



**TECH  
YOUR  
FUTURE**

Centre of Expertise TechniekOnderwijs

# Programma Onderzoek TechYourFuture 2021-2024

Opgesteld door de Academic Board van TechYourFuture

i.s.m. de directie van TechYourFuture

juli 2021





# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Het onderzoeksprogramma TechYourFuture 2021-2024</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Thema 1: Leven lang ontwikkelen: leergierige en veranderingsgezinde medewerkers in de techniek</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Thema 2: Nieuwe doelgroepen: diversiteit en inclusie in de techniek</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Thema 3: Aantrekkelijk docentschap in techniekonderwijs</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Randvoorwaarden</b>	<b>20</b>
	<b>Literatuurlijst</b>	<b>22</b>
	<b>Bijlage 1: Overzicht van de onderzoeksthema's in de periode 2013-2020</b>	<b>25</b>
	<b>Bijlage 2: Auteurs van de thema's</b>	<b>26</b>
	<b>Bijlage 3: Geraadpleegde deskundigen</b>	<b>27</b>

# 1. Het onderzoeksprogramma TechYourFuture 2021-2024

## 1.1 Inleiding

TechYourFuture (TYF), Centre of Expertise, is in 2013 gestart met de ambitie om de toe-, door- en uitstroom van leerlingen met een bèta- en techniek talent te bevorderen en de aansluiting van het onderwijs op de technische arbeidsmarkt te verbeteren. Inmiddels hanteert TYF ook het bredere begrip technologie en ICT en richt het Centre zich steeds nadrukkelijker op (het voorbereiden op) een leven lang ontwikkelen.

TYF is een intensieve samenwerking van Hogeschool Saxion, Universiteit Twente en Hogeschool Windesheim. Sinds 2020 is het ROC van Twente kernpartner van TechYourFuture. Ook met het ROC Deltion, ROC Aventus, ROC Graafschap en ROC Cibap wordt steeds intensiever samengewerkt en op termijn een partnerschap verkend.

TYF levert een belangrijke bijdrage aan de regionale Human Capital Agenda's techniek én aan de voorbereiding op een technologische samenleving en arbeidsmarkt. We sluiten nadrukkelijk aan op de regionale en landelijke onderzoekagenda's die met deze ontwikkelingen samenhangen. In het onderzoek verbinden we de denkkracht van de UT, de ontwerpkracht van het hbo en de daadkracht van het ROC.

Dit programma geeft voor de periode 2021 tot en met 2024 de thema's aan waarin TechYourFuture onderzoek zal uitzetten. Na een fase van opstart (2012-2016) en een fase van uitbreiding (2017-2020) gaan we nu een derde fase in waarin TechYourFuture aan de hand van drie thema's meer programmatisch zal gaan werken aan betekenisvol praktijkgericht onderzoek binnen de brede doelstelling zoals hierboven verwoord.

De drie thema's van het onderzoeksprogramma 2021-2024 komen voort uit de herijking van de strategische agenda voor onderzoek van TechYourFuture zoals die in 2019 en 2020 heeft plaatsgevonden.

In deze inleiding wordt aangegeven wat TechYourFuture is en hoe het onderzoeksprogramma 2021-2024 tot stand gekomen is.

## 1.2 TechYourFuture

### Visie

Een bloeiende technieksector kan niet zonder voldoende goed opgeleide technici. Technici die naast technologische kennis en vaardigheden beschikken over metacognitieve en sociale vaardigheden (zoals aanpassingsvermogen en interdisciplinair samenwerken) die nodig zijn om maatschappelijk technologische transitie te kunnen realiseren. Technici die blijven ontwikkelen en leren, of dit nu tijdens hun opleiding is of als professional.

Technologische ontwikkelingen raken steeds meer geïntegreerd in alle aspecten van onze samenleving. Het doorzien en naar eigen hand zetten van techniek en technologie, het gebruik en de ethische kant ervan is daarom voor iedere burger van belang. Kennis, vaardigheden en een juiste attitude voor adoptie, acceptatie en toepassing van techniek zijn steeds meer urgent in onderwijs, arbeid en maatschappij, ook in niet-technische beroepen en sectoren, zoals landbouw, gezondheidszorg en accountancy.

De kern en kracht van TYF zit in een geïntegreerd perspectief van een leven lang ontwikkelen: kinderen en jongeren kennis laten maken met techniek en technologie, hun eigen talent daarin laten ontdekken en ontwikkelen en aankomende en zittende werknemers verleiden tot en behouden voor de techniek en technologie. We kiezen daarbij niet voor óf het onderwijs óf de arbeidsmarkt, maar leggen daartussen juist de verbinding om concreet handen en voeten te geven aan een leven lang ontwikkelen.

### Missie

TYF voert praktijkgericht onderzoek uit in keten-overstijgende (regionale) consortia en draagt zo bij aan door onderzoek gevalideerde oplossingen en werkwijzen voor het aantrekken, ontwikkelen en behouden van technologisch talent. Binnen TYF onderzoeken, innoveren, experimenteren en investeren partners uit onderzoek, onderwijs, bedrijfsleven, maatschappelijke instellingen en publieke sector samen ter versnelling van gewenste maatschappelijke technologische transitie zoals digitalisering, de energietransitie en zorg &

gezondheid. We kiezen daarbij niet voor óf het onderwijs óf de arbeidsmarkt, maar leggen daartussen juist de verbinding om concreet handen en voeten te geven aan een leven lang ontwikkelen.

TYF realiseert haar missie door de volgende werkwijze:

- de instellings- en veelal keten-overstijgende aanpak waarin onderzoekers, docenten, studenten, bedrijven en maatschappelijke instellingen op basis van gelijkwaardigheid multidisciplinair samenwerken;
- onderzoek in proeftuinen waarin leren, werken en innoveren wordt geïntegreerd rondom concrete maatschappelijke-technologische vraagstukken uit de onderwijs- en/of werkpraktijk t.b.v. toekomstbestendig techn(olog)isch (beroeps)onderwijs en beroepspraktijk in de regio;
- onderzoek dat leidt tot concrete tools en methodieken (sleutelmethodologieën of KEM's) voor onderwijs- en human capital vraagstukken rondom technologisch-maatschappelijke uitdagingen in de regio;
- de krachtenbundeling over onderzoeksprojecten heen waardoor meerjarige en duurzame partnerships en hechte netwerken ontstaan.

Door deze werkwijze wordt zoveel mogelijk van wat samen met de praktijk in onderzoek ontwikkeld is, ook al tijdens het onderzoek direct geïmplementeerd in diezelfde praktijk en wordt doorwerking naar verdere contexten bevorderd. Het team van onderwijskundigen waar TYF over beschikt, en dat nauw samenwerkt met de onderzoekers, heeft hier een belangrijke uitvoerende en verbindende rol in.

TYF is primair regionaal georiënteerd, maar zoekt ook aansluiting bij brede maatschappelijk-technologische vraagstukken die tevens nationaal en internationaal spelen. Vanwege onze expertise en het brede netwerk worden we steeds meer gevraagd om te participeren in (landelijke) initiatieven van brede consortia die op deze vraagstukken inspelen. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- NWA-ORC: The Gender Gap in Part-time Work: Towards Sustainable Participation of Women and Men in the Dutch Labor Market<sup>1</sup>
- SPRONG Educatief STEM netwerk: Crossing boundaries for learning and development<sup>2</sup>
- SPRONG Zorg: Meer waarde door technologische innovaties voor gezonde en veerkrachtige regio's<sup>3</sup>

## Sturing

De Colleges van Bestuur van de kernpartners en de stuurgroep bewaken de koers van TechYourFuture. De stuurgroep bestaat uit drie leden die directeur resp. decaan bij een van de kernpartners zijn. De stuurgroep stuurt de directie van TechYourFuture aan.

De inhoudelijke coördinatie van het onderzoek vindt plaats binnen de Academic Board. De Academic Board is samengesteld uit zes leden van de kernpartners en een onafhankelijk voorzitter. Elke aanvraag voor onderzoek die bij TechYourFuture binnenkomt, wordt door twee externe reviewers beoordeeld en besproken in de vergadering van de Academic Board. De Academic Board formuleert vervolgens een advies voor de Stuurgroep over al dan niet toekennen van het onderzoek.

De Adviesraad TechYourFuture adviseert de directie en de stuurgroep over de koers op het gebied van publiek-private samenwerking en fungeert als ambassadeur van TechYourFuture. De voorzitter en de leden van de Adviesraad bekleden een strategische (top-)positie binnen de zogenaamde 4-O velden: overheid, onderwijs, ondernemingen en onderzoek.

<sup>1</sup> Een groot interdisciplinair consortium (waaronder meerdere TYF onderzoekers) onderzoekt de complexe mechanismen die de deeltijdplek in stand houden op het niveau van de samenleving, binnen arbeidsmarktsectoren (zoals in de techniek en de zorg), binnen organisaties en binnen huishoudens.

<sup>2</sup> Het SPRONG Educatief STEM netwerk regio's (Twente, Noord-Holland en Utrecht) komt voort uit vele TYF projecten in het primair onderwijs waarin binnen leergemeenschappen onderzoek gedaan is en professionalisering van leerkrachten heeft plaatsgevonden.

<sup>3</sup> Als SPRONG Zorg-consortiumpartner zal TYF een bijdrage leveren aan vanuit haar verbindende rol in de regio en hiermee het proces van vraagstukken ondersteunen, alsook m.b.t. de inrichting van leergemeenschappen en doorwerking naar het onderwijs.



### 1.3. Onderzoek

TechYourFuture hanteert een brede onderzoekagenda die is gericht op de gehele onderwijskolom (van voor- en vroegschoolse educatie tot en met universiteit), de aansluiting van het onderwijs op de techn(olog)ische arbeidsmarkt en het leven lang ontwikkelen van werkende professionals. Vanaf de start is TechYourFuture aangesloten bij het Techniekpact en onderscheidt dezelfde kernopgaven: kiezen voor techniek, leren in techniek en werken in techniek. In totaal zijn sinds de start in 2013 door TechYourFuture **71** onderzoeksprojecten gehonoreerd (peildatum 01.01.2021).

#### Periode 2013-2016

Bij de start is de strategische keuze gemaakt om het onderzoek te beginnen bij de basis: het primair en voortgezet onderwijs en de professionalisering van leraren, schoolteams en lerarenopleiders; vanaf 2016 ook in het mbo. Naast leren in de techniek ligt er in deze periode in het onderzoek ook een sterke focus op de begeleiding van keuzeprocessen bij jongeren en het ontwikkelen van een professionele identiteit in de techniek. Tot slot zijn we in deze periode ook gestart met het ontwikkelen van een innovatieve lerarenopleiding technisch beroepsopleiding. Dit heeft geleid tot het Teachers Tech College, een opleidingsroute die is bedoeld voor technische experts die de overstap naar het (v)mbo willen maken.

#### Periode 2017-2020

In deze periode hebben we toenemende aandacht voor het versterken van de aansluiting tussen onderwijs en technische arbeidsmarkt, (het voorbereiden op) een leven lang ontwikkelen en de toepassing van technologie in niet-technische contexten. Daarbij zoeken we expliciet de verbinding met maatschappelijke uitdagingen in de regio zoals de samenwerking tussen mens en technologie (collaborative robots) in het technisch mkb, de energietransitie (leergemeenschappen in de installatiebranche) en nieuwe technologie in de zorg (hartzorg op afstand en wat dit betekent voor zorgprofessionals). Ook wordt onderzoek gedaan naar leercultuur in het technisch mkb en naar diversiteit en inclusie in de techniek en ICT.

Een schematisch overzicht van de onderzoeksthema's in de periode 2013-2020 wordt gegeven in bijlage 1. Voor verdere informatie over ons onderzoek verwijzen we naar het meest recente jaarverslag (2019) en naar (publicaties op) de website van TechYourFuture.

### 1.4 Totstandkoming van de onderzoeksprogrammering 2021 -2024

Om tot het voorliggende onderzoeksprogramma te komen zijn we als volgt te werk gegaan:

- In 2019 is de agenda voor onderzoek van TechYourFuture herijkt en zijn speerpunten geformuleerd die we met partners samen willen onderzoeken, ontwikkelen en uitvoeren. De leden van de Colleges van Bestuur geven aan zich te kunnen vinden in de speerpunten zoals geformuleerd, maar wensen een sterkere en meer prominente verbinding met actuele maatschappelijke vraagstukken en de strategische thema's van de kernpartners.
- In de eerste maanden van 2020 heeft de directie van TechYourFuture gesprekken gevoerd met een groot aantal stakeholders die een strategische positie bekleden bij (regionale) ondernemingen, ngo's, overheden en in het onderwijs en onderzoek. Er is behoefte aan nieuwe leer-werk-omgevingen, waarbij studenten en docenten uit diverse niveaus in de onderwijskolom en het werkveld in de regio samen werken aan actuele technische maatschappelijke vraagstukken.
- De herijkte agenda voor onderzoek, de wensen van de Colleges van Bestuur en van de Stuurgroep en de resultaten uit de gesprekken met de stakeholders vormden de input voor twee strategiesessies met de Academic Board en directie TechYourFuture in maart en juni 2020. Deze sessies leidden tot de keuze voor drie hoofdthema's van het programma van onderzoek TechYourFuture 2021-2024.
- De hoofdthema's van het programma zijn vervolgens uitgewerkt door leden van de Academic Board (zie bijlage 3) met gebruikmaking van input van deskundigen (zie bijlage 1).
- De programmatekst is vervolgens voorgelegd aan de Stuurgroep TechYourFuture en de Colleges van Bestuur. De Stuurgroep TechYourFuture heeft het onderzoeksprogramma geaccordeerd.

## 1.5 De drie thema's van het programma

Voor het onderzoek van TechYourFuture in de periode 2021-2024 zijn drie thema's geselecteerd:

### Thema 1: Leven lang ontwikkelen: leergierige en veranderingsgezinde medewerkers in de techniek

Technologische ontwikkelingen en complexere vraagstukken vragen om medewerkers die snel mee ontwikkelen en een waardevolle bijdrage kunnen leveren in hun werk. Aandacht voor continu leren en ontwikkelen van werknemers staat daarom hoog op de agenda van veel werkgevers, sociale partners, onderwijsinstellingen en overheden. Niet alleen in de high tech industrie, maar evenzeer in de bouw- en installatiebranche, in productiebedrijven, in de landbouw of in de accountancy en in de gezondheidszorg. Het begrip 'leven lang ontwikkelen' reflecteert niet alleen een wens en een gevoelde noodzaak tot verandering, maar ook een worsteling in de praktijk. Het grote aandachtspunt is namelijk de vraag hoe we mensen (werknemers) in de juiste stand krijgen; zodanig dat blijven leren en ontwikkelen bij hen een vanzelfsprekendheid wordt. Naast competenties van medewerkers, zoals proactief leren door en voor innoveren, gaat het hier ook om de organisatie en inrichting van het werk als leeromgeving, en het systematisch en structureel inrichten van leergemeenschappen om een doorlopend proces van leven lang ontwikkelen te stimuleren.

### Thema 2: Nieuwe doelgroepen: diversiteit en inclusie in de techniek

Het gaat binnen dit thema niet alleen om aantrekken en behouden van technisch talent maar ook om het versterken en vergroten van de diversiteit aan doelgroepen. Door een bredere groep talenten aan te spreken kunnen we de instroom versterken en de uitstroom beperken. Bovendien zorgt diversiteit voor meer productie en innovatiekracht. De vraag die centraal staat is: hoe kunnen we de diversiteit in opleidingen, bedrijven en maatschappelijke instellingen stimuleren en een brede groep aantrekken en behouden voor de technische sector? Het gaat hierbij zowel om groepen die qua kenmerken zichtbaar dan wel onzichtbaar verschillen

als ook groepen die moeite hebben om mee te komen met nieuwe technologieën of werkenden en werkzoekenden die (nog) niet aan de vereiste kwalificaties voldoen.

### Thema 3: Aantrekkelijk docentschap in techniekonderwijs

De centrale vraag van dit deelprogramma luidt: wat is er nodig om het verzorgen van techniekonderwijs, en daarmee de rol van docent, aantrekkelijk te maken? De thematiek van aantrekkelijk docentschap wordt benaderd vanuit de inhoud van het werk: invulling kunnen geven aan de talrijke uitdagingen en vernieuwingen waar het techniekonderwijs voor staat. Goed techniekonderwijs vereist dat scholen en beroepsgebieden/bedrijven, overheden en publieke organisaties samenwerken en gedeelde verantwoordelijkheid dragen voor het ontwerpen van leeromgevingen en het uitvoeren van onderwijs in die leeromgeving. Het technisch onderwijs in mbo, hbo en wo wordt geconfronteerd met maatschappelijke vraagstukken over onder meer duurzame energie, gezondheid en digitalisering van de samenleving. Welke nieuwe werkvormen en didactieken zoals challenge based learning en maker spaces lijken geschikt? Hoe kunnen hybride professionals van meerwaarde zijn voor zowel het techniekonderwijs als het werk in het technisch bedrijf? Welke aantrekkelijke opleidingsroutes kunnen worden gekenmerkt als 'good practices'?

## 1.6 Leeswijzer

In paragraaf 2, 3 en 4 worden de drie thema's van het programma beschreven. De beschrijving van elk thema kent een vaste opbouw. Er wordt gestart met een korte inleiding, vervolgens wat aangegeven wat er binnen het thema speelt en wat de state-of-the-art van het onderzoek binnen het thema is. De paragraaf wordt afgesloten met een beschrijving van de subthema's voor onderzoek binnen TYF, inclusief een aantal vraagstukken die richting geven aan het thema. Paragraaf 5 ten slotte geeft een beschrijving van de randvoorwaarden voor het indienen van een aanvraag voor onderzoek bij TYF.

## 2. Thema 1: Leven lang Ontwikkelen: leergierige en veranderingsgezinde medewerkers

### 2.1 Inleiding

Het begrip 'leven lang ontwikkelen' reflecteert niet alleen een wens en een gevoelde noodzaak tot verandering, maar ook een worsteling in de praktijk. Het grote aandachtspunt is namelijk de vraag hoe we mensen (werknemers) in de juiste stand krijgen; zodanig dat blijven leren en ontwikkelen bij hen een vanzelfsprekendheid wordt. Dat is de kernvraag in dit thema.

Bedrijven, onderwijsinstellingen en overheid benadrukken de relevantie van leven lang ontwikkelen voor de individuele professional en voor de b.v. Nederland, in een omgeving waarin (technologische) ontwikkelingen soms razendsnel gaan. Recent onderzoek van PricewaterhouseCoopers (2018) laat bijvoorbeeld zien dat het voor 63% van de werknemers van belang is om zich te blijven ontwikkelen om het huidige werk beter te kunnen doen. Voor 24% is het cruciaal om in te spelen op toekomstige veranderingen in het huidige werk en voor 13% van de medewerkers vergroot het blijven ontwikkelen hun kansen op de arbeidsmarkt (PricewaterhouseCoopers, 2018). Bedrijven gaat het daarbij niet eens zozeer om het creëren van een klasse van innovatieve medewerkers, die telkens staande praktijken radicaal helpen vernieuwen. Het gaat ze vooral om de metacognitieve vaardigheden van medewerkers: het versterken van hun adaptief vermogen en flexibiliteit, gevoed door leergierigheid en een veranderingsgezinde houding.

Technologische ontwikkelingen vanuit de 'vierde industriële revolutie' (Schwab, 2016) leiden ertoe dat de grenzen tussen ons fysieke, digitale en biologische functioneren steeds meer in elkaar gaan overvloeien. Dit brengt een revolutie op de arbeidsmarkt teweeg: (kleine) ondernemingen en overheden zullen anders gaan functioneren (Foreign Affairs, 2015; Ross, 2017). In de industrie komt door flexibele automatisering en digital twinning eindelijk kleine serieproductie tegen massa productiekosten in zicht. Predictive maintenance verlaagt stilstand en verandert het businessmodel van veel leveranciers van machines. De impact van digitalisering en automatisering op de dienstverlening van banken en verzekeraars ervaren we

dagelijks aan den lijve, maar ook in de werkzaamheden van accountants is een revolutie gaande, net als in de extramurale zorg. Publieke dienstverlening en beleidsinterventies worden steeds sterker gedreven door algoritmisch opererende en data-gedreven overheden. De zogenaamde GIG-economy is ondenkbaar zonder digitale technologie en ook de uiterst flexibele inzet van koeriers- en bezorgdiensten, order pickers in de distributiecentra van Amazon of Bol, is ondenkbaar zonder krachtige AI en sterke data-analyse (The economist, 2014; Van Est & Kool, 2015; Went, Kremer & Knottnerus, 2015).

Alom wordt daarom benadrukt dat de noodzaak tot blijvende ontwikkeling van medewerkers alleen maar toeneemt (Brynjolfsson & McAfee, 2014; Ford, 2015). Dat speelt uiteraard sterk in technische beroepen, die vaak in het front van de technologische ontwikkeling werken. Maar zoals hierboven opgemerkt wordt ook steeds meer werk buiten de directe harde techniek geraakt. Leren werken met nieuwe techniek speelt daarom niet alleen in high tech industrie, maar evenzeer in de bouw en installatiebranche, in productiebedrijven, in de landbouw of in de accountancy (bijvoorbeeld blockchain) en de gezondheids- en thuiszorg (zoals monitoring op afstand en thuismedicatie). In tegenstelling tot de derde (digitale) industriële revolutie – waarvan de effecten vooral voelbaar waren in meer routinematige arbeid – zullen straks ook hoogopgeleide werknemers hun werk sneller en vaker zien veranderen en strategieën moeten ontwikkelen om bij te blijven (Frey & Osborne, 2013; Davenport & Kirby, 2015; Went et al., 2015).

TYF sluit nadrukkelijk aan op de landelijke onderzoeksagenda's die met deze technologische ontwikkelingen samenhangen, zoals de grote maatschappelijke thema's rondom de energietransitie, gezondheid & zorg en digitalisering; met speciale aandacht voor de Key Enabling Technologies die op deze thema's tot inzet komen. De onderzoeksagenda van TYF op het gebied van leven lang ontwikkelen richt zich op deze thema's en zorgt voor een doorvertaling naar onderzoek op regioniveau<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> TYF sluit daarbij de komende jaren aan op de Roadmap Human Capital Topsectoren en het NWO programma Human capital: learning communities als innovatieversneller, de NRO call Leven Lang Ontwikkelen, het programma uit het Statenvoorstel 2020-2023 van de Provincie Overijssel (met als een van de drie prioriteiten 'leren en werken met nieuwe technologieën') en de daaraan verbonden 'regiodeals', het A+O Metalekro-programma, de Techniepacten Twente en Zwolle en eigen onderzoek van TYF (waaronder het door NWO gefinancierde project 'Gas erop!' met TYF voorfinanciering).



Een leven lang ontwikkelen en positieve beeldvorming ten aanzien van technologische ontwikkelingen vraagt ook om innovatief en aantrekkelijk techniekonderwijs. Techniekonderwijs dat leerlingen en studenten vanaf het basisonderwijs vormt voor en voorbereidt op deze nieuwe werkrealiteit, waar aanpassingsvermogen, het werken met nieuwe technologie en interdisciplinair samenwerken niet langer order winners maar qualifiers zijn (zie hiervoor de hoofdstukken 3 en 4, thema's 2 en 3).

## 2.2 Wat er speelt

De vraag hoe we mensen (werknemers) in de juiste stand krijgen; zodanig dat blijven leren en ontwikkelen bij hen een vanzelfsprekendheid wordt, blijkt nog steeds weerbarstig, hoewel er de afgelopen decennia veel aandacht aan geschonken is (SER, 2016). Postinitieel leren vindt in Nederland maar mondjesmaat plaats, ondanks dat Nederland op dit punt koploper in Europa is. Het blijkt dat postinitieel leren door werknemers minder vaak plaatsvindt naarmate werknemers ouder zijn en dat het juist vaker voorkomt naarmate werknemers hoger zijn opgeleid. In 2011 had 31% nog nooit aan dergelijke scholing deelgenomen. De 46% die aangaf wel eens aan postinitieële scholing te hebben deelgenomen had daar verder geen behoefte aan (Eurostat, 2017). Deze resultaten maken duidelijk dat de competenties die passen bij het continu in ontwikkeling blijven niet alleen aandacht moeten krijgen op de werkvloer – bij bedrijven, overheden en organisaties – maar ook aandacht moeten krijgen in het initiële onderwijs. Wat betreft dat laatste: studenten moeten beter worden voorbereid op een carrière waarin een leven lang leren en werken op een vanzelfsprekende wijze geïntegreerd zijn. Daarbij zal de voorkeur bijvoorbeeld meer moeten uitgaan naar vraaggericht leren en werken dan nu het geval is; veel onderwijs en scholing is nog steeds erg aanbodgericht. In de volgende paragraaf (thema 3) wordt op aspecten die hiermee samenhangen nader ingegaan; ze worden daar gepresenteerd als belangrijke uitdagingen voor docenten in het techniekonderwijs.

Wat betreft het leren op de werkvloer maakt onderzoek van het ROA (Borghans, Fouarge, and de Grip, 2011) duidelijk dat 93% van de postinitieële scholing die mensen ontvangen 'on the job learning' is. Deze vorm van scholing is heel belangrijk voor doorgaande ontwikkeling van werknemers, vooral ook omdat formele scholing náást het werk erg veel vraagt van mensen in het 'spitsuur van hun leven' (SER, 2016). Er is de laatste tijd dan ook veel, terecht, aandacht voor werkplekleren (Malloch, Cairns, Evans, & O'Connor, 2010), ook in Nederlands onderzoek en bij de (lokale) overheid. Vooral de competentie van proactief leren – leren door en voor innoveren – wordt daarbij gezien als een belangrijke factor die het werken aan maatschappelijke missies en economische groei bevordert (NWO, 2020). Terwijl dit een terecht constatering is, bestempelt NWO in haar recente call werkplekleren ten onrechte als reactief leren. Door het werken zelf toekomstgericht te maken, zal in werkplekleren een wereld worden gewonnen (Borghans et al., 2011; De Grip, Belfi, Fouarge, Khn-Nelen, Peeters & Poulissen, 2018). Zie verder ook het Europese workplace innovation programma (Oeij, Rus & Pot, 2017; Pot, Dhondt, de Korte, Oeij & Vaas, 2012) en het eerdere werk van het NCSI (Pot, Totterdill & Dhondt, 2016). Dit goed vormgeven is echter complex.

Er is ook veel aandacht voor de vorm waarin leren en werken gecombineerd kunnen worden. Veel wordt verwacht van zogenaamde 'leergemeenschappen'. De term 'leergemeenschap', zoals omarmd door de topsectoren én zoals gehanteerd door NWO en in onderhavige thema-beschrijving, omvat publiek/private leer-werkpraktijken, die bedoeld zijn om innovatie aan te jagen. Fieldlabs, Skillslabs, CoE's, CIV's, lectoraten en practoraten werken hierin nauw samen met kennis- en onderwijsinstellingen, bedrijfsleven, overheid en andere publiek-private partners. Dat gebeurt idealiter vraag- en behoefte gestuurd. Onderzoek, werken, innoveren én leren worden in dergelijke leergemeenschappen met elkaar verbonden. Het zijn hybride leeromgevingen waarin zowel formeel als informeel leren samenkomen. Leergemeenschappen verbinden, zo is de gedachte, de drie functies van een leven lang ontwikkelen: (1) voorwaardelijk leren voor een diploma, (2) reactief leren in het werk en (3) proactief leren om te innoveren.

Bovenstaande onderzoeksinspanningen laten onverlet dat er fundamentele en praktische vraagstukken spelen rond 'on the job learning', die sterke aandacht behoeven. Ten eerste is werkgerelateerde scholing vaak erg bedrijfsspecifiek en daarmee te veel gericht op de korte termijn en te instrumenteel ingericht. De vraag is hoe het lange-termijn perspectief verder ontwikkeld kan worden. Ten tweede weten we weinig over de effectiviteit van 'on the job learning'. De kracht ervan – leren op en van het werk tijdens werkuren en op 'kosten van de baas' – verlaagt de drempel voor persoonlijke ontwikkeling van werknemers. Maar hoe effectief dit werk-gerelateerde leren daadwerkelijk is, en ook of dit voor alle werknemers toegankelijk is (in welke groepen medewerkers wordt geïnvesteerd) is veel minder duidelijk (Fouarge, Van Eldert, De Grip, Künn-Nelen, & Poulissen, 2018). Daarnaast bestaat er nog veel onduidelijkheid over de vraag hoe organisaties en het werk zelf voor toekomstgericht leren ingericht moeten worden.

Wél duidelijk is dat er een inspanning wordt gevraagd van werknemers om ten minste bij te blijven op hun vakgebied, terwijl dat vakgebied zelf versplintert in 'activiteiten', 'kennis' en 'vaardigheden' en niet meer zozeer te clusteren is in traditionele 'beroepen'. De snelle en quasi-autonome technische ontwikkeling vraagt om alertheid en groot aanpassingsvermogen. Op het individuele niveau wordt dus veel van werknemers gevraagd.

Het zou onverstandig zijn alle verantwoordelijkheid om zich te ontwikkelen alleen op het bordje van het individu te leggen. Dat kan niet, want de individuele werknemer werkt in een bedrijfscontext die zelf invloed heeft op wat er aan ontwikkeling mogelijk is. In toenemende mate is dat bovendien een onzekere context, waarin disruptieve ontwikkelingen dwingen tot snel schakelen en waarin het steeds lastiger wordt om te voorspellen welke kennis, vaardigheden en activiteiten over een paar jaar nodig zullen zijn. Toch zullen werknemer en werkgever samen moeten werken aan blijvende inzetbaarheid en continuïteit, waarvoor blijven ontwikkelen op individueel en bedrijfsniveau een voorwaarde is.

Het gaat in dit thema dus om onderzoek naar één of meer de van de volgende niveaus:

1. De competenties van werknemers die passen bij het continu in ontwikkeling blijven en hoe deze te ontwikkelen;
2. De eigenschappen van de werkomgeving met betrekking tot leren en ontwikkelen;
3. De mogelijke interventies die deze individuele competenties en eigenschappen van de werkomgeving op een voor leren en ontwikkelen positieve manier beïnvloeden.

## 2.3 Subthema's voor onderzoek

We onderscheiden een tweetal subthema's met elk een aantal vraagstukken die richting geven aan het onderzoek dat ons binnen het thema 'levenlang leren' voor ogen staat.

### Subthema 1: De werkplek als omgeving voor leven lang ontwikkelen

Een belangrijke vraag is hoe het werk moet worden georganiseerd en ingericht om werknemers te stimuleren hun werk en leren te integreren om zich voor te bereiden op (disruptieve) technologische innovaties. Daarbij is niet alleen onderzoek naar de juiste inrichting van het werk cruciaal – expliciet gerelateerd aan keuzes voor (bepaalde) techniek en de implementatie daarvan – maar ook naar een passende organisatiecultuur, HR-filosofie en leiderschap. Dit uiteraard in relatie tot de werknemers, hun opleidingsniveau en (ingesleten/aangeleerde) gedrag en houding.

Naast bovenstaande vraag rond de inrichting van het werk en de organisatie, zijn ook vraagstukken rond de effectiviteit van werkpleklernen en informeel leren tijdens het werk aan de orde. Wat wordt precies geleerd en is dat ook buiten de context van de eigen organisatie relevant? Hoe doordacht en gestructureerd vindt informeel leren nu plaats? Door wie wordt geleerd en hoe komt die keuze tot stand?

Bij onderzoek naar de vraagstukken kan bijvoorbeeld gedacht worden aan onderzoek naar de impact van nieuwe techniek op de inrichting van arbeid en de taken van medewerkers.

Denk daarbij ook aan onderzoek naar de potentiële rol van leveranciers van (nieuwe) technologie, of aan de vraag of bij de keuze van nieuwe technologie de competenties en (leer) mogelijkheden van het zittende personeel voldoende en juist worden meegewogen.

Daarnaast dienen zich vragen aan naar geschikte methoden om (delen van) in de toekomst noodzakelijke kennis en vaardigheden toe te voegen aan huidige banen, hoe werknemers van alle betrokken partijen (ook van klanten bijvoorbeeld) leren in de projecten die zij doen. Tenslotte is onderzoek interessant en relevant dat de geschetste ontwikkeling kritisch tegen het licht houdt en, indien wenselijk, alternatieve routes verkent.

## Subthema 2: Leergemeenschappen en –netwerken

Relevant is onderzoek naar de integratie van productief werk in leergemeenschappen, dus onderzoek gericht op het ontwerpen en inrichten van productiewerk met het oog op de ontwikkeling van medewerkers naar toekomstig werk, als gevolg van technische vernieuwing, in een gemeenschap met verschillende partners die elk hun eigen rol pakken.

Het systematisch en structureel inrichten van leergemeenschappen (en daarbij minder toevallig maken van boundary-learning gedurende nascholing) is vaak nog eenmalig en vormgegeven in separate projecten. Het is belangrijk om te weten onder welke condities leergemeenschappen op geïntegreerde wijze een doorlopend proces van leven lang ontwikkelen stimuleren. En lopen we niet het risico dat dergelijke gemeenschappen teveel 'los' komen te staan van het werk in bedrijven en (semi-) publieke organisaties, waardoor het een externe scholingsactiviteit blijft? Zou dat hun effectiviteit (negatief) beïnvloeden?

Bij onderzoek naar het bovenstaande kan bijvoorbeeld gedacht worden aan experimenten voor het verhogen van de effectiviteit van leren in leergemeenschappen rond techniek, zowel voor voorwaardelijk leren, reactief leren als proactief leren (in rechtstreekse aansluiting op de recente NWO call op dit thema).

Denk tevens aan onderzoek dat zich richt op het leren werken met en accepteren of omarmen van techniek in niet technische beroepen, bijvoorbeeld door zorgmedewerkers of in de accountancy.

Interessant zijn ook voorstellen waarin de rol van diverse deelnemers in dergelijke gemeenschappen nader wordt onderzocht, zoals die van hybride professional (die als boundary crossers onderwijs en bedrijfsleven kunnen verbinden) praktijkleiders of juist die van studenten (zie hiervoor ook hoofdstuk 4, thema 3). Of onderzoek naar de houding en het gedrag van de begeleiders zelf en de effecten daarvan op deelnemers.

# 3. Thema 2: Nieuwe doelgroepen: diversiteit en inclusie in de techniek

## 3.1 Inleiding

Onze samenleving en arbeidsmarkt worden gekenmerkt door diversiteit. Technische bedrijven blijven zichtbaar achter in het aantrekken en behouden diverse groeperingen. Deze bedrijven zijn teveel gericht op de stereotypische groep technici. Dit remt de toename van het menselijke kapitaal. We zien een ondervetegenwoordiging van bepaalde groepen en, daarnaast, dat het belang van het behouden van huidige werknemers hoog is (zie bijv. De Vries, Van der Zee, Strijker, Voordouw & Rouweler, 2018). Dat is jammer, want juist door een bredere groep talenten aan te spreken, kunnen we het tekort aan medewerkers in de techniek aanvullen. Daarnaast zorgt diversiteit voor meer productiviteit en innovatiekracht (De Vries et al., 2018). Vanuit TechYourFuture is reeds onderzoek gedaan naar demografische diversiteit (vooral de verhouding tussen man/vrouw en jong/oud) en naar diversiteit in werkvoorkeuren en professionele identiteit (op basis van persoonlijkheid, interesses, waarden, competenties en doelen). De vraag die centraal staat is: Hoe kunnen we diversiteit in opleidingen en bedrijven stimuleren en een brede groep aantrekken en behouden voor de technische sector? Het antwoord ligt niet alleen bij de bedrijfscultuur, maar ook bij het onderwijs, opleidingen en intersectorale samenwerking. Het onderzoek binnen dit thema richt zich op het versterken en vergroten van de diversiteit en inclusie in de technieksector. Hier doelen we op diverse groepen die zichtbaar (leeftijd, geslacht en etniciteit) of onzichtbaar (nationaliteit, religie, seksuele geaardheid, opleidingsniveau, talent en werkstijl) verschillen en moeite hebben mee te komen met nieuwe technologieën of veranderende functieprofielen en op werkzoekenden die nog niet aan de vereiste kwalificaties voldoen.

## 3.2 Wat er speelt

### Verhogen van diversiteit en inclusie in de techniek

Er is grote en urgente behoefte aan voldoende medewerkers in de techniek, die gekwalificeerd zijn voor het werk dat ze doen en goed en duurzaam inzetbaar zijn (Galinsky, Todd & Hofman, 2015). Aan die behoefte wordt nu niet voldaan.

Tegelijkertijd zien we een groot gebrek aan diversiteit en inclusie in de technieksector. Er is een groot arbeidspotentieel in groepen die van oudsher weinig vertegenwoordigd zijn in deze sector, bijvoorbeeld wat betreft vrouwen en mensen met een migratieachtergrond. De instroom van deze doelgroepen in technische opleidingen en het werkveld is beperkt. Daar komt bij dat deze groepen ook eerder en vaker het werkveld verlaten dan in niet-technische beroepen (Glass, Sassler, Levitte & Michelmore, 2013). Er lijkt sprake te zijn van een gebrekkige 'fit' tussen potentiële (ondervetegenwoordigde) student en technische opleiding en tussen potentiële (ondervetegenwoordigde) medewerker en potentiële technische werkgevers/functies. Uit reviewstudies komen verschillende factoren naar voren die verklaren waardoor bepaalde groepen ondervetegenwoordigd zijn in technische studies en beroepen.

Tot een minderheid behoren kan negatieve stereotypen activeren die ongunstige psychologisch gevolgen kunnen hebben (Walton, Murphy, & Ryan, 2015). Eén daarvan is het gevoel er niet tussen te passen en erbij te horen. 'Sense of belonging' is een belangrijke voorspeller voor studiekeuze, voor persistentie in een studie en domein en het gebrek eraan verhoogt ook uitstroom van ondervetegenwoordigde groepen in technische opleidingen en beroepen (Walton et al., 2015). Een tweede factor die van belang is, is het vertrouwen in eigen kunnen, ofwel self-efficacy. Ook self-efficacy is een voorspeller voor succes en persistentie in een domein en beïnvloedt (studie)keuzes (zie bijv. Singh et al., 2013). Potentieel techniek talent kan verloren gaan doordat percepties ten aanzien van het eigen kunnen onterecht laag zijn. Bekend is bijvoorbeeld dat er geen feitelijke verschillen in aanleg en leerprestaties zijn tussen jongens en meisjes met betrekking tot de exacte vakken (zie bijv. Else-Quest, Hyde, & Linn, 2011), maar toch hebben meisjes een beduidend lagere self-efficacy ten aanzien van deze vakken dan jongens (Blickenstaff, 2005). Met name wanneer support en rolmodellen ontbreken blijkt het lastiger om self-efficacy te ontwikkelen en deze te behouden in omgevingen waarin je behoort tot een minderheid (Walton et al., 2015).

In het verlengde van de twee voorgaande factoren speelt (impliciete) bias een rol (Miller, Eagly, & Linn, 2014). Onbewust en onbedoeld kunnen bepaalde groepen anders behandeld worden, omdat de culturele normen van de opleiding en/of organisatie zijn afgestemd op de meerderheid. Bias kan veel negatieve effecten hebben. Het kan een stereotype bedreiging uitlokken, een negatief effect hebben op de 'sense of belonging' en 'self-efficacy', leiden tot oneerlijke oordelen, onderschatting van de competenties, etc. Daarmee draagt bias bij aan de beperkte instroom in technische opleidingen en het werkveld en aan de hoge uitstroom in opleidingen en werk (zie bijv. Van Veelen & Derks, 2020). Tot slot speelt specifiek voor de doelgroep vrouwen nog de zogeheten home-centered lifestyle een rol. Het hebben van een gezin heeft een negatieve invloed op de carrièreontwikkeling (Glass et al., 2013). Het runnen van een gezin is intensief en lastig te combineren met een carrière in de techniek, mede omdat werken in deeltijd en flexibel werken niet altijd goed mogelijk zijn. De wens om in deeltijd te werken en het hebben van kinderen is dan ook reden om over stappen naar ander werk.

Hoewel al het nodige onderzoek is gedaan naar bovengenoemde factoren, is niet precies duidelijk hoe ze samenhangen, op elkaar inwerken en leiden tot beperkte instroom en hoge uitval. De vraag is hoe deze factoren op gunstige wijze te beïnvloeden, zodat diversiteit en inclusie in technische opleidingen en werkveld toenemen. In verschillende studies is al gekeken naar mogelijke interventies (zie bijv. Van der Zee, Rouweler, Harmsen & Van Aalderen, 2021) en is verkend hoe anders vormgeven van functies en taken kan leiden tot een verhoging van diversiteit (Corporaal et al., 2015). Het is belangrijk deze kennis te bundelen, te verrijken, te integreren en te werken aan een meerlaagse evidence-based aanpak om diversiteit te bevorderen in organisaties. Er is met name behoefte aan interventies voor de cruciale transitie momenten, waarop potentieel techniek talent verloren gaat (van vo naar mbo, hbo of wo – van opleiding naar werk). Bij het zoeken naar interventies moet de focus niet enkel liggen op kenmerken als gender of etniciteit, maar zou het moeten gaan om deep level diversity (Van Veelen & Derks, 2020). Dit betekent dat interventies zich zouden moeten richten op inclusie van verschillende waarden,

persoonlijkheidskenmerken, voorkeuren en houdingaspecten.

Naast aandacht voor de ondervertegenwoordigde doelgroepen als gevolg van psychologische factoren, is aandacht nodig voor werkzoekenden die momenteel nog niet aan de gestelde eisen voldoen en voor werknemers die niet meer aan de eisen lijken te voldoen als gevolg van de snelle technologische veranderingen. Bij de eerstgenoemde doelgroep gaat het veelal om werkzoekenden met een grote afstand tot de arbeidsmarkt, waarbij sprake is van een belemmering om terug te keren op de arbeidsmarkt. Bijvoorbeeld door het niet spreken van de Nederlandse taal, langdurige werkloosheid, een hoge leeftijd, het hebben van een detentieverleden of het hebben van schulden (Goudswaard, De Loog, Veltman, Dag & Winckels, 2020). Voor deze doelgroepen moet onderzocht worden hoe en welke (maatwerk)trajecten de mismatch tussen vraag en aanbod (structureel) kunnen oplossen. Voor de bestaande werknemers moet gekeken worden hoe zij goed inzetbaar kunnen blijven. Ontwikkelingen in de technologie gaan snel en leiden tot ingrijpende veranderingen in bedrijfs- en productieprocessen; denk hierbij bijvoorbeeld aan 'industry 4.0' of 'smart industry', met toenemende inzet van cyber-fysieke productiesystemen, slimme machines en sensortechnologie. In het bijzonder voor oudere werknemers is het vaak moeilijk om mee te komen met nieuwe technologie en veranderende functies. De vraag is hoe deze groep mee kan in de nieuwe ontwikkelingen en goed inzetbaar kan blijven. Aan de andere kant is ook een groot vraagstuk hoe de bestaande kennis en ervaring van deze vergrijzende doelgroep behouden kan blijven voor het bedrijf waar ze werken, zodat het bedrijf daarvan gebruik kan blijven maken als werknemers met pensioen gaan. Deze kennis en ervaring die zij bezitten moet expliciet gemaakt worden en aan nieuwkomers, onder wie de nieuwe doelgroepen, overgedragen worden.

### 3.3 Subthema's voor onderzoek

Onderzoek is gewenst naar de kwesties die spelen en wat daaraan te doen zou zijn. Wij stellen de volgende drie subthema's voor, inclusief een aantal belangrijke vraagstukken die bij elk subthema zoal van belang zijn.

#### Subthema 1: Bevorderen instroom en behoud nieuwe doelgroepen in de techniek

In eerder onderzoek is verkend hoe het anders vormgeven van functies en taken kan leiden tot verhoging van diversiteit. Daarbij zijn reeds instrumenten en interventies ontwikkeld voor bedrijven om ondervertegenwoordigde groepen te behouden. Het onderzoek binnen dit thema dient voort te bouwen op de verworven kennis en deze te integreren. Vraagstukken die mogelijk opgepakt kunnen worden, zijn:

- Hoe kan de 'fit' tussen potentiële medewerkers en potentiële werkgevers/functies worden verbeterd, zodat instroom van ondervertegenwoordigde groepen wordt vergroot en uitstroom wordt voorkomen?
- Welke aanpakken zorgen voor een cultuur binnen technische bedrijven die diversiteit bevordert? En hoe ziet een diversiteitsprogramma eruit dat gericht is op iedereen en ook voor iedereen is?
- Wat zijn kwalitatieve en kwantitatieve effectiviteitsmaten op het gebied van diversiteit die kunnen gelden voor technische bedrijven?

#### Subthema 2: Overgangen en keuzemoment po-vo-mbo-hbo-wo

Het is bekend dat bij overgangs- en keuzemomenten potentieel techniek talent verloren gaat. Het is belangrijk ervoor te zorgen dat jongeren niet op basis van verkeerde redenen een toekomst in de techniek uitsluiten. Bijvoorbeeld omdat ze een stereotypisch negatief beeld van technische beroepen hebben of omdat ze (onterecht) denken dat ze er geen talent voor hebben of het gevoel hebben zich er niet thuis te voelen. Het onderzoek binnen dit thema moet zich richten op de cruciale overgangen en het stimuleren van behoud van talent. Mogelijke vraagstukken voor onderzoek zijn:

- Hoe kan de 'fit' tussen potentiële studenten en technische opleidingen worden verbeterd, zodat instroom van ondervertegenwoordigde groepen wordt vergroot en uitstroom wordt voorkomen?
- Welke aanpakken zorgen voor een cultuur op technische opleidingen die diversiteit bevordert? En hoe ziet een diversiteitsprogramma eruit dat gericht is op iedereen en voor iedereen uitnodigend en haalbaar is?
- Welke interventies kunnen tijdens cruciale overgangen in het onderwijssysteem worden ingezet, zodat uitval van ondervertegenwoordigde groepen wordt voorkomen?

#### Subthema 3: hernieuwbare doelgroepen, kennis en kunde

De doelgroep die momenteel nog niet aan de eisen voldoet en waarbij sprake is van een belemmering om terug te keren op de arbeidsmarkt, is zeer divers. Het belangrijkste vraagstuk is daarom: hoe en welke (maatwerk)trajecten kunnen de mismatch tussen vraag en aanbod (structureel) oplossen? Voor de andere doelgroep, de werkzame technici die door ontwikkelingen mogelijk niet meer aan de eisen voldoen, spelen onder andere de volgende twee vraagstukken:

- Hoe kunnen (oudere) werknemers mee in de nieuwe ontwikkelingen en technologie en hoe blijven ze goed inzetbaar in de functie of in een andere, nieuwe functie?
- Hoe kunnen de kennis en ervaring van de vergrijzende doelgroep behouden blijven?





# 4. Thema 3: Aantrekkelijk docentschap in techniekonderwijs

## 4.1 Inleiding

Goed techniekonderwijs staat of valt met de opleiding en kwaliteit van docenten<sup>5</sup>. Het algemene doel van techniekonderwijs is driedelig: (1) deelnemers<sup>6</sup> begrijpen de techniek 'in het dagelijks leven' en kunnen ermee omgaan; (2) deelnemers worden voorbereid op de uitoefening van beroepen in de techniek en het gebruik van techniek/technologie bij hun voorbereiding op de uitoefening van beroepen in andere domeinen zoals gezondheidszorg, welzijn, communicatie en economie; (3) deelnemers worden voorbereid op ontwikkelen en ontwerpen van technologische innovaties. Er is een groot tekort aan docenten om deze doelstelling te realiseren. Slechts weinig mensen kiezen voor een rol als docent in het techniekonderwijs. Onderwijsbreed ontbreekt het docenten vaak aan de kennis en vaardigheden om over en met nieuwe technologische ontwikkelingen te onderwijzen (Lucas, Hanson & Claxton, 2014). Onderzoek van TYF heeft laten zien dat dit zowel betrekking heeft op didactiek ('inquiry' en 'design education') als om nieuwe inhoud, zoals techniek in de gezondheidszorg of programmeren van een robot. Deze stand van zaken ligt in het verlengde van het imago probleem dat de techniek/technologie voor velen heeft, waardoor de interesse van docenten voor technologie achterblijft en te weinig leerlingen en studenten voor een technische opleiding kiezen (van Rooij et al., 2019). En tegelijk is het de vraag of werken in het onderwijs aantrekkelijk is voor degenen die in de technieksector werken (Koop-Spoor, Thunnissen, Vos & Kools, 2020).

De centrale vraag van dit onderzoeksthema luidt: *wat is er nodig om het verzorgen van techniekonderwijs, en daarmee de rol van docent, aantrekkelijk te maken?* De thematiek van aantrekkelijk docentschap wordt benaderd vanuit de inhoud van het werk: invulling kunnen geven aan de talrijke uitdagingen en vernieuwingen waar het techniekonderwijs voor staat, maakt het docentschap aantrekkelijk. Uitgangspunt voor de vraagstelling zijn maatschappelijke en

onderwijskundige ontwikkelingen evenals ontwikkelingen op vakinhoudelijk gebied die van docenten in het techniekonderwijs een innovatieve houding en flexibiliteit vereisen, het besef dat veel doelstellingen niet door individuele docenten in de school gerealiseerd kunnen worden en dat goed onderwijs in co-creatie en samenwerking met anderen tot stand komt. Opleiding en doorgaande professionele ontwikkeling van docenten zijn hiervoor essentieel.

Door de nadruk te leggen op aantrekkelijk docentschap beoogt het onderzoek in dit thema bij te dragen aan oplossingsrichtingen voor het hierboven beschreven vraagstuk. De kennis moet bijdragen aan vergroting van het aantal professionals dat techniekonderwijs verzorgt, aan versterking van hun pedagogisch-didactisch handelen, en aan vergroting van het aantal professionals in andere domeinen dat technologie toepast in het onderwijs en inbedt in de inhoud van het onderwijs. Deze professionals spelen in op maatschappelijke en technologische ontwikkelingen door – met inzicht in de actuele 'werelden van techniek' (zie bijvoorbeeld de 'Next Generation Science Standards'; NGSS Lead States, 2013) en met kennis over leren en onderwijzen/opleiden en de mogelijkheden van onderwijstechnologie – innovatief onderwijs te ontwerpen en uit te voeren in nauwe samenwerking met professionals in de praktijk. Dit onderzoeksthema betreft docenten in de hele onderwijskolom.

## 4.2 Wat er speelt

'Aantrekkelijk docentschap in het techniekonderwijs' wordt hier benaderd vanuit een tweetal perspectieven.

### Perspectief van scholen/opleidingen en (vak)docenten

Aantrekkelijk docentschap in techniekonderwijs kent in elke onderwijssector eigen problemen en uitdagingen. In de kinderopvang en vve (vroeg- en voorschoolse educatie) is techniek een nieuw thema waarvoor toenemende

<sup>5</sup>In dit onderzoeksthema wordt de term 'docenten' als overkoepelende term gehanteerd voor alle typen opleiders die betrokken zijn bij het uitvoeren van techniekonderwijs en het realiseren van doelstellingen: bevoegde docenten werkzaam in scholen, instructeurs, werkplekbegeleiders in leerbedrijven, technische experts die demonstraties geven etc.

<sup>6</sup>Gekozen wordt voor de term deelnemers om te benadrukken dat de doelgroep van het techniekonderwijs qua leeftijd heterogeen is en dus niet alleen jongeren betreft (vgl. in dit verband onderzoeksthema 1: leven lang leren).

interesse is, maar dat nog moet worden vormgegeven. In het basisonderwijs is techniek één van de vele aandachtsgebieden. Leerkrachten voelen zich vaak 'non-tech' en het ontbreekt hen veelal aan een positieve attitude, aan voldoende kennis over wetenschap, technologie en de technieksector, en aan faciliteiten voor goed techniekonderwijs (zie ook van Sas, Knoef & Rougoor-Fiering, 2019; AVS, 2017). Er is geen zicht op de kwaliteit en opbrengsten van het wetenschap- en techniekonderwijs, omdat er geen eenduidig curriculum, leerlingvolgsysteem of eindtoets is; ook is geen sprake van inspectietoezicht.

Hoewel het vak Onderzoek & Ontwerpen in het algemeen voortgezet onderwijs steeds vaker wordt aangeboden en het aantal technasiumscolen toeneemt, krijgen de traditionele bèta-monovakken (wiskunde, natuurkunde, scheikunde en biologie) nog steeds de meeste aandacht. Examenprogramma's sluiten inhoudelijk weinig aan bij de techniek in dagelijks leven en technische beroepen en docenten nemen deze thema's weinig mee in hun onderwijs. Het vmbo kent wel profielen die toeleiden naar technische beroepen, maar die worden door weinig leerlingen gekozen met als gevolg een lage doorstroom naar technische mbo-opleidingen (Techniepact, 2020). Vmbo-docenten hebben moeite om een goede verbinding met het technisch werkveld te maken (Muskens et al., 2021). Ontwikkelingen als Sterk Techniek Onderwijs (voor vmbo) en de curriculumvernieuwing 'curriculum.nu' zorgen voor momentum om het techniekonderwijs te vernieuwen.

Techniekonderwijs in het mbo vereist dat vakdocenten op de hoogte zijn van ontwikkelingen op het vakgebied en in het werkveld, en deze integreren in hun onderwijs. Maken en verzorgen van goed techniekonderwijs vereist dat scholen en beroepsgebieden samenwerken en gedeelde verantwoordelijkheid dragen voor het ontwerpen van leeromgevingen, waarin werkprocessen in de beroepsuitoefening en theorie en reflectie in co-creatie van de school en het werkveld bij elkaar komen (Smulders, Hoeve & van der Meer, 2012). Bouw, Zitter en de Bruijn (2020) spreken in dit verband van integratieve leeromgevingen op de grens van school en beroepspraktijk. Vanuit een andere, meer overstijgende invalshoek wordt het leren van beroepskennis

opgevat als een continu proces van contextualiseren en re-contextualiseren: beroepskennis die zich ontwikkelt tijdens het handelen in een specifieke beroepscontext en betekenis krijgt door deze te interpreteren (Heusdens, 2018). Steeds meer wordt aandacht gevraagd voor professionele identiteitsontwikkeling van studenten, respectievelijk wat het geleerde betekent voor de professional die je kunt en wilt worden (Meijers & Lengelle, 2012). Het ontwerpen en uitvoeren van didactische en pedagogische praktijken in het techniekonderwijs, zoals hier genoemd, stelt hoge eisen aan vakdocenten, zowel individueel als in teams, en aan 'co-makers' uit het beroep.

Het technisch onderwijs in mbo, hbo en wo wordt geconfronteerd met maatschappelijke vraagstukken over onder meer duurzame energie, mobiliteit, gezondheid, klimaat, milieu en digitalisering van de samenleving. In het middelbaar en hoger onderwijs worden studenten via uitdagende onderwijsarrangementen gestimuleerd om op deze gebieden bij te dragen aan oplossingen. Het betreft gebieden die aan verandering onderhevig zijn en dus adaptief vermogen vragen van professionals op alle niveaus én in het onderwijs. Het multi-professionele karakter van veel vraagstukken vraagt van het middelbaar en hoger onderwijs (ook) zogenoemde T-shaped of pi-shaped technische experts op te leiden: professionals met zowel kennis van de eigen discipline als het vermogen om kennis uit andere dan de eigen discipline te benutten. Het werkveld verwacht van de startbekwame professional dat deze beschikt over professionele vaardigheden als multi-professioneel samenwerken, communicatie en wendbaarheid. Deze vaardigheden, evenals zelfkennis op zowel persoonlijk als professioneel gebied, zijn een belangrijk onderdeel van de professionele identiteitsontwikkeling van studenten (van Hattum-Janssen, Endedijk, Nieuwenhuis, Ten Berg & Van Veelen, 2019), waaraan tijdens de initiële opleiding aandacht moet worden besteed. Docenten in het techniekonderwijs moeten deze nieuwe eisen aan het onderwijs inbouwen in curricula en een plaats geven in hun handelingsrepertoire. Daarmee bereiden zij toekomstig werknemers tevens voor op een levenlang ontwikkelen zoals aan de orde is in hoofdstuk 4 (thema 3).

## Perspectief van de lerarenopleidingen

Er is een groot tekort aan docenten, in het bijzonder voor het bèta- en techniekonderwijs. Van docenten in het beroepsonderwijs wordt verwacht dat zij zowel actuele kennis van en praktijkervaring in het technisch werkveld hebben als voldoende pedagogisch-didactische bagage. Er wordt veel verwacht van professionals, onder wie hybride professionals, die werk in of met techniek combineren met een baan als docent. Om de route naar docentschap aantrekkelijker te maken, wordt gekeken naar facilitering (HRM), opleidingsroutes en beroepsbeeld van de docent. In het mbo werken veel docenten die na een technische opleiding en loopbaan in de technieksector als 'second career teachers' kiezen voor een onderwijsbaan en zich pedagogisch-didactisch scholen. Er bestaan verschillende routes die naar het docentschap leiden, zoals flexibele deeltijdtrajecten, zij-instroomtrajecten en de zogenaamde kopopleiding. Trajecten voor 'second career teachers' vragen om een specifieke benadering van de deelnemer met waardering van de kennis en ervaring die zij meebrengen uit hun eerdere loopbaan. Essentieel lijkt aansluiten bij eigen leervragen (Koopman, Aarts, Hulsker, Imants & Kools, 2019). Het beroepsbeeld voor de leraar is veelomvattender dan de rol van lesgeven aan leerlingen of studenten en behelst ook de rollen van onderzoeker, ontwerper, organisator (Snoek et al., 2018). In het beroepsbeeld van de mbo-docent wordt ook nadrukkelijk de rol van ondernemer genoemd (BV MBO, 2019). Juist voor second career teachers of hybride professionals kunnen deze rollen aantrekkelijk zijn. Daarnaast lijkt een belangrijke meerwaarde van deze professionals te liggen in hun 'boundary crossing' tussen onderwijs en bedrijfsleven waarin sprake is van zeer verschillende werkprocessen en beroepsidentiteiten (Ridder, 2020). Er is nog weinig bekend over hoe docenten deze rol als boundary crossers kunnen invullen en benutten.

## 4.3 Subthema's voor onderzoek

Uit bovenstaande volgt een drietal subthema's voor onderzoek. De vragen die daarbij gesteld worden zijn niet voorschrijvend; ze dienen uitsluitend als voorbeelden en zijn geenszins uitputtend. Ieder thema biedt ook ruimte om onderzoek te doen naar 'good practices', omdat de werkzame bestanddelen daarvan informatief, leerzaam of inspirerend kunnen zijn voor anderen.

### Subthema 1: onderzoek naar de leeromgeving

In de kern gaat het in alle vormen van initieel onderwijs, van voorschool tot en met hoger onderwijs, om het verbinden van de 'binnenwereld' van de school met de 'buitenwereld' van techniek. Mensen van binnen en buiten de school leveren een actieve bijdrage aan de ontwikkeling van nieuwe leeromgevingen waarin die samenhang gestalte krijgt en aan de uitvoering van het onderwijs in die leeromgeving. Hoe wordt dit nieuwe techniekonderwijs georganiseerd en wat vereist dit van professionals/docenten die op basis van 'co-makership' zowel individueel als in teams hierin een rol spelen? Hoe kan de complexiteit van de authentieke context vertaald worden naar herkenbare en leerbare eenheden? Welke nieuwe werkvormen en didactieken lijken geschikt om binnen- en buitenschools leren te verbinden? Denk bijvoorbeeld aan challenge-based learning, maker spaces en aan structureel participeren in multi-professionele opdrachten van overheden, bedrijven of publieke organisaties. Welke leeromgevingen in verschillende initiële onderwijscontexten kunnen vanuit organisatorische, inhoudelijke en onderwijskundige overwegingen worden aangemerkt als 'good practices'?

## Subthema 2: Onderzoek naar de (hybride) professional in techniekonderwijs

Als we niet de functies maar taken van docenten centraal stellen om de onderwijsdoelen te bereiken, dan hebben ook anderen, onder wie praktijkprofessionals, een belangrijke meerwaarde voor zowel de ontwikkeling als uitvoering van het techniekonderwijs. Denk daarbij aan doorlopende actualisering van onderwijs door duurzame partnerschappen en leergemeenschappen waarin hybride professionals participeren. Onder hybride professionals verstaan we in dit kader professionals die taken in de onderwijscontext combineren met taken in de technische bedrijfscontext. Waaruit bestaat, in termen van aard en effecten, de meerwaarde van hybride professionals voor zowel het techniekonderwijs in de school als het werk in het bedrijf? Bij welke rollen of taken van docenten is inzet van de hybride professional bij uitstek geschikt? Welke persoonlijke, contextuele en professionele factoren bevorderen en/of belemmeren het functioneren van de hybride professional? Niet alleen in het techniekonderwijs, maar ook in het algemeen vormend onderwijs is behoefte aan meer en competente techniekdocenten, die leerlingen kunnen interesseren voor technologie en een loopbaan in de techniek. Met name in het beroepsvoorbereidend onderwijs in het vmbo (bijvoorbeeld in het kader van Sterk Techniek Onderwijs), maar ook in havo en vwo kunnen hybride professionals een brug slaan tussen school en werk door het ontwerpen en mede-uitvoeren van authentiek onderwijs en het werkveld daarbij betrekken. Naast het vraagstuk van de bevoegdheid, spelen dan de hierboven genoemde vraagstukken. Voor alle sectoren is van belang om meer kennis te hebben over 'good practices' van het functioneren van hybride professionals in het techniekonderwijs en de factoren die daar aan bijdragen

## Subthema 3: Onderzoek naar de lerarenopleiding

De lerarenopleidingen technische beroepen staan voor de opdracht in hoog tempo meer docenten op te leiden. Oplossingsrichtingen daarvoor zijn het verbeteren van de beeldvorming rond het docentschap, het bieden van maatwerktrajecten aan verschillende doelgroepen en het creëren van meer slagkracht door nauwer samen te werken met het technisch bedrijfsleven, bijvoorbeeld door het aanbieden van alternatieve routes voor de ontwikkeling van docentcompetenties in een co-creatie van lerarenopleiding, (v)mbo en (regionaal) bedrijfsleven. Hoe kunnen ontwerpprincipes voor dergelijke hybride leeromgevingen (Bouw et al., 2020) worden toegepast? Nog weinig is bekend over de wijze waarop verschillende categorieën 'docenten' de taken in goed techniekonderwijs leren uitoefenen. Hoe integreren zij vakmanschap en docentschap in de ontwikkeling van hun beroepsidentiteit en welke fricties of issues doen zich daarbij voor? Welke aantrekkelijke opleidingsroutes of manieren van opleiden van docenten in het techniekonderwijs kunnen worden aangemerkt als 'good practices'?

# 5. Randvoorwaarden en processtappen voor indienen van een onderzoekaanvraag

TechYourFuture (TYF) zet jaarlijks praktijkgericht onderzoek uit, waarvoor onderzoeksvorstellen kunnen worden ingediend.

## Randvoorwaarden

### Welke onderzoeksvorstellen kunnen ingediend worden?

Er kan een onderzoeksvorstel voor een kortlopend- of een langlopend onderzoek worden ingediend.

Een kortlopend onderzoek heeft een looptijd van 6-9 maanden. Dit type onderzoek is bedoeld om een actueel vraagstuk inhoudelijk grondig te verkennen, uit te werken en af te bakenen. Gedurende een kortlopend onderzoek kan tevens een onderzoekconsortium worden gevormd, inhoudelijke en financiële input worden gegenereerd en een context worden bepaald of ingericht voor een langlopend onderzoek. Voorstellen voor kortlopend onderzoek kunnen in het kalenderjaar 2022 vóór 10 oktober 2022 worden ingediend. In 2023 kunnen voorstellen voor kortlopend onderzoek ook worden ingediend vóór 10 mei 2023.

Een langlopend onderzoek heeft een looptijd van 10-48 maanden en is bedoeld om samen met partners een technologisch-maatschappelijk vraagstuk te onderzoeken dat past binnen een van de drie genoemde thema's van het onderhavige onderzoeksprogramma. Een onderzoek in het kader van een Professional Doctorate (PD) of een Promotietraject (PhD) behoort tot de mogelijkheden. Voorstellen voor langlopend onderzoek kunnen voor de ronde van het kalenderjaar 2022 nog vóór 10 december 2022 worden ingediend. Voor de rondes vanaf 2023 kunnen voorstellen voor langlopende projecten jaarlijks worden ingediend vóór 10 oktober 2023.

### Wie kan er een onderzoeksvorstel indienen?

Een projectleider die bij TechYourFuture een onderzoeksvorstel wil indienen, heeft een dienstverband bij een van de TYF kernpartners, dat wil zeggen bij Hogeschool Saxion, Universiteit Twente, Hogeschool Windesheim of ROC van Twente. Hij/zij is in staat organisatie-overstijgend samen te werken en is bij voorkeur gepromoveerd. Daarnaast heeft

hij/zij kennis van de onderzoeksprojecten van TYF en sluit hierop zo mogelijk aan met het nieuwe onderzoeksvorstel.

### Vorming van consortium en regionale samenwerking

Een onderzoeker/projectleider vormt een publiek-privaat samenwerkend onderzoekconsortium. Hij/zij zoekt aansluiting bij de strategische agenda van de kernpartners TYF, bij regionale initiatieven, issues en partners in Oost-Nederland zoals:

- ondernemingen, maatschappelijke organisaties en opleidingsfondsen;
- rijks-, provinciale- en regionale overheden en waterschappen;
- onderwijspartners in de onderwijsketen: vve-po-vo-mbo-hbo-wo.

### Jaarlijkse call for proposals

Jaarlijks wordt in maart een call for proposals gelanceerd. Hierin wordt aangegeven welk(e) van de drie TYF-onderzoeksthema's in het volgende kalenderjaar in aanmerking komen voor langlopend onderzoek. Onderzoekers kunnen op dit specifieke thema een onderzoeksvorstel indienen. Aanvragen voor kortlopend onderzoek zijn elk jaar mogelijk op elk van de drie thema's.

### Beschikbaar budget, projectbegroting en cofinanciering

De financiële bijdrage van TechYourFuture kan per project variëren en is o.a. afhankelijk van omvang, duur en complexiteit van het project. In de periode 2021-2024 is er jaarlijks budgettaire ruimte voor de **honorering van maximaal:**

- Vier kortlopende onderzoeksvorstellen met elk een maximaal budget van 20 K€. De cofinanciering in cash of in kind bij deze onderzoeken is vastgesteld op tenminste 25% van de totale projectbegroting.
- Twee langlopende onderzoeken met een maximaal budget tussen de 60K€ en 70K€ per jaar. De cofinanciering in cash of in kind bij deze onderzoeken is vastgesteld op tenminste 50% van de totale projectbegroting.



## Processtappen

### Verkenning, beoordeling en honorering van een onderzoeksvoorstel

Het spreekt voor zich dat niet alle onderzoeksvorstellen gehonoreerd worden. Het onderzoeksbudget van TechYourFuture is gelimiteerd.

Om voor zowel een kortlopend als langlopend onderzoek het proces van idee naar een uitgewerkt projectvoorstel goed en vlot te laten verlopen, worden de volgende processtappen doorlopen:

#### Stap 1: Beschrijf beknopt je projectidee

Heb je een idee voor een onderzoeksproject en wil je dit bespreken? Omschrijf jouw projectidee beknopt (1 á 2 A4'tjes) en plan een oriënterend gesprek met de directie van TechYourFuture. Je kunt hiervoor contact opnemen met Frank Alberink, officemanager TechYourFuture, f.f.a.alberink@saxion.nl

#### Stap 2: Oriënterend gesprek; bespreken van het projectidee

De directie bespreekt in dit gesprek jouw projectidee op aspecten zoals aansluiting bij het onderzoeksprogramma van TYF, impact, doelgroep (vve, po, vo-mbo-hbo-wo) en maken een inschatting hoe kansrijk het idee is.

#### Stap 3: Projectidee uitwerken in een onderzoeksvoorstel

Op verzoek wordt je het 'Aanvraagformulier Onderzoeksprojecten' toegezonden. Dit formulier dien je volledig in te vullen en daarna te zenden naar Charlotte Bannink, officemanager TechYourFuture, c.bannink@saxion.nl

#### Stap 4: Beoordeling onderzoeksvoorstel (tijdsduur 10-12 weken)

Heb je een kortlopend onderzoeksvoorstel ingediend, dan beoordeelt de directie samen met de Academic Board jouw voorstel. Heb je een langlopend onderzoeksvoorstel ingediend,

dan wordt je voorstel beoordeeld door twee onafhankelijke reviewers. Vervolgens bespreekt de Academic Board van TYF deze reviews en stelt een inhoudelijk advies op voor de Stuurgroep van TYF. Dit advies kan zijn: toekenning, minor revisie, major revisie of definitieve afwijzing.

#### Stap 5: Formele toekenning onderzoeksvoorstel (tijdsduur 1-2 weken)

Indien de Stuurgroep het advies van de Academic Board overneemt en het onderzoeksvoorstel formeel toekent, stelt de directie van TYF een beschikking op. Soms wordt de onderzoeker verzocht nog wat aanpassingen te doen, alvorens er gestart kan worden met het onderzoek.

#### Stap 6: Planning voortgangsrapportage en -besprekingen

Voortgang- en eindbesprekingen worden gepland voor het gehele onderzoekstraject. Er wordt ook een einddatum vastgesteld.

# Referenties

AVS (2017). Werken met onderzoekend en ontwerpnd leren vereist scholing leerkrachten. Bron: <http://www.avs.nl/artikelen>

Blickenstaff, J. C. (2005). Women and science careers: leaky pipeline or gender-filter? *Gender and Education*, 17(4), 369-386.

Bouw, E., Zitter, I. & de Bruijn, E. (2020). Designable elements of integrated learning environments at the boundary of school and work: a multiple case study. *Learning Environments Research* (online versie).

Borghans, L., Fouarge, D. & de Grip, A. (2011). Een leven lang leren in Nederland. Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt, Maastricht, Maart (ROA R 2011\_5).

Brynjolfsson, E. & McAfee (2014) *The second machine age: Work, progress and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W.W. Norton & Co.

BV MBO (2019). Beroepsbeeld MBO-docent: Ontwikkeling van starter tot expert. 's-Hertogenbosch: BV MBO.

Capgemini (2016). Investeren in leren en ontwikkelen: Succesvolle initiatieven in 16 sectoren. Eindrapport Werkend Leren. Capgemini consulting.

Corporaal, S., Van Riemsdijk, M., Van Vuuren, T., Kluijtmans, F., De Lat, M. & Morssink, T. (2015). Een onderzoek naar de verschillen tussen de voorkeuren van jonge technici en werk in de techniek. *Tijdschrift voor HRM*, 1, 1-25.

Davenport, Th. H. & Kirby, J. (2015) *Beyond automation: Strategies for remaining gainfully employed in an era of very smart machines*. *Harvard Business Review*. June, p.58-65.

De Grip, A., Belfi, B., Fouarge, D., Künn-Nelen, A., Peeters, T. & Poulissen, D. (2018). *Levenslang leren en competentieontwikkeling*. Beleidsrapport. Maastricht (ROA-R-2018/8).

De Vries, S., Van der Zee, S., Strijker, I., Voordouw, A. & Rouweler, M. (2018). *Vrouwen behouden voor ICT*. Deventer: TechYourFuture.

Else-Quest, N. M., Hyde, J. S. & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103-127.

Fouarge, D., Van Eldert, P., De Grip, A., Künn-Nelen, A. & Poulissen D. (2018). *Nederland in leerstand*. ROA-R-2018/4.

Ford, M. (2015). *Rise of the robots, Technology and the threat of a jobless future*. New York: Basic Books.

Foreign Affairs (2015). *The fourth industrial revolution*. Special issue, December.

Frey, C. & Osborne, M. (2013). *The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford: Oxford Martin School.

Galinsky, A. D., Todd, A. R., & Homan, A. C. (2015). Maximizing the gains and minimizing the pains of diversity: a policy perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 10(6), 742-748.

Glass, J. L., Sassler, S., Levitte, Y. & Michelmores, K. M. (2013). What's so special about STEM? A comparison of women's retention in STEM and professional occupations. *Social Forces*, 92(2), 723-756. doi:10.1093/sf/sot092

Heusdens, W. (2018). *Food for thought. Understanding students' vocational knowledge*. Academisch proefschrift. Utrecht: Universiteit Utrecht.

Lucas, B., Hanson, J. & Claxton, G. (2014). *Thinking like an engineer. Implications for the education system*. London: Royal Academy of Engineering.

- Koop-Spoor, E., Thunnissen, M., Vos, M. & Kools, Q. (2020). Faciliteren van hybride docenten binnen het vo en mbo. Publicatie van Lectoraat Dynamische Talentinterventies en Lectoraat Wendbare Onderwijsprofessionals. Tilburg en Eindhoven: Fontys Docentenopleiding Tilburg & Fontys HRM en Psychologie.
- Koopman, M., Aarts, R., Hulsker, J., Imants, J. & Kools, Q. (2019). Het leren en de leeropbrengsten van docenten en studenten in leerateliers. *Pedagogische Studiën*, 96(6), 378-400.
- Malloch, M., Cairns, L., Evans, K. & O'Connor, B. (eds) (2010). *The SAGE Handbook of Workplace Learning*. SAGE Publications Ltd.
- Meijers, F. & Lengelle, R. (2012). Narratives at work: the development of career identity. *British Journal of Guidance and Counselling*, 40(2), 157-176.
- Miller, D. I., Eagly, A. H. & Linn, M. C. (2014). Women's representation in science predicts national gender-science stereotypes: evidence from 66 nations. *Journal of Educational Psychology*, <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000005>.
- Muskens, M., Meng, C., Voncken, E., e.a. (2021). Vernieuwing vmbo – Rapportage monitor en casestudies. Den Haag: NRO.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington: The National Academies Press.
- NRO call Leven Lang Ontwikkelen
- NWO call Human Capital: Learning communities als innovatieversneller
- Oeij, P., Rus, D. & Pot, F. (eds.) (2017). *Workplace Innovation: Theory, Research and Practice*. Springer International Publishing AG.
- Pot, F., Dhondt, S., de Korte, E., Oeij, P. & Vaas, F. (2012b) 'Workplace innovation in the Netherlands', in Houtman, I. (Ed.): *Work Life in the Netherlands*, TNO Work and Employment, pp.173-190, Hoofddorp.
- Pot, F., Totterdill, P. & Dhondt, S. (2016) 'Workplace innovation: European policy and theoretical foundation', *World Review of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, Vol. 12, No. 1, pp.13-32
- PricewaterhouseCoopers (2018). Een leven lang leren in Nederland. Hoe u relevant blijft in het digitale tijdperk. Van: <https://www.pwc.nl/nl/assets/documents/pwc-lifelong-learning-publicatie-nl-final.pdf>
- Ridder, M. (2020). *Teachers Tech College*. Deventer: TechYourFuture.
- Ross, A. (2017). *Industries of the future*. New York: Simon & Schuster.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Geneva, Switzerland: World Economic Forum.
- SER (2016). Een werkende combinatie. Advies over het combineren van werken, leren en zorgen in de toekomst. SER advies 16/8 Oktober 2016
- Singh, R., Fouad, N. A., Fitzpatrick, M. E., Liu, J. P., Cappaert, K. J. & Figereido, C. (2013). Stemming the tide: predicting women engineers' intention to leave. *Journal of Vocational Behavior*, 83, 281-294. doi:10.1016/j.jvb.2013.05.007
- Smulders, H., Hoeve, A. & Van der Meer, M. (2012). *Co-makership: Duurzame vormen van samenwerking onderwijs-bedrijfsleven*. Utrecht/'s-Hertogenbosch: ECBO.
- Snoek, M., De Wit, B., Dengerink, J., e.a. (2018). Een beroepsbeeld van de leraar: over ontwikkelrichtingen en groei van leraren in het onderwijs. Amsterdam/Utrecht: Voion.
- Techniekpact (2020). *VMBO-Monitor Techniekpact 2020*. Bron: [www.techniekpactmonitor.nl/vmbo](http://www.techniekpactmonitor.nl/vmbo).
- The Economist (2014). *The future of work: There's an app for that*. The Economist, from the print edition, December 30th 2014. New York/ San Francisco.

# Referenties

Van Est, R. & Kool, L. (red.) (2015). Werken aan de robotsamenleving. Visies en inzichten uit de wetenschap over de relatie technologie en werkgelegenheid. Rathenau Instituut, Den Haag.

Van Hattum-Janssen, N., Endedijk, M., Nieuwenhuis, M., Ten Berg, D. & Van Veelen, R. (2019). Diversiteit aan technische studenten. De professionele identiteit van studenten in technische opleidingen. Deventer/Enschede: Saxion en TU Twente.

Van Rooij, E., Fokkens-Bruinsma, M., Goedhart, M., Coskun, B., e.a. (2019). Onderzoek naar de vergroting van de instroom in de eerstegraads lerarenopleiding voor wiskunde, natuurkunde, scheikunde en informatica. Groningen: RUG.

Van Sas, J., Knoef, M. & Rougoor-Fiening, T. (2019). Onderzoeksrapport beroepsoriëntatie op de basisschool. Deventer: TechYourFuture & TechniekTalent.nu.

Van Veelen, R. & Derks, B. (2020). Optimising labour market potential of women in STEM: from surface level to deep level diversity. Geraadpleegd op <https://www.oecd-forum.org/posts/optimizing-labor-market-potential-of-women-in-stem-from-surface-level-to-deep-level-diversity-and-inclusion-beb2963a-41e1-4008-9f7f-c01a4098f1cd>

Visser, S. (red) (2019). Roadmap Human Capital Topsectoren 2020-2023. Een gezamenlijke uitgave van de negen topsectoren, Dutch digital delta en Platform Talent voor Technologie.

Walton, G. M., Murphy, M. C. & Ryan, A. M. (2015). Stereotype threat in organizations: Implications for equity and performance. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 2, 523–550.

Went, R., Kremer, M. & Knottnerus, A. (2015). De robot de baas. De toekomst van werk in het tweede machinetijdperk. WRR verkenning nr. 31.

# Bijlage 1: Subthema's TYF onderzoek in de periode 2013-2020

## Verbreding toepassingsgebieden en doelgroepen

- 2013** W&T in het po, vo en op de pabo, professionalisering leraren en lerarenopleiders Taal & technologie (po en vmbo)
- 2014** Innovatieve opleidingsroute techniekdocent (v) mbo Teachers' Tech College Talentontwikkeling, loopbaanbegeleiding en technologie (vo)
- 2015** Binden en boeien van jonge technici; aantrekkelijk werkgeverschap in de techniek Smart Industry: toekomst van werk in de techniek Impact en ethiek van nieuwe technologie: bèta burgerschap (po, vo, mbo) Professionele identiteit en diversiteit in de techniek (hbo, wo, arbeidsmarkt)
- 2016** Virtual labs en 21ste eeuwse vaardigheden in mbo techniekonderwijs
- 2017** Talentontwikkeling, loopbaanbegeleiding en reflectie in het technisch hbo  
Vrouwen behouden voor IT (hbo en arbeidsmarkt)  
Inzet nieuwe technologie in het onderwijs, technologische en ICT geletterdheid (po, vmbo)
- 2018** Interdisciplinair bèta technisch onderwijs (hbo)  
Samenwerking mens-cobots in het technisch mkb en mbo techniekonderwijs  
Leven lang ontwikkelen: leercultuur in het technisch mkb
- 2019** Energietransitie: leergemeenschappen in de installatiebranche
- 2020** Samenwerking mens en technologie in zorg & welzijn: competenties en inrichting/inhoud van het werk (mbo, hbo, wo en zorg & welzijn) Impact en ethiek van nieuwe technologie (mbo, hbo en wo techniekonderwijs)

# Bijlage 2: Geraadpleegde experts

## Verbreding toepassingsgebieden en doelgroepen

- Dr. Antoine van den Beemt, TU Eindhoven
- Drs. Jos Brunninkhuis MBA, TechYourFuture
- Dr. Stephan Corporaal, Hogeschool Saxion
- Dr. Gerald van Dijk, Hogeschool Utrecht
- Dr. Maaïke Endedijk, Universiteit Twente
- Dr. Anneke Goudswaard
- Dr. Anna Hotze, Hogeschool Ipabo
- Dr. Bram Loog, Hogeschool Windesheim
- Dr. Tijmen Schipper, Hogeschool Windesheim
- Dr. Ruth van Veelen, Universiteit Utrecht
- Prof. dr. Joke Voogt, Universiteit van Amsterdam en Hogeschool Windesheim
- Dr. Menno Vos, Hogeschool Windesheim
- Dr. Sjiera de Vries, Hogeschool Windesheim
- Ing. Bert Wessels, CIV Techwise
- Joke van der Zee, Provincie Overijssel
- Dr. Ilya Zitter, Hogeschool Utrecht



## Bijlage 3: Auteurs van de thema's

### Diversiteit en inclusie in de techniek

- Dr. Bas Kollöffel, Universiteit Twente
- Dr. Symen van der Zee, Hogeschool Saxion

### Leven lang ontwikkelen in de techniek

- Dr. Maarten van Riemsdijk, Hogeschool Saxion
- Prof. dr. René Torenvlied, Universiteit Twente

### Aantrekkelijk docentschap in techniekonderwijs

- Prof. dr. Douwe Beijaard, Technische Universiteit Eindhoven
- Dr. Hanno van Keulen, Hogeschool Windesheim
- Dr. Monique Ridder, Hogeschool Windesheim

# TECH YOUR FUTURE

Centre of Expertise TechniekOnderwijs

Een initiatief van:  
Hogeschool Saxion, Universiteit Twente,  
Hogeschool Windesheim en ROC van Twente