aan het beantwoorden van de grote vragen.'

Deze aanpak verschilt – ook internationaal – terdege van de meeste bestaande samenwerkingsverbanden, waarin vaak één specifieke discipline de trekker is van de vraag. ‘Onze aanpak zou de norm in het veld moeten worden’, stelt Otto. ‘Het vergt van mensen dat ze uit hun comfortzone treden en buiten de gebaande paden onderzoek doen. Dat vergt veel begeleiding en tijd – wat gelukkig mogelijk werd gemaakt door de Startimpuls.’

‘Onze aanpak zou de norm in het veld moeten worden.’

Sijbren Otto, hoogleraar systeemchemie en stuurgroep lid van het Origins Center

Evolutie en antibiotica

Een van de interdisciplinaire projecten richtte zich op onderzoek naar de factoren die de mate van [voorspelbaarheid van evolutie](#) helpen te bepalen. Dit onderzoek is van grote waarde voor het beantwoorden van de existentiële vraag over waar wij als mensen vandaan komen. In sommige gevallen kan het bestuderen van een fundamenteel vraagstuk als dit ook inzichten voortbrengen die relevant zijn voor het oplossen van grote maatschappelijke uitdagingen. Bij dit specifieke geval, bijvoorbeeld, kunnen nieuwe inzichten in de voorspelbaarheid van evolutie relevant zijn voor vervolgonderzoek naar antibioticaresistentie. We weten namelijk dat steeds meer bacteriën ongevoelig worden voor antibiotica, waardoor het in de toekomst steeds moeilijker wordt om ‘simpele’ infecties te bestrijden. Om dit probleem tegen te gaan, is het nodig om beter te begrijpen hoe resistente bacteriën evolueren, en belangrijker: hoe we dit proces kunnen voorkomen. Hiervoor moeten we terug naar de basis van de voorspelbaarheid van evolutionaire processen: hoe ontwikkelen cellen zich en kunnen we de mate van voorspelbaarheid van die evolutie in kaart brengen?

Het project had dus niet als doel om antibioticaresistentie te testen, maar om de weerbaarheid van cellen te bestuderen tegen verstoringen van buitenaf en te onderzoeken of deze processen te voorspellen en/of te beïnvloeden zijn. ‘Dit soort fundamentele inzichten kunnen zeer relevant zijn voor toekomstige studies naar antibioticaresistentie’, licht Ten Kate toe, ‘maar daarvoor moeten we dus eerst teruggrijpen naar de fundamentele vraag die aan de basis ligt’.

Uitdagingen van fundamentele aard

Het Startimpuls-project is erin geslaagd een significante impuls te geven aan nieuwe verbindingen in de natuurwetenschappen. De uitdaging is nu om die impuls om te zetten in doorlopende samenwerking. De investeringen die zijn gedaan in netwerken vragen om doorgang, waarvoor wellicht mogelijkheden zijn binnen de NWA-route ‘De oorsprong van het leven – op aarde en in het heelal’. Een uitdaging hierbij is echter dat het Origins Center onderzoek zo fundamenteel van aard is, dat het niet eenvoudig is om maatschappelijke en private partners te betrekken, wat wel een vereiste is in de NWA-ORC calls.

‘Om de industrie aan boord te krijgen is het essentieel dat we redelijk zeker kunnen stellen dat wat we nu hebben gevonden over tien jaar zal leiden tot inzichten of toepassingen door en voor de industrie’, deelt Otto, ‘maar het merendeel van het onderzoek van het Origins Center is dusdanig ver verwijderd van dergelijke concrete toepassingen, dat die zekerheid niet aan de orde is.’ De onzekerheid over het tijdsplan en de toepassing van nieuwe inzichten over grote vraagstukken als ‘Hoe ontstaan planeten?’ en ‘Is er buitenaards leven?’ maken het lastig om maatschappelijke partners en de private sector in het onder-

zoekproces betrokken te krijgen. Maar het is niet onmogelijk. Het pakte bijvoorbeeld goed uit in de samenwerking binnen het Origins Simulator project.

Simulator

Het doel van het [Simulator project](#), geleid door een fellow aan het Origins Center, was om een beter begrip te krijgen van het samenspel tussen omgeving en chemie. Dit tot nog toe redelijk onontgonnen terrein in de natuurwetenschappen is namelijk essentieel om onderzoek te kunnen doen naar het ontstaan van leven. Om nieuwe inzichten te vergaren middels experimenten hebben de onderzoekers zich gericht op het ontwerpen en bouwen van een microfluidics-systeem, kortweg, de simulator. Zij vermoeden dat leven vier miljard jaar geleden diep in de oceanen is ontstaan. De simulator staat toe om verschillende condities 'van toen', met name de hoge druk, na te bootsen. Hierdoor kan de redoxreactie van CO₂ met H₂ worden bestudeerd, die wel eens verantwoordelijk zou kunnen zijn voor de vorming van de eerste organische verbindingen en daarmee voor het ontstaan van leven op aarde.

De simulator bestaat uit twee delen: enerzijds de reactor, een microfluïde chip, waar de daadwerkelijke reactie plaatsvindt, en anderzijds het leiding- en pompsysteem dat zorgt dat de juiste vloeistoffen onder de juiste druk de chip in gepompt worden. Het ontwerp en de realisatie van de simulator-opstelling vereisten zeer specifieke kennis, niet alleen over chemie maar ook bijvoorbeeld materiaalkennis. Het Origins Center heeft industriële partners geïnteresseerd gevonden om hun expertise bij te dragen voor het ontwerp en de bouw van het systeem. De microfluïde chips zijn gemaakt door Micronit, een bedrijf gespecialiseerd in het maken van microfluïde systemen voor de medische sector. Zij hebben voor dit project een nieuw soort chip ontwikkeld die werkt onder veel hogere druk dan gebruikelijk. Daarnaast heeft een tandem van twee andere bedrijven, Da Vinci Laboratory Solutions en Cetoni, het leiding- en pompsysteem geleverd in nauwe samenwerking met de onderzoekers. De engineers van beide bedrijven brachten een complementaire expertise mee: de een in het verplaatsten van vloeistoffen door hele dunne leidinkjes (vloeibare chromatografie), de ander in het fabriceren van pompen voor kleine volumes. Bij de geslaagde samenwerking in dit voorbeeld sneed het mes aan twee kanten. Voor de onderzoekers was de kennis van de drie bedrijven essentieel om de complexe experimenten te kunnen uitvoeren; de bedrijven hebben op hun beurt de mogelijkheid gekregen nieuwe producten en technieken te ontwikkelen, waaronder een nieuw soort chip, die ze wellicht op een ander moment weer kunnen inzetten.

Ondanks restricties voor het gebruik van het laboratorium na de uitbraak van Covid-19, is het toch gelukt een werkend model van de simulator te bouwen en de beoogde experimenten uit te voeren. De eerste uitkomsten van het onderzoek, die om publicatie-technische redenen nog niet wereldkundig zijn gemaakt, duiden erop dat de simulator doet waarvoor deze is ontworpen en daarmee potentie toont voor het helpen ontrafelen van de mysteries rond de oorsprong van leven.

Miniatuurorgaan en quantumcomputer: interdisciplinair onderzoek ten behoeve van de quantum/nano-revolutie

De snelle ontwikkelingen in de nanotechnologie en quantumfysica zullen een grote rol gaan spelen op allerlei terreinen van ons dagelijks leven, van ICT en gezondheidszorg tot duurzame energievoorziening. In het kielzog van de nanotechnologie die de afgelopen twintig jaar volop in ontwikkeling is geweest, is nu de quantumfysica versneld in opkomst. Het 'knutselen' op nanoschaal – lees: individuele atomen en moleculen, vele malen kleiner dan de dikte van een haar – is zo ver gevorderd dat quantumverschijnselen getest kunnen worden. Het Startimpuls-project 'Speerpunten van de quantum/nano-revolutie' heeft zijn beloftes ruimschoots ingelost: ten dienste van *cutting edge* onderzoek naar de ontwikkeling van nanomedicijnen, de quantumcomputer en green ICT, is samenwerking geïnitieerd tussen onderzoeksgroepen aan verschillende universiteiten en hogescholen, zijn private partners aangehaakt, en zijn deze nieuwe netwerken ingezet voor het opzetten van toekomstig grootschalig onderzoek en innovatie.

Nanomedicijnen

Eén groep onderzoekers gefinancierd door de Startimpuls, hield zich bezig met het ontwikkelen van innovatieve nanomedicijnen voor orale toediening. Hierbij wordt een farmacon (het werkzame deel van een medicijn) als het ware ingepakt in een nanobolletje, een liposoom, dat als transportvehikel fungeert. Dit liposoom beschermt het farmacon tegen de zure maagomgeving en maakt zo het transport naar de darmwand mogelijk, zodat het medicijn daar zijn werk kan gaan doen. Een belangrijk aspect van het onderzoek was het testen van de nieuwe nanomedicijnen op een zogenoemde *darm-on-chip*. Menselijke darmcellen en -weefsels, in feite de gehele darmwand, wordt nagemaakt op een chip. Deze miniatuurdarm stelt de onderzoekers in staat de werking van de menselijke darm tot in detail te bestuderen – inclusief dus de reactie van de darmbacteriën op nieuwe medicijnen.

Het wetenschappelijk onderzoek naar *organs-on-chip* (denk ook: *brain-on-chip*, *heart-on-chip*) staat de laatste jaren volop in de belangstelling, niet in het minst vanwege de grote maatschappelijke relevantie. Het blijkt namelijk dat deze miniatuur-orgaantjes beter kunnen voorspellen hoe medicijnen zich in het menselijk lichaam gedragen dan de gangbare dierstudies. Die laatste vergen bovendien veel tijd en zijn duur, nog los van de ethische bezwaren die aan dierproeven kleven. Van deze specifieke toepassing van nanotechnologie wordt daarom veel verwacht als het gaat om zowel het verbeteren als het versnellen van het ontwikkel- en toelatingstraject van medicijnen. Het testsysteem dat tijdens het Startimpuls-project ontwikkeld is dankzij intensieve samenwerking tussen onderzoekers van de universiteiten van Wageningen, Utrecht en Twente, is zeer goed ontvangen en heeft onder andere geresulteerd in vervolgonderzoek gesubsidieerd door het Duitse Phospholipid Research Center.

Quantumcomputer

Nanotechnologie speelde ook een rol in een andere onderzoekslijn, net zo *mind-boggling* voor de gewone mens en tegelijk *hot* in de onderzoekswereld als de miniatuurorganen, namelijk de ontwikkeling van de quantumcomputer. ‘Onze huidige computers werken feitelijk nog volgens hetzelfde principe als de abacus, het telraam uit de Oudheid,’ zegt dr. Menno Veldhorst, quantumfysicus bij onderzoeksinstituut QuTech (een samenwerking tussen de TU Delft en TNO). ‘De computer is uiteraard sneller dan een telraam, maar werkt nog altijd volgens klassieke rekenprincipes. Een quantumcomputer daarentegen, gebruikt de wetten van de quantummechanica. Als het ons lukt een quantumcomputer te bouwen, betekent dat een revolutie in de orde van de eerste maanlanding.’

‘Als het ons lukt een quantumcomputer te bouwen, betekent dat een revolutie in de orde van de eerste maanlanding.’

Menno Veldhorst, quantumfysicus bij onderzoeksinstituut QuTech

De wetten van de quantummechanica beschrijven hoe materie op het schaalniveau van atomen en moleculen zich gedraagt. En dat is heel anders dan hoe wij de wereld om ons heen observeren, beschreven in de wetten van de klassieke natuurkunde. De twee belangrijkste verschillen tussen beide zijn verschijnselen genaamd ‘superpositie’ en ‘verstrengeling’. Superpositie betekent dat een deeltje bijvoorbeeld tegelijk op twee verschillende plekken kan zijn. Als wij een wandeling maken, moeten we bij een splitsing kiezen, gaan we links of rechts? De deeltjes die bestudeerd worden in de kwantumfysica – moleculen, atomen – kunnen beide paden tegelijk bewandelen. Verstrengeling betekent dat de toestand van twee deeltjes onlosmakelijk met elkaar verbonden is in een superpositie. Een meting van het ene deeltje heeft dan meteen ook invloed op het andere deeltje, ook al zijn ze ver van elkaar verwijderd.

De crux van de quantumcomputer is dat deze wordt gebouwd uit deeltjes, genaamd *qubits*, die deze zelfde eigenschappen van superpositie en verstrengeling bezitten. En daarom kan de quantumcomputer iets wat huidige computers niet kunnen, zoals het efficiënt simuleren van chemische processen of het voorspellen van het gedrag van nieuwe materialen. Veldhorst: ‘Allerlei complexe problemen, waarbij idealiter meerdere paden tegelijk bewandeld of getest worden, zou de quantumcomputer kunnen oplossen, denk bijvoorbeeld aan het voorspellen van de werking van medicijnen of het optimaliseren van mondiale vliegroutes en schema’s. Dat zijn problemen die met een klassieke computer heel moeilijk te berekenen zijn, maar die erg goed passen bij de quantumcomputer.’

Germanium qubits

Het deelonderzoek van het team van Veldhorst richtte zich op het maken van qubits, letterlijk de bouwstenen van de quantumcomputer. Geschikte qubits hebben een aantal vereisten: ze moeten zo klein mogelijk zijn, je moet er véél van kunnen maken – voor één quantumcomputer zijn miljoenen qubits nodig – en ze moeten van goede kwaliteit zijn. Het onderzoek maakte daarom dankbaar gebruik van alles wat er de afgelopen jaren in de nanotechnologie geleerd is over het ‘knutselen’ met moleculen en atomen. De belangrijkste ontdekking was dat germanium, een scheikundig element dat erg lijkt op silicium, zeer geschikt is voor het maken van qubits. Het onderzoek heeft aangetoond dat germanium aangebracht op een laag van silicium betere eigenschappen oplevert dan puur silicium, het materiaal waarop de ICT-revolutie geënt is.

Tijdens de driejarige looptijd van het project is het gelukt om, nadat één functionele germanium qubit succesvol was geproduceerd, te komen tot een 4-qubit systeem. Dat mag voor de leek niet bijzonder indrukwekkend klinken, maar Veldhorst benadrukt: 'Als we de komende jaren op dit tempo kunnen doorschalen, zijn we extreem succesvol.' Want hoewel er uiteindelijk dus miljoenen qubits nodig zijn voor die quantumcomputer die aan de horizon gloort, kan een 64-qubit systeem al berekeningen maken waar de krachtigste supercomputer van dit moment geen raad mee weet, al is het nog wel de vraag hoe nuttige die berekeningen zullen zijn.

In de tussentijd levert het lopende onderzoek, zoals dat vaak gaat in de fundamentele wetenschappen, ook inzichten op die al op korte termijn tot bruikbare toepassingen kunnen leiden. Veldhorst: 'De qubits die we tot dusver ontwikkeld hebben, zijn bijvoorbeeld heel goed in het genereren van willekeurige getallen. Dit kan worden toegepast in versleutelingen voor veilige datacommunicatie.' Ook de medische technologie, met name de spectroscopie, kan baat hebben bij de qubits, die door hun extreme gevoeligheid voor de omgeving bepaalde parameters van die omgeving heel secuur kunnen meten.

De NWA als verbinder ..

Een grote uitdaging voor de quantumcomputeronderzoekers ligt in het garanderen van de kwaliteit van de germanium qubits. Huidige computers hebben een foutmarge van 10^{-20} . De kwaliteit van de qubits die nu gemaakt worden steekt hier schril tegen af. 'Van elke honderd die je maakt, werkt er één,' zegt Veldhorst. 'Individuele qubits zijn een beetje als kinderen, ze hebben allemaal een eigen persoonlijkheid. Om ze met de neuzen dezelfde kant op te krijgen, moet je ze als het ware elk in hun eigen taal aanspreken. Dat is hoogst inefficiënt en niet schaalbaar.' Een van de wegen die bewandeld gaat worden om dit probleem aan te pakken, is te onderzoeken of de klassieke halfgeleidingstechnologie soelaas kan bieden. En dit is meteen ook het punt waarop Veldhorst en ook andere betrokkenen in het Startimpuls-project de aanpak van dit financieringsinstrument loven, namelijk, dat zij actief gestimuleerd werden om met onderzoekers uit verschillende disciplines contact te leggen en samen de vele stukjes van de complexe puzzels aan elkaar te leggen. Veldhorst: 'Als natuurkundigen begonnen we met de fundamentele vraag 'Is het mogelijk om een quantumcomputer te maken?' Gaandeweg is steeds duidelijker geworden dat het daadwerkelijk bouwen van die computer een zeer multidisciplinaire expertise vergt.'

Ook Albert van den Berg, hoogleraar aan de Universiteit Twente en een van de pioniers in onderzoek naar nanomedicijnen, benadrukt de verbindende waarde van de Startimpuls. 'Voor het bereiken van wetenschappelijke doorbraken was de Startimpuls relatief beperkt in tijd en budget, maar des te meer heeft het een grote functie vervuld in het initiëren en verdiepen van transdisciplinaire samenwerking.' Hij benadrukt samenwerking tussen onderzoeksgroepen en universiteiten, maar ook het belang van samenwerking met hogescholen. 'In het waarmaken van al deze nano- en quantuminnovaties gaan de hbo en mbo-instellingen een grote rol van betekenis spelen.'

.. en katalysator

Bovendien heeft de Startimpuls op allerlei manieren als katalysator gewerkt, benadrukt Van den Berg. Partijen die dankzij het Startimpuls-project zijn gaan samenwerken, zijn bijvoorbeeld aangehaakt bij internationale initiatieven, zoals het Europese *Quantum Technologies Flagship*, of hebben bijgedragen aan de oprichting van nieuwe centra, zoals het *Centre for Brain-Inspired Nano Systems (BRAINS)* aan de Universiteit Twente. Ook zijn er gezamenlijke voorstellen in voorbereiding voor het Nationale Groeifonds waarin aspecten van het nanomedicine onderzoek een rol spelen. QuTech, waar Veldhorst en zijn team werken aan de quantumcomputer, is een belangrijke speler in het nieuwe Quantum Delta NL, dat in 2021 een substantiële subsidie uit het Nationaal Groeifonds toegekend heeft gekregen.

Neuromarkers en het jonge, flexibele brein

De adolescentie is voor veel jongeren een uitdagende levensfase. En juist in deze fase is hun brein volop in ontwikkeling. Het Startimpuls-project 'NeurolabNL: optimale condities voor leren en veiligheid van jongeren' bouwde voort op recente wetenschappelijke inzichten over de wisselwerking tussen de hersenontwikkeling van jongeren, hun gedrag en hun omgeving. Middels innovatief onderzoek naar *neuromarkers* hoopten de onderzoekers nieuwe fundamentele inzichten over de werking van de hersenen te vertalen naar toepassingen die jongeren helpen zich optimaal te ontwikkelen, zowel op school als in de maatschappij. De lange-termijn ambitie is om verschillen tussen individuele jongeren steeds beter te leren verklaren en voorspellen, om zo interventies zo effectief mogelijk te maken.

Rond het zevende levensjaar heeft de mens de grootste hersenmassa. Daarna begint 'de grote efficiëntieslag', vertelt Eveline Crone, hoogleraar neurowetenschappen aan de Erasmus Universiteit Rotterdam. Overbodige grijze massa wordt afgebroken, en tal van nieuwe verbindingen worden gelegd. Dit rijpingsproces draait tijdens de adolescentie op volle toeren en daarom zijn juist in die levensfase de hersenen het meest flexibel – en daarmee beïnvloedbaar door externe factoren.

'Dat de hersenontwikkeling méér is dan een genetisch bepaald proces dat wordt uitgerold, is een hoopvolle boodschap,' zegt Crone. Het schept ontwikkelingskansen die zowel voor de individuele adolescent als voor de maatschappij van groot belang zijn. Ze noemt het voorbeeld van jongeren die antisociaal gedrag vertonen. 'Als we beter begrijpen hoe dit gedrag, ten minste ten dele, is gelinkt aan hun hersenontwikkeling, dan wordt het mogelijk om middels secuur ontworpen interventies die ontwikkeling bij te sturen. Ons onderzoek heeft laten zien dat dergelijke interventies relatief het meest effect hebben tijdens de adolescentie.' En daarmee heeft Crone ook meteen een wetenschappelijk gefundeerde boodschap aan de politiek, namelijk, 'dat het simpelweg opsluiten van delinquente jongeren een gemiste kans is.'

Crone was het eerste boegbeeld van de [NWA-route 'NeurolabNL'](#). De Startimpuls bood volgens haar een prachtige kans om letterlijk een nieuwe impuls te geven aan het relatief jonge onderzoeksveld. Crone: 'De veranderlijkheid van het sociale brein is pas zo'n 25 jaar geleden ontdekt, maar sindsdien zijn er grote stappen gezet in het fundamentele hersenonderzoek. Nu dringt de vraag zich op: kunnen deze wetenschappelijke inzichten een bijdrage leveren aan prangende maatschappelijke vraagstukken, zoals de groeiende sociale ongelijkheid?' Het [onderzoeksproject](#) dat zij samen met andere vooraanstaande onderzoekers, en in uitdrukkelijke samenspraak met maatschappelijke partners ontwierp, richtte zich op het optimaliseren van leercondities en sociale relaties in het voortgezet onderwijs, en op preventie van antisociaal gedrag bij jongeren.

Neuromarkers

Neuromarkers kunnen het best worden omschreven als de uitkomst van een hersenmeting of een gerelateerde neurobiologische meting (bijvoorbeeld hartslag of zweetproductie) als indicator van de cognitieve of sociaal-emotionele staat van een individu. Het meten en interpreteren van dergelijke neurobiologische signalen levert heel specifieke informatie op over wanneer en hoe jongeren van elkaar verschillen; informatie die buiten beeld blijft als je alleen kijkt naar hun gedrag. Zo werden bijvoorbeeld MRI-scans onderzocht van jongeren die antisociaal gedrag vertonen. Vernieuwend in dit onderzoek was

dat twee tot dan toe gescheiden onderzoekslijnen met elkaar verbonden werden, namelijk hersenonderzoek bij jongeren zonder afwijkend gedrag en de biocriminologie, gericht op de rol van hersenen en andere biologische factoren bij antisociaal gedrag. Met de uitkomsten van dit onderzoek is een begin gemaakt met het opstellen van neurobiologische profielen die antisociaal gedrag kunnen voorspellen. Dit heeft uiteindelijk een belangrijk maatschappelijk doel, namelijk om beter te kunnen voorspellen welke interventies het beste bij een bepaalde jongere passen, waardoor deze interventies idealiter ook preventief kunnen worden ingezet.

Pesten

Ook in het onderzoek dat inzette op de toepassing van cognitieve neurowetenschap in het onderwijs, speelden neuromarkers een centrale rol. Zo is er bijvoorbeeld aangetoond dat EEG, hartslag en huidgeleiding als maten van gedeelde aandacht in een groep gebruikt kunnen worden. Dit kan in potentie benut worden om aandacht in klassen te meten en te monitoren. Eén onderdeel van het Startimpuls-project richtte zich op een beter begrip krijgen van neurale en fysiologische mechanismen die een rol spelen bij pesten. Dit onderzoek heeft aangetoond dat er in het brein en in het lijf van kinderen die gepest worden bepaalde stress reacties optreden. 'Het is nog niet mogelijk om directe causale relaties aan te tonen,' zegt Neeltje van Bedem, postdoc onderzoeker in het project, 'maar we zien duidelijke samenhangen.' De bevindingen komen onder meer voort uit een experiment waarbij een kind in een fMRI-scanner een virtueel balspel speelt met twee andere kinderen. De fMRI-scanner laat zien welke gebieden in de hersenen actief worden tijdens dit spel, bijvoorbeeld op het moment dat de twee medespelers alleen nog naar elkaar overgooien. De hersenscan geeft belangrijke informatie over welke interpretatie het kind geeft aan de observatie dat zij buitengesloten wordt. En die interpretatie, zo leert het onderzoek, is van grote invloed op zowel de ervaring als het (langdurig) effect van pesten. Het onderzoek liet ook zien dat kinderen die langdurig gepest worden sterkere verbindingen hebben tussen hersengebieden dan kinderen die niet gepest worden. Het sterker worden van verbindingen hoort bij het natuurlijke maturatieproces in de hersenen. Deze bevinding zou daarom kunnen betekenen dat de hersenen van kinderen die gepest worden, sneller ontwikkelen dan van kinderen die niet gepest worden.

'Om de verbanden die we op het spoor zijn tussen pesten en hersenontwikkeling hard te maken, zullen we de individuele kinderen lange tijd moeten volgen,' legt Van Bedem uit. Maar ook nu al levert het onderzoek allerlei aanknopingspunten waarmee de praktijkpartners aan de slag kunnen. Bijvoorbeeld met de uitkomsten van de taxonomie die Van Bedem heeft opgesteld en waarmee, op basis van de nieuwste wetenschappelijke bevindingen, verschillende anti-pest methodes voor scholen zijn gescoord. Ontwikkelaars van deze methodes die deel uitmaakten van het Startimpuls-project, zoals Kanjertraining, PRIMA en KiVa, hebben enkele uitkomsten al meegenomen in hun communicatie naar scholen. Ook hebben de onderzoekers hun kennis en nieuwe inzichten vertaald naar een online [pestdossier](#) dat op de website van het Nederlands Jeugdinstituut beschikbaar is gesteld.

Team science

De nieuwe wetenschappelijke inzichten die het Startimpuls-project heeft opgeleverd zijn in belangrijke mate te danken aan de interdisciplinaire opzet van het hele onderzoek. 'Misschien nog meer dan in het budget dat we toegekend kregen,' reflecteert Eveline Crone, 'zat de meerwaarde in de samenstelling van het team.' Dat team bestond niet alleen uit neurowetenschappers, maar had ook ontwikkelings- en onderwijspsychologen, sociologen, een kinderpsychiater en een ethicus aan boord. De ethicus keek mee met alle onderzoekslijnen, en bevroeg het team op wat de nieuwe inzichten betekenen voor het individu en voor de samenleving. Bijvoorbeeld, wat als verzekeringsmaatschappijen aan de haal gaan met de

neurobiologische profielen waartoe het onderzoek een aanzet heeft gegeven? ‘We zijn ervan doordrongen hoe ontzettend belangrijk het is dat we onze bevindingen voorzichtig en genuanceerd uitleggen, en vooral ook benadrukken wat we allemaal nog *niet* weten,’ zegt Crone. De praktijkpartners speelden daarin ook een rol. ‘Zij daagden de onderzoekers vaak uit om dieper na te denken over de implicaties van hun bevindingen,’ vertelt Van Bedem. ‘En tegelijkertijd werkte het voor de onderzoekers heel enthousiasmerend dat hun bevindingen resoneerden met de observaties van bijvoorbeeld jeugdhulpverleners en leerkrachten. Ze voelden dat hun onderzoek echt nut had.’

Er is volgens Crone nog een belangrijke meerwaarde van de Startimpuls: ‘We hebben een groep AIOs en postdocs opgeleid die deze nieuwe manier van wetenschap bedrijven nu omarmt en met verve uitvoert. Zij zijn ervan overtuigd geraakt dat complexe vraagstukken alleen multidisciplinair, door *team science*, op te lossen zijn. Ik verwacht dat de relaties die zijn ontstaan door deze samenwerking, een kostbaar goed zijn voor de rest van hun wetenschappelijke carrière.’

‘Ik verwacht dat de relaties die zijn ontstaan door deze samenwerking, een kostbaar goed zijn voor de rest van hun wetenschappelijke carrière.’

Eveline Crone, hoogleraar neurowetenschappen aan de Erasmus Universiteit Rotterdam

De Startimpuls heeft, ook voor de gevestigde onderzoekers, een belangrijke netwerkfunctie gehad. Zo zeer zelfs, dat er een gezamenlijk voorstel is ingediend voor de Zwaartekracht financiering. ‘Die financiering zou ons de mogelijkheid bieden om een groep jongeren lange tijd te volgen,’ zegt Crone, ‘en dat is precies wat nodig is om de grote vragen die nu voorliggen te kunnen ontrafelen.’ Die grote vragen gaan over de individuele verschillen in hersenontwikkeling tussen jongeren, en over welke hersenontwikkelingen genetisch bepaald zijn, en welke door de omgeving. Oftewel, welke zijn veranderlijk, en welke niet? ‘Wat veranderlijk is, is veel lastiger te onderzoeken,’ zegt Crone, ‘maar levert uiteindelijk wel de meest interessante informatie voor maatschappelijke toepassingen.’ Niettemin benadrukt zij het belang van een blijvende balans tussen fundamenteel ‘pioniersonderzoek’ naar de hersenen enerzijds, en meer toegepast onderzoek anderzijds. ‘Niet alle aandacht van de NWA-route NeurolabNL moet gaan naar toepassingen, want dan staan we over tien jaar met lege handen.’

Verantwoorde waardecreatie van big data

De wens om rijke databronnen in te zetten om op een meer efficiënte en effectieve manier uiteenlopende maatschappelijke uitdagingen aan te gaan is groot – en exponentieel groeiende. Hierbij komen echter nieuwe uitdagingen om de hoek kijken over verantwoorde toegang tot en gebruik van *big data*. Om de mogelijkheden tot verantwoorde waardecreatie met big data te bestuderen, werd het Startimpuls-project VWData opgezet. De onderzoekers namen datagebruik onder de loep in de domeinen van media, gezondheidszorg en veiligheid, en ontwikkelden toepassingsmogelijkheden voor FAIR (Findable, Accessible, Interoperable en Reusable) en FACT (Fairness, Accuracy, Confidentiality en Transparency) datagebruik.

De relevantie van het Startimpuls-project werd benadrukt in 2020, toen een rechterlijke uitspraak over het gebruik van big data door overheidsinstanties groot in het nieuws kwam. De uitspraak betrof het Systeem Risico Indicatie (SyRI) van de overheid, een fraudedetectiesysteem dat volgens de rechter niet door de beugel kon. Het computersysteem was geïntroduceerd om fraude met overheidssteun door burgers op te sporen en aan te pakken. Gegevens van burgers werden verzameld bij de Belastingdienst, de Sociale Verzekeringsbank en gemeenten en vervolgens aan elkaar gekoppeld. Hoewel het doel van het antifraudesysteem als legitiem werd beschouwd, oordeelde de rechtbank dat de manier waarop het was ontworpen en werd ingezet niet te verantwoorden viel. Het gebrek aan transparantie, onder meer over welke criteria werden gehanteerd om iemand als mogelijke fraudeur aan te merken, was doorslaggevend. De principes van FACT en FAIR werden hierbij geschonden, waardoor de validiteit en betrouwbaarheid van de data-interpretatie in twijfel werd getrokken.

Zorgen om en kansen voor verantwoord gebruik

‘In het onderzoek stelden we ons de vraag: hoe ver kun je komen als je de gerechtvaardigde twijfels zoals in het geval van SyRI in acht neemt, maar toch in staat wil zijn om big data in te zetten voor nuttige zaken?’, vertelt Freek Bomhof, programmacoördinator van het VWData. Met deze vraag in de achterzak, ontwikkelden de onderzoekers multidisciplinaire projecten naar de randvoorwaarden, de methodologie en de perspectieven van verantwoorde en innovatieve big data-technologieën. Verspreid over de drie maatschappelijke domeinen van media, gezondheidszorg en veiligheid, kwamen ze tot verrassende inzichten omtrent algoritme *bias*, *user consent* en de ethiek van verantwoorde analyse.

In het medialandschap bleek de ‘*filter bubble*’ een reëel probleem te zijn, waarbij de beperkte transparantie van algoritmes die ten grondslag liggen aan online nieuwsvoorziening cruciaal bleek. Dit inzicht bevestigde de zorgen van de Persgroep, partner in het onderzoek, die de bevindingen meeneemt in verdere beleidsontwikkeling. In het veiligheidsdomein werkten onderzoekers van TNO, de Politieacademie en de TU Delft samen aan de ontwikkeling van toekomstige scenario’s rond het inzetten van big data voor (eerlijke en rechtvaardige) veiligheid en *data protection* wetgeving. Het project leverde verschillende casestudies op die de dialoog tussen de wetenschap, overheid en industrie verder vorm moeten geven.

Tenslotte werd, in het maatschappelijke domein van de gezondheidszorg, onderzocht hoe data over diabetespatiënten en hun socio-economische factoren op een ethisch verantwoorde manier kunnen worden uitgewisseld tussen verschillende instanties. Het project zocht antwoorden op een kernvraag die voor iedereen relevant is die uit is op het optimaal benutten van big data: hoe kun je op een verantwoorde

manier verschillende unieke datasets bij elkaar brengen voor analysedoeleinden? Wat ten grondslag ligt aan deze vraag, realiseerden de onderzoekers zich, is het samenspel van technische oplossingen en ethische overwegingen.

Mobiliseren tot verantwoorde uitwisseling

‘Mensen zijn al gauw enthousiast over de potentie van data-uitwisseling voor het genereren van waardevolle en unieke inzichten’, vertelt dr. Michel Dumontier, hoofdonderzoeker van het deelproject *‘Analyzing partitioned FAIR health data responsibly’*. ‘Maar wanneer puntje bij paaltje komt blijkt het toch lastig om mensen bereid te krijgen anderen toegang te geven tot hun databestanden’. Uit privacyoverwegingen of vanwege juridische beperkingen is het in de praktijk ingewikkeld om partijen te mobiliseren om hun databronnen te delen. En deze terughoudendheid is niet onterecht, zo blijkt alleen al uit het eerdere voorbeeld van het fraudedetectiesysteem SyRI.

Dumontier en zijn team stelden zich tot doel een systeem te creëren dat het mogelijk maakt om verschillende databronnen te analyseren op een FACT en FAIR wijze. De onderzoekers wilden namelijk op basis van beschikbare data van De Maastricht Studie (10,000 burgers) en gerelateerde data van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), tot een beter begrip komen van de relaties tussen diabetes, lifestyle, en socio-economische factoren. Het project, uitgevoerd door een multidisciplinair team van informatici, medici en ethici van Maastricht University, ontwikkelde een pilot infrastructuur om de verschillende data te kunnen analyseren, zonder dat de onderzoekers ooit zelf de data in handen hoefden krijgen. ‘We besloten de data op hun plek te laten staan omdat we merkten dat onze partners onzeker waren over de gevolgen van het delen van privacygevoelige informatie’, aldus Dumontier. De onderzoekers waren uiteindelijk in staat om een *proof of concept* te ontwikkelen van een infrastructuur die uitwisseling en analyse van data ‘op afstand’ toestaat op een veilige en betrouwbare wijze.

Ethische en juridische overwegingen waren leidend in de ontwikkeling van het systeem. Zo richtte een van de onderzoekers zich puur en alleen op het ontwikkelen van een juridisch kader die de data-uitwisseling mogelijk moest maken. Dumontier: ‘Een uniek proces, want onderzoek naar dergelijke juridische templates voor FACT en FAIR datagebruik is redelijk onontgonnen terrein.’ Samen met het team van advocaten en relevante beleidsmedewerkers van Maastricht University en het CBS, werden alle overwegingen besproken en samengebracht. Na anderhalf jaar van overleg en maanden van uitwerking ligt er nu een document dat de contouren schetst voor verantwoorde data-uitwisseling tussen onafhankelijke partijen, dat ook inzetbaar is voor andere sectoren.

Een lange weg te gaan

De Startimpuls creëerde de mogelijkheid om een eerste mapping te maken van onderzoekers die met vergelijkbare *big data* vragen bezig zijn. Dit ziet Bomhof als grote meerwaarde voor het werkveld: ‘Als onderzoeker ben je toch vaak op de eigen vierkante meter actief – terwijl de kans groot is dat er iemand anders in de wereld met dezelfde vraagstukken bezig is vanuit een ander perspectief’. De kans om verschillende disciplines bij elkaar te brengen was uniek, vond ook Michel Dumontier: ‘Een ander type financier zou mij nooit de gelegenheid hebben gegeven om een dergelijk experimenteel onderzoek op te zetten met deze mix aan disciplines’. Dit terwijl het samenspel van de verschillende werkvelden juist bepalend was voor het behalen van de onderzoeksresultaten.

‘Een ander type financier zou mij nooit de gelegenheid hebben gegeven om een dergelijk experimenteel onderzoek op te zetten met deze mix aan disciplines’.

Michel Dumontier, hoofdonderzoeker van het project *Analyzing partitioned FAIR health data responsibly*

‘Maar we zijn er nog niet’, deelt Bomhof, ‘vraagstukken over FAIRness zijn fundamenteel problematisch aangezien volledige fairness onmogelijk is’. Wat voor de één een systeem eerlijk maakt, hoeft niet op te gaan voor de ander. Beide onderzoekers zijn het erover eens dat, in deze tijd waarin artificiële intelligentie (AI) hoogtij viert en razendsnel in ontwikkeling is, het broodnodig blijft om het verbinden van verschillende disciplines actief te stimuleren, om zo de ontwikkelingen technologisch en juridisch een stap voor te kunnen blijven en niet achter de AI-feiten aan te lopen.

Meten & detecteren

Om de wereld beter te begrijpen, kunnen we veel kennis putten uit meetbare gegevens. Die data moeten dan allereerst worden verzameld, daarna geanalyseerd en vervolgens in relatie tot een systeem worden geïnterpreteerd. Het aloude gezegde ‘meten is weten’ gaat dus niet zomaar op. Het vergt een gezamenlijke wetenschappelijke inspanning om van een puntmeting naar een systeemanalyse te komen. Het Startimpuls-project ‘Meten en detecteren van gezond gedrag’ bracht veertien onderzoeksgroepen bij elkaar om metingen aan complexe systemen mogelijk te maken. De projecten leidden tot inzichten over vernieuwde analytische technieken die kunnen resulteren in meer genuanceerde inzichten over hoe omgevingsfactoren onze gezondheid beïnvloeden.

Van oplossen naar voorspellen

‘Wetenschappelijk onderzoek naar preventief handelen in de gezondheidszorg is nog relatief onderontwikkeld’, deelt dr. Marco Beijersbergen, boegbeeld van de NWA-route Meten en detecteren. ‘Neem het voorbeeld van roken. De medische wetenschap heeft tot nog toe vooral gekeken naar de gezondheidsproblemen die zich voordoen als gevolg van een jarenlange rookverslaving.’ De onderzoekers in het Startimpuls-project zagen echter de kans om in te zetten op dataverzameling en -interpretatie ten behoeve van preventie. Beijersbergen: ‘In het voorbeeld van roken, zouden we dan al bij het aansteken van de sigaret willen beginnen met het meten.’

Deze aanpak vergt een mindset-verandering, waarbij data worden verzameld en geïnterpreteerd door te bouwen op meettechnieken en data-interpretatie vanuit verschillende disciplines. Gezondheid wordt namelijk bepaald door een reeks aan factoren: de ziektes waar je aan lijdt, de blootstelling aan gifstoffen in het milieu, beweging en dieet. Een integrale benadering van meten en interpreteren biedt dus de kans om een koppeling te maken tussen wat er gebeurt in het lichaam en hoe externe factoren die processen beïnvloeden. ‘Wanneer gezondheidsdata worden gerelateerd aan een complexer systeem, is het beter mogelijk om voorspellende modellen van gezondheid te ontwikkelen’, benadrukt Beijersbergen. Zes werkpakketten werden opgetuigd; elk met een andere benadering, van het ontwikkelen van persoonlijke sensoren voor de monitoring van gezonde voeding, tot het bestuderen van de ethische aspecten van het inzetten van specifieke meetinstrumenten en gebruikersinterfaces.

Morele aanvaardbaarheid

Er zijn vele voordelen te bedenken van de voorspellende benadering: direct inzicht in persoonlijke gezondheidsdata kan mensen motiveren tot een gezondere levensstijl, kan helpen bij het vroeg detecteren van ziekte, of kan beter inzicht geven in de effecten van (lucht-)vervuiling. En toch is niet iedereen enthousiast over de nieuwe ontwikkelingen op het gebied van meten en detecteren. Waarden als *privacy*, vertrouwen, autonomie, identiteit, en waardigheid spelen op in vraagstukken over de ethiek van het meten en gebruiken van gezondheidsgegevens. Vooroordelen zouden vergroot kunnen worden door de wijze waarop gegevens worden geïnterpreteerd. Zo blijkt uit onderzoek van het College voor de Rechten van de Mens dat de inzet van algoritmes voor geautomatiseerde selectieprocedures door werkgevers en bemiddelaars discriminatie kan vergroten. Welbedoelde *nudges* ter bevordering van een gezonde levensstijl die volgen uit de meetgegevens, en die mensen bijvoorbeeld via hun smartphone ontvangen, kunnen beschouwd worden als

overheidsbemoeyenis. Het moraliserende gewicht dat meetinstrumenten dragen, brengt dus een grote verantwoordelijkheid met zich mee voor de ontwikkelaars van dergelijke instrumenten.

Binnen het werkpakket *Ethiek en gebruikersinterface* is onderzoek gedaan naar de ethische en sociologische aspecten van het meten en detecteren van gedrag van mensen in relatie tot hun gezondheid. Vanuit een interdisciplinaire insteek, onderzochten de onderzoekers van de Haagse Hogeschool, in samenwerking met maatschappelijke en opleidingspartners, de mogelijkheden om fysiologische metingen real-time terug te koppelen aan patiënten met respiratoire aandoeningen. Verschillende componenten moesten hierbij in beschouwing genomen worden: het meetinstrument zelf moest worden ontwikkeld, de informatiebehoefte van verschillende gebruikers moesten in kaart gebracht worden, en de bereidheid van mensen om deel te nemen aan de meetervaring zou uitgezocht moeten worden.

Om dit mogelijk te maken bestond het onderzoek uit verschillende stappen. 'We hebben het onderzoek als een studenten-estafette opgetuigd, waarbij we de multidisciplinariteit van de hogeschool goed wisten te benutten', vertelt Prof. dr. John Bolte, trekker van het Startimpuls-project. Drie departementen van de hogeschool zetten elk hun eigen specialismes in om het project te realiseren: *industrial design engineering*, elektrotechniek en *communication & multimedia design*. Bolte: 'De toegevoegde waarde van verschillende disciplines was terug te zien in de onderzoeksopzet: elk departement en elke opleidingspartner bracht een eigen essentieel inzicht in, wat de ontwikkeling van een gebruiksvriendelijke en verantwoorde toepassing van de meetgegevens mogelijk maakte.' Deze verschillende benaderingen waren essentieel voor het beter begrijpen van de ethische kwesties rond de interpretatie en presentatie van de data.

'Artsen hebben andere informatiebehoefte dan bijvoorbeeld fysiotherapeuten, wat vraagt om een andere *customer journey*. Waar artsen wilden weten of er aanpassingen in medicijngebruik moesten worden gemaakt op basis van de verzamelde data van de patiënt, wilden fysiotherapeuten weten of, en in welke mate, de patiënt de voorgeschreven oefeningen had uitgevoerd', legt Bolte uit. Dit betekent ook dat de meetgegevens op verschillende wijzen vertaald moeten worden tot bruikbare informatie, afhankelijk van de behoefte van de eindgebruiker. 'Dit brengt de nodige ethische overwegingen met zich mee, bijvoorbeeld over wie welke data te zien krijgt en in welke vorm – en dat op een verantwoorde wijze', licht Bolte toe. Het onderzoek leidde tot meer inzicht in het ontwerpprincipe van *legibility* – waarbij de bruikbaarheid en transparantie van het proces van verzamelen, vertalen en presenteren van meetgegevens aan de kaak worden gesteld.

Het lab naar de bron brengen

Gebruikmaken van data voor preventief voorspellen in plaats van curatief oplossen, betekent dat gegevens in zo'n vroeg mogelijk stadium moeten worden verzameld. Het lab zou idealiter naar het te meten object of individu moeten worden gebracht om dit mogelijk te maken. Boltes project werkte bijvoorbeeld met meetvesten vol sensoren die gedragen werden door patiënten om lichaamsparameters en luchtkwaliteit te meten. Steeds meer zien we deze toepassingen om ons heen in de vorm van zogenaamde 'wearables': horloges die stappen kunnen tellen en slaapritmes meten, of bijvoorbeeld draagbare hartmonitoren voor sporters. De gegevens worden dus bij de bron verzameld – zo creëren we de *Homo metans*, ook wel de 'Metende Mens' genoemd. Het Startimpuls-project putte inspiratie uit dit soort 'slimme apparaten' en richtte zich onder andere op het ontwikkelen van technologieën die de laboratoriumomgeving naar buiten verplaatsen.

'Ik was positief verrast hoe gemakkelijk het was om het labonderzoek naar het veld te brengen', deelt Beijersbergen. 'Hoewel de onderzoekers heus de nodige uitdagingen ervaarden, bracht de aanpak ontzettend veel enthousiasme en energie met zich mee.' Zo richtte een van de projecten zich op het meten en analyseren van gezondheidsgegevens van wandelaars die deelnamen aan de Nijmeegse Vierdaagse. Naast metingen van uitgeademde lucht, zijn ook bloed, urine en andere fysiologische metingen gedaan, die een enorme hoeveelheid gegevens hebben gegenereerd voor analyse. Het project stuurde onderzoekers op fietsen het veld in met gassensoren om luchtmetingen te doen, en installeerden mobiele koel-vriescombinaties in een sporthal voor het analyseren van bloedafnames. Het multidisciplinaire team van onderzoekers was in staat om de doeltreffendheid van deze mobiele laboratoria te bewijzen, en bovendien vergrootte het onderzoek de kennis over de mogelijkheden en voordelen van het vermijden van problemen aangaande monstertransport en duur van de analyse. Uit de metingen kwamen verder relevante inzichten die de relatie tussen omgevingsfactoren en sporters' gezondheid bekrachtigden.

'Ik was positief verrast hoe gemakkelijk het was om het labonderzoek naar het veld te brengen.'

Marco Beijersbergen, boegbeeld van de NWA-route Meten en detecteren

In de toekomst zullen mobiele meetinstrumenten en *wearables* een steeds grotere rol gaan spelen in de gezondheidswetenschap, en in andere sectoren. Het samenbrengen van disciplines en hun unieke meetinstrumenten om bredere systeemanalyses te kunnen maken zal toenemen in relevantie. Het Startimpuls-project 'Meten en detecteren van gezond gedrag' heeft hiertoe een bijdrage kunnen leveren door het verkennen van nieuwe onderzoeksrichtingen zodat, in de toekomst, burgers en overheden gewonnen informatie effectiever en meer verantwoord kunnen gebruiken voor het aanpakken van maatschappelijke problemen.

Jongeren in een veerkrachtige samenleving: samen werken aan inclusiviteit

De gevolgen van migratie, klimaatverandering, nieuwe technologieën en geopolitieke verschuivingen zullen onze toekomst beïnvloeden, en zeker die van de jeugd. Veel uitdagingen kunnen we al uittekenen, de oplossingen daarentegen nog niet. Het Startimpuls-project [JOIN](#) faciliteerde een proces waarin kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties en jongeren samenwerkten om oplossingsrichtingen te schetsen. Het is van groot belang de maatschappelijke participatie van jongeren te versterken, zodat zij worden voorbereid de uitdagingen van morgen aan te gaan en bij te dragen aan een veerkrachtige samenleving.

‘JOIN liet zien hoeveel behoefte er is naar dit soort onderzoek, waarbij de sociale en geesteswetenschappers met maatschappelijke partijen aan tafel zitten’, vertelt Anita Boele, projectcoördinator JOIN. ‘De [maatschappelijke] dynamiek die JOIN in gang zette opende een doos van Pandora aan problemen die smeekten om nieuwe handelingsperspectieven voor maatschappelijke organisaties.’ Geleid door de centrale leervraag ‘Hoe voorkomen we uitsluiting en versterken we de zinvolle deelname van alle jongeren aan de samenleving?’ richtte JOIN zich op de thema’s burgerschap, arbeid, cultuur, diversiteit en maatschappelijke participatie. De positie en het perspectief van jongeren – de generatie van de toekomst – stonden hierbij centraal. De thema’s zijn opgepakt in werkpakketten, onderverdeeld in 28 bouwstenen, waarin nieuwe manieren van samenleven en organisatievormen werden onderzocht ter bevordering van inclusiviteit.

‘De dynamiek die JOIN in gang zette opende een doos van Pandora aan problemen die smeekten om nieuwe handelingsperspectieven.’

Anita Boele, projectcoördinator JOIN

De opdracht die het team zichzelf stelde was een combinatie van kwalitatief hoogstaand wetenschappelijk onderzoek en de ontwikkeling van praktische toepassingen voor maatschappelijke vraagstukken. Naast verschillende wetenschappelijke publicaties hebben de JOIN-projecten dus ook geleid tot een breed palet aan tools, instrumenten en methodes, gericht op de vergroting van de veerkracht van jongeren. De toepassingen ondersteunen diverse doelgroepen zoals docenten, studieadviseurs, jongerenwerkers, beleidsmedewerkers van gemeenten, musea en instituties als Staatsbosbeheer. Er is bijvoorbeeld een veerkracht-zelftest ontwikkeld die in kaart brengt welke instrumenten en mechanismen bijdragen aan het vergroten van de publieke betrokkenheid van kwetsbare jongeren, en er is onderzocht welke ondersteuning werkgevers nodig hebben om arbeidsparticipatie van jongeren met een migratieachtergrond te versterken (zie kader).

Vaardigheden voor een inclusief werkklimaat

Slechts een kwart van de vluchtelingen met een verblijfsvergunning vindt binnen vier jaar een betaalde baan, vonden onderzoekers van de Rijksuniversiteit Groningen. Terwijl er veel aandacht wordt besteed aan het voorbereiden van vluchtelingen op de Nederlandse arbeidsmarkt, laat aandacht voor de rol van werkgevers te wensen over. De bestaande ‘diversiteitstrainingen’ voor werkgevers blijken onvoldoende invloed te hebben op het creëren van een inclusief werkklimaat. Werkgevers zouden niet altijd de vaardigheden hebben om effectief met culturele verschillen om te gaan en nieuwkomers op de werkvloer te helpen integreren. Wat werkt, zo blijkt uit wetenschappelijk onderzoek, is het vergroten van het bewustzijn van culturele verschillen en het ontwikkelen van vaardigheden om iedereen tot zijn recht te laten komen. Partners in de JOIN-bouwsteen ‘*Naar een betere arbeidsmarktaansluiting van nieuwe Nederlanders*’ ontwikkelden daarom een actiegerichte training om werkgevers voor te bereiden op het aannemen van en werken met jonge nieuwkomers. Deelnemers aan de training leren vanuit het perspectief van een nieuwkomer concrete communicatiestrategieën toe te passen in hun dagelijkse werk. Vanwege grote interesse in de toegepaste aard van het wetenschappelijke onderzoek, werd het onderzoeksteam in 2019 uitgenodigd door Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, Ingrid van Engelshoven, om het project te presenteren en toepassingsmogelijkheden te bediscussiëren.

Inclusief werken aan inclusiviteit

Wat de vijf JOIN-werkpakketten gemeen hebben is hun inclusieve aanpak. ‘De projecten werden voor en door jongeren of maatschappelijke partners ontworpen en uitgevoerd’, deelt Janneke van Kersen, NWO-liaison van het JOIN-project. ‘Er was een sterk besef dat je anders niet tot de kern van het probleem, en dus tot een oplossing komt.’ De kaders die werden gesteld aan het Startimpuls project stimuleerden die inclusieve aanpak. Consortia werd verzocht om buiten hun ‘standaard’ netwerken te kijken bij het samenstellen van de onderzoeksteams en om, ook bij de inhoudelijke uitwerking van de projecten, de verbinding tussen wetenschap, onderwijspraktijk en beleidsinitiatieven centraal te stellen. Beate Völker, hoogleraar Stedelijkheid en Sociale Netwerken aan de Universiteit Utrecht en leider van de bouwsteen ‘*Bruggen over scheidslijnen*’, bevestigt de relevantie van deze kaders: ‘Niet eerder had ik onderzoek langs deze lijnen aangepakt, waarbij we al bij het vroege ontwikkelen van onze ideeën met externe partijen over de vragen en methodes praatten. We kregen hierdoor de kans om samen met onze partners te kijken of we wel de juiste vragen stelden. Bij ons was er echt sprake van co-creatie – waarbij we elkaar wederzijds inspireerden.’

Een vergeten scheidslijn

Terwijl we veel lezen in de media over ongelijkheid of zelfs strijd tussen de seksen of tussen mensen met uiteenlopende opleidingsniveaus, blijft de aandacht voor sociale cohesie tussen jong en oud vaak achterwege. Onderzoek door het team van de JOIN-bouwsteen ‘*Bruggen over Scheidslijnen*’ liet zien dat ouderen en jongeren in Nederland weinig met elkaar in contact staan. Steeds minder zelfs, sinds de Covid-19 pandemie. Het projectteam deed onderzoek naar die interactie tussen de generaties, of intergenerationaliteit. Völker: ‘*Agism*, de stereotypering of zelfs discriminatie tussen generaties, lijkt een vergeten scheidslijn, terwijl de verschillende generaties juist veel van elkaar kunnen leren’. Haar team ontdekte hoezeer de huidige organisatie van de samenleving ontmoetingen tussen jong en oud in de weg staat. ‘Ontmoetingsplekken zijn voorgesorteerd, waardoor jong en oud weinig kansen vinden om elkaar te treffen. Die voorsortering zorgt voor verkokering van de samenleving langs leeftijdsgrenzen.’

De nauwe samenwerking met gemeentes en met het Oranjefonds creëerde kansen in de toepassing van het onderzoek. Zij formuleerden namelijk vragen over hun eigen portfolio's. 'Deze organisaties wezen ons bijvoorbeeld op de relevantie van het meenemen van bestaande projecten in ons nieuwe databestand', vertelt professor Völker. Dit leidde tot hele nieuwe inzichten. Zo bleek dat activiteiten die worden georganiseerd tussen jong en oud vaak incidenteel van aard zijn en telkens nieuwe deelnemers betrekken. Dit terwijl het onderzoek liet zien dat terugkerende initiatieven met dezelfde groepen een grotere kans van slagen hebben. Deze inzichten vertaalden zich naar concrete adviezen over het type interventies en de financieringscriteria die kunnen worden gehanteerd door de lokale overheid en het Oranjefonds.

Naast het betrekken van culturele instellingen, gemeenten en scholen, werden ook jongeren zelf actief betrokken en gevraagd om mee te denken en te reflecteren op oplossingen. Een goede illustratie hiervan is de bouwsteen '[Mediawijs door Media maken](#)'. De onderzoekers wilden erachter komen in hoeverre educatie op het gebied van kritische mediawijsheid onder jongeren met een migratieachtergrond van invloed is op hun deelname aan en weerbaarheid in de samenleving. Bij het ontwikkelen van de lessenserie hebben de onderzoekers van de Universiteit Utrecht gekozen voor co-creatie tussen docenten, leerlingen en onderzoekers. Een bewuste keuze voor participatief, actiegericht onderzoek door middel van mediaproducties en kritische reflectie door de jongeren zelf. Zo ontwikkelden ze uiteindelijk samen de lessenserie die nu is ondergebracht bij Stichting Common Frames.

JOIN als katalysator

Een belangrijke doelstelling van JOIN was het stimuleren van de vorming van nieuwe consortia en verbindingen gedurende het traject, die zouden dienen als katalysator voor vervolgonderzoek. Verschillende projectleiders geven aan dat er via JOIN contacten zijn gelegd tussen onderzoekers die elkaar zonder de Startimpuls niet snel hadden gevonden. Het enthousiasme om voort te bouwen op de nieuwe verbindingen en netwerken is groot. Maar om hier concrete invulling aan te geven, bijvoorbeeld door de handen op elkaar te krijgen en succesvol nieuwe aanvragen in te dienen onder de NWA-ORC calls, blijkt nog een uitdaging te zijn.

Van zwaartekracht tot zingeving

Zwaartekracht is een fundamentele kracht die orde aanbrengt in het universum. In het voetspoor van Newton en Einstein is het beter begrijpen van zwaartekracht een van de grootste uitdagingen voor de fundamentele wetenschap in de 21ste eeuw. Met financiering vanuit de NWA-Startimpuls is tussen 2018 en 2021 aan Nederlandse instituten fundamenteel-theoretisch onderzoek uitgevoerd én gewerkt aan een nieuwe generatie meetinstrumenten voor het detecteren van zwaartekrachtsgolven. Met scholen en cultuurhuizen is samengewerkt om het Nederlandse publiek te enthousiasmeren voor de grote vragen van de NWA-route 'Bouwstenen van materie en fundamenten van ruimte en tijd'. En dit alles in consortia van mensen die elkaar zonder de startimpuls wellicht nooit waren tegengekomen.

In 2015 werden voor het eerst zwaartekrachtsgolven gedetecteerd op aarde. Deze ontdekking gaf veel onderzoekers het gevoel op de drempel te staan van een nieuwe kijk op het heelal. 'Zwaartekracht was internationaal ineens een hot topic, maar in het Nederlandse financieringslandschap was er nog weinig aandacht voor,' herinnert Stan Bentvelsen zich. De hoogleraar natuurkunde en directeur van het Nationaal instituut voor subatomaire fysica (Nikhef) was vanaf het eerste uur betrokken bij de NWA-route. Hij heeft heel goede herinneringen aan de eerste routebijeenkomst, eind 2017 in Felix Meritis in Amsterdam. Bentvelsen: 'Een mêlée van academici, HBO-ers, en professionals uit het onderwijs, de cultuursector en de industrie, allemaal gedreven door nieuwsgierigheid naar de grote vragen over materie, ruimte en tijd, zat die dag voor het eerst bij elkaar. Het was ongelooflijk inspirerend om uit te vogelen wat ons verbond rond die hele grote vragen'. Uiteindelijk koos de stuurgroep van de route voor zwaartekracht als het verbindende thema voor de Startimpuls.

'Het detecteren van zwaartekrachtsgolven is als het nemen van vingerafdrukken van het universum,' zegt Maureen Voestermans, coördinator van de NWA-route en behept met diezelfde nieuwsgierigheid. De golven kunnen iets vertellen over de tijd direct na de oerknal. Zwaartekracht wordt ook wel de *missing link* genoemd. Het heeft iets te maken met Einsteins ontdekking over de kromming van ruimtetijd, maar wetenschappers hebben nog niet kunnen doorgronden hoe het werkt. Voestermans: 'Het gekke is, als je met behulp van een deeltjesversneller inzoomt op de allerkleinste deeltjes, zie je de zwaartekracht niet. Maar als je uitzoomt, en om je heen kijkt, valt die appel toch echt omlaag. Deze discrepantie roept de vraag op: is wat wij zien ook hetgeen wat werkelijk gebeurt?' De implicaties van deze vraag kunnen enorm zijn. Misschien blijkt in de toekomst dat het heelal een soort gigantisch hologram is, of onderdeel van een multiversum. Vooralsnog is 96% van het heelal onmeetbaar. Voestermans: 'Dat zijn die mysterieuze donkere materie en donkere energie – niemand weet wat dit precies is.'

'Het detecteren van zwaartekrachtsgolven is als het nemen van vingerafdrukken van het universum.'

Maureen Voestermans, coördinator van de NWA-route *Bouwstenen van materie en fundamenten van ruimte en tijd*

Om stappen te zetten in het beantwoorden van deze grote vragen, bracht het project vooraanstaande onderzoekers bij elkaar van tweeërlei pluimage: theoretici en experimentele wetenschappers. De samenwerking tussen beiden is essentieel. Experimenteel natuurkundigen ontwerpen en bouwen instrumentaria – lenzen, telescopen – waarmee heel ver het universum in kan worden gekeken. De theoretici gaan nog een stapje verder. Voestermans: ‘Zij kruipen bij wijze van spreken zelf in het zwarte gat, daar waar de camera’s niet kunnen komen, en gebruiken hun verbeeldingskracht om nieuwe modellen te bedenken.’

DIEP

Met fondsen van de Startimpuls werd een nieuw onderzoekscentrum opgetuigd, het Dutch Institute for Emergent Phenomena (DIEP). Dit virtuele centrum brengt fundamentele wetenschappers van uiteenlopende disciplines bijeen om tot een beter begrip te komen van emergente fenomenen, waarvan zwaartekracht er mogelijk één is. Bentvelsen gebruikt de analogie van een zwerm spreeuwen: de magnifieke patronen die zij in de lucht maken zijn het fenomeen, de magie daarvan valt echter niet direct te herleiden naar de elementaire delen, de individuele vogels. Zo proberen deze wetenschappers te ontrafelen hoe de macroscopische wereld die wij om ons heen ervaren, en die is opgebouwd uit Nano, moleculaire en polymere structuren, is voortgekomen uit de kwantumwereld. DIEP heeft binnen een paar jaar een nieuwe community gecreëerd van onderzoekers in de astronomie, astrofysica, hoge-energiefysica, mathematische fysica, wiskunde, quantummechanica, chemie, en ook wetenschapsfilosofie. In de geest van de NWA, treedt die community ook naar buiten middels lezingen in Paradiso, en door het organiseren van internationale summer schools. Onderzoekers aangehaakt bij DIEP en gefinancierd uit de Startimpuls, houden zich bijvoorbeeld bezig met oplossingen van de Einstein vergelijkingen voor gravitatie via de Hilbertstroming. Anderen bestuderen hoe ruimtetijd precies kromt en proberen vast te stellen wat er gebeurt als die krommingen heel extreem worden, zoals bij een singulariteit, een oneindig dicht punt in de ruimtetijd. Deze ‘mentale krachtpaters’, zoals Voestermans hen typeert, die elkaar in DIEP hebben gevonden, kunnen echter niet zonder de technici die helpen om hun modellen te vertalen naar iets wat meetbaar is.

Golven meten

Om zwaartekrachtgolven te kunnen meten heb je uiterst gevoelige apparatuur nodig. Binnen een deelproject van de Startimpuls zijn experimenteel natuurkundigen van Nikhef en Maastricht University bezig om een hyperstille spiegel te ontwikkelen, waarin niet één molecuul mag bewegen. Dit is nodig omdat – nog zo’n behulpzame vergelijking van Bentvelsen – de amplitude van een zwaartekrachtsgolf kleiner is dan het hoogteverschil dat ontstaat als je één druppel water toevoegt aan de watermassa van het IJsselmeer. Aan de Radboud Universiteit Nijmegen wordt intussen gewerkt aan het verbeteren van software om bestaande metingen van zwaartekrachtsgolven beter te kunnen interpreteren. Bentvelsen benadrukt dat ook voor dit onderdeel van het project geldt dat, dankzij het samenbrengen van academici en HBO-ers van verschillende disciplines en technische expertise, nieuwe aanvliegroutes zijn bedacht voor het aanpakken van ‘praktische’ uitdagingen.

Einsteintelecoop

Eén instrument voor het meten van zwaartekrachtsgolven stond centraal in de Startimpuls: Einsteintelecoop. In 2017 was duidelijk dat die telescoop gebouwd zou gaan worden, maar de grote vraag was wáár. De telescoop heeft een hele stille plek op aarde nodig, waar ondergrondse trillingen de metingen niet verstoren. Geologisch onderzoek door Nikhef en TNO heeft aangetoond dat de rotsbodemplaat in Zuid-Limburg voldoet. Middels een boorgat is een doorsnede gemaakt van de aarde tot 200 meter diepte, een

zeer complexe technologische operatie die, naast informatie voor de Einsteintelescope, ook hele interessante andere geologische informatie prijs gaf. Nadat dit locatie-onderzoek door de Startimpuls was geïnitieerd, zijn allerlei partijen aangehaakt om dit financiële en infrastructurele giga-project, dat voor de Nederlandse wetenschap van enorme betekenis zou zijn, binnen te halen. Het besluit hierover wordt uiteindelijk in Brussel genomen. Bentvelsen benadrukt dat, zelfs als de Einsteintelecoop elders zal worden gebouwd, het onderzoek van de afgelopen jaren niet voor niets is geweest. Er zijn legio toepassingen voor wat er geleerd en ontwikkeld is, zoals LISA, een instrumentarium dat zwaartekrachtsgolven meet door middel van satellieten in de ruimte.

Van het heelal naar de gewone wereld

Al deze technische en wetenschappelijke ontwikkelingen gaan hard en zijn van een hoog niveau. Toch is het belangrijk dat de samenleving in de zijlijn kan blijven meekijken. Een belangrijke component van het Startimpuls project was daarom ook *evidence-based* wetenschapscommunicatie. Ionica Smeets, hoogleraar wetenschapscommunicatie aan de Universiteit Leiden, was trekker van deze component. Met haar team heeft ze een tutorprogramma ontwikkeld, waarbij Leidse studenten leerlingen uit achterstandswijken helpen met vooral de bètavakken, om zo de groeiende kansongelijkheid in het onderwijs te helpen verkleinen. Dit programma wordt de komende jaren geïmplementeerd, met als groter doel dat in 2040 bètastudenten net zo'n diverse groep vormen als de Nederlandse bevolking.

De wetenschapscommunicatie timmert ook op andere manieren aan de weg, zoals middels medewerking aan tentoonstellingen in het Discovery Museum in Kerkrade en, op handen, het Boerhaave museum in Leiden. De maatschappelijke functie die de NWA beoogt is juist bij deze meest fundamentele tak van onderzoek van grote waarde, meent Voestermans. 'In deze tijd waarin we ons grote zorgen maken over de gezondheid van onze planeet, krijgt het overbrengen van de pracht en grootsheid van het universum een nieuwe betekenis. Bewustwording van het grotere geheel waarvan wij op de planeet Aarde deel uitmaken, verrijkt je als mens. Ook de wetenschap heeft een rol te spelen in zingeving.'

Nieuwe relaties

De virtuele, interdisciplinaire community van DIEP heeft haar functie bewezen, en wordt voortgezet met financiering van de Universiteit van Amsterdam. Het is een grote verdienste van de Startimpuls, volgens Bentvelsen, 'dat de verkokerde academische wereld is opgeschud.' Dit is belangrijk, omdat de fundamentele vragen die nu voorliggen zo complex zijn dat ze onmogelijk door één discipline of onderzoeksaanpak kunnen worden beantwoord. De nieuwgevonden samenwerking zet zich voort in nieuwe onderzoeksprogramma's die worden gefinancierd door de Nederlandse Wetenschapsagenda. Zo ging in september het *Dutch Black Hole Consortium* van start binnen het NWA-financieringsinstrument 'Onderzoek op Routes door Consortia' (ORC). Wetenschappelijke, maatschappelijke en industriële partners gaan een zevenjarig onderzoekstraject in naar zwarte gaten, een fenomeen bij uitstek dat kan helpen in het begrijpen van zwaartekracht als missing link.

Gelijke kansen voor de jeugd: diversiteit en het belang van communicatie

‘Diversiteit en ongelijkheid’ is niet voor niets een prominent thema binnen de NWA-route ‘Jeugd in ontwikkeling, opvoeding en onderwijs’. Het reflecteert de toenemende zorgen over de ongelijke kansen die jongeren in Nederland hebben – kansen die beïnvloed worden door hun kleur, sekse, of de wijk waar ze opgroeien. Het Startimpuls-project ‘Gelijke kansen voor een diverse jeugd’ onderzocht of er specifieke processen zijn in enerzijds het onderwijs en anderzijds de jeugdgezondheid die deze kansenongelijkheid in stand houden. En ook: wat zijn de mogelijkheden om dit te doorbreken?

‘In het onderwijs is de toename van kansenongelijkheid onmiskenbaar’, zegt Monique Volman, hoogleraar Onderwijskunde aan de Universiteit van Amsterdam. ‘De onderwijsinspectie hamert er al jaren op dat het de verkeerde kant op gaat: het gezin waar een kind uit komt, bepaalt weer steeds meer welk opleidingsniveau het haalt’. Sinds de jaren zestig van de vorige eeuw is dat niet zo geweest. Ook uit de jeugdgezondheidszorg komen verontrustende signalen: jongeren met een achterstand, maatschappelijk of in gezondheid, raken door een opeenstapeling van risicogedrag vaker in een negatieve spiraal. Volman was een van de initiatiefnemers van het Startimpuls-project dat in 2017 in de steigers werd gezet, middels een proces van co-creatie met onderzoekers, praktijkprofessionals en beleidsmakers van scholen, gemeenten, jeugdzorg, wijkteams, en Centra voor Jeugd en Gezin. Zij bevroegen elkaar op de belangrijkste uitdagingen, wat resulteerde in een [programma met vijf deelprojecten](#).

De eindpublicatie van het Startimpuls-project deelt een schat aan informatie over wat er in drie jaar tijd is ondernomen, over de nieuwe inzichten én de concrete opbrengsten. Valt er een rode draad te ontdekken in de meerwaarde van die uitkomsten? ‘Een medicijn tegen ongelijke kansen is niet gevonden’, zegt Volman, ‘maar praktijkorganisaties zijn zelden op zoek naar die ene *silver bullet*. Hun vragen beginnen niet met ‘wat?’, maar met ‘hoe?’ Vooral: *hoe* kunnen we dit beter aanpakken, *hoe* kunnen we met en voor deze jongeren een beter resultaat bereiken?’ De onderzoekers en maatschappelijke organisaties zijn samen op zoek gegaan naar antwoorden op die centrale hoe-vragen.

Bewustmaking

Terugkijkend meent Volman dat de rode draad in de opbrengsten van het programma ‘bewustwording’ is. Bewustwording van sociale processen die zowel in het onderwijs als de jeugdgezondheidszorg vaak onder de oppervlakte spelen. ‘Als je die processen zichtbaar maakt en benoemt, ontstaat herkenning en bewustwording. En dat is een voorwaarde om zaken anders te gaan aanpakken’.

In het deelproject ‘[De kracht van ontmoeting](#)’, bijvoorbeeld, stond de vraag centraal hoe het contact tussen zorgprofessionals, jongeren en hun ouders verbeterd kan worden, zodat echte ontmoeting ontstaat. Dit blijkt een voorwaarde om problemen helder te krijgen en effectief hulp te kunnen bieden aan jongeren en hun gezinnen, zeker aan gezinnen die lastig te bereiken zijn voor de jeugdgezondheidszorg of stedelijke wijkteams. Het onderzoek uitgevoerd in Rotterdam-Zuid – middels interviews en vragenlijsten in 10 talen – liet zien dat het niet zozeer gaat om de gespreksvaardigheden van de zorgprofessionals, maar juist om andere lagen van communicatie. Gelijkaardigheid was het kernwoord. Uit de vragenlijsten blijkt dat ouders dat het belangrijkste vinden: openstaan en waarderen van menselijke verschillen – in waarden en normen, kijk op de wereld – en hier geen waardeoordeel aan verbinden, maar juist respect tonen en de tijd

nemen om samen naar oplossingen zoeken. Of, herinnert Volman zich, zoals een moeder zei: 'Het maakt mij niet uit of de hulpverlener wel of geen hoofddoek draagt zoals ik. Ik vind het belangrijker dat het gesprek gelijkwaardig voelt en dat ze mij serieus neemt'. De inzichten over diversiteitsgevoelig, passend en activerend communiceren worden meegenomen in de opleiding voor nieuwe zorgprofessionals in Rotterdam, om hen betere tools te geven voor het werken in de diverse grootstedelijke praktijk. Ook bevindingen uit het deelproject '[Gelijke kansen in jeugdgezondheid](#)' laten het belang van bewuste communicatie zien. Hier was 'vertrouwen' het kernwoord. Kwetsbare adolescenten bleken vaak het gevoel te hebben dat docenten of hulpverleners geen vertrouwen in hen hadden. Dit maakte dat jongeren aan zichzelf gingen twijfelen en het ondermijnde hun zelfvertrouwen.

Zijn dit soort inzichten nieuw voor professionals die dagelijks met jongeren en ouders werken? Is wetenschappelijk onderzoek nodig om dit te achterhalen? 'Ja', zegt Volman, 'onderzoekers halen de blik van de cliënt op. Organisaties zoals het CJG hebben te weinig tijd om dat systematisch en methodologisch goed te doen. Zij zijn vreselijk druk met hun primaire processen. De druk op de jeugdzorg in de breedte was al groot en is door de Covid-19 pandemie alleen maar verder toegenomen.' Naast peer-reviewed wetenschappelijke publicaties, heeft dit deelproject een instrument voor de praktijk opgeleverd, namelijk de 'reflectietool Jongeren in de JGZ'. De 42 factoren die uit het onderzoek naar voren kwamen als relevant om gezondheidsverschillen of maatschappelijke ongelijkheid tussen jongeren aan te pakken, zijn hierin opgenomen. Het helpt JGZ organisaties te reflecteren op de eigen manier van werken. Eén van de bevindingen van ditzelfde onderzoek, had wel heel directe implicaties voor de praktijk. Namelijk dat de mentale gezondheid van kinderen in groep 7/8 een voorspellende waarde heeft voor hun mentale gezondheid, welbevinden en maatschappelijke participatie op latere leeftijd. Voor het Nederlands Centrum Jeugdgezondheid (NJC), partner in het onderzoek, is dit een reden aan de bel te trekken. 'Aandacht voor deze leeftijdsgroep is daarmee van cruciaal belang voor de preventieve jeugdgezondheidszorg. Terwijl we steeds vaker zien dat juist op dit contactmoment 'bezuinigd' wordt', waarschuwt Yvonne Vanneste, adviseur NJC.

Serious game

Nieuwe inzichten vertalen naar concrete interventies die bijdragen aan de ontwikkelingskansen van jongeren, was een uitdrukkelijk doel van het Startimpuls-project. Het deelproject '[sociale cohesie in de klas](#)' heeft daartoe een *serious game* ontwikkeld. Onderzoek laat zien dat er spanningen zijn op scholen met een cultureel-etnisch en sociaaleconomisch diverse leerlingpopulatie, wat invloed heeft op de ontwikkelingskansen van de jongeren. Samen met twee middelbare scholen in Rotterdam, heeft het team onderzocht hoe sociale cohesie in de klas kan worden versterkt. Om te beginnen werd met leerlingen, leerkrachten, schoolleiders en mentoren gesproken over wat zij onder sociale cohesie verstaan. 'Hoewel het begrip sociale cohesie deel uitmaakt van de nieuwe wet burgerschapsonderwijs, is het nog geen gemeengoed in onderwijsland,' zegt Sabine Severiens, hoogleraar Onderwijskunde aan de Erasmus Universiteit Rotterdam. 'Het was best een uitdaging om leerkrachten en leerlingen te laten reflecteren op hoe zij verschillende aspecten van sociale cohesie vertaald zien in de dagelijkse praktijk van de school. Dat zijn we dus eerst gaan ontrafelen.'

De definitie uit de sociologische literatuur waarmee de onderzoekers werkten, onderscheidt drie domeinen van sociale cohesie: sociale relaties in de klas, identificatie met de groep, en gerichtheid op de gemeenschap. Uit de interviews en observaties in zes klassen, bleek duidelijk dat sociale cohesie fluide en veranderlijk is. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld het gevoel hebben bij een etnische subgroep binnen de klas te horen, of bij de klas, maar niet bij de school. Een belangrijk inzicht betrof de rol van de leerkracht. In hun pogingen om de sociale cohesie te versterken, richten leerkrachten zich vooral op individuele leerlingen. Ze zijn weinig bezig met de klas als groep, en met de in- en uitsluitingsprocessen die zich daarin afspelen. Severiens: "We gaan gewoon wiskunde doen', is de insteek. Dit is een gemiste kans. Want uit de

literatuur weten we dat 'lekker in de groep zitten' een voorwaarde is voor jongeren om überhaupt aan leren toe te komen.' Opvallend was dat de leerlingen van mening zijn dat het bij de verantwoordelijkheid van de leerkracht hoort om op de hoogte te zijn van wat er speelt in de klas. De leerkrachten zelf zijn echter vaak te voorzichtig, of te verlegen, om zich proactief te mengen in die groepsprocessen. Severiens: 'De conciërges bleken een verrassend brede kijk te hebben op de processen die spelen. Een optie zou zijn om hen meer in verbinding te brengen met de leerkrachten.'

Beide scholen gaven aan verder te willen met de onderzoeksresultaten. Er werd besloten een serious game te ontwikkelen om het bewustzijn van de vele aspecten van sociale cohesie onder leerlingen en leerkrachten te versterken. Karin Hoogeveen van onderzoeks- en adviesbureau Sardes begeleidde het co-creatie proces, waarin twee groepen leerlingen een sturende rol kregen. 'Zij vonden het fantastisch om zo serieus genomen te worden,' vertelt Hoogeveen, 'en voor ons was het mooi om te zien dat ze de essentie zo goed begrepen. Ze wilden geen online spel, maar een fysiek spel waar ze echt konden oefenen met samenwerken, en ze stonden erop willekeurig te worden ingedeeld in teams, in plaats van bij vaste vrienden of vriendinnen.' Het verhaal dat de leerlingen bedachten, over een energiecentrale die op ontploffen staat, werd door game designers van Goudvisie vertaald naar het open access spel dat nu beschikbaar is voor scholen. Daar gingen heel wat rondes van ontwerpen, testen en bijstellen aan vooraf. Voor Sardes was het een uitdaging ervoor te zorgen dat het spel niet alleen de jongeren aanspreekt, maar ook de onderzoeksinzichten over het versterken van sociale cohesie in zich draagt. Het spel kan in één lesuur, bijvoorbeeld een mentorles of burgerschapsles, gespeeld worden. De klas wordt zo heel concreet een oefenplek voor het bevorderen van sociale cohesie. De hoop van de onderzoekers is dat de lessen die zo geleerd worden de minimaatschappij die de school is, uiteindelijk ook in de brede samenleving impact zullen hebben.

Verbinding

Dat het gelukt is om nieuwe inzichten uit het onderzoek te vertalen naar concrete toepassingen – nog een mooi voorbeeld hiervan is het [Stress Less Project](#) dat, met geld dat de Gemeente Den Haag heeft bijgelegd, al op 19 scholen voor voortgezet onderwijs wordt toegepast – is een direct gevolg van de unieke samenwerking in het project, waaraan maar liefst 35 organisaties en instellingen deelnamen. De crux van dit succes, meent Judi Mesman, 'is dat we werkelijk vanaf het begin met al die praktijkpartners om de tafel hebben gezeten, dat zij hebben meegedacht over de onderzoeksvragen, de aanpak en de opbrengst.' Mesman, hoogleraar *Interdisciplinary Study of Societal Challenges* aan de Universiteit Leiden, was samen met Volman initiatiefnemer van het Startimpuls-project. Zij is een van de inspiratoren van deze transdisciplinaire manier van werken, en werd hier onlangs voor geroemd met de toekenning van de Stevin-premie. Louise Elffers, die het [deelproject Aanvullend onderwijs](#) leidde, heeft de nauwe samenwerking tussen universiteiten, hogescholen en maatschappelijke organisaties tot de kern van de aanpak gemaakt van het Kenniscentrum Ongelijkheid in Amsterdam dat zij nu leidt. Door de nieuwe verbindingen die tijdens het Startimpuls-project gelegd zijn, komt de expertise over jeugd, ontwikkeling en leren die gewoonlijk gescheiden blijft, nu steeds meer samen. Dit een voorwaarde voor het werken aan waar het in deze NWA-route om gaat: dat alle kinderen en jongeren de kans moeten krijgen zich te ontwikkelen tot veerkrachtige burgers die op een waardevolle manier kunnen bijdragen aan de samenleving.

'De crux van het succes is dat we werkelijk vanaf het begin met al die praktijkpartners om de tafel hebben gezeten.'

Judi Mesman, hoogleraar *Interdisciplinary Study of Societal Challenges* aan de Universiteit Leiden

**Nederlandse Organisatie voor
Wetenschappelijk Onderzoek (NWO)**

Nationale Wetenschapsagenda (NWA)

T: +31 (0)70 349 44 59
E: nwa-routes@nwo.nl

NWO Den Haag

Bezoekadres

Laan van Nieuw Oost-Indië 300
2593 CE Den Haag

Postadres

Postbus 93138
2509 AC Den Haag

NWO Utrecht

Bezoekadres

Winthontlaan 2
3526 KV Utrecht

Postadres

Postbus 3021
3502 GA Utrecht

Maart 2022