

Onderzoeksrapport Techniekpromotie



Hilde van Pelt (GalanNXT),
Rob Ruiter (Universiteit
Maastricht), Margrietha Wats
(Galan Groep)

27 mei 2024 | Baarn



Inhoud

COLOFON	4
MANAGEMENT SAMENVATTING	5
DEEL 1: INTERVENTION MAPPING VOOR TECHNIEKPROMOTIE.....	5
DEEL 2: LITERATUURONDERZOEK.....	5
.....	7
DEEL 1 - INTERVENTION MAPPING: EEN METHODIEK OM KWALITEIT VAN TECHNIEKPROMOTIE TE VERBETEREN IN DE HELE KETEN	7
SAMENVATTING DEEL 1	8
ACHTERGROND EN AANLEIDING	9
KRAPTE OP DE TECHNISCHE ARBEIDSMARKT.....	9
<i>Investerings in de Techniekpromotie</i>	10
<i>De behoefte aan grip op investeringen</i>	10
INTERVENTION MAPPING T.B.V. TECHNIEKPROMOTIE	12
<i>De vertaalslag van de IM-methodiek t.b.v. Techniekpromotie</i>	14
<i>Intervention Mapping voor beleidsmakers en financierende partijen</i>	14
Promoten van de methodiek: Voorbeeld RIVM	16
Toegankelijk instructiemateriaal delen: Voorbeeld TNO.....	16
Gebruik van de IM-methodiek winstgevend maken: Voorbeeld CROW.....	17
Intervention Mapping als voorwaarde voor financiering: Voorbeeld provincie Noord-Holland.....	19
<i>Conclusies voor beleidmakers</i>	19
INTERVENTION MAPPING VOOR ONTWIKKELAARS.....	21
CHECKLIST TECHNIEKPROMOTIE.....	22
BEOORDELING MIDDELS DE CHECKLIST TECHNIEKPROMOTIE	24
AANVULLENDE SUGGESTIES VOOR DOORONTWIKKELING CHECKLIST TECHNIEKPROMOTIE.....	24
<i>Differentiatie tussen kwaliteit en effectiviteit</i>	24
<i>Meten van effectiviteit</i>	25
IMPLEMENTATIE CHECKLIST TECHNIEKPROMOTIE	25
STAP 1: LOGISCH MODEL VAN HET PROBLEEM	26
DOELGROEP	26
VISUELE WEERGAVE LOGISCH MODEL VAN HET PROBLEEM.....	26
FASE 2: HET PROBLEEM	26
FASE 1: GEVOLGEN VAN HET PROBLEEM	26
FASE 3: GEDRAGSMATIGE- EN OMGEVINGSFACTOREN	27
<i>Gedragmatige factoren</i>	27
<i>Omgevingsfactoren</i>	27
FASE 4: PERSOONLIJKE DETERMINANTEN	28
<i>Ontwikkelaars</i>	28
<i>Beleidsmakers en financierende partijen</i>	29
INVLOED VAN DETERMINANTEN EN FACTOREN IN CONTEXT	30
FASE 1: GEWENST RESULTAAT.....	30
FASE 2: UITKOMSTEN	30



CONCLUSIE EN VERDERE AANBEVELINGEN	31
LIMITATIES	32
DEEL 2 - LITERATUURONDERZOEK NAAR DE BEVORDERING VAN EEN KEUZE VOOR TECHNIEK ONDER SCHOLIEREN (9 TOT 15 JAAR).....	33
SAMENVATTING DEEL 2	34
ACHTERGROND	37
THEORETISCH KADER.....	37
METHODE	39
ZOEKSTRATEGIE.....	39
INCLUSIECRITERIA	39
DATA EXTRACTIE	40
KWALITEITSBEOORDELING.....	40
ANALYSE	40
RESULTATEN	41
STUDIE SELECTIE.....	41
STUDIE KARAKTERISTIEKEN	41
KWALITEITSBEOORDELING.....	42
UITKOMST.....	42
<i>Beïnvloedbare leerling kenmerken</i>	42
<i>Eigen-effectiviteit</i>	42
<i>Vaardigheden in STEM</i>	44
<i>Relatieve kracht voor STEM</i>	45
<i>Bekendheid met STEM beroepen</i>	46
<i>Instrumentele attitude</i>	47
<i>Affectieve attitude</i>	48
<i>Niet beïnvloedbare leerling kenmerken</i>	48
<i>Gender</i>	48
<i>Etnische achtergrond</i>	49
<i>Sociale omgeving</i>	49
<i>Attitude van ouders t.o.v. STEM</i>	49
<i>Opleidingsniveau van ouders</i>	50
<i>Beroep van ouders</i>	51
<i>Sociaaleconomische status</i>	51
<i>Invloed van leeftijdsgenoten</i>	51
<i>School context</i>	52
<i>Kwaliteit en inrichting van het onderwijs</i>	52
<i>Feedback van docenten</i>	52
<i>Geïntegreerd STEM onderwijs</i>	53
<i>Aanbod van extra curriculaire STEM activiteiten</i>	55
<i>Sociale context</i>	58
CONCLUSIE, DISCUSSIE EN RELATIE VAN BEVINDINGEN TOT ONTWIKKELING TECHNIEKPROMOTIE IN DE NEDERLANDSE CONTEXT	60
CONCLUSIES T.A.V. DE DOORONTWIKKELING VAN TECHNIEKPROMOTIE PROGRAMMA'S.....	60
<i>Eigen-effectiviteit</i>	60
<i>Vaardigheden en relatieve kracht</i>	60
<i>Bekendheid met STEM beroepen en affectieve attitude</i>	60



<i>Instrumentele attitude</i>	61
<i>Geïntegreerd STEM-onderwijs vs. Extra curriculaire STEM-activiteiten</i>	62
CONCLUSIES T.A.V. DE DOORONTWIKKELING VAN TECHNIEKPROMOTIE ONDERZOEK	62
<i>Beperkingen in kwantiteit, kwaliteit en toepasbaarheid van bestaand onderzoek</i>	62
<i>Onderzoek in de Nederlandse context</i>	63
<i>Analyse</i>	65
<i>Opslag van data</i>	65
<i>Valide metingen</i>	66
LIMITATIES	67
<i>Verbanden tussen determinanten</i>	67
<i>Focus op bèta techniek</i>	67
NAWOORD	68
LITERATUURLIJST	69
BIJLAGE 1. ZOEKTERMEN EN ZOEKSTRINGS LITERATUURONDERZOEK	78

Colofon

Over deze publicatie

Dit is een uitgave van de Regieraad Techniek*, uitgevoerd door de Universiteit Maastricht (UM) en de Galan Groep (dGG). Dit rapport is opgesteld in opdracht van de Regieraad. De inhoud is door de Regieraad vastgesteld. De Regieraad en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben de hierin opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen. Gebruikers aanvaarden het risico daarvan.

De Regieraad sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van de gegevens.

*: De term Regieraad wordt in het Onderzoeksrapport Techniekpromotie gebruikt. Het betreft aan werkgeverszijde: de Metaalunie, VIB1, FME, Techniek Nederland, Bouwend Nederland en BOVAG. Aan werknemerszijde gaat het om CNV-vakmensen, FNV Metaal, FNV Bouw & Infra en De Unie. De Regieraad bestaat daarnaast uit de O&O-fondsen: Stichting Arbeidsmarkt en Opleiding in de Metalektro, Stichting Opleidings- en Ontwikkelingsfonds voor het Metaalbewerkingsbedrijf, Stichting Wij Techniek, Stichting Opleidings- en Ontwikkelingsfonds Motorvoertuigenbedrijf en Tweewielerbedrijf, Stichting Opleidings- en Ontwikkelingsfonds voor de Isolatiebranche (OOI).

Copyright © 2024 Regieraad, Universiteit Maastricht en de Galan Groep

Auteursrechten voorbehouden. Gebruik van de inhoud van deze publicatie is toegestaan mits de bron duidelijk vermeld wordt.

Auteurs: Hilde van Pelt (dGG), Rob Ruiters (UM), Margrietha Wats (dGG)

Vormgeving en lay-out: Hilde van Pelt (dGG)

Contact: hvanpelt@galannxt.nl

Management samenvatting

Dit rapport bestaat uit twee delen. Deel één is gericht op de vraag wat ervoor nodig is om de werkwijze volgens de principes van Intervention Mapping te implementeren in de branche van Techniekpromotie. In deel twee worden de resultaten van het literatuuronderzoek naar de bevordering van een keuze voor techniek onder scholieren (9 tot 15 jaar) beschreven.

Deel 1: Intervention Mapping voor Techniekpromotie

Om de beleidsmakers te ondersteunen in het maken van een stap naar het financieren en uitvoeren van impactvolle Techniekpromotie initiatieven, wordt in deel 1 uitgebreid stilgestaan bij het gebruik van Intervention Mapping in het kader van Techniekpromotie. Het gaat dan niet alleen om wat ontwikkelaars (o.a. programmamanagers en projectleiders) in Techniekpromotie moeten gaan doen, maar vooral om hoe zij gefaciliteerd kunnen worden. Het werken op een door de beleidsmakers gewenste systematische en onderbouwde manier vraagt om een gedragsverandering onder ontwikkelaars. Eigen-effectiviteit, vaardigheid en het hebben van voldoende kennis zijn niet alleen determinanten die van invloed zijn op het gedrag van leerlingen (zie deel 2), ook voor de ontwikkelaars Techniekpromotie die programma's maken voor leerlingen zijn deze determinanten van belang. In deel 1 wordt daarom een eerste, theoretische verkenning gedaan naar wat nodig is om de werkwijze volgens de principes van Intervention Mapping effectief te implementeren in de branche Techniekpromotie. De toepassing van de Intervention Mapping methodiek door toonaangevende Nederlandse organisaties geeft inzicht in mogelijkheden om de methodiek te implementeren in de praktijk.

Door de "Checklist Techniekpromotie" beschikbaar te maken wordt het voor ontwikkelaars Techniekpromotie duidelijk wat hen verwacht wordt om "methodologisch sterk en (wetenschappelijk) onderbouwde programma's te vormen". De checklist Techniekpromotie die is ontwikkeld beschrijft in 10 stappen de ontwikkeling, implementatie en evaluatie van techniekpromotie programma's, gebaseerd op Intervention Mapping.

Deel 2: Literatuuronderzoek

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden zijn de wetenschappelijke literatuur databases Pubmed en ERIC systematisch gescand op artikelen met betrekking tot de verkenning van gedragsmatige determinanten die de keuze voor techniek onder jongeren beïnvloeden en artikelen waarin de effectiviteit van techniekpromotie programma's werd onderzocht. Uit deze internationale databases werden 24 artikelen geselecteerd, aangevuld met nog twee artikelen aangeleverd door de Regieraad. Daarnaast werd één artikel van de website Platform Talent voor Technologie geselecteerd voor het huidige literatuuronderzoek. Tot slot werden nog drie artikelen geïnccludeerd op basis van de literatuurlijsten van geïnccludeerde artikelen.

Het literatuuronderzoek suggereert dat het verhogen van de eigen-effectiviteit en vaardigheden van leerlingen in bètavakken, het bieden van praktijk- en carrièregerichte informatie, en het benadrukken van de bruikbaarheid en verbinding van techniek met belangrijke maatschappelijke thema's, essentieel is om meer leerlingen naar een technisch opleidings- en beroepsprofiel te leiden.

Interventies, hierna programma's genoemd, bestaande uit geïntegreerd STEM-onderwijs¹ varieerden in effectiviteit, eveneens als het effect van extra-curriculaire STEM-activiteiten. Hieruit blijkt dat het van belang is om niet bij voorbaat te concluderen dat een bepaald type programma wel of niet werkt. De manier waarop een programma tot stand is gekomen, de aansluiting die wel of niet gevonden

¹ Science, Technology, Engineering and Mathematics

wordt met de doelgroep en de persoon of personen die het programma uitvoeren zijn bijvoorbeeld ook van essentieel belang voor hoe impactvol een programma zal zijn.

Ondanks de relevantie informatie die is opgehaald met het literatuuronderzoek, is het van belang te erkennen dat de wetenschappelijke kwaliteit van de geïncludeerde onderzoeken vaak laag was. Oorzaken daarvoor liggen bijvoorbeeld in het gebruik van een relatief kleine steekproef, het ontbreken van een controlegroep naast de interventiegroep, het enkel uitvoeren van een kwalitatieve evaluatie en het uitvoeren beperkte statistische analyses op beschikbare kwantitatieve data. Op basis van deze bevindingen kan de conclusie worden getrokken dat onderzoek naar techniekpromotie, zeker wanneer men het onderzoek vergelijkt met dat van bijvoorbeeld geneeskundige interventies, nog in de kinderschoenen staat. Om de branche van Techniekpromotie, die tot nu toe sterk visie gedreven is, te bewegen naar een betere wetenschappelijke onderbouwing, is het van belang krachten te bundelen. Dit om zowel ondersteuning te bieden aan ontwikkelaars, als ook om een stap te maken naar:

1. Een methodologische en theoretisch en empirisch onderbouwde aanpak bij het ontwikkelen van een programma;
2. Verbinding aanbrengen tussen lopende projecten;
3. Identificeren van effectieve initiatieven.

Het is daarnaast van wezenlijk belang om de vindbaarheid van onderzoek dat al is uitgevoerd in de Nederlandse context te vergroten en waar mogelijk te centraliseren.



Deel 1

Intervention Mapping:
Een methodiek om
kwaliteit van
Techniekpromotie te
verbeteren in de hele
keten

Samenvatting Deel 1

In deel één van dit rapport is de implementatie van de Intervention Mapping (IM) aanpak voor techniekpromotie onderzocht, met een focus op het systematisch en methodisch ontwikkelen van effectieve programma's voor techniekpromotie. In de aanpak van deze verdieping zijn de stappen van IM gehanteerd, startend met de identificatie van invloedrijke gedrags- en omgevingsfactoren, leidend tot eerste adviezen voor het opstellen, implementeren en evalueren van programma's door middel van de checklist Techniekpromotie.

Voor een succesvolle toepassing van de IM-aanpak in techniekpromotie, is een programmatische benadering noodzakelijk, stevig verankerd in de principes van IM. Deze principes bieden concrete handvatten voor het ontwikkelen van een implementatieproces. Deze aanpak vereist echter een significante aanpassing in werkwijze van zowel ontwikkelaars als beleidsmakers. Een groot knelpunt daarbij is de noodzaak van een grondige methodologische en wetenschappelijk onderbouwde aanpak, terwijl er tegelijkertijd een druk is om snel zichtbare resultaten te leveren.

Om de implementatie van de checklist Techniekpromotie te faciliteren, wordt aanbevolen om laagdrempelige, toegankelijke trainingen en professionaliseringsmogelijkheden voor ontwikkelaars te creëren. Dit helpt hen bij het toepassen van de checklist en bevordert de kwaliteit van techniekpromotieprogramma's. Verder is het essentieel om een gecoördineerd, sector breed proces te in te richten om de IM-methodiek te integreren met de huidige werkwijze. Het ontwikkelen van uniforme informatie- en trainingsmaterialen kan daarbij zowel kostenbesparingen als verhoogde effectiviteit opleveren.

Een hechte samenwerking tussen zoveel mogelijk beleidsmakers en financierende partijen in Nederlands is van belang om eenduidige verwachtingen te stellen aan ontwikkelaars en de impact van techniekpromotie te verhogen. Het is van belang dat alle stakeholders vanaf de start betrokken zijn om de IM-aanpak effectief te integreren en de beoogde gedragsverandering en programmadoelstellingen te realiseren. Dit rapport biedt een solide basis voor verdere discussie en planning met alle betrokken partijen om de kwaliteit en effectiviteit van techniekpromotie programma's duurzaam te verbeteren.

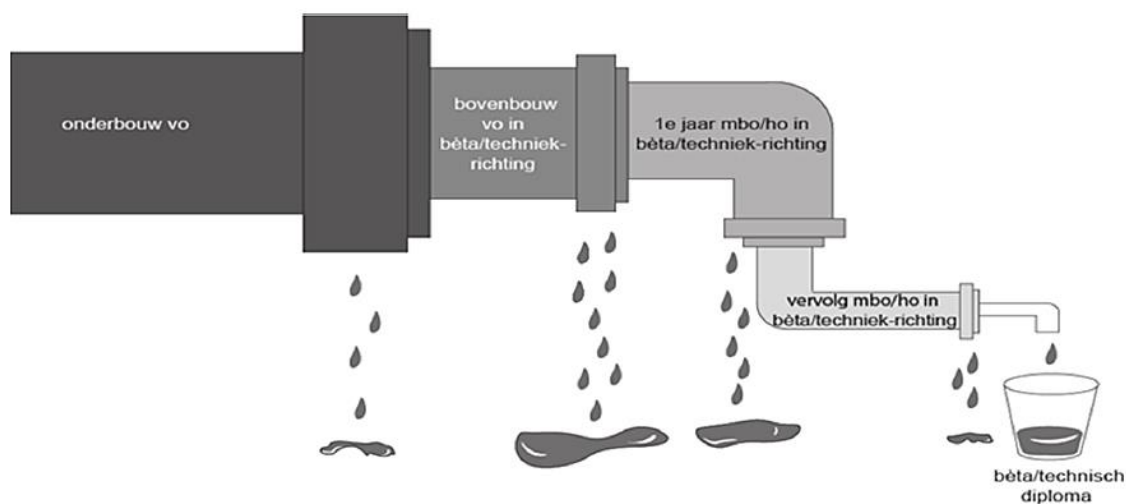
Achtergrond en aanleiding

Krapte op de Technische arbeidsmarkt

Vanwege krapte op de arbeidsmarkt is er in Nederland een grote vraag naar ICT- en technisch geschoelde professionals. Het tekort aan personeel in techniek en ICT kan de energietransitie, digitalisering en verduurzaming remmen en de concurrentiepositie van Nederland verslechteren (Rijksoverheid, 2023).

Voor technische beroepen is de spanning in de arbeidsmarkt gestegen van 'ruim' in het eerste kwartaal van 2016 naar 'zeer krap' vanaf 2021 tot de dag van vandaag (UWV, 2023a). Ondanks de vele inspanningen om het aantal werknemers in de sector te vergrootten stonden er in het tweede kwartaal van 2023 82.800 vacatures voor Technische beroepen open volgens cijfers van het UWV (2023b). Voor ICT-beroepen staat de spanningsindicator sinds 2017 onveranderd op 'zeer krap' (UWV, 2023a). Het aantal openstaande vacatures voor ICT beroepen staat in het tweede kwartaal van 2023 op 28.750 (UWV, 2023b).

Om aan de grote vraag naar ICT- en technisch geschoold personeel (vanaf hier afwisselend aangeduid met de termen 'technische beroepen, technisch personeel, of technische opleiding') te voldoen, worden inspanningen geleverd om de 'lekkende bèta technische pijpleiding' te repareren. Van het aantal leerlingen en studenten dat op een bepaald moment in hun onderwijstraject kiest voor een bèta/technische richting stroomt een aanzienlijk deel uiteindelijk niet uit met een beroepsdiploma in de technische sector (Langen & Meelissen, 2019; zie Figuur 1).



Figuur 1. De lekkende bèta/technische pijpleiding. Bron: Langen & Meelissen (2019).

Langen en Meelissen (2019) inventariseerden de omvang en redenen van de weglek in Nederland op meerdere sleutelmomenten, onder andere door te kijken naar data van de TIMSS² en PISA³ uit 2015. Gedurende hun schooltraject lijken leerlingen al vroeg specifieke ideeën te ontwikkelen over de inhoud van technische opleidingen en beroepen. Die opvattingen bepalen vervolgens de mate waarin zij geïnteresseerd zijn in het later volgen van een technische opleiding. Daarnaast blijken meisjes in Nederland (meer dan in andere landen) al op 10-jarige leeftijd minder zelfvertrouwen in de bèta/technische vakken te vertonen dan jongens, ook als ze even hoog scoren op de toetsen. Een investering in toekomstig technisch personeel begint daarom al met een investering in overtuigingen van kinderen vanaf een jonge leeftijd, tot het moment dat ze het werkveld betreden.

² In TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) worden elke 4 jaar toetsen voor rekenen (rekenen wiskunde) en natuuronderwijs en een vragenlijst afgenomen bij leerlingen in 'Grade 4' (groep 6 basisonderwijs). In 2015 namen ongeveer 60 landen deel.

³ In PISA (Program for International Student Assessment) worden elke 3 jaar toetsen voor wiskunde, science (natuurwetenschappen) en leesvaardigheid en een vragenlijst afgenomen bij vijftienjarigen. In 2015 namen meer dan 70 landen deel.

Investerings in de Techniekpromotie

In Nederland zijn veel publiek-private samenwerkingen (PPS's) actief om kinderen in het primair onderwijs en jongeren in het voortgezet onderwijs in aanraking te brengen met techniek (Techkwadraat, z.d.). De overheid stimuleert initiatieven om de "lekkende pijplijn" te repareren met verschillende subsidies.

Met Sterk Techniekonderwijs (STO) werken scholen en bedrijfsleven in de regio samen om alle leerlingen in het beroepsgericht vmbo kennis te laten maken met techniek. Tussen 2020 en 2024 is deze samenwerking opgebouwd tussen het vmbo, mbo en het bedrijfsleven. De subsidie wordt verlengd van 2025 tot 2029, waarbij de focus wordt verbreed door ook het primair onderwijs te betrekken in de samenwerking (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2024). Er zal ongeveer 390 miljoen beschikbaar gesteld worden met de STO-regeling in de periode 2025-2029, waarbij minimaal 10% van het subsidiabele gedeelte moet bestaan uit cofinanciering door een of meerdere bedrijven (DUS-I, z.d.-a).

Het voorstel Techkwadraat heeft, gedeeltelijk overlappend met de STO-regeling, als doel om alle kinderen en jongeren in de leeftijdsfase van het primair en voortgezet onderwijs in aanraking te laten komen met de kansen van (natuur)wetenschap, techniek, technologie en ICT. Voor het project is een investering nodig van €502 miljoen, bestaande uit een bijdrage vanuit de regio van €70 miljoen, een in-kind bijdrage vanuit het bedrijfsleven van €80 miljoen (conservatieve schatting) en een bijdrage vanuit het Groeifonds (Platform Talent voor Technologie, z.d.). Het Nationaal Groeifonds investeert maximaal € 351,6 miljoen. Dit bedrag bestaat uit een toekenning van € 145,8 miljoen en een voorwaardelijke toekenning van € 205,8 miljoen (Nationaal Groeifonds, z.d.-a).

Met de subsidie Impuls open leermateriaal (IOL) bundelen scholen, onderwijs- en expertiseorganisaties hun krachten om een impuls te geven aan de ontwikkeling en het benutten van open leermateriaal. Voor dit project is € 20,5 miljoen toegekend uit het Nationaal Groeifonds tot en met 2024. Daarnaast is er € 57,5 miljoen voorwaardelijk toegekend tot en met 2030 (Nationaal Groeifonds, z.d.-b). Een deel van dit budget wordt gebruikt om technieklessen te ontwikkelen.

Naast deze subsidies, gericht op de eerste "weglekken" van technisch potentieel, wordt door het kabinet ook geld uitgetrokken specifiek voor de samenwerking tussen het beroepsonderwijs en werkgevers. In 2023 is bedrag van € 123 miljoen toegekend, aangevuld met 97 miljoen uit het bedrijfsleven, onderwijs en de provincies. Hiermee wordt een deel van de kloof gedicht tussen het beroepsonderwijs en de arbeidsmarkt met banen die bijdragen aan de digitale en energietransitie.

Het bedrijfsleven en opleidings- en ontwikkelfondsen (O&O fondsen) zijn door hun cofinanciering onderdeel van (een deel van) bovenstaande landelijke initiatieven. Daarnaast komen Cao-partijen in de techniek ook Opleiding- en Ontwikkelings-CAO's (O&O-CAO's) overeen (Vakraad Metaal&Techniek, z.d.). De O&O fondsen besteden het geld wat hierdoor voor hen beschikbaar is niet alleen aan scholing van bestaand personeel, maar ook aan initiatieven om kinderen en jongeren te enthousiasmeren voor techniek (Wij Techniek, z.d.).

De behoefte aan grip op investeringen

Ondanks het grote aantal organisaties en netwerken dat in Nederland actief is om bètatechniek te promoten, groeit de omvang van de beroepsbevolking in deze sector niet voldoende mee om aan de (groeiende) vraag naar technisch personeel te voldoen. In de afgelopen decennia is al veel geld geïnvesteerd in het vergroten van het "technisch personeel van de toekomst"; zowel in het primair, voortgezet en het beroepsonderwijs. Er worden nu wederom grote bedragen beschikbaar gesteld en de noodzaak tot zichtbare effecten op de arbeidsmarkt neemt toe.

Een toename aan beschikbare financiële middelen wil niet zeggen dat dit zich moet vertalen in méér (grote getalen aan) initiatieven. De afgelopen jaren is de basis gelegd voor impactvolle techniekpromotie door regionale samenwerkingsverbanden te organiseren. Nu deze belangrijke

fundering is gelegd, groeit de behoefte om niet alleen méér initiatieven te ontwikkelen, maar met name te investeren in impactvolle, effectieve initiatieven. Redenen daarvoor zijn onder andere:

- Acties om techniek te promoten kunnen niet alleen een positief of neutraal effect hebben op kinderen en jongeren. Ook een negatief effect is mogelijk. In het internationaal literatuuronderzoek dat ook in het kader van dit onderzoek werd uitgevoerd, werd één Nederlands onderzoek geïncorporeerd. Uit dit onderzoek bleek dat bedrijfsbezoeken resulteerden in een significant negatief effect; kinderen vonden techniek na de bezoeken minder leuk van voor de bezoeken (Post & Walma, 2014). Een zorgvuldige selectie van initiatieven, gebaseerd op effectiviteit, is daarom van groot belang.
- Scholen zijn het meest gebruikte kanaal om kinderen en jongeren te bereiken. Bijvoorbeeld door lessen aan te bieden, techniek gerelateerde uitjes vanuit school te organiseren of bedrijfsbezoeken te doen. Tijd op scholen is schaars, wat het belang van het kiezen van de meest impactvolle initiatieven nogmaals onderstreept. Idealiter kiezen scholen alleen uit opties die een (zo groot mogelijke) positieve impact hebben.
- Ondanks dat er veel geld beschikbaar is en de komende jaren ook nog blijft, is er ook veel te doen om de persisterende negatieve beelden over werken techniek aan te pakken. Een kostenefficiënte aanpak is daarom onverminderd van belang.

Een deel van Sociaal Partners en O&O fondsen Techniek (hierna “Regieraad”⁴ genoemd) hebben de krachten gebundeld om met het Onderzoekrapport Techniekpromotie een start te maken aan het beantwoorden van een gezamenlijke vraag: “Zijn er, zowel inhoudelijk als procesmatig, mogelijkheden om Techniekpromotie programma’s te impactvoller en kostenefficiënter te maken?”.

Er werd gezocht naar een manier om:

1. Een gemeenschappelijk beeld te vormen over wat “impactvolle Techniekpromotie” is en op welke voorwaarden (“voorspellers”) gelet kan worden om impactvolle Techniekpromotie initiatieven te herkennen;
2. Dit beeld als toetsingskader te kunnen gebruiken in besluitvormingsprocessen;
3. De start te maken van een lerend systeem, door een continu proces van vormen, evalueren (en vervolgens waar nodig hervormen) van activiteiten te stimuleren.

De Intervention Mapping (IM) methodiek is nationaal en internationaal al bekend om interventies (d.w.z. initiatieven, programma’s, activiteiten) te vormen, implementeren en evalueren. De toepassing van Intervention Mapping zorgt voor effectievere interventies, zo is gebleken in de gezondheidszorg (O’Cathain et al., 2019, Peter, Bruin & Crutzen, 2015). In de methodiek worden wetenschap en praktijk met elkaar in verbinding gebracht in een helder stappenplan om interventies te vormen. In de volgende hoofdstukken in deel 1 van dit rapport wordt een eerste verkenning gedaan van hoe de Intervention Mapping methodiek toegepast kan worden t.b.v. Techniekpromotie, en wat ervoor nodig is om de methodiek succesvol te implementeren.

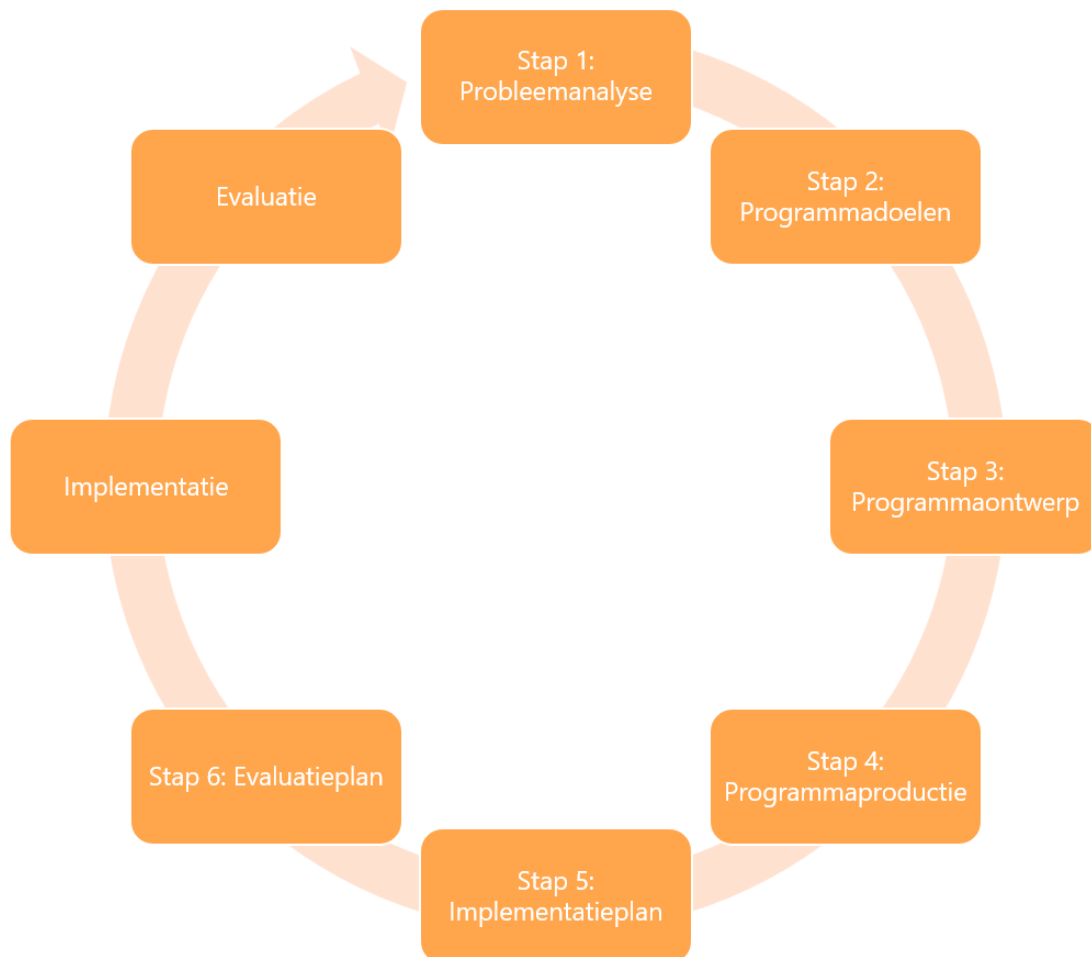
⁴ De Regieraad bestaat uit financierende O&O fondsen: Stichting Arbeidsmarkt en Opleiding in de Metalektro, Stichting Opleidings- en Ontwikkelingsfonds voor het Metaalbewerkingbedrijf, Stichting Wij Techniek, Stichting Opleidings en Ontwikkelingsfonds Motorvoertuigenbedrijf en Tweewielerbedrijf en Stichting Opleidings- en Ontwikkelingsfonds voor de Isolatiebranche (OOI). Daarnaast zijn betrokken werkgeversorganisaties: Bovag, Metaalunie, Techniek Nederland en VIB. Betrokken werknemersorganisaties zijn: CNV Vakmensen, De Unie en FNV Metaal.

Intervention Mapping t.b.v. Techniekpromotie

Intervention Mapping in het kort

De IM-aanpak beschrijft het iteratieve pad van probleemidentificatie naar probleemoplossing of mitigatie. Deze planningsaanpak is gebaseerd op het gebruik van theorie en bewijsmateriaal als basis voor een benadering die de invloed van de omgeving includeert bij het beoordelen van, en ingrijpen in, gedragsmatige problemen en het stimuleren van gemeenschapsparticipatie (Bartholomew Eldredge et al., 2016).

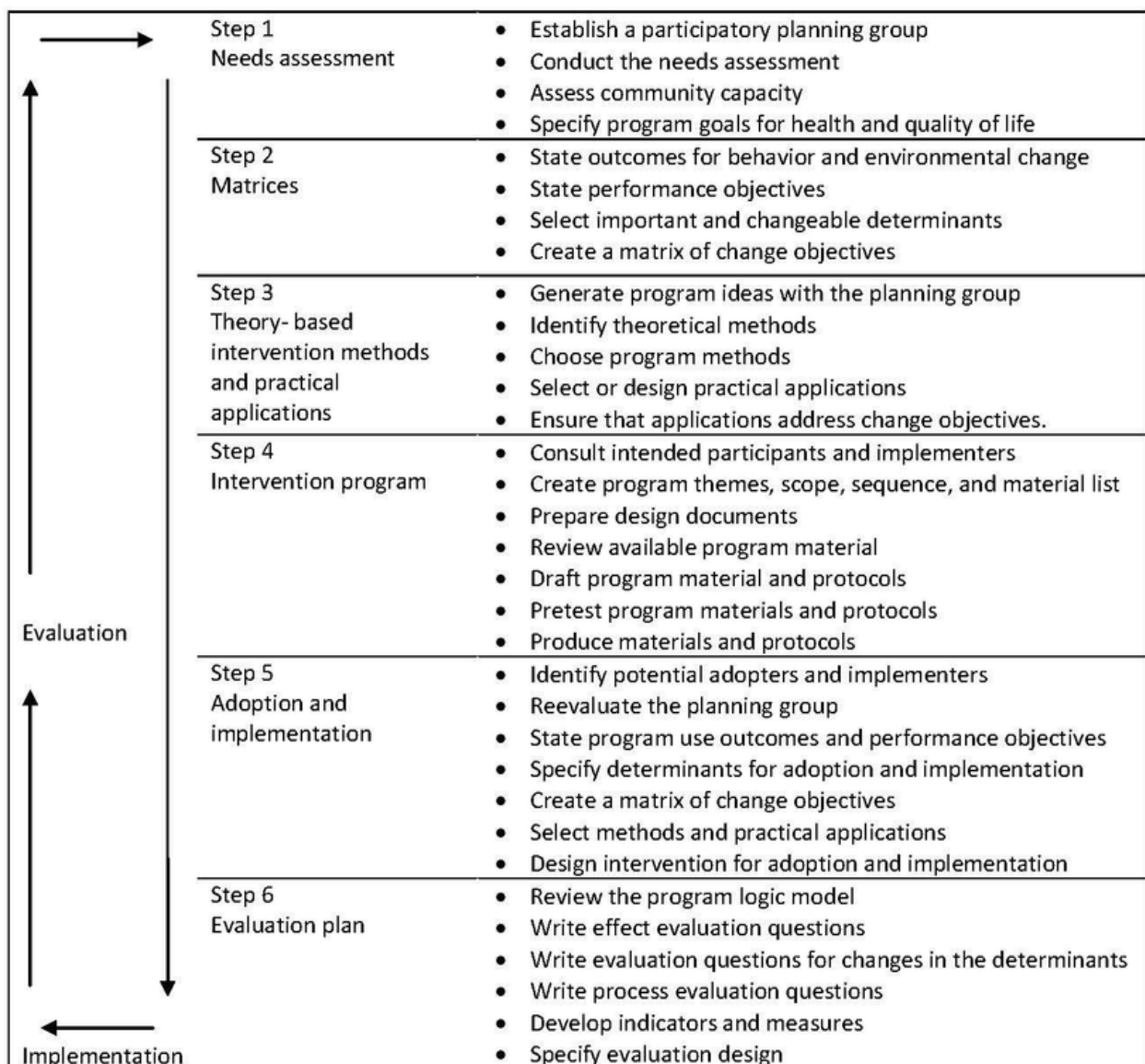
Simpel gezegd: door Intervention Mapping toe te passen werk je in zes stappen van de vraag “Wat is het probleem?”, naar “Wat is daarvoor een mogelijke oplossing?” en tot slot “Heeft de oplossing het probleem daadwerkelijk opgelost of verminderd?”. In figuur 2 zijn de zes planningsstappen en twee uitvoerende stappen (implementatie en evaluatie) beschreven. Elk van de zes stappen van IM omvat verschillende taken, die elk theorie en bewijsmateriaal integreren (zie figuur 3 voor de sub-stappen, gericht op gezondheid bevorderende programma’s, op de volgende pagina). Door het voltooien van de taken in een stap ontstaat een product dat als leidraad dient voor de volgende stap. Zo bouwt men steeds verder op datgene wat in de vorige stap is vastgesteld.



Figuur 2. De basis stappen van Intervention Mapping

Het doorlopen van alle stappen dient als blauwdruk voor het ontwerpen, implementeren en evalueren van een interventie op basis van theoretische, empirische en praktische informatie. De sleutelwoorden bij IM zijn planning, onderzoek en theorie.

Het boek *Planning health promotion programs: An Intervention Mapping approach* dat de Intervention Mapping methodiek in detail beschrijft, wordt uitgebreid stilgestaan bij procedures voor het plannen van activiteiten en technische hulp bij het identificeren van op theorie gebaseerde determinanten en het matchen ervan met geschikte methoden voor verandering (Bartholomew Eldredge et al., 2016).



Figuur 3. Intervention Mapping stappen inclusief sub-stappen voor programma's gericht op gezondheidsbevordering

Techniekpromotie is doorgaans gericht op het enthousiasmeren van kinderen en jongeren, om de kans dat zij de keuze voor techniek al op jonge leeftijd afschrijven. Om keuzegedrag effectief te beïnvloeden is het funderen van initiatieven op gedragswetenschappelijke theorie en onderzoeken van essentieel belang. Gedragswetenschappelijke kennis is verweven in elk van de zes stappen van IM. In theorie is de methodiek dan ook perfect toepasbaar in het veld van Techniekpromotie. Er is een scala aan voorbeelden beschikbaar waarbij Intervention Mapping is gebruikt om wetenschappelijke interventiestudies te vormen ((Bartholomew Eldredge et al., 2016, blz. 34-38). Om de stap naar praktische toepassing in de techniek te maken, is het echter van belang om de verschillen tussen de

wereld van Techniek en die van wetenschappelijk onderzoek en de gezondheidszorg te erkennen, en waar nodig de methodiek in het licht van deze nieuwe werkelijkheid te plaatsen.

De vertaalslag van de IM-methodiek t.b.v. Techniekpromotie

Om de IM-methodiek toe passen om techniekpromotie initiatieven impactvoller te vormen, is het allereerst van belang te erkennen dat in het proces van kiezen, vormen en evalueren van initiatieven verschillende partijen met verschillende rollen en mandaten betrokken zijn. Een eerste indeling is als volgt te maken:

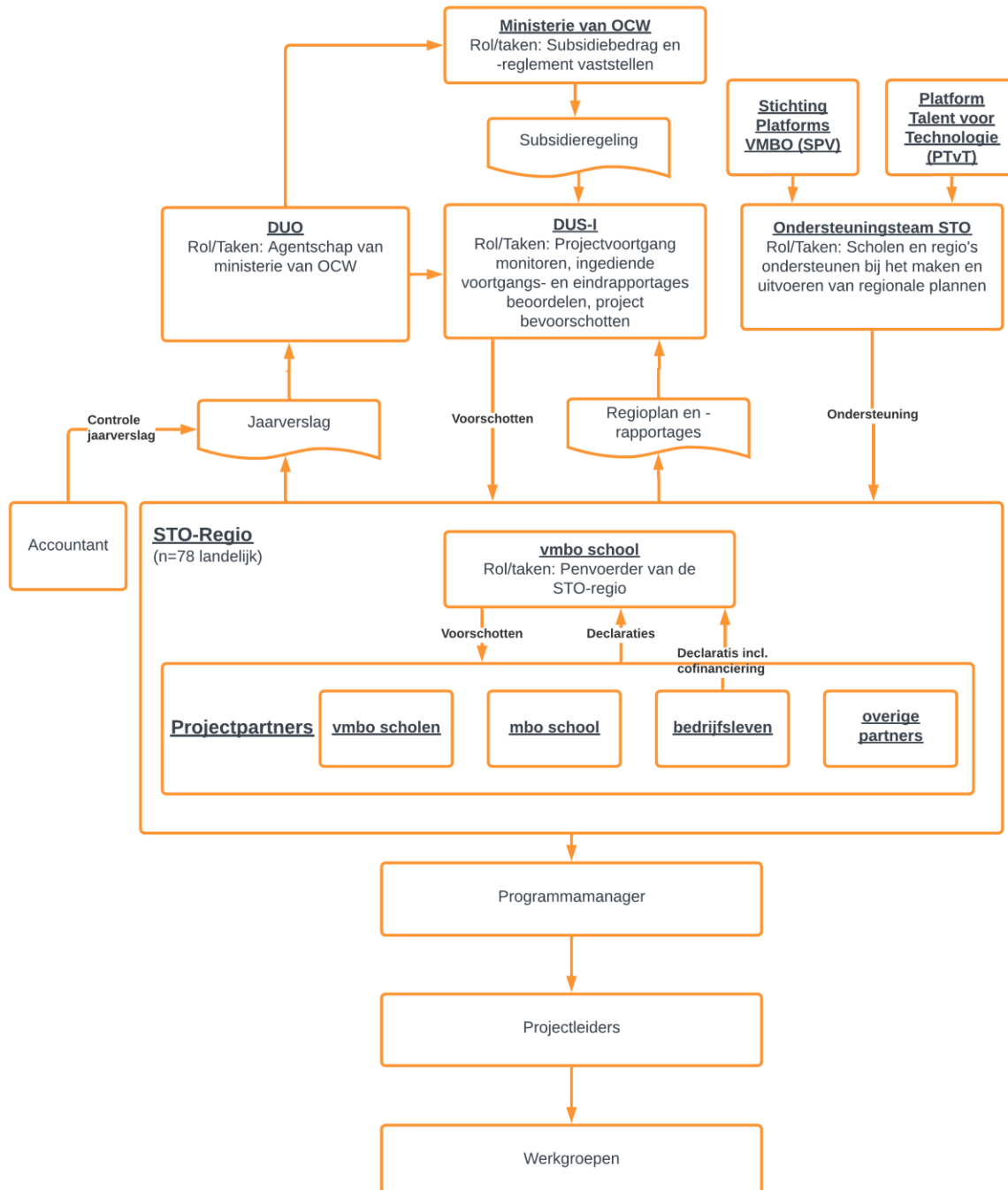
1. Beleidsmaker(s)/ financierende partij(en): Organisatie(s), soms samenwerkend in consortia of coalities. Zij initiëren de ontwikkeling van een programma of activiteit en hebben daarmee verschillende taken:
 - a. Het uitvoeren van een (globale) probleemanalyse, om te bepalen welk probleem aangepakt dient te worden met een programma of activiteit;
 - b. Het vormen van een toetsingskader waaraan nog te ontwikkelen programma's en activiteiten dienen te voldoen. Zo kan door de beleidsmaker(s) bijvoorbeeld als eis gesteld worden dat een gedragsexpert en uitvoerders van het programma betrokken wordt in de programmavorming. Of: dat een nieuw gevormde activiteit in een "pilot" eerst op kleine schaal getest moet worden op effectiviteit, voor deze op grote schaal wordt geïmplementeerd.
 - c. Het stellen van praktische kaders bij het (her)vormen van programma's en activiteiten, zoals een maximum te besteden bedrag, of een maximale tijdsbelasting die personeel mag besteden aan de ontwikkeling en uitvoering van promotie activiteiten.
2. Ontwikkelaars: De globale opdracht van beleidsmakers en financierende partijen wordt veelal neergelegd bij een ontwikkelaar of groep ontwikkelaars, die hier praktisch invulling aan geven. Zij werken binnen de eerder gestelde kaders van de beleidsmakers. Deze groep bestaat soms, maar niet altijd, uit de groep die het programma in de praktijk zal uitvoeren (bijv. docenten).
3. Uitvoerders: Met name bij grotere initiatieven, bijvoorbeeld bij landelijke programma's, is het niet mogelijk alle uitvoerders ook in de ontwikkeling van het programma mee te nemen. Idealiter is een afvaardiging van de uitvoerders al wel vroeg in het besluitvormingsproces betrokken. Desalniettemin blijft het onontkoombaar dat een (groot) deel van de uitvoerders pas geïnformeerd wordt nadat het programma is gevormd. Uitvoerders ontvangen een beschrijving van het gewenste programma en brengen de inhoud van het programma over aan de doelgroep. In het geval van techniekpromotie zijn de uitvoerders bijvoorbeeld docenten, ouders en medewerkers van bedrijven die bedrijfsbezoeken uitvoeren.
4. Doelgroep: De groep waarvan beoogd wordt het gedrag veranderden; in dit geval kinderen in het primair onderwijs en jongeren van het voortgezet onderwijs.

Deze gelaagdheid legt direct de eerste uitdaging bloot. In het wetenschappelijk onderzoek worden de IM-stappen vaak door dezelfde groep mensen uitgevoerd. Dit is vaak een samengestelde groep die o.a. bestaat uit een expert uit het veld (bijv. een gedragsexpert en/of gezondheidsexpert) en een vertegenwoordiging van de belangrijkste stakeholders (beleidsmaker, uitvoerders en doelgroep). Zij besluiten zelf dat de IM-methodiek gebruikt wordt om een programma te ontwikkelen en doorlopen in gezamenlijkheid de zes stappen van Intervention Mapping, waarbij ze regie en zicht houden van start tot eindproduct.

Intervention Mapping voor beleidsmakers en financierende partijen

Beleidsmakers in de Techniek, zoals de penvoerders van subsidies, hebben regie op een deel van de IM-stappen. Zo kunnen ze een gedegen probleemanalyse doen (stap 1) en in de opdracht die zij aan ontwikkelaars delen duidelijk maken welke doelen gehaald moeten worden (stap 2). Hoe globaal of

concreet zij deze stappen uitwerken, is afhankelijk van de hoeveelheid “lagen” zijn aangebracht in het besluitvormingsproces om van probleemanalyse tot probleemmitigatie te komen. De inrichting van de Sterk Techniekonderwijs (STO) regeling schetst een beeld van de inrichting van deze lagen in landelijke, grootschalige, initiatieven (zie figuur 4, naar van den Berg et al., 2020, en Sterk Techniekonderwijs, 2019).



Figuur 4. Organisatiestructuur Sterk Techniekonderwijs

In de organisatiestructuur van STO zal de probleemanalyse en vaststelling van mogelijk programmadoelen op landelijk niveau waarschijnlijk uitgevoerd worden door de subsidieverstrekker (al dan niet ondersteund in deze analyse door andere instanties). Met deze eerste informatie kan worden vastgesteld dat een subsidie nodig en nuttig is. Ook maakt deze analyse het mogelijk om geïnformeerde keuzes te maken in welke kaders in de subsidieregeling opgenomen worden. STO-

regio's zullen vervolgens de probleemanalyse aanvullen en programmadoelen verder aanscherpen op basis van regionale verschillen. Zij concretiseren stap 1 en 2 dus.

Voor stap 3 t/m 5 geven STO-regio's de regie uit handen aan ontwikkelaars. Ook hier zijn lagen te herkennen in de STO-organisatiestructuur te herkennen in de vorm van programmamanagers, projectleiders en werkgroepen. Ontwikkelaars geven invulling aan deze stappen in opdracht van beleidsmakers (de STO-regio).

Ondanks dat beleidsmakers niet zelf de programma's schrijven, kunnen zij ontwikkelaars wél op verschillende manieren stimuleren om de IM-methodiek toe te passen bij het ontwikkelen van het programma. Dat kan zowel op een meer vrijblijvende en meer sturende manier. In de Nederlandse context zijn er verschillende voorbeelden bekend waaruit dit blijkt.

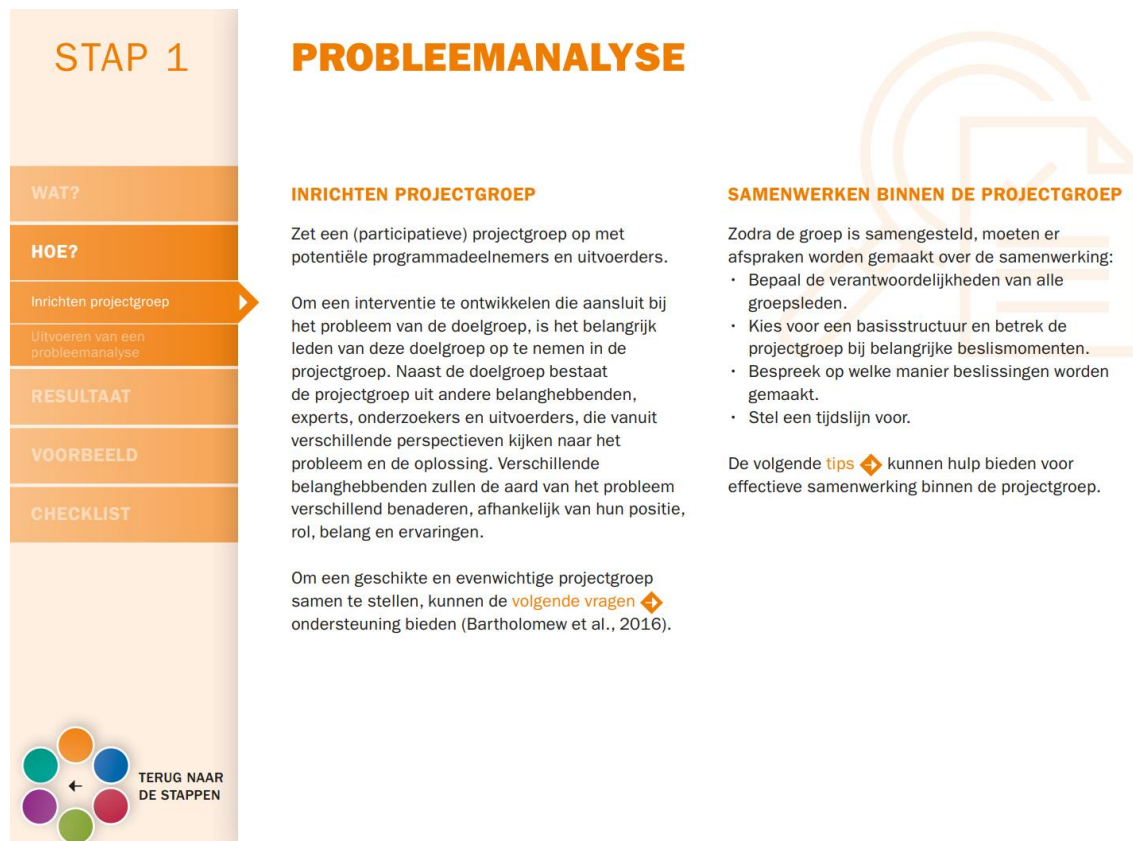
Promoten van de methodiek: Voorbeeld RIVM

Om ontwikkelaars op een vrijblijvende manier te stimuleren om meer methodisch te werken, kunnen beleidsmakers succesverhalen uit de sector delen. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), onderdeel van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport stelt de IM-methodiek voor als de te gebruiken planmatige aanpak om te gebruiken bij de ontwikkeling van interventies (Loketgezondleven.nl, z.d.-a).

Op de eigen website Loket Gezond Leven, deelt het RIVM meerdere succesverhalen. Zo is IM-methodiek gebruikt bij de ontwikkeling van de lesmethode "Lang Leve de Liefde", die al vele jaren op school wordt gegeven. Het RIVM rapporteert dat leerlingen die voorlichting kregen via het huidige materiaal van Lang Leve de liefde, in vergelijking met scholieren die gangbare voorlichting kregen, meer wisten over aids (Acquired immune deficiency syndrome (aids)) en soa. Ook hadden zij meer vertrouwen dat het hun zou lukken om een condoom te gebruiken, en waren ze vaker van plan dit ook in de toekomst te doen. Geconcludeerd wordt dat *"Bij een eerdere versie van het lespakket [van lesmethode Lang Leve de Liefde] was van deze planmatige aanpak geen sprake en uit onderzoek blijkt dat het nu planmatig ontwikkelde lesmateriaal effectiever is dan het vorige."* (Loketgezondleven.nl, z.d.-b).

Toegankelijk instructiemateriaal delen: Voorbeeld TNO

De Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) heeft de IM-principes vertaald in de Keuzewijzer Gedragsinterventies Veilig en Gezond Werken (Huijs et al., z.d.). Dit online beschikbare instrument helpt bij het ontwikkelen van een effectieve gedragsaanpak en gebruikt hiervoor bestaande gedragsinzichten en kennis over werkende elementen van maatregelen. De Keuzewijzer beschrijft de stappen die nodig zijn voor een gedragsaanpak voor drie verschillende arbo thema's: mentale gezondheid, fysieke belasting en arbeidsveiligheid (Bakhuys Roozeboom, Bouwens, 2024). De Keuzewijzer vertaalt de belangrijkste theorie uit boek *Planning health promotion programs: An Intervention Mapping approach*, naar een compact en te volgen stappenplan. Ook zijn er meerdere voorbeelden in de Keuzewijzer opgenomen, die voor iedere stap worden uitgewerkt. Zo wordt het geheel goed te volgen, ook wanneer de ontwikkelaar geen academische achtergrond heeft en niet de mogelijkheid heeft zelf het boek van Bartholomew Eldredge et al. (2016) te bestuderen. Wel raadt TNO aan om gedragsexperts te betrekken bij het gebruik van de keuzewijzer. Hiervoor kan een ontwikkelaar contact opnemen met TNO.



Figuur 5. Stap 1 uit de Keuzewijzer Gedragsinterventies Veilig en Gezond Werken van TNO

Gebruik van de IM-methodiek winstgevend maken: Voorbeeld CROW

In Nederland wordt de Intervention Mapping methodiek al tien jaar toegepast in de kwalitatieve beoordeling van verkeerseducatie materiaal (Hukker et al., 2016). In 2012 is een checklist verkeerseducatie ontwikkeld, in opdracht van CROW, om meer inzicht te geven in de kwaliteit van verkeerseducatieve programma's (Vissers, 2010 & Vissers, 2012). Met behulp van deze checklist kan via het beoordelen van tien essentiële ontwikkelstappen in kaart worden gebracht of verkeerseducatieve programma's op een verantwoorde wijze zijn opgezet en vormgegeven, en of zij aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen. Door middel van de beoordelingscriteria van de checklist wordt niet alleen duidelijk of het getoetste programma bepaalde doelen nastreeft, maar wordt ook helder gemaakt of de juiste didactische aanpak wordt ingezet om die doelen te halen, en of er stappen worden gezet om de kwaliteit van het ontwikkelde product te borgen (Vissers et al., 2023).

Ontwikkelaars kunnen zich aanmelden bij CROW. Informatie over hun programma, inclusief verkregen score met de checklist, worden in de Kenniscatalogus geplaatst (Toolkit Verkeerseducatie, z.d.). Scholen en gemeentes kunnen deze website gebruiken om zo een goed geïnformeerde keuze te maken in welke programma's zijn inkopen om het thema Verkeerseducatie te behandelen. Zo levert het toepassen van de IM-methodiek de ontwikkelaar zelf ook wat op.

Tien jaar later wordt deze checklist nog steeds gebruikt; inmiddels zijn er 151 programma's opgenomen in de online beschikbare Kenniscatalogus van CROW, waarvan er 124 zijn getoetst (Toolkit Verkeerseducatie, z.d.).

Overigens zorgt CROW, net als TNO, voor toegankelijk instructiemateriaal. Zo creëerden zij onder andere:

- Een uitgebreide handleiding Checklist Verkeerseducatie (Vissers et al., 2019);



- Een “Leerdoelendocument”, waarin op hoofdlijnen wordt beschreven welke benodigde kennis, vaardigheden en attitude voor verschillende doelgroepen die nodig zijn om veilig aan het verkeer deel te nemen (Vissers & Hukker, z.d.);
- Tips ter bevordering van een goede effectevaluatie (CROW, 2015);
- Meerdere micro-learning video’s, die op YouTube te vinden zijn (CROW Ede, 2023).

Wanneer ontwikkelaars een programma hebben gevormd, ontvangen daarna ook nog feedback van twee onafhankelijke beoordelaars, die expert zijn in het gebruik van de Checklist Verkeerseducatie. Na deze feedback kunnen zij het programma waar nodig nog aanpassen, voor deze definitief wordt beoordeeld.

Kenniscatalogus

Zoek op trefwoord

Toetsing ▼ Doelgroep ▼ Schooltype ▼ Onderwerp ▼

Vervoerswijze ▼ Regio ▼

Publicatiedatum 10-07-2024
Uitgever Verkeersplein Amsterdam

Tussen School en Thuis

Verkeerslessen waarin leerlingen zelf gevaarlijke verkeerssituaties die zij tegenkomen op de route tussen school en thuis in kaart brengen. Deze vormen de basis voor de verkeerslessen.

Publicatiedatum 01-06-2024
Uitgever Buro TAB en Contact Onderwijsadviesbureau

Verkeerskwis

De Verkeerskwis biedt verkeerseducatie voor groep 6 in een competitieve en theatrale setting, met online toetsing, klassikale nabespreking, verdiepende opdrachten en een interactieve finale.

Figuur 6. Kenniscatalogus van CROW waarin verkeerseducatieve programma's worden opgenomen

Intervention Mapping als voorwaarde voor financiering: Voorbeeld provincie Noord-Holland

In alle voorgenoemde voorbeelden worden ontwikkelaars gestimuleerd om de IM-methodiek te gebruiken, maar is financiering ook mogelijk wanneer de ontwikkelaar hier niet voor kiest. Provincie Noord-Holland heeft in 2024 wederom gekozen om in de Uitvoeringsregeling subsidie verkeerseducatie scholieren Noord-Holland toetsing van de activiteit met de eerder genoemde Checklist Verkeerseducatie van het CROW verplicht te stellen (Overheid, 2023). De score die wordt behaald bij de toetsing heeft, wanneer het subsidieplafond bereikt wordt, direct invloed op de financiering van programma's. Zo is onder andere opgenomen dat:

Artikel 3 [...]

2. De in het eerste lid genoemde activiteiten dienen [...]:

- a. opgenomen te zijn in de Toolkit Verkeerseducatie van het CROW en door het CROW te zijn getoetst; en
- b. waar het betreft de methodiek en de doelgroep te worden uitgevoerd zoals beschreven in de Toolkit Verkeerseducatie van het CROW.

Artikel 4

Een aanvraag om subsidie wordt ingediend door middel van een door Gedeputeerde Staten beschikbaar gesteld formulier en bevat ten minste:

- a. de naam van het educatieve project zoals vermeld in de Toolkit verkeerseducatie van het CROW;
- b. een vermelding van de score (sterren) zoals vermeld in de Toolkit Verkeerseducatie van het CROW;

[...]

Artikel 7

1. Indien het subsidieplafond wordt bereikt worden aanvragen die voor subsidie in aanmerking komen, gerangschikt op een prioriteitenlijst.
2. De rangschikking wordt bepaald door het aantal punten (sterren) zoals vermeld in de Toolkit Verkeerseducatie van het CROW, zoals deze luidt op 13 februari 2024, tot een maximum van 50 punten.
3. De aanvragen worden gehonoreerd naar de volgorde van hoog naar laag op de prioriteitenlijst.

Op deze manier houdt de provincie niet alleen grip op de kwaliteit van programma's die zij financiert, ook vergemakkelijkt het bij overschrijding van het subsidieplafond het keuzeproces voor welke programma's financiering ontvangen. Ontwikkelaars weten van tevoren hoe zij de kans op financiering kunnen optimaliseren, wat maakt dat zij hier actief op kunnen sturen. Deze duidelijkheid en transparantie zorgt voor een toename van kwaliteit in de gehele keten.

Conclusies voor beleidmakers

Dat beleidmakers een grote mate van invloed hebben op de werkwijze van ontwikkelaars, wordt door bovenstaande voorbeelden duidelijk. Beleid vormt in grote mate het speelveld waarop de andere betrokkenen het spel spelen. Hoe eerder de spelregels gedeeld zijn, en hoe duidelijker deze te volgen zijn, des te beter (en zelfs leuker) wordt het spel.

Beleidsmakers zijn dan ook als eerste aan zet om nog te vormen programma's methodologisch sterker en impactvoller te maken. Dat kunnen zij op meerdere, concrete manieren doen, waaronder:

1. Als beleidsmakers met elkaar overeenkomen dat er de wens is om programma's methodologisch sterker en meer onderbouwt (vanuit theorie en onderzoek) te maken;
2. In de ondersteuning op verschillende manieren de IM-methodiek integreren. In het voorbeeld van STO zou het bijvoorbeeld in te denken zijn dat het ondersteuningsteam STO aan STO-



regio's informatie deelt en ondersteuning biedt om de IM-methodiek te integreren in de regioplannen. Voor ontwikkelaars (programmamanagers, projectleiders en werkgroepen) zou het STO-ondersteuningsteam ook informatie en ondersteuning aan kunnen bieden.

NB: Ook bij het vormen van trainingen en informatiemateriaal m.b.t. de IM-methodiek is het wederom belangrijk om de IM-stappen te hanteren. Zo zijn beleidsmakers (STO-regio's) en ontwikkelaars een andere doelgroep, waarvoor andere onderdelen uit de IM-methodiek relevant zijn en andere kanalen om informatie over te brengen passend zijn.

3. Beleidsmakers kunnen ervoor kiezen om consequenties te koppelen aan het wel of niet gebruiken van methodologische kaders en (wetenschappelijke) onderbouwing door ontwikkelaars. Dat kunnen zowel positieve consequenties zijn, zoals het geven van meer bekendheid aan kwalitatief sterkere programma's, als negatieve consequenties, zoals het niet financieren van programma's die niet aan een minimum standaard voor kwaliteit voldoen.
4. Van groot belang is het toepassen van de IM-methodiek in de gehele keten. Niet alleen met het doel om de laatste stap (het vormen van programma's) methodologisch sterker te maken, maar door het gehele proces te versterken. Wanneer de eerste probleemanalyse wordt gevormd zonder (wetenschappelijke) onderbouwing of een subsidiereglement wordt gevormd zonder eisen aan methodiek en onderbouwing te stellen, wordt het lastig(er) om een partij die verder werkt met deze informatie (wel) volgens de IM-methodiek te laten werken. Onmogelijk is dit, met de juiste inzet van trainings- en informatiemogelijkheden, overigens niet.
5. Voor stap 6, de evaluatie, kan bij landelijke initiatieven overwogen worden om regio overstijgend onderzoek uit te laten voeren door landelijke onderzoekinstaties, zoals het Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek (NRO). Om daarnaast zicht te houden op de effectiviteit van regionale activiteiten kan o.a. overwogen worden landelijk te bepalen welke vragenlijsten worden gebruikt voor en na activiteiten om vergelijking tussen activiteiten in termen van effectiviteit mogelijk te maken. Ook is het te overwegen om resultaten (data) van regionaal onderzoek te centraliseren en gecentraliseerd te laten analyseren.

Voor alle stappen is het van belang in dezelfde 'taal' te spreken. Oftewel: wat is kwaliteit? Door dit te concretiseren, kan beter aan ontwikkelaars duidelijk gemaakt worden wat van hen wordt verwacht. In de vertaling van Intervention Mapping voor techniekpromotie is daarom een start gemaakt op de Techniekpromotie Checklist, die past bij de rol en taken van de ontwikkelaar.

Intervention Mapping voor ontwikkelaars

Checklist Techniekpromotie

Om toepassing van IM ook in de technieksector mogelijk te maken, is het van belang een duidelijke methode te ontwikkelen waarmee programma's in het kader van Techniekpromotie vanuit de bril van de IM-aanpak kunnen werken. Om beleidsmakers en financierende partijen inzage te geven in of er door ontwikkelaars volgens de IM-aanpak wordt gewerkt, wordt een evaluatiemethode voorgesteld. Deze methode maakt gebruik van een checklist die bestaat uit tien stappen om de kwaliteit van initiatieven in het kader van Techniekpromotie te beoordelen. In de tien stappen en hierbij behorende taken wordt op een laagdrempelige manier gecheckt of de basisprincipes van de IM-aanpak zijn gevolgd. Deze checklist wordt idealiter door een ontwikkelaar bekeken vóór ontwikkeling van een programma, om aan de hand van deze checklist het programma te ontwikkelen. Het is echter evengoed ook mogelijk om reeds bestaande programma's "langs de lat" te leggen, om deze waar nodig verder door te ontwikkelen, dan wel bij te stellen. Het doel is om vast te stellen of Techniekpromotie programma's op een onderbouwde en doordachte manier zijn opgezet, uitgewerkt en of ze voldoen aan vastgestelde normen van kwaliteit.

De methode overlapt grotendeels met de checklist en bijbehorende instructie zoals ontwikkeld door Hukker et al. (2016) in het kader van verkeerseducatie. De behoefte om een proces in te richten waarmee verkeerseducatieve programma's beoordeeld werden, kwam voort uit een behoefte van regionale regievoerders die vergelijkbaar is met de behoefte van de beleidsmakers van huidige opdracht; de behoefte om activiteiten beter te coördineren en meer te leren van ieders ervaringen. In 2012 is een checklist verkeerseducatie ontwikkeld om meer inzicht te geven in de kwaliteit van verkeerseducatieve programma's (Vissers, 2010 & Vissers, 2012). Aanvulling op de checklist is gedaan op basis van andere tekenende voorbeelden in de toepassing van IM in verschillende sectoren en het literatuuronderzoek dat in het kader van de huidige opdracht is uitgevoerd (zie deel 2 van het Onderzoeksrapport Techniekpromotie).

De implementatie van de checklist Techniekpromotie is op zichzelf een interventie. Om de effectiviteit van Techniekpromotie te optimaliseren, kan ook hier een Intervention Mapping aanpak als fundering gebruikt worden. Immers vraagt implementatie van de checklist om een verandering van gedrag van ontwikkelaars en is voor een effectieve implementatie onder andere training in het gebruik van de checklist en het wegnemen van barrières voor het gebruik van de checklist noodzakelijk. Dit deel van dit rapport betreft in dit licht twee onderdelen:

1. Checklist Techniekpromotie

Het ontwikkelen van een protocol om bestaande en toekomstige programma's ten behoeve van Techniekpromotie te toetsen op de toepassing van de zes stappen zoals beschreven in het Intervention Mapping protocol. Dit heeft geresulteerd tot de Checklist Techniekpromotie.

2. Intervention Mapping t.b.v. implementatie checklist Techniekpromotie

Beleidsmakers dienen een aantal stappen en acties te ondernemen om een succesvolle implementatie van de Checklist Techniekpromotie te bewerkstelligen. Het geheel van deze stappen en acties kan men als een interventie zien. Het is daarom passend om ook hier de Intervention Mapping aanpak te hanteren (Fernandez et al., 2019). Het volgen van deze stappen maakt dat zowel voor beleidsmakers als ontwikkelaars inzichtelijk wordt waarom een Checklist Techniekpromotie een passende interventie is in het verstevigen van de wetenschappelijke onderbouwing van Techniekpromotie interventies.

Checklist Techniekpromotie

Met behulp van de Checklist Techniekpromotie kan via het beoordelen van tien essentiële ontwikkelstappen in kaart worden gebracht of programma's op een verantwoorde wijze zijn opgezet en vormgegeven, en of zij aan bepaalde kwaliteitseisen voldoen. Door middel van de beoordelingscriteria van de checklist wordt niet alleen duidelijk of het getoetste programma bepaalde doelen nastreeft, maar wordt ook helder gemaakt of de juiste didactische aanpak wordt ingezet om die doelen te halen, en of er stappen worden gezet om de kwaliteit van het ontwikkelde product te borgen.

De toepassing van Intervention Mapping in de Toolkit Verkeerseducatie (Hukker et al., 2016) vormt een goede fundering en heeft als blauwdruk gediend voor de Checklist Techniekpromotie. In de vertaalslag van Verkeerseducatie naar Techniekpromotie zijn enkele stappen die specifiek van toepassing waren op Verkeerseducatie verwijderd of inhoudelijk aangepast om aan te sluiten bij de kwaliteitscriteria die vorming van effectieve Techniekpromotie programma's ondersteunen. Onderstaande tabel geeft een compleet overzicht van de stappen en criteria per stap, die de inhoud van de Checklist Techniekpromotie vormen.

Checklist Techniekpromotie	
Stap 1: Keuze van het te beïnvloeden gedrag	
	Is het te beïnvloeden keuzegedrag beschreven? (Bijv. interesse in beroep in de techniek, of keuze voor techniek profiel in bovenbouw VO)
	Is er een analyse gemaakt van de factoren die het keuzegedrag aansturen/ bepalen?
	Is de analyse die is gemaakt wetenschappelijk onderbouwd?
	Richt het programma zich op gedrag of achtergronden van gedrag, waarvan een duidelijke relatie is aangetoond met keuzegedrag voor jongeren?
Stap 2: Keuze van de doelgroep	
	Richt het programma zich op de doelgroep die ongewenst keuzegedrag vertoont of mogelijk gaat vertonen?
	Kan de doelgroep worden bereikt?
	Is de wijze waarop de doelgroep wordt bereikt duidelijk beschreven en beargumenteerd?
	Zijn andere partijen betrokken (bijv. ouders, leerkrachten) bij het programma?
	Is de keuze om andere partijen te betrekken duidelijk beschreven en beargumenteerd?
Stap 3: Doelen	
	Sluiten de doelen van het programma aan op de factoren die gedragsverandering bevorderen?
	Zijn er specifieke doelen geformuleerd in termen van te veranderen gedrag?
	Zijn de doelen helder, duidelijk en meetbaar beschreven?
Stap 4: Uitgangspunten voor promotie	
	Worden toegepaste uitgangspunten voor promotie en methoden beargumenteerd en onderbouwd?
	Sluiten de gekozen werkvormen aan bij de gestelde doelen c.q. bij de beschreven (les)situaties?
	Stimuleert het programma een actieve betrokkenheid van de deelnemers bij het leerproces?
	Biedt het programma voldoende mogelijkheden om het programma op maat te maken voor de doelgroep en de individuele deelnemers?
	Besteedt het programma aandacht aan de integratie van theorie en praktijk?



	Besteed het programma aandacht aan de impact van techniek op maatschappelijke thema's?
	Wordt in het programma de vertaalslag gemaakt van specifiek voorbeeld of setting naar gegeneraliseerde toepasbaarheid?
Stap 5: Inhoud en vormgeving materialen	
	Is de informatie die in het programma is opgenomen feitelijk juist, actueel, volledig en goed gedocumenteerd?
	Is de inhoud afgestemd op het niveau van de doelgroep?
	Is de inhoud van het programma afgestemd op de belevingswereld van de doelgroep?
	Sluiten vorm en medium aan bij de doelgroep?
	Zijn opmaak en lay-out aantrekkelijk voor de doelgroep?
	Wordt er opvolging gegeven aan het programma over langere tijd (Bijv. opfris les)?
Stap 6: Toetsing en evaluatie binnen het programma	
	Wordt er getoetst c.q. geëvalueerd of de gestelde leerdoelen bij de deelnemers worden gerealiseerd?
	Is de wijze van toetsing c.q. evaluatie beschreven en beargumenteerd?
	Wordt er gebruikt gemaakt van reeds gevalideerde vragenlijsten?
	Sluit de vraagstelling van de toetsen/ evaluatiegesprekken aan bij het niveau van de doelgroep?
	Sluiten vorm en medium van toetsing aan bij de doelgroep?
Stap 7: Handleiding en draaiboek voor de uitvoering van het programma	
	Is er voor de uitvoering van het programma een handleiding en een draaiboek beschikbaar?
	Geeft de handleiding een duidelijke beschrijving én verantwoording van de doelen en de activiteiten van de programmaonderdelen?
Stap 8: Implementatie van het programma	
	Is duidelijk beschreven wie middelen beschikbaar stelt om programma uit te voeren en hoe deze middelen aangesproken kunnen worden?
	Geeft de handleiding/ het implementatieplan aanbevelingen voor de implementatie van het programma?
	Zijn er eisen geformuleerd voor trainers/ docenten/ gastsprekers die het programma moeten uitvoeren?
	Zijn er bij ontbreken van vereisten voor trainers/ docenten/ ouders om programma goed over te brengen, mogelijkheden ontwikkeld om hen te trainen?
	Bij gastspreker: Is gekozen spreker passend rolmodel voor de doelgroep?
	Is de handleiding duidelijk over de partijen/ organisaties die nodig zijn voor de uitvoering van het programma en hoe deze kunnen worden benaderd?
	Voorziet het programma in de mogelijkheid om op 'contextniveau' maatwerk te leveren?
Stap 9: Procesevaluatie: inventariseren van gebruikerservaringen	
	Worden gebruikerservaringen van alle betrokken partijen (zowel jongeren als evt. gastsprekers, docenten, ouders actief geïnventariseerd door de ontwikkelaars?
	Worden de ervaringen van gebruikers benut om het programma verder door te ontwikkelen?
	Worden baten en kosten in relatie tot elkaar geanalyseerd om tot advies tot voortgang te komen?
	Wordt haalbaarheid, duurzaamheid en geschiktheid bekeken in licht van opschalen programma buiten huidige setting?

	Worden gebruikerservaring, kosten-batenanalyse en mogelijkheid tot opschalen meegenomen in advies tot voortzetting programma?
Stap 10: Effectmeting: monitoring en evaluatie van overall effecten	
	Worden de effecten van het programma gemonitord?
	Is duidelijk beschreven wie verantwoordelijk is voor opvolging van het programma over de tijd?
	Wordt het programma bijgesteld op basis van de monitoring?

Beoordeling middels de Checklist Techniekpromotie

De score die op basis van beoordeling met de checklist tot stand komt, komt overeen met die van Godin et al. (2007). Per criterium kan door beoordelaars aan de hand van door ontwikkelaars aangeleverde documenten worden bepaald of het criterium niet is uitgewerkt, onvoldoende is uitgewerkt, enigszins is uitgewerkt of goed is uitgewerkt. Wanneer minimaal de helft van de criteria van een stap wordt beoordeeld als enigszins of goed uitgewerkt, krijgt de stap als geheel de beoordeling "Voldoende". Bij een totaalscore van zes of meer stappen die als "Voldoende" zijn aangemerkt, wordt de totaalscore voor het programma ook "Voldoende" gescoord.

Aanvullende suggesties voor doorontwikkeling checklist Techniekpromotie

Bij de ontwikkeling van de checklist Techniekpromotie zoals de in bovenstaande tabel uitgewerkt staat, is o.a. gedacht aan de haalbaarheid van uitvoer van de stappen voor ontwikkelaars in de technieksector op dit moment. Er kan bovendien worden gedacht aan uitbreiding of aanpassing van de checklist met kritischere checks wanneer blijkt dat het niveau van de programma's die worden geëvalueerd middels de checklist Techniekpromotie in kwaliteit stijgen. Onderstaande suggesties kunnen dan overwogen worden.

Differentiatie tussen kwaliteit en effectiviteit

Door te voldoen aan kwaliteitseisen zoals beschreven door IM, verhoogt de kans dat een project of programma het gewenste effect zal behalen. De checklist beoordeelt de effectiviteit echter niet. Zo kan het in theorie voorkomen dat een project aan alle kwaliteitseisen voldoet, maar niet het gewenste effect laat zien.

In overweging kan worden genomen om het mogelijk te maken om naast informatie over kwaliteit, ook informatie m.b.t. effectiviteit te vermelden, indien beschikbaar. Brug et al. (2010) combineerden de IM-methodiek onder andere met het raamwerk voor het ontwerp en de evaluatie van complexe interventies t.b.v. gezondheidsverbetering van het UK Medical Research Council (Campbell et al., 2000) en kwam tot vier herkenningsniveaus van programma's:

1. Theoretisch onderbouwd;
2. Aannemelijk effectief;
3. Bewezen effectief;
4. Bewezen kosteneffectief.

Daarbij includeert ieder hoger herkenningsniveau in ieder geval de eisen van het onderliggende herkenningsniveau. Voor meer details over de criteria per herkenningsniveau, zie Brug et al. (2010). Deze methodiek is geadopteerd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), al zijn de erkenningsniveaus niet volledig in overeenstemming met de vier hiervoor benoemde niveaus (Loketgezondleven.nl, z.d.-c). Momenteel worden de volgende niveaus erkend:

0. Goed beschreven;
1. Goed onderbouwd;
2. Eerste aanwijzingen voor effectiviteit;
3. Goede aanwijzingen voor effectiviteit;
4. Sterke aanwijzingen voor effectiviteit.

Metten van effectiviteit

Vissers et al. (2023) benoemen in een reflectie op het gebruik van de checklist Verkeerseducatie, dat met name de beoordelingscriteria voor stap 10, de effectmeting, in de tien jaar gebruik van de checklist is bijgesteld. *“Aanvankelijk was stap 10 vooral bedoeld om de uitvoering van een effectmeting te stimuleren. Er werd gekeken of de effecten van een programma werden gemonitord, en of de uitkomsten werden gebruikt om het programma aan te passen. Ook eenvoudig opgezette en door de producent zelf uitgevoerde evaluaties leverden goede scores op.”* Aan de stap zijn in een herziening van de checklist Verkeerseducatie daarom criteria toegevoegd, bijvoorbeeld: *“Het meetinstrument is betrouwbaar en valide”* en bijvoorbeeld *“Er is sprake van een wetenschappelijk onderzoek; de meting is opgezet met een experimentele controleconditie én een voor- en nameting”*.

Deze hogere eisen kunnen voor uitdagingen zorgen, met name voor kleine onderzoeksgroepen of zelfstandige ontwikkelaars, benoemen Vissers et al. (2023) ook zelf. Dat komt vooral door de financiële belasting en de werkbelasting, bijvoorbeeld door het moeten organiseren van controlegroepen. Ook Brug et al. (2010) benoemde dit risico. Daarnaast benoemden zij ook dat de manier van effectevaluatie waar zij op aanstuurden mogelijk programma's bevoordeelt die gericht zijn op individuen of afgebakende groepen, ten opzichte van programma's met een meer integrale aanpak gecombineerd met een beleidsmatige aanpak, omdat dit laatste complex is om te evalueren, een langdurige opvolging vraagt en zeer kostbaar is.

Het behalen van statistische significantie zou in de evaluatie van Techniekpromotie niet de enige maatstaf voor effectiviteit moeten zijn. Zo kan het uitblijven van statistische significantie ook verband houden met een kleine groepsgrootte, een te korte follow-up tijd of de antwoordschaal van het meetinstrument. Zo is het bijvoorbeeld beter mogelijk een kleine verandering te meten op een schaal van 1 tot 10, ten opzichte van een schaal van 1 tot 5. Daarnaast is het in de context van techniekpromotie, waar het keuzemoment waarop invloed uitgeoefend wordt vaak verder in de toekomst ligt, van belang om zowel direct na het programma als na een langere periode het effect te meten. Idealiter wordt gestreefd naar een effect dat ook na een langere periode impact heeft op de leerling.

Implementatie Checklist Techniekpromotie

De Checklist op zichzelf is niet voldoende om het gedrag van ontwikkelaars te veranderen. Om meer inzage te krijgen in de onderliggende processen die van belang zijn om de succeskans van de checklist Techniekpromotie te verhogen, wordt in de volgende hoofdstukken een eerste exercitie gedaan om stap 1 t/m 5 van Intervention Mapping uit te werken ter bevordering van de implementatie van de Checklist. Deze uitwerking is voornamelijk gedaan op basis van deskresearch naar ontwikkelingen in Techniekpromotie in Nederland en de principes en achterliggende theorie zoals beschreven door Bartholomew Eldredge et al. (2016). Daarnaast zijn de bevindingen in deel 2 van dit rapport, bijeenkomsten met de Regieraad, gesprekken met twee onderzoekers van Platform Talent voor Technologie, een interview met een Techniekpromotie programmamaker en de ontwikkelaars van de checklist verkeerseducatie, Jan Vissers en Niki Hukker, belangrijke bronnen geweest in een eerste verkenning van mogelijke persoonlijke- en omgevingsfactoren die van invloed kunnen zijn bij de implementatie van de checklist Techniekpromotie. De uitwerking van de IM stappen voor de implementatie van de checklist Techniekpromotie dient het doel om beleidsmakers en financierende partijen een eerste inzicht te geven in wat er nodig is om een volgende stap te maken in de keuze voor het inrichten van de verdere samenwerking ten behoeve van de implementatie van de IM-aanpak, en daarmee checklist, in het veld van Techniekpromotie. Het is daarmee een eerste schets en geeft géén compleet of getoetst beeld van alle benodigde stappen om tot succesvolle implementatie te komen. Onderstaande stappen dienen, in samenwerking met alle belangrijke stakeholders, na keuze om

verder te gaan met de IM-aanpak in het Techniekpromotie veld verder aangevuld en waar nodig aangepast te worden.

Stap 1: Logisch Model van het Probleem

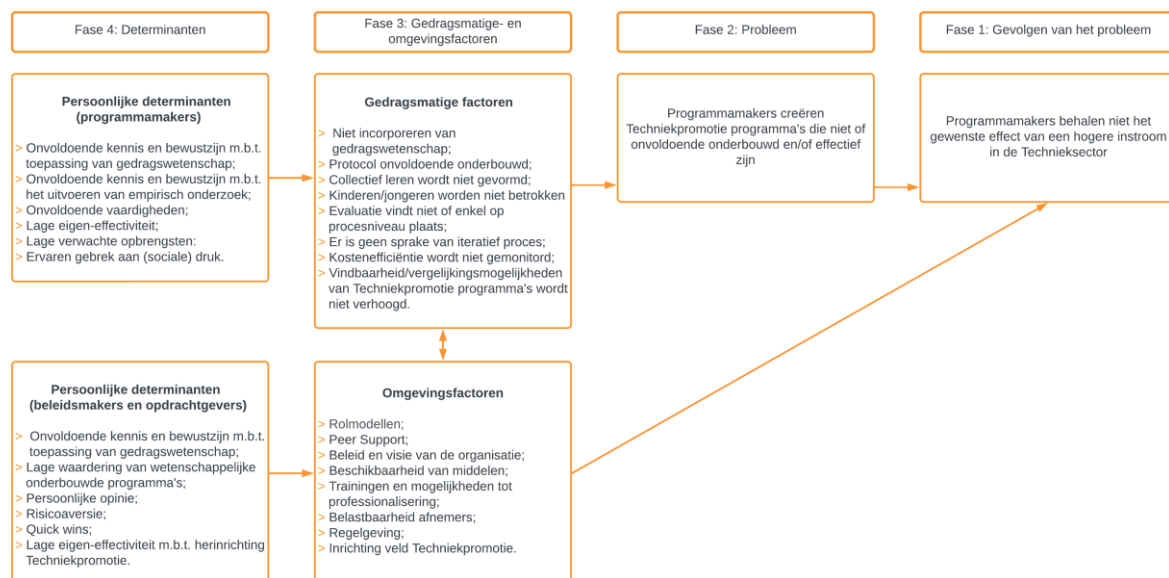
In de eerste stap van Intervention Mapping wordt het probleemgedrag gedefinieerd en vervolgens beschreven in termen van gedragsmatige factoren en omgevingscondities die het probleemgedrag aansturen of faciliteren. Centrale vragen die gesteld worden zijn: “Wat is het probleem?”, “Wie heeft er last van het probleem?”, “Welk gedrag veroorzaakt het probleem?” en “Waarom vertonen mensen het gedrag?” (Bartholomew Eldredge et al., 2016).

Doelgroep

De checklist is bedoeld voor ontwikkelaars (ook wel programmamakers): de professionals die zich bezighouden met de ontwikkeling en uitvoering van programma's t.b.v. Techniekpromotie.

Visuele weergave Logisch Model van het Probleem

Het PRECEDE-model is als raamwerk gebruikt om het logische model (theorie) van het probleem grafisch vorm te geven (Glanz et al., 2015; Green & Kreuter, 2005) in figuur 7.



Figuur 7. Logisch Model van het Probleem - Vorming Techniekpromotie programma's

Fase 2: Het probleem

Bij het invullen van het PRECEDE-model wordt gestart bij het definiëren van het “probleem”; fase 2 in Figuur 7. Dit kan in geval van de ervaren uitdagingen in de doorontwikkeling van Techniekpromotie worden omschreven als “Ontwikkelaars creëren Techniekpromotie programma's die niet of onvoldoende onderbouwd en/of effectief zijn”. Van belang is om hierbij te erkennen dat de groep die dit gedrag als problematisch ervaart – de beleidsmakers en financierende partijen – niet de groep is die het gedrag laat zien.

Fase 1: Gevolgen van het probleem

In navolging op de volgorde zoals beschreven door Bartholomew Eldredge et al. (2016) wordt fase 1, die de gevolgen van het probleem beschrijft, ingevuld na de beschrijving van fase 2. Het gevolg van

het probleemgedrag is beschreven als “Ontwikkelaars behalen niet het gewenste effect van een hogere instroom in de Technieksector”.

Fase 3: Gedragmatige- en omgevingsfactoren

De gedragmatige- en omgevingsfactoren benoemd in fase 3 zijn middels een brainstorm tot stand gekomen en zijn niet uitputtend, noch getoetst. De brainstorm is gevoed met informatie uit het literatuuronderzoek dat is uitgevoerd in het kader van de huidige opdracht, meetings met de Regieraad, een programmamaker Techniekpromotie en de theoretische onderbouwing van Intervention Mapping.

Gedragmatige factoren

In deze kolom zijn gedragingen opgenomen die de kans op, en impact van, het probleem “Ontwikkelaars creëren Techniekpromotie programma’s die niet of onvoldoende onderbouwd en/of effectief zijn” kunnen doen toenemen. Deze zijn op te splitsen in factoren waar de doelgroep direct invloed op heeft en externe factoren – omgevingsfactoren – die de doelgroep beïnvloeden.

Voorbeelden hiervan zijn:

- Niet incorporeren van gedragwetenschappelijke kennis: Niet of onvoldoende incorporeren van kennis, theorieën en modellen uit de expertisevelden gedragsverklaring en-verandering in de vorming van programma’s;
- Protocol onvoldoende onderbouwd: Keuzes in de totstandkoming van het programma komen niet voort uit empirisch onderzoek;
- Collectief leren wordt niet gevormd: Kennis opgedaan in de vorming van een eigen programma wordt niet gedeeld met andere ontwikkelaars;
- Kinderen/jongeren worden niet betrokken: Jongeren en kinderen worden niet of onvoldoende betrokken in de vorming van het programma;
- Evaluatie vindt niet of enkel op procesniveau plaats: Evaluatie vindt niet plaats, is van lage kwaliteit of enkel op procesniveau. Een effectevaluatie, waarbij wordt onderzocht of het programma een effect heeft gehad op de vooraf vastgestelde uitkomstmaat, zoals de overweging om te kiezen voor een bèta technisch profiel in de bovenbouw, wordt niet onderzocht;
- Er is geen sprake van een iteratief proces: Het programma wordt niet aangepast o.b.v. effect- en procesevaluatie(s);
- Kostenefficiëntie wordt niet gemonitord: De afweging om het programma te continueren op basis van de balans tussen inzet van middelen en behaald effect wordt niet gemaakt;
- Vindbaarheid/vergelijkingsmogelijkheden van Techniekpromotie programma’s wordt niet verhoogd: De programmamaker brengt haar/zijn programma niet onder op een plek waar eindgebruikers ook andere programma’s kan vinden en vergelijken.

Omgevingsfactoren

- Rolmodellen: Afwezigheid van (zichtbare) rolmodellen die Techniekpromotie op de gewenste manier vormgeven, d.w.z. door toepassing van een methodologische en theoretisch en empirisch onderbouwde aanpak.
- Peer Support: Gebrek aan ondersteuning van collega ontwikkelaars binnen en buiten de eigen organisatie, die de programmamaker kan ondersteunen in het (leren) werken middels de gewenste werkwijze;
- Beleid en visie van de organisatie: Wanneer deze niet gericht is op het (hoger) waarderen van gefundeerde Techniekpromotie programma’s, nodigt dit niet uit tot het werken middels de in dit rapport beschreven aanpak;
- Beschikbaarheid van middelen: Beperking in de financiële en personele middelen die nodig zijn voor deze andere vorm van de (door)ontwikkeling van Techniekpromotieprogramma’s;



- Trainingen en mogelijkheden tot professionalisering: Wanneer er geen of onvoldoende mogelijkheid aan ontwikkelaars wordt geboden aan de programmamaker om te leren werken volgens de nieuwe, gewenste aanpak, verhoogt dit de drempel tot het veranderen van de werkwijze aanzienlijk;
- Belastbaarheid afnemers: Afnemers van Techniekpromotie (zoals scholen) zijn mogelijk niet bereid om bij te dragen aan de extra last (investering in tijd of geld) van bijvoorbeeld deelname aan evaluatieonderzoek;
- Regelgeving: Beleidsmakers en andere geldverstrekkers stellen beperkt of geen eisen aan bewijslast m.b.t. kwaliteit en effectiviteit als voorwaarde voor geldverstrekking;
- Inrichting veld Techniekpromotie: De financiering van Techniekpromotie loopt via diverse kanalen, met elk een eigen mogelijkheid om wel of geen eisen aan de onderbouwing en evaluatie van ontwikkelde programma's te stellen. Zo is het voor ontwikkelaars mogelijk om, wanneer zij niet bereid zijn het door hen ontwikkelde programma volgens de IM-aanpak door te ontwikkelen, het niet of onvoldoende onderbouwde programma toch uit te voeren door via andere kanalen subsidies of financiële compensatie te verwerven.

Fase 4: Persoonlijke determinanten

Voor de determinanten benoemd in fase 4 zijn dezelfde bronnen gebruikt als fase 3, aangevuld met de acht sleuteldeterminanten voor gedrag, benoemd door vijf toonaangevende gedragswetenschappelijke theoretici (Albert Bandura, Marshall Becker, Martin Fishbein, Frederick Kanter en Harry Triandis). Zij onderscheidden de volgende belangrijke determinanten als voorspellers voor gedrag:

1. De persoon heeft een sterke positieve *intentie* gevormd, of heeft een commitment, om het gedrag uit te voeren;
2. Er zijn geen beperkende omgevingsfactoren die het onmogelijk maken om het gedrag uit te voeren (*barrières*);
3. De persoon heeft de *vaardigheden* die nodig zijn om het gedrag uit te voeren;
4. De persoon gelooft dat de voordelen van uitvoeren van het gedrag opwegen tegen de nadelen (*instrumentele attitude*);
5. De persoon ervaart meer sociale (normatieve) druk om het gedrag uit te voeren dan om dit niet uit te voeren (*waargenomen sociale norm*);
6. De persoon ervaart dat uitvoeren van het gedrag meer consistent dan inconsistent is met haar of zijn eigen zelfbeeld (*persoonlijke norm*);
7. De emotionele reactie van de persoon om het gedrag uit te voeren is meer positief dan negatief (*affectieve attitude*);
8. De persoon ervaart dat zij of hij de capaciteit heeft om het gedrag uit te voeren onder verschillende omstandigheden (*eigen-effectiviteit*).

(Committee on Communication for Behavior Change in the 21st Century: Improving the Health of Diverse Populations, 2002; Fishbein et al., 2001; Montaño & Kasprzyk, 2015).

Persoonlijke determinanten omvatten gebruikelijk cognitieve factoren en capaciteiten. Persoonlijke overtuigingen, kennis, vaardigheden en normen en waarden vallen hier bijvoorbeeld onder. Deze worden apart benoemd voor de doelgroep, in dit geval de ontwikkelaars, en de omgeving die van invloed is op de doelgroep; o.a. de beleidsmakers en beleidsmakers.

Ontwikkelaars

- Onvoldoende kennis en bewustzijn m.b.t. toepassing gedragswetenschap: Het ontbreken van de benodigde kennis en/of het niet bewustzijn van de toegevoegde waarde van theorieën en modellen uit de expertisevelden gedragsverklaring en-verandering;
- Onvoldoende kennis en bewustzijn m.b.t. het uitvoeren van empirisch onderzoek: Het ontbreken van de benodigde kennis en/of het niet bewustzijn van de toegevoegde waarde van



het empirisch onderbouwen van de ontwikkeling van programma's in het Techniekpromotie veld;

- Onvoldoende vaardigheden: Vaardigheden kunnen onvoldoende beheerst worden voor verschillende onderdelen die nodig zijn om een methodologische en theoretisch en empirisch onderbouwde aanpak toe te passen. Bijvoorbeeld de vaardigheid om literatuuronderzoek uit te voeren, om gesprekken met stakeholders te organiseren en voeren, om op een valide manier een proces- of effectevaluatie uit te voeren of om resultaten verkregen uit de evaluatie op een statistisch correcte manier te analyseren;
- Lage eigen-effectiviteit: M.b.t. het kunnen (leren) uitvoeren van een uitgebreidere en meer wetenschappelijke onderbouwing in de complexe context of met beperkte middelen.
- Lage verwachte opbrengsten: Negatieve attitude m.b.t. de verwachte voordelen aan een uitgebreidere fundering t.o.v. de nadelen;
- Ervaren gebrek aan (sociale) druk: Gebrek aan (sociale) druk om het programma's van een uitgebreidere en meer wetenschappelijke onderbouwing te voorzien.

Beleidsmakers en financierende partijen

- Onvoldoende kennis en bewustzijn m.b.t. toepassing gedragswetenschap: Beleidsmakers en beleidsmakers zullen hun verwachtingen naar ontwikkelaars m.b.t. het incorporeren van inzichten uit de gedragswetenschap niet aanpassen wanneer de benodigde kennis over de principes van gedragswetenschap niet bekend zijn en/of beleidsmakers en beleidsmakers zich niet bewust zijn van de toegevoegde waarde van theorieën en modellen uit de expertisevelden gedragsverklaring en-verandering
- Lage waardering van wetenschappelijk onderbouwde programma's: In het Techniekpromotie veld is de focus tot op heden met sterk gelegd op tastbare en snelle acties. Het wetenschappelijk onderbouwen van programma's kan meer tijd vragen en deze werkwijze kan daardoor lager gewaardeerd worden door beleidsmakers en beleidsmakers.
- Persoonlijke opinie: Persoonlijke mening en ervaringen kunnen de richting van en keuze voor Techniekpromotie programma's beïnvloeden. Zo zal een opdrachtgever die een goede band heeft met een bedrijf dat bedrijfsbezoeken organiseert, of die zelf enthousiast wordt van het bouwen van robots, deze persoonlijke mening mogelijk de keuze tot continueren van programma's laten beïnvloeden;
- Risicoaversie: Een nieuw of innovatief programma kan worden gezien als risicovol, omdat de uitkomsten nog niet bekend zijn. Beleidsmakers hebben verantwoording af te leggen, bijvoorbeeld aan werknemers. Onzekerheid over uitkomsten kan terughoudendheid met zich meebrengen. Zo kan er worden gekozen voor een bekend programma dat weinig opbrengt, ten opzichte van een nieuw programma met de potentie om zowel meer als minder dan het bekende programma op te brengen.
- Quick wins: Mede beïnvloed door de af te leggen verantwoording, kan de voorkeur ontstaan onder beleidsmakers en beleidsmakers om te kiezen voor programma's waarbij resultaat op procesniveau snel zichtbaar is. Zo is het neerzetten van een Techniekbuss op een vastgesteld aantal scholen een zichtbaar en op procesniveau simpel te evalueren programma.
- Lage eigen-effectiviteit m.b.t. herinrichting Techniekpromotie: Het opnieuw inrichten van het Techniekpromotie veld om ontwikkelaars te stimuleren op een nieuwe, gewenste manier te werken is complex. Wanneer vertrouwen van individuele leden van de beleidsmakers en financierende partijen om dit waar te maken daalt, kan dit resulteren in een "*selffulfilling proficy*". Een voldoende mate van eigen-effectiviteit ervaren door de individuele beleidsmakers is van belang om in gezamenlijkheid te (blijven) werken aan de herinrichting van het Techniekpromotie veld.

Invloed van determinanten en factoren in context

Voor zowel de gedragsmatige- als omgevingsfactoren en-determinanten geldt dat het beeld geschetst in Figuur 7 niet uitputtend is. Daarnaast is de aanwezigheid en de sterkte van het verband tussen de individuele determinanten en de factoren enerzijds en het probleemgedrag anderzijds niet getoetst. De inhoud van het logisch model zoals hier geschetst dient dan ook met name als eerste uitgangspunt voor gesprek tussen ontwikkelaars, beleidsmakers en beleidsmakers en niet als volledige representatie van de werkelijkheid.

Wanneer wordt gekozen voor implementatie van de Checklist Techniekpromotie dient de invloed van deze determinanten en gedragsmatige factoren te worden getoetst. De mate waarin deze invloed hebben op de implementatiesucces hangt onder andere samen met de organisatorische context waarin de Checklist wordt ingebed en de voorwaarden die worden gesteld bij gebruik. Zo kan men zich voorstellen dat wanneer de druk vanuit beleidsmakers en beleidsmakers om Techniekpromotie initiatieven te onderbouwen en toetsen toeneemt, de mate van vrijblijvendheid voor de programmamaker daalt. Daarmee vermindert voor de programmamaker ook de mate waarmee “verwachte opbrengsten” van invloed is op het wel of niet methodologisch onderbouwen en evalueren van Techniekpromotie. Wanneer hier voor een meer vrijblijvende aanpak wordt gekozen, speelt de invloed van deze determinant hoogst waarschijnlijk wel mee.

Stap 2: Programmadoelen en het Logisch Model van Verandering

Stap 2 vormt de basis voor de implementatie van de Checklist Techniekpromotie. In deze stap wordt gespecificeerd wie wat moet doen om de Checklist Techniekpromotie succesvol te implementeren.

In de formulering van gewenste uitkomsten kunnen verschillende invalshoeken worden toegepast. De verschillende invalshoeken zoals beschreven door Bartholomew Eldredge et al. (2016) kunnen in de context van Techniekpromotie er als volgt uitzien:

1. Het verminderen van risico: Een implementatieplan gericht op het verminderen van het afbreukrisico voor Techniekpromotie dat kan ontstaan door programma's met een ongewenst effect. Bijvoorbeeld door een stereotyperend bedrijfsbezoek dat klassieke beroeps- en genderrollen verder inprent.
2. Het verbeteren van Techniekpromotie: Een implementatieplan gericht op het sterker onderbouwen en evalueren van bestaande Techniekpromotie programma's.
3. Het versterken van zelfmanagement: Een implementatieplan gericht op het actieve en iteratieve proces van doelen stellen, kiezen van strategieën, zelfobservatie en het maken van weloverwogen keuzes op basis van die observaties.

Fase 1: Gewenst resultaat

De formulering voor het resultaat die volgt uit de positieve verandering van het probleemgedrag zoals beschreven in het Logisch Model van het Probleem (figuur 7) naar doelgedrag en de positieve veranderingen in de omgevingsuitkomsten is “Ontwikkelaars behalen het gewenste effect van een hogere instroom in de Technieksector”.

Fase 2: Uitkomsten

Ter bevordering van de implementatie van IM middels invoering van de Checklist Techniekpromotie kan voor de ontwikkelaars de volgende uitkomst of doelgedrag geformuleerd worden: “Ontwikkelaars (her)vormen Techniekpromotie programma's o.b.v. weloverwogen, onderbouwde en effectief gebleken principes”.

Al eerder is benoemd dat de doelgroep die het probleem veroorzaakt, in dit geval niet de groep is die de problemen van probleemgedrag ervaart. De groep die dit met name ervaart, zijn beleidsmakers

en financierende partijen. Zij hebben gelukkig ook de mogelijkheid om omgevingsfactoren die verband houden met het gedrag van ontwikkelaars (gedeeltelijk) te beïnvloeden. Voor verandering van het gedrag van ontwikkelaars is dus ook een zichtbare verandering van gedrag, oftewel uitkomst, van omgeving (geïnitieerd door beleidsmakers en financierende partijen) nodig. Verschillende, belangrijke voorwaardenscheppende uitkomsten voor beleidsmakers en financierende partijen zijn bijvoorbeeld:

1. Het creëren van laagdrempelig, toegankelijke trainingen en mogelijkheden tot professionalisering om werken volgens de IM-aanpak met behulp van de checklist Techniekpromotie voor ontwikkelaars mogelijk te maken;
2. Het vormen van een gecoördineerd, sector breed proces omtrent gebruik van de checklist Techniekpromotie, dat voor ontwikkelaars herkenbaar en navolgbaar is.

Wanneer beleidsmakers en financierende partijen ervoor kiezen om de IM-aanpak te implementeren, is het advies om voor beide uitkomsten de IM-stappen te volgen om deze verder uit te werken.

Conclusie en verdere aanbevelingen

Om Intervention Mapping succesvol te implementeren in organisaties en landelijke initiatieven die betrokken zijn bij techniekpromotie, zijn beleidsmakers en financierende partijen als eerst aan zet. Zij bepalen de kwaliteit de vorm van het eindproduct door de kwaliteit te borgen in de stappen die ze zelf uitvoeren (zoals de probleemanalyse) en door alle andere betrokken partijen en individuen mee te nemen, en te trainen in, gebruik van de IM-methodiek.

Gebruik van de Checklist Techniekpromotie kan helpen om ontwikkelaars duidelijkheid te geven in wat van hen wordt verwacht, middels een transparante en goed navolgbaar stappenplan. Om tot implementatie van de Checklist Techniekpromotie te komen, dient de invulling van dit implementatieplan programmatisch en volgens de principes van Intervention Mapping te worden aangepakt. Het inrichten van een proces om ontwikkelaars te bewegen naar een het vormen van programma's op basis van weloverwogen, onderbouwde en effectief gebleken principes is complex, onder andere doordat:

- Het werken op de nieuwe manier niet alleen kennis, kunde en overtuiging vraagt van ontwikkelaars, maar ook van beleidsmakers;
- Ontwikkelaars te maken krijgen met verschillende wensen en eisen in het vormen van programma's door verschillende beleidsmakers, waar beleidsmakers er één van zijn;
- Er zowel behoefte is aan een meer methodologische en theoretisch en empirisch onderbouwde aanpak bij het ontwikkelen van een programma, waarbij kan worden gestuurd op kwaliteit en effectiviteit, als een behoefte aan snelle, tastbare resultaten, die tot op heden vaak leidt tot sturing op procesmatige factoren (zoals de hoeveelheid bedrijfsbezoeken door scholen);
- De nieuwe werkwijze die gevraagd wordt aan ontwikkelaars vraagt om een nieuwe vorm van ondersteuning, zowel financieel als door het aanbieden van training en informatie, waarbij ook een nieuwe vorm van samenwerking tussen beleidsmakers en financierende partijen moet worden gezocht.

Intervention Mapping biedt enige houvast in het benaderen van dit complexe vraagstuk. Het gebruiken van Intervention Mapping als raamwerk zorgt voor transparantie en richting in werkwijze voor iedereen die bijdraagt aan de ontwikkeling van het implementatieplan voor de checklist Techniekpromotie. Om zoveel mogelijk impact te maken, is het van belang dat zoveel mogelijk initiatieven aan de voorwaarden voor impactvolle interventies voldoen. Het is dan ook sterk aan te raden de IM-methodiek met zo veel mogelijk belangrijke beleidsmakers en financierende partijen te adopteren als de nieuwe werkwijze en waar mogelijk samen op te trekken om de Intervention Mapping te implementeren in de praktijk. Ook vanuit pragmatisch oogpunt is een uniforme aanpak en



samenwerking: het ontwikkelen van informatie- en trainingsmateriaal en ondersteunende diensten is kostbaar. Een gezamenlijke aanpak is dan ook kostenefficiënter.

Het is raadzaam om volgende stappen om de IM-methodiek te implementeren waar mogelijk in (meerdere mate dan tot nu toe mogelijk) te doen met belangrijke stakeholders in de Techniekpromotie.

Limitaties

In de methodiek van Intervention Mapping staat betrokkenheid van belangrijke stakeholders en zij die het project moeten uitvoeren vanaf de start centraal. In de vormgeving van huidig stuk heeft slechts beperkt contact plaats kunnen vinden tussen de onderzoekers enerzijds en de stakeholders anderzijds. Informatie is met name verkregen middels gebruik van openbare bronnen. De context waarin de Checklist Techniekpromotie mogelijk wordt ingebed dient gerichter onderzocht te worden om een volgende stap te kunnen maken in de implementatie van de checklist binnen reeds bestaande processen.



Deel 2

Literatuuronderzoek naar de bevordering van een keuze voor techniek onder scholieren (9 tot 15 jaar)

Samenvatting Deel 2

Dit onderzoek belicht hoe zelfvertrouwen, angst voor falen en objectieve prestaties in aan techniek gerelateerde vakken de keuze van leerlingen voor een technisch schoolprofiel en beroepskeuze beïnvloeden. Een literatuuronderzoek is uitgevoerd naar nationale en internationale studies met betrekking tot de persoons-, omgevings- en sociaal-demografische variabelen die de keuze beïnvloeden voor een technische opleiding of beroep – in de internationale literatuur aangeduid met de term STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) – onder scholieren in het basis- en de onderbouw van het voortgezet onderwijs.

Het onderzoek toont aan dat leerlingen met een hogere eigen-effectiviteit ten aanzien van hun STEM-vaardigheden meer interesse hebben in een STEM vak in de bovenbouw, een STEM opleiding of STEM beroep. Een belangrijke kanttekening daarbij is dat er vaak werd gekeken naar de eigen-effectiviteit voor wiskunde, natuurkunde of “*science*”. Met deze laatste term, kan scheikunde of een combinatie van scheikunde, natuurkunde en biologie worden bedoeld. Een specifiek onderzoek naar het effect van een hogere eigen-effectiviteit voor het vak techniek op de keuze voor STEM is niet uitgevoerd. Wel werd er in één artikel het effect van eigen-effectiviteit voor wiskunde en *science* onderzocht specifiek op de interesse van studenten voor een toekomstige carrière in technologie/engineering. Dit verband bleek niet significant.

Op basis van de objectieve score die een leerling haalt voor een STEM vak wordt de mate van “vaardigheid” bepaald. Uit vrijwel alle onderzoeken kwam naar voren dat er een positief verband is tussen de vaardigheid voor een STEM vak en de keuze voor een STEM vak in de bovenbouw of vervolgopleiding.

Naast de mate waarin een leerling vaardig is in een vak, speelt ook de relatieve kracht mee. De relatieve kracht van de student is het vak waarvoor de student het hoogst scoort, in relatie tot de scores voor de andere vakken. Een leerling met een relatieve kracht voor lezen zal sneller een vervolgopleiding in die richting kiezen, ook als de score voor een STEM vak op zich hoog genoeg is voor de scholier om zich te kwalificeren voor een STEM vervolgopleiding.

De studie onderstreept ook het belang van duidelijke informatie over technische carrières en wat de maatschappelijke waarde is van werken in de techniek. Instrumentele attitude, waaronder de verwachting van toekomstige carrièrekansen en beloningen, draagt positief bij aan de interesse van jongeren in een STEM beroep. Ook de affectieve attitude, kortgezegd het plezier dat leerlingen in STEM lessen ervaren, heeft een positieve invloed op de interesse voor STEM.

Opvallend is dat jongeren niet altijd uit zichzelf ouders of leeftijdsgenoten als directe bron van invloed noemen, hoewel onderzoek aantoont dat het opleidingsniveau en beroep van ouders wel degelijk een rol spelen. Kinderen van hoger opgeleide ouders of ouders met een technisch beroep neigen vaker naar een technisch profiel. Een programma waarbij ouders geïnformeerd werden over techniek en waarbij deze ouders vervolgens techniek aanraadden, vergrootte de kans aanzienlijk dat hun kind voor een technisch profiel koos. Ook hebben leerlingen die STEM-ondersteuning ontvangen van ouders vaker interesse in een STEM-carrière. Er werd geen significant verband gevonden tussen de sociaaleconomische positie van ouders en de keuze voor een technisch profiel.

Leeftijdsgenoten op school beïnvloeden ook STEM-keuzes. Zo kan het wiskundige zelfvertrouwen van klasgenoten de STEM-verwachtingen van jongens positief en van meisjes negatief beïnvloeden. Bij een hoger gemiddeld zelfvertrouwen in de klas werd een hoger zelfvertrouwen voor jongens gevonden, daarentegen was het zelfvertrouwen onder meisjes lager. Daarnaast is er onderzoek dat laat zien dat wanneer de wiskundeprestaties op een school gemiddeld gezien hoog is, leerlingen zichzelf een

relatief lagere score voor wiskundig zelfconcept geven ten opzichte van leerlingen met dezelfde prestaties die anderen om zich heen hebben die lager presteren. Deze bevinding, aangeduid met de term "Big Fish Little Pond effect" benadrukt nogmaals dat het vaardig zijn in een bepaald vak niet gelijk staat aan het hebben van het benodigde zelfvertrouwen om te kiezen voor dat vak in een keuzeprofiel of vervolgopleiding.

De schoolcontext, waaronder de kwaliteit en inrichting van het onderwijs, lijkt van invloed op de interesse van jongeren in STEM, maar is beperkt onderzocht. Jongeren die enthousiast zijn over techniek ervaren op school vaak een praktische en toekomstgerichte benadering van techniek die hun interesse verder aanwakkert. Andersom geven jongeren die techniek als minder interessant beschouwen vaak een gebrek aan praktische toepassing en inspirerende onderwijsmethoden als redenen voor hun verminderde interesse. Feedback van docenten en de manier waarop zij techniek presenteren en ondersteunen lijken factoren die van invloed zijn bij de keuze voor een technische opleiding.

Geïntegreerd STEM-onderwijs, dat bijvoorbeeld praktijkgerichte projecten en interacties met experts integreert met het bestaande curriculum, kan de interesse in een technisch opleidings- en beroepsprofiel vergroten. Vijf studies onderzochten de effectiviteit van geïntegreerd STEM-onderwijs. In vier van de vijf studies werd het effect van het geïntegreerde STEM-onderwijs programma kwantitatief geëvalueerd. Slecht één programma had een aantoonbaar statistisch significant effect. Dit betrof het meest uitgebreide programma, dat in totaal 2.5 jaar besloeg en uit meerdere componenten bestond.

Deze bevinding benadrukt dat ieder programma op zich geëvalueerd dient te worden. Het ene geïntegreerde STEM-onderwijs programma is het andere niet. De conclusie dat "geïntegreerd STEM-onderwijs een positief effect heeft op de interesse van jongeren in STEM" zou dan ook te kort door de bocht zijn. Wel kan lering worden getrokken uit de wijze waarop effectief gebleken programma's ontwikkeld en geïmplementeerd zijn.

Het aanbieden van extra-curriculaire STEM-activiteiten lijkt in een grootschalig internationaal onderzoek geen invloed te hebben op de keuze voor een STEM vak in de Engelse "bovenbouw". Er zijn met betrekking tot de onderzoeksmethode echter meerdere kanttekeningen te plaatsen bij dit onderzoek, met name voor de classificatie van de actieve groep (de groep die is blootgesteld aan extra-curriculaire STEM-activiteiten en de controlegroep). Toch is dit onderzoek interessant, in verband met de andere aanpak die is gekozen ten opzichte van andere studies die extra-curriculaire STEM-activiteiten evalueren. In dit grootschalig onderzoek zijn namelijk alle leerlingen meegenomen aan wie een extra-curriculaire STEM-activiteit is aangeboden door school, ongeacht of zij hieraan hebben deelgenomen of niet (*intention-to-treat* analyse). Daarnaast ging het om een longitudinaal design met meerdere vervolgmetingen, waardoor een causale conclusie met meer zekerheid kan worden gemaakt. Wanneer het doel is om een bredere groep te enthousiasmeren is enkel het aantonen van een positief verband tussen deelname en interesse niet voldoende. Een positief verband tussen kinderen die er zelf voor kiezen om deel te nemen aan een extra curriculaire STEM-activiteit en interesse in een STEM-beroep, kan ontstaan op basis van selectiebias. Wanneer er sprake is van selectiebias, kiezen vooral de kinderen die al interesse hebben in STEM ervoor om deel te nemen aan de extra curriculaire activiteit. Interesse wordt mogelijk wel versterkt voor deze al geïnteresseerde groep. Wanneer echter het doel is om een bredere groep te enthousiasmeren, is het zuiverder om te kijken naar alle leerlingen die de mogelijkheid hadden om deel te nemen, onafhankelijk van of ze van deze mogelijkheid gebruik hebben gemaakt. Het hebben van een goede controlegroep is essentieel. Daarnaast is er geen kwalitatief goed onderzoek gevonden waaruit blijkt dat het aanbieden van extra curriculaire STEM-activiteiten ook de "niet geïnteresseerde" doelgroep bereikt en positief beïnvloedt.

Eén onderzoek werd uitgevoerd in de Nederlandse context. Scholen gingen op bezoek bij bedrijven en kregen daar uitleg. De programmagroep scoorde significant hoger op ervaren plezier voorafgaand aan de bedrijfsbezoeken ten opzichte van na de bedrijfsbezoeken. Er werd echter geen significant verschil gemeten tussen de controle- en programmagroep. De effectiviteit van het programma kon dan ook niet aangetoond worden. Uit de observaties van de onderzoekers bleek onder andere dat “De werkzaamheden bij de technische bedrijven veelal ‘hands-on’ en stereotiep waren (bijvoorbeeld werken met machines).”

Een tussentijdse evaluatie met de mogelijkheid tot tussentijdse aanpassing van het programma en stopzetten indien nodig lijkt cruciaal bij de doorontwikkeling van Techniekpromotie. Zo bleek een onlinementorprogramma, waarin deelnemers in Duitsland minimaal één jaar deelnamen, geen significant effect te hebben op de zekerheid van deelnemers in het kiezen voor een STEM beroep in de toekomst. Het programma is negen jaar lang aangeboden, waarbij in totaal 4017 deelnemers geïncorporeerd werden. Ondanks dat het soms zinnig is de effecten van een programma over een langere periode te volgen, is het de vraag of de conclusie van dit onderzoek niet eerder getrokken had kunnen worden.

Onderwijshervormingen in Duitsland (2002) en Letland (2014-2020) met betrekking tot STEM onderwijs hadden beperkte invloed op de opleidingskeuzes. De Duitse hervorming hield in dat de keuzevrijheid van studenten in het voortgezet onderwijs voor een basis- of gevorderd vak werd beperkt. Het werd na de hervorming voor alle studenten verplicht om vijf vakken te volgen uit specifieke vakgebieden (bijvoorbeeld Duits, wiskunde, vreemde talen, wetenschappen) gedurende vier uur per week. Onderzoek naar deze hervorming toonde geen significante verandering in de instroom in technische opleidingen aan. De Letse hervorming richtte zich onder andere op nieuwe staatsnormen ontwikkeld voor alle onderwijsniveaus, een verplicht gecentraliseerd examen wiskunde voor afgestudeerden van het secundair onderwijs en daarnaast werd financiering uit de staatsbegroting herverdeeld ten gunste van STEM-gebieden. Tot slot werd een project ‘Wetenschappen en Wiskunde’ (gefinancierd door de Europese Structuurfondsen) uitgevoerd op zowel basisscholen als middelbare scholen. Ook deze hervorming resulteerde niet in meer interesse voor STEM.

Achtergrond

Internationaal wordt in toenemende mate wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in wat de keuze van kinderen en jongeren om te kiezen voor bèta techniek beïnvloedt en welke programma's effectief zijn in het sturen van deze keuze (Sáinz et al., 2022). De huidige literatuurstudie heeft tot doel de internationale en nationale wetenschappelijke literatuur naar de factoren die de keuze voor een technische opleiding beïnvloeden samen te vatten. Inzicht in persoons-, omgevings- en sociaal-demografische variabelen – aangeduid met de term determinanten – die geassocieerd zijn met de keuze voor een technisch profiel maakt het mogelijk concrete aangrijpingspunten en doelstellingen voor toekomstige interventies te formuleren (Bartholomew Eldredge et al., 2016). Naast onderzoek naar de determinanten van de keuze voor een technische opleiding is er ook gekeken naar interventiestudies. Enerzijds om te zien op welke determinanten programma's (interventies) waarvan het effect is onderzocht zich richten en in welke mate die determinanten inderdaad het keuzegedrag aansturen. Anderzijds om te zien welke type programma's onderscheiden kunnen worden en in hoeverre die effectief kunnen zijn.

Internationale regio's en daarbinnen landen verschillen in de wijze waarop het basis en voortgezet onderwijs zijn georganiseerd. Daarnaast zijn er andere factoren die sterk kunnen verschillen tussen regio's en landen, bijvoorbeeld de economische ontwikkeling van een land en daarmee de behoefte aan ICT en technisch geschoold personeel. Het huidige onderzoek heeft tot doel determinanten te identificeren die voor de Nederlandse context van belang zijn. Omdat er echter relatief weinig systematisch onderzoek in Nederland heeft plaatsgevonden naar de determinanten van de keuze voor een technisch profiel, dat verder gaat dan beschrijvend onderzoek naar de rol van sociaal-demografische variabelen als gender, opleiding ouders en schoolprestatie, is ervoor gekozen de literatuurstudie uit te breiden met studies gedaan in West-Europa en Noord-Amerika. De aard van de samenleving en de wijze waarop onderwijs is georganiseerd wordt in zekere mate vergelijkbaar geacht waardoor resultaten ook voor Nederland van belang kunnen zijn.

Theoretisch kader

Om de keuze voor een technisch profiel in de gewenste richting te beïnvloeden is inzicht in de persoons-, omgevings- en sociaal demografische factoren die dit keuzegedrag aansturen van essentieel belang. Alleen een goed inzicht in de factoren die gedrag aansturen, mogelijk maken of versterken kan leiden tot het ontwikkelen van effectieve gedragsinterventies. Sociaal-demografische factoren als gender, opleidingsniveau en sociaaleconomische positie zijn persoonskenmerken die kunnen helpen bij het selecteren van doelgroepen en de verdere onderverdeling in subgroepen. Over het algemeen zijn die factoren niet of zeer moeilijk veranderbaar. Omgevingsfactoren zijn variabelen waarover leden van de doelgroep geen controle hebben en die de uitvoering van gedrag kunnen bevorderen dan wel belemmeren. Voorbeelden van omgevingsfactoren zijn de toegankelijkheid van passend onderwijs, culturele en sociale normen. De verantwoordelijkheid en mogelijkheid tot het maken van aanpassingen in de omgevingsfactoren ligt over het algemeen bij beleidsmakers en andere externe beslissers. Tot slot, persoonsfactoren zijn die factoren die binnen de persoon liggen, waarover de persoon controle heeft en die beïnvloed kunnen worden door middel van voorlichting en educatie. Het betreft hier variabelen als feitelijke kennis, afwegingen met betrekking tot opbrengsten en kosten van bepaalde keuzes, het vertrouwen dat men ervaart in eigen kunnen en vaardigheden die men bezit, zogenaamde sociaal cognitieve of psychosociale determinanten van gedrag.

Sociaal cognitieve theorieën van gedrag beschrijven de belangrijkste psychosociale variabelen die gedrag verklaren. Belangrijke theorieën zijn de *social cognitive theory* van Albert Bandura, de *theory of planned behavior* of *reasoned action approach* van Martin Fishbein en Icek Ajzen en de *protection motivation theory* van Ronald Rogers. Deze theorieën vertonen onderling veel overlap als het gaat om het beschrijven van de belangrijkste determinanten die gedrag verklaren; grotendeels zijn het dezelfde

psychosociale concepten met verschillende labels. Wat de theorieën gemeen hebben is dat zij motivatie als belangrijkste voorspeller van gedrag zien, mits de persoon de vaardigheden heeft om het gedrag uit te voeren en er geen factoren in de directe omgeving zijn die uitvoering van het gedrag hinderen of zelfs onmogelijk maken, zoals bijvoorbeeld een hoog collegegeld of onvoldoende woonruimte in de plaats van studie. Motivatie, vaardigheid en het ontbreken van hinderende factoren zijn drie noodzakelijke voorwaarden voor het uitvoeren van gedrag. Vaardigheden kunnen worden getraind. Belemmerende factoren kunnen worden weggenomen door externe partijen. De motivatie of intentie van iemand om gedrag uit te voeren wordt volgens de verschillende theorieën versterkt als de persoon meer voordelen dan nadelen ziet in het uitvoeren van het gedrag (een positieve baten-kosten afweging maakt) en een positief gevoel verwacht te ervaren, verwacht dat belangrijke anderen (familie, vrienden, peers) de uitvoering van het gedrag eerder zullen goedkeuren dan afkeuren of zelf ook het gedrag vertonen en vertrouwen heeft in een succesvolle uitvoering van het gedrag en over de uitvoering ervan voldoende controle ervaart. Deze voorspellers van intentie worden achtereenvolgens aangeduid met de termen instrumentele en affectieve attitude, injunctieve en descriptieve subjectieve norm en eigen-effectiviteit en waargenomen gedragscontrole.

In de artikelen die zijn geïnccludeerd in het huidige literatuuronderzoek komt vooral de *social cognitive theory* veel terug in de vorm van de sociaal-cognitieve carrièretheorie (Lent et al. 2010). In lijn met de *social cognitive theory* stelt deze theorie dat iemands keuze voor techniek een functie is van de persoon en zijn omgeving. Gesteld wordt dat mensen hun interesse voor techniek grotendeels ontwikkelen op basis van hun geloof in hun eigen (studie)vaardigheden (eigen-effectiviteit) en de resultaten die hun inspanningen zouden kunnen opleveren (uitkomstverwachtingen). Daarnaast moet de omgeving zo ingericht zijn dat een keuze voor techniek niet in de weg wordt gestaan door factoren waarover de persoon niet direct controle heeft.

Methode

Voorafgaand aan het literatuuronderzoek zijn het hoofdprobleem en de focus van het onderzoek bepaald in overleg met de beleidsmakers van het huidige onderzoeksrapport. Dit is in lijn met de aanpak zoals voor Intervention Mapping beschreven staat. Een goed inzicht in het probleem draagt bij aan een beter inzicht in de factoren waarop toekomstige programma's zich moeten richten om vervolgens concrete programmadoelen te kunnen formuleren en daarbij passende strategieën te selecteren en hoe die te implementeren (Ruiter & Crutzen, 2020).

- Hoofdprobleem: Te weinig volwassenen kiezen ervoor om te werken in de techniek in Nederland (Techniepact, 2022).
- Probleemfocus van huidig onderzoek: De interesse voor technische beroepen wordt al gevormd in de laatste fase van het primair onderwijs en de eerste fase van het middelbaar onderwijs, in de leeftijdsgroep 9 tot 15-jarigen in Nederland (Langen & Meelissen, 2019, Stoet & Geary, 2018).

In lijn met deze afbakening en de opdracht van huidig onderzoek, werden de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Welke factoren zijn van invloed op de keuze voor, of interesse in, een STEM vak, keuzeprofiel, vervolgopleiding of beroep voor kinderen in het primair onderwijs?
2. Welke factoren zijn van invloed op de keuze voor, of interesse in, een STEM vak, keuzeprofiel, vervolgopleiding of beroep voor jongeren in de eerste fase van het voortgezet onderwijs?
3. Welke programma's (interventies) zijn effectief in het beïnvloeden van de keuze voor, of interesse in, een STEM vak, keuzeprofiel, vervolgopleiding of beroep voor kinderen in het primair onderwijs?
4. Welke programma's (interventies) zijn effectief in het beïnvloeden van de keuze voor, of interesse in, een STEM vak, keuzeprofiel, vervolgopleiding of beroep voor jongeren in de eerste fase van het voortgezet onderwijs?

Zoekstrategie

Twee voor de onderzoeksopdracht relevante databases van wetenschappelijke literatuur, Pubmed en ERIC, zijn doorzocht in de periode juli 2023 tot oktober 2023. De specifieke zoektermen en zoekstrings zijn te vinden in bijlage 1. Artikelen werden op titel gescreend door beide onderzoekers (HvP en RR). Bij verschil van mening vond overleg plaats, totdat consensus werd bereikt. Eén onderzoeker (HvP) las de abstract van de artikelen. Wanneer artikelen op basis van titel en abstract werden geïncludeerd, werd de full-tekst indien beschikbaar gelezen (HvP). Bij twijfel over het includeren van artikelen op basis van full-tekst werd de tweede onderzoeker (RR) geconsulteerd. Ter aanvulling op de artikelen die zijn gevonden in de search op Pubmed en ERIC, zijn artikelen gescreend die werden gedeeld door de beleidsmakers van de huidige opdracht.

Inclusiecriteria

De volgende inclusiecriteria waren van toepassing op de selectie van artikelen:

- De uitkomstmaat betrof de interesse in, of keuze voor, een Science, Technology, Engineering en Mathematics (STEM) vak, keuzeprofiel, opleiding of beroep. Er is gekozen voor STEM, t.o.v. enkel "techniek", omdat deze laatste term zich in een internationaal literatuuronderzoek niet goed laat afbakenen.
- De doelgroep bestond uit kinderen of jongeren in de leeftijd van 9 tot 15 jaar, oftewel leerlingen in de bovenbouw van het primair onderwijs of onderbouw van het voortgezet onderwijs (d.w.z. de fase voordat er een keuze gemaakt moet worden voor een STEM of profiel).

- In de zoektermen is primair een afbakening gemaakt met betrekking tot de geografische locatie, gericht op Noord en West-Europa, i.v.m. de vergelijkbaarheid met de Nederlandse jongerenpopulatie en scholingscontext. Bij het includeren van artikelen op basis van titel en abstract bleek echter dat veel onderzoek afviel. Er is daarom gekozen om binnen de bestaande zoekstrings een bredere inclusie te hanteren waardoor ook onderzoek uit de Verenigde Staten van Amerika en Canada mee is genomen in de literatuurstudie.
- Onderzoek betrof de algemene jongerenpopulatie en niet een specifieke subpopulatie, zoals kinderen of jongeren met een specifieke diagnose (zoals autisme) of met een specifieke culturele of sociaaleconomische achtergrond.
- Alleen onderzoek gepubliceerd in de afgelopen 10 jaar is geïncludeerd. Dit i.v.m. de sterk veranderende omgevingsfactoren, met name op het gebied van digitalisering en sociale media gebruik, die van invloed kunnen zijn op het keuzegedrag van kinderen en jongeren.

Data extractie

Informatie uit artikelen die op basis van *full-text* analyse geïncludeerd werden, werd door één auteur (HvP) genoteerd in een voor dit onderzoek ontworpen data-extractie tabel. Data-extractie betrof informatie met betrekking tot de doelgroep (bijv. leeftijd, locatie van het onderzoek), studie opzet (bijv. cross-sectioneel vs. longitudinaal), onderliggend model en/of theorie ter onderbouwing van de studieopzet (indien van toepassing), het programma (indien van toepassing), de hoofduitkomstmaat, sub-uitkomstmaat, resultaat/conclusie van de studie en een inschatting van de kwaliteit van de studie.

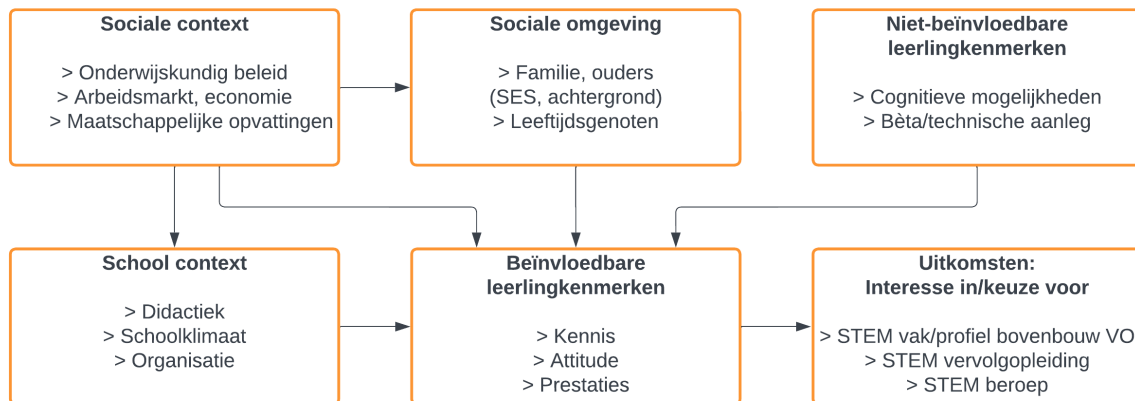
Kwaliteitsbeoordeling

In verband met de grote diversiteit aan type onderzoeken dat is geïncludeerd in de huidige studie, is er bij de kwaliteitsbeoordeling geen gebruik gemaakt van reeds bestaande kwaliteitsbeoordelingsformulieren. Er is gekozen voor een intuïtieve aanpak, waarbij kwaliteit mede is bepaald aan de hand van het onderzoeksdesign, wijze van dataverzameling, de statistische analyse, steekproefgrootte en wetenschappelijke tijdschrift waarin het artikel is gepubliceerd. De inschatting is primair gemaakt door één onderzoeker (HvP). Indien een artikel de voorlopige classificatie van 'lage kwaliteit' kreeg, werd consensus gezocht bij de tweede onderzoeker (RR). De categorieën 'laag', 'matig', 'voldoende' en 'goed' zijn gebruikt.

Analyse

De diversiteit en daardoor heterogeniteit in de aard en kwaliteit van geïncludeerde studies maakt dat het niet mogelijk is een statistische analyse (meta-analyse) uit te voeren op de geïncludeerde artikelen. De analyse en conclusie van huidig onderzoek is derhalve beschrijvend van aard. Onderzoeksvragen 1 en 2 richten zich op mogelijke factoren die van invloed zijn op de keuze voor, of interesse in, een technisch profiel of beroep voor kinderen in het primair onderwijs en jongeren in de eerste fase van het voortgezet onderwijs. Om deze vraag te beantwoorden is zowel verklarend als interventieonderzoek bestudeerd. In geïncludeerde artikelen is gezocht naar theoretische raamwerken en modellen om mogelijke aanvullende gedragsdeterminanten te identificeren.

Het conceptueel raamwerk voor keuzes en doorstroom in bèta/technisch onderwijs dat Langen en Meelissen (2019) ontwierpen op basis van diverse meta-reviews is als leidraad gebruikt om de uitkomsten van het huidige onderzoek te ordenen. Dit zijn leerling-gerelateerde factoren zoals aanleg, attitude, prestaties, motivatie of gezinskenmerken; school-gerelateerde factoren zoals didactiek, aangeboden leerstof, beleid, schoolklimaat; en omgevingsfactoren waaronder ook landelijk beleid en de heersende sociale en culturele waarden en normen. Aan het model van Langen en Meelissen (2019) is de uitkomstmaat 'interesse in/keuze voor een STEM beroep' toegevoegd (zie Figuur 8).



Figuur 8. Model voor interesse in en keuze voor STEM onderwijs en werk

Resultaten

Studie selectie

In totaal werden in de *searches* op Pubmed en ERIC 322 artikelen gevonden, waarvan 268 unieke artikelen. Na screenen op titel, abstract en *full-text* bleven er nog 26 artikelen over. Van de 24 artikelen aangeleverd door de beleidsmakers van de huidige opdracht werden twee artikelen geïncludeerd (Ait Moha, Muller & Thijssen, 2019; Post & Walma van der Molen, 2014). Daarnaast werd één artikel van de website Platform Talent voor Technologie geselecteerd voor het huidige literatuuronderzoek (Platform Talent voor Technologie, 2023). Tot slot werden nog drie artikelen geïncludeerd op basis van de literatuurlijsten van geïncludeerde artikelen (Archer et al., 2013, Mujtaba & Reiss, 2014, Stoet & Geary, 2018). Een compleet overzicht van alle gescreende artikelen, inclusief geëxcludeerde artikelen, is het opgenomen data-extractieformulier in Appendix 2 (enkel inzichtelijk op aanvraag).

Studie karakteristieken

Geografische locaties waar onderzoek werd uitgevoerd betroffen populaties in Amerika (n=7), Canada (n=2), Duitsland (n=4), Engeland (n=8), Finland (n=2), Letland (n=1), Nederland (n=3), Noorwegen (n=1) en Slowakije (n=1). In het onderzoek van Kang et al. (2023) werden leerlingen uit Duitsland, Estland en Finland geïncludeerd en resultaten gepresenteerd als één sample. Zowel Stoet & Geary (2018) als Niepel, Stadler & Greiff (2019) maakten gebruik van de internationale PISA database en includeerden 67 respectievelijk 23 landen in de analyse.

In 26 onderzoeken werd de invloed van gedragsmatige factoren of het effect van programma's op de interesse in STEM onder leerlingen in het voortgezet onderwijs onderzocht. In drie onderzoeken werden zowel kinderen in het primair onderwijs als jongeren in de onderbouw van het voortgezet onderwijs geïncludeerd (Ait Moha, Muller & Thijssen, 2019, Kompella et al., 2020, Alexander et al., 2022). In slechts twee onderzoeken werden uitsluitend kinderen in het primair onderwijs geïncludeerd (Dunlop et al., 2019, Post & Walma van der Molen (2014). Henriksen, Jensen & Sjaastad (2015) voerden retrospectief onderzoek uit waarbij studenten die reeds voor een STEM opleiding hadden gekozen werd gevraagd welke interventies in het verleden hun opleidingskeuze hadden beïnvloed. Daarbij werd niet specifiek gevraagd om interventies in de periode van het primair onderwijs of voortgezet onderwijs. Er is vanwege de lage hoeveelheid onderzoek onder kinderen van het primair onderwijs in beschrijving van de resultaten geen onderscheid gemaakt tussen de doelgroepen.

In 11 van de 32 onderzoeken werd het effect van een programma onderzocht. Negentien onderzoeken richtten zich op het verkennen van de invloed van één of meer determinanten op het keuzegedrag van kinderen en jongeren. Door zowel Rozek et al. (2017) als Kovarik et al. (2013) werd naast het effect van een programma ook de invloed van één of meerdere determinanten op keuzegedrag onderzocht.

Kwaliteitsbeoordeling

Slechts enkele artikelen werden als “Goed” aangemerkt (n=3; Beckman (2021), Blotnicky et al. (2018), Franz-Odendaal (2016)). Deze artikelen includeerden allen een statistische analyse op basis van regressiemodellen, waarbij de keuze in de determinanten geïncorporeerd in de modellen werd gemaakt op basis van theoretische raamwerken uit de gedragswetenschappen, steekproefgroottes werden als voldoende gezien (respectievelijk n=8711, n=1448 en n=531). Geen van de studies die onderzoek deed naar het effect van een programma werd als “goed” aangemerkt. Acht artikelen werden beoordeeld als voldoende. De reden voor een lagere score in kwaliteit van deze artikelen t.o.v. de artikelen die zijn aangemerkt als “goed” verschilt per artikel. Voorbeeld voor een lagere classificering zijn het meenemen van een beperkt aantal determinanten, waardoor mogelijk vertekende determinanten buiten beschouwing zijn gelaten (Starr, Ramos Carranza & Simpkins (2022)). Het overgrote deel viel echter in de categorieën matig (n=12) en laag (n=9). Artikelen van matige kwaliteit includeren vaker meetinstrumenten die door henzelf zijn ontwikkeld en niet op validiteit getest, de statistische analyse is basaal en/of er is geen controlegroep gebruikt in het evalueren van het effect van een programma. Voor de artikelen die zijn geclassificeerd als “lage kwaliteit” is enkel een beschrijvend onderzoek gedaan, is in sommige gevallen de methodiek achter de totstandkoming van resultaten niet beschreven (Platform Talent voor Technologie, 2023, Ait Moha, Muller & Thijssen, 2019) of is de *sample size* in onderzoek naar determinanten zeer beperkt (Siani & Dacin (2018), Siani & Harris (2023), respectievelijk n=60 en n=82).

Uitkomst

In meerdere artikelen wordt de term “*science*” gebruikt om te verwijzen naar een onderdeel van het curriculum van jongeren. Met *science* wordt meestal scheikunde, natuurkunde of een combinatie van scheikunde, natuurkunde en biologie bedoeld. Zo is het in Amerika gebruikelijk dat *high school* leerlingen in het eerste jaar van *high school*, wanneer ze 14 tot 15 jaar zijn, eerst biologie krijgen. Het jaar daarna volgen ze het vak scheikunde en pas in het derde jaar *high school* krijgen ze natuurkunde (Mays, 2016). Ondanks dat dit de gebruikelijk volgorde is, wordt deze niet altijd gehanteerd; zo kan ervoor gekozen worden om leerlingen eerst natuurkunde aan te bieden (Mason, 2002). In de meeste studies is niet gespecificeerd welke onderwerpen *science* behelst en welke vakken leerlingen die geïncorporeerd werden in het onderzoek al hadden gevolgd. In alle gevallen waar dit niet is gespecificeerd, is de term *science* gebruikt.

Beïnvloedbare leerling kenmerken

Eigen-effectiviteit

De invloed van eigen-effectiviteit – oftewel het vertrouwen in het eigen kunnen – van een leerling is onderzocht voor alle uitkomstmaten; de keuze voor een STEM vak in de bovenbouw, een STEM vervolgopleiding en een STEM beroep. Voor alle uitkomsten werd een verband gevonden tussen eigen-effectiviteit met betrekking tot STEM vaardigheden en de interesse in, dan wel keuze voor, STEM.

In het onderzoek van Kaleva et al. (2019) werd aan studenten na hun keuze voor gevorderd ofwel basis wiskunde in de bovenbouw gevraagd wat de keuze om hier wel of niet voor te kiezen had beïnvloed. De angst om een gevorderd vak niet te halen, een blijk van lage eigen-effectiviteit, werd als één van de meest voorkomende redenen genoemd om het basisvak wiskunde te kiezen in plaats van het gevorderd vak wiskunde. Ook in het artikel van Platform Talent voor Technologie (2023) werd

geconcludeerd dat van de leerlingen die zichzelf slecht vinden in bèta technische vakken maar een heel klein deel (9%) een technisch profiel kiest.

In aanvulling op de beschrijvende onderzoeken van Kaleva et al. (2019) en Platform Talent voor Technologie (2023) werd de invloed van eigen-effectiviteit m.b.t. natuurkunde op de keuze voor een STEM vak door Mujtaba & Reiss (2014) ook statistisch aangetoond. Door Mujtaba & Reiss (2014) werd een significant effect van het construct “natuurkundig zelfconcept” op de intentie om natuurkunde in het zelfgekozen vakkenpakket te includeren gevonden. In een afzonderlijke analyse werden de unieke items die deel uitmaakten van het construct “natuurkundige zelfconcept” geïncludeerd. Hierbij bleek dat het positieve verband tussen eigen-effectiviteit en intentie voornamelijk gedragen werd door twee items: “Ik ben goed in natuurkunde” en “Ik heb geen hulp nodig met natuurkunde”.

Perez-Felkner et al. (2012) verrichtten een longitudinaal cohortonderzoek. Daarin werd het effect onderzocht van verschillende determinanten op de keuze voor een vervolgopleiding in natuurkunde, engineering, wiskunde en computerwetenschappen (PEMC) ten opzichte van de richtingen biologische wetenschappen, sociale en gedragswetenschappen of klinische en gezondheidswetenschappen. Wanneer leerlingen in de 10^e klas, wat in het Amerikaans schoolsysteem inhoudt dat jongeren 15 tot 16 jaar zijn, zichzelf een hogere score gaven op het construct “ervaren wiskundevaardigheden”, bestaand uit de items “ik kan een moeilijke wiskundeles begrijpen” en “ik kan wiskunde vaardigheden beheersen”, hadden zij een grotere kans om een vervolgopleiding in PEMC te kiezen in vergelijking tot jongeren die een lage score hadden voor dit construct. In een aanvullende analyse waarin het effect van verschillende determinanten afzonderlijk werd bekeken voor studenten die op de middelbare school kozen voor een standaard wiskunde pakket versus een gevorderd wiskunde pakket werd het verband tussen ervaren wiskundevaardigheden en de keuze voor een PEMC-vervolgopleiding voor beide groepen bevestigd. Oftewel: ook voor jongeren die vaardig genoeg zijn om een gevorderd wiskundevak te kiezen, is de mate van zelfvertrouwen die zij hebben in het vak onverminderd belangrijk in de keuze voor PEMC. Ook studenten die hoger scoorden op de stelling “Ik geloof dat de meeste mensen kunnen leren om goed te zijn in wiskunde” hadden een wat hogere kans om een PEMC-vervolgopleiding te kiezen.

Blotnicky et al. (2018) vonden dat jongeren met een hoge score voor “wiskundige eigen-effectiviteit” een grotere interesse aangaven in een toekomstig beroep in de wetenschap, techniek, gezondheidszorg of technologie. Siani & Harris (2023) vonden een sterke positieve correlatie tussen de interesse van vrouwelijke studenten in een toekomstige carrière in de wetenschap en hun zelfvertrouwen in wiskunde. Dit verband werd ook gevonden voor de interesse in een wiskundige carrière en zelfvertrouwen in *science*. De interesse van de vrouwelijke studenten voor een toekomstige carrière in technologie/engineering was echter niet significant gecorreleerd met hun zelfvertrouwen in wiskunde noch wetenschap. In het onderzoek van Niepel, Stadler & Greiff (2019) werden de PISA gegevens van 23 landen gecombineerd. In analyses waarin data van mannelijke en vrouwelijke studenten afzonderlijk werden gemodelleerd werd gevonden dat het “wiskundig zelfconcept” onder vrouwelijke studenten hoger is in samenlevingen waar vrouwenparticipatie in technische beroepen relatief hoger is.

Kovarik et al. (2013) bepaalden de interesse in STEM middels het construct “betrokkenheid” op twee tijdpunten, vóór de start van het curriculum bio-informatica en na afloop hiervan. Dit construct bestond uit zowel een item m.b.t. interesse in een beroep waarbij wordt gewerkt met wetenschappelijke informatie als items m.b.t. interesse in meer specifieke STEM onderwerpen, zoals interesse in het gebruiken van computerprogramma’s om 3D beelden van moleculen te visualiseren. Vragen die door de onderzoekers werden aangewezen als vragen m.b.t. eigen-effectiviteit waren sterk gericht op het specifieke onderwerp waar het curriculum betrekking op had, niet op STEM in de bredere context. Bijvoorbeeld “Ik snap hoe databases biologische informatie opslaan voor onderzoek”

en “Ik voel me comfortabel in het vinden van biologische informatie in databases”. Door het longitudinaal design van de studie konden meerdere analyses worden uitgevoerd om het verband tussen het construct “betrokkenheid” en “eigen-effectiviteit” te onderzoeken. Er werd een positief verband gevonden tussen betrokkenheid en eigen-effectiviteit zowel voor de start van het curriculum bio-informatie als na afloop. Daarnaast ging over de tijd heen een toename in betrokkenheid gepaard met een toename in eigen-effectiviteit.

Alexander et al. (2022) onderzochten de invloed van twee constructen gerelateerd aan eigen-effectiviteit. Het construct “Hoopvolle toekomstverwachtingen” bestond uit de stellingen “Mijn opleiding zal veel toekomstige kansen voor mij creëren” en “School zal mij helpen om mijn toekomstige doelen te behalen”. Dit construct was een significante en positieve voorspeller voor interesse in een STEM beroep. De score op het construct “Doelbewuste zelfregulering”, bestaande uit de stellingen “Op school, wanneer dingen niet werken op de manier zoals ze dat normaal doen, zoek ik naar andere manieren om ze te behalen” en “Op school, wanneer ik een doel bepaal, houd ik me daaraan”, bleek in de hoofdanalyse niet significant voorspellend voor interesse in een STEM beroep. In een sub-analyse werd wel een significant verband gevonden tussen doelbewuste zelfregulering voor meisjes in de onderbouw van het middelbaar onderwijs, maar niet voor jongens in de onderbouw en meisjes en jongens in de bovenbouw.

Vaardigheden in STEM

Het vaardigheidsniveau kan zowel worden bepaald door aan jongeren te vragen hoe goed zij zichzelf vinden – hierboven aangeduid met de term als eigen-effectiviteit – als door middel van een objectieve meting. In onderstaande artikelen is het niveau van vaardigheid bepaald aan de hand van objectieve testcores.

Codioli McMaster (2017) deed onderzoek naar Engelse studenten. Hierbij is het van belang om te weten dat Engelse leerlingen tot hun zestiende jaar verplicht zijn onderwijs te volgen. Deze periode wordt afgesloten met een examen (General Certificate of Secondary Education, GCSE). Hierna heeft de leerling de keuze om in twee jaar voor drie tot vier vakken een “A-level” te halen, die doorgaans relevant zijn voor de beoogde vervolgopleiding (Bright World, z.d.). In de studie van Codioli McMaster (2017) werd onderzocht wat de keuze om minimaal één ‘A-level’ STEM vak te kiezen voorspelt. Onder andere het verband tussen deze keuze en GCSE-score en scores voor verschillende vakken aan het einde van ‘Key Stage 2’ (KS2, leeftijd zeven tot 11 jaar (Bright World, z.d.)) werd onderzocht. De eerdere prestaties van leerlingen bleken positief geassocieerd te zijn met de keuze voor minimaal één A-level STEM vak. Over het geheel genomen is de eerdere kennis van leerlingen positief geassocieerd met keuze, met uitzondering van de kennis van KS2 Engels. Kinderen met een hoge score voor KS2 Engels kiezen minder vaak voor een A-level STEM vak dan kinderen met een lage score voor KS2 Engels.

Rozek et al. (2017) vonden dat de ACT-score (i.e. American College Testing, een gestandaardiseerde Amerikaanse toets gebruikt voor toelating tot hoger onderwijs) voor wiskunde en *science* een significante voorspeller was voor het volgen van STEM-vakken op de universiteit. Studenten met hogere ACT-scores voor wiskunde en *science* schreven zich vaker in voor STEM-vakken op de universiteit.

Perez-Felkner et al. (2012) vonden een positief verband tussen de score voor wiskundevaardigheid in de 10^e klas en de keuze voor een PEMC-vervolgopleiding. In een afzonderlijke analyse is te zien dat de invloed van wiskundevaardigheid in de 10^e klas op de keuze voor een PEMC-vervolgopleiding sterker is voor studenten die op de middelbare school een standaard wiskundepakket kozen ten opzichte van studenten die op de middelbare school een gevorderd wiskundepakket kozen.

In het onderzoek van Stoet & Geary (2018) werden PISA data van meisjes uit 67 landen geïnccludeerd om de keuze van meisjes om wel of niet voor een STEM vervolgopleiding te kiezen te verklaren. Stoet & Geary classificeerden studenten als “potentieel succesvol in STEM” wanneer ze voor zowel het domein *science*, wiskunde en lezen een niveau vier (op een schaal tot maximaal zes) scoorden. Op basis van deze classificatie gericht op vaardigheden werd berekend dat veel meer vrouwen geschikt zouden zijn voor STEM dan het percentage vrouwen dat daadwerkelijk koos voor een STEM opleiding. De onderzoekers concludeerden dat vaardigheid in STEM op zichzelf niet de enige factor is die bepalend is in de keuze voor een STEM vervolgopleiding.

Relatieve kracht voor STEM

De anekdotes opgenomen in het rapport van Platform Talent voor Technologie (2023) schetsen een goed beeld van de redenering achter het niet kiezen voor een bèta technisch profiel op basis van relatieve kracht, en dus relatieve kosten, vanuit het perspectief van de leerling:

“Bèta was veel moeilijker dan ik had verwacht. Ik wil ook gewoon leuke dingen blijven doen. Ik ben gewisseld naar E&M. Ik hoef nu veel minder hard te werken en heb meer tijd voor andere dingen. Ik wil gewoon zonder te blijven zitten mijn eindexamen halen”.

“Voor andere vakken kan ik het de avond van tevoren even doorlezen en een acht halen. Dat kan niet bij bètavakken. Daar moet ik echt bijblijven bij de opdrachten.”

Uit het onderzoek van Stoet & Geary (2018) kwam naar voren dat internationaal gemiddeld 28% van de vrouwen een STEM vervolgopleiding koos. De onderzoekers berekenden “STEM potentieel”, ofwel de vrouwelijke studenten die in potentie zouden kunnen kiezen voor een STEM opleiding, op drie manieren. In de eerste berekening werd enkel gekeken naar vaardigheden, waarbij minimaal een score van vier uit zes op de PISA schaal moest worden behaald voor *science*, wiskunde en lezen. Wanneer alle vrouwelijke studenten die aan deze eis voldeden voor een STEM vervolgopleiding zou hebben gekozen, zou 49% geobserveerd zijn. Dit lag in werkelijkheid zoals benoemd met 28% veel lager, waarmee de onderzoekers concludeerden dat vaardigheid niet de enige determinant kon zijn die de keuze voor een STEM vervolgopleiding voor vrouwelijke studenten bepaald. Vervolgens voegden de onderzoekers de voorwaarde aan de berekening toe om internationaal gezien minimaal gemiddeld te scoren voor plezier, interesse en eigen-effectiviteit in *science*. Het percentage vrouwelijke studenten dat zowel vaardig en geïnteresseerd was en dat daarnaast ook gemiddeld scoorden voor plezier en eigen-effectiviteit was 41%. Tot slot voegden de onderzoekers de voorwaarde toe dat ofwel *science* dan wel wiskunde de relatieve kracht was van de student. De relatieve kracht van de student is het vak waarvoor de student het hoogst scoort, in relatie tot de eigen scores voor de andere twee vakken. Daarmee daalde het berekende percentage STEM potentieel aanzienlijk, naar 34%, en werd het verschil tussen het STEM potentieel kleiner ten opzichte van het daadwerkelijk geobserveerd internationaal gemiddelde van 28%.

Zelfs als meisjes het beter doen dan jongens in *science*, zoals bijvoorbeeld het geval was in Finland, presteerden meisjes over het algemeen nog beter bij het lezen, wat betekent dat hun individuele kracht, in tegenstelling tot de kracht van jongens, lezen is. Gender verschillen in relatieve sterkte waren vrijwel universeel: gemiddeld gezien (in alle landen) was *science* voor 24% van de meisjes hun kracht, 25% van de meisjes had wiskunde als hun kracht, voor 51% was dit lezen. De overeenkomstige waarden voor jongens was 38% voor *science*, 42% voor wiskunde, en 20% voor lezen. Dit patroon verklaart mogelijk waarom veel meer jongens dan meisjes een STEM-opleiding volgen.

Dat het goed zijn in STEM vakken op zichzelf geen voorspeller is in de keuze voor STEM wordt ook inzichtelijk in het onderzoek van Perez-Felkner et al. (2012). Een hogere score in wiskunde in de 10^e klas bleek de kans op het kiezen van een vervolgopleiding in natuurkunde, engineering, wiskunde en computerwetenschappen (PEMC) te verhogen, maar ook de kans op een vervolgopleiding in *social and behavioral sciences*. Daarnaast bleek dat een hogere score voor wiskunde de kans op een PEMC-

vervolgopleiding voor vrouwen zelfs significant verlaagde. Daarentegen verhoogde dit de kans op een vervolgopleiding in de *social and behavioral sciences*.

Bekendheid met STEM beroepen

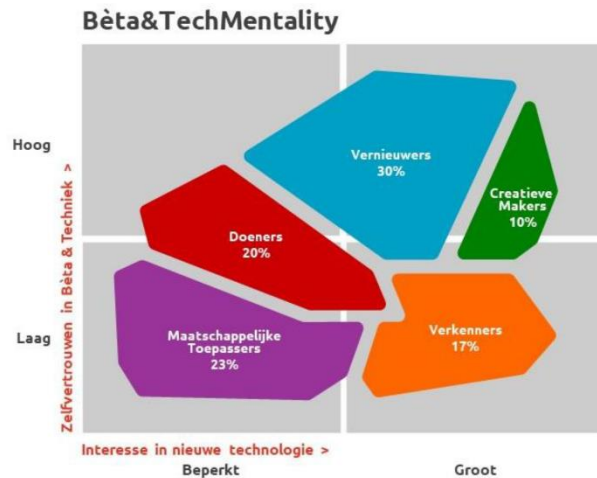
Ait Moha, Muller en Thijssen (2019) creëerden op basis van een combinatie van kwalitatief en kwantitatief onderzoek een segmentatiemodel waarin jongeren in verschillende groepen werden geclusterd. Op basis van deze analyses deelden ze jongeren in één van de vijf segmenten in: Vernieuwers, Maatschappelijke Toepassers, Doeners, Verkenners en Creatieve Makers (zie Figuur 9). Elk segment vertoont in die verhouding zoveel mogelijk overeenkomst tussen jongeren binnen het segment en een segment verschilt zoveel mogelijk van de andere segmenten. De segmenten verschillen van elkaar op basis van zeven factoren (zie Figuur 10). Significante en typerende verschillen

tussen de segmenten werden beschreven. Aan alle respondenten is gevraagd welke mogelijkheden zij zagen om techniek aantrekkelijker te maken. Het segment “Creatieve Makers” gaf geen expliciet advies. Wat opvalt is dat ondanks de vele verschillen tussen de segmenten, tips gerelateerd aan de

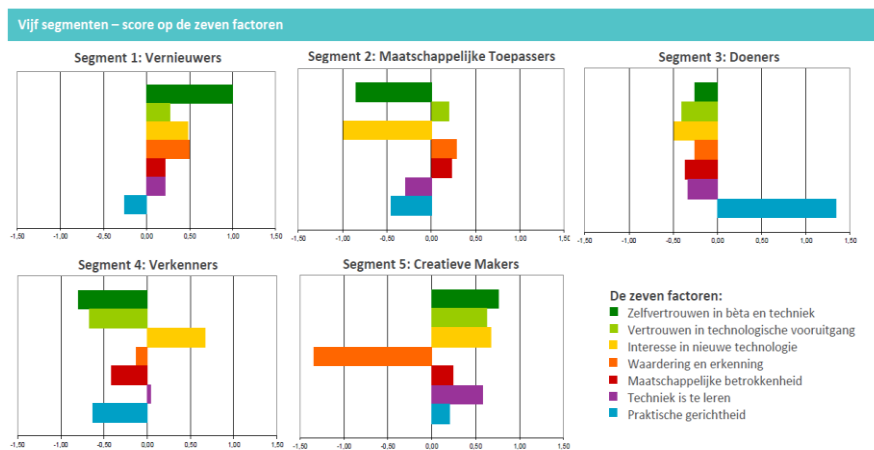
bekendheid met STEM beroepen door alle andere segmenten werden benoemd: “Duidelijker maken wat je er later mee kunt”, “Techniek praktijkgericht maken” en “Focus op mens en maatschappij”.

In de enquête van Platform Talent voor Technologie (2023) gaven leerlingen die nog geen besluit hadden genomen over hun profielkeuze vaker aan dat de keuze voor bètatechniek groter wordt als het duidelijker is wat de vakken bijdragen aan de maatschappij. Havo-leerlingen die niet voor een techniekprofiel kozen gaven aan dat ze dit mogelijk wel hadden gedaan als het duidelijker was wat ze er later mee kunnen doen. Dit werd niet aangegeven door leerlingen van vmbo-b/k/b, vmbo-tl of het Vwo die niet kozen voor een techniekprofiel. Leerlingen die wel voor een bèta technisch profiel kozen gaven, ten opzichte van leerlingen die dit profiel niet kozen, vaker aan dat zij tijdens LOB (loopbaanoriëntatie en -begeleiding) een goed beeld hebben gekregen wat ze met bèta technische vakken kunnen (59% vs. 46%) en wat bèta technische vakken bijdragen aan de maatschappij (61% vs. 41%).

Een andere opvallende uitkomst uit de enquête van Platform Talent voor Technologie (2023) is dat technische beroepen door veel van de leerlingen worden gezien als minder vaak belangrijk voor de



Figuur 9. Segmenten Bèta&TechMentality



Figuur 10. Invloed van zeven factoren op segmenten Bèta&TechMentality

maatschappij. Franz-Odendaal et al. (2016) vonden dat wanneer studenten werd gevraagd wat ze dachten dat engineers deden, het meest voorkomende antwoord “dingen bouwen” was (68% van de respondenten) en het minst vaak werd benoemd dat engineers “de wereld een betere plek maken” (4% van de respondenten). Ongeveer 18% van de participanten gaf aan dat ze niet wisten wat engineers deden.

In het onderzoek van Blotnicky et al. (2018) werd studenten gevraagd voor verschillende STEM-carrières aan te geven of het nodig was om wiskunde of *science* te volgen op de middelbare school om een “*scientific career knowledge-score*” te berekenen. Uit de regressieanalyse bleek dat studenten met sterkere *scientific career knowledge-scores* iets meer geneigd waren een STEM-carrière na te streven dan studenten met zwakkere *scientific career knowledge-scores*. Studenten werd daarnaast gevraagd om zes beroepsactiviteiten te ordenen op basis van voorkeur. Dit betrof (1) artistieke, ongebruikelijke en creatieve activiteiten; (2) werken aan praktische, productieve en concrete activiteiten; (3) nemen van verantwoordelijkheid, leiderschap bieden en het overtuigen van anderen; (4) dingen organiseren tot routines en het hebben van overzicht; (5) leren door lezen, studeren, analyseren, of onderzoek; (6) het helpen van anderen en zorg dragen voor het welzijn van anderen. Studenten die activiteiten met betrekking tot lezen, studeren, analyseren en onderzoek in hun top twee hadden staan, hadden 1.8 keer meer kans om interesse te hebben in een STEM-carrière dan studenten die deze activiteit niet in hun top twee hadden staan. Voor studenten die de voorkeur gaven aan activiteiten die gericht zijn op routine en behouden van overzicht was dat 1.51 meer kans en voor studenten met een voorkeur voor praktische, productieve en concrete activiteiten was dit 1.48 meer kans. De overige loopbaanactiviteiten waren geen statistisch significante voorspellers voor de kans op een STEM-carrière. Blotnicky et al. (2018) concludeerden op basis van deze bevindingen dat “*Students are interested in careers that involve a wide variety of activities but do not appear to relate these activities to STEM careers.*”.

Kang et al. (2023) concluderen dat geïnformeerd zijn over welke *science*-gerelateerde beroepen er zijn, waar studenten informatie daarover kunnen vinden en welke stappen ze moeten nemen als ze een beroep in deze sector willen hebben belangrijker is dan voorbereid zijn. Met “voorbereid zijn” wordt bedoeld dat de vakken die de leerlingen konden volgen hen voldoende kennis en vaardigheden gaven voor een natuurwetenschap gerelateerde loopbaan. Het voorbereidingsconstruct was niet significant gecorreleerd met ambities, terwijl het informatieconstruct niet alleen een positief verband aangaf, maar ook een versterkend effect had op de ambities voor een carrière in *science*.

Instrumentele attitude

Kaleva et al. (2019) vond dat de meest gerapporteerde reden om te kiezen voor wiskunde voor gevorderden de bruikbaarheid was. Veel studenten gaven aan dat ze dachten dat wiskunde voor gevorderden meer opties opende voor hun toekomstige beroepen of studieplekken. Leerlingen die in het onderzoek van Perez-Felkner et al. (2012) hoger scoorden op de vraag “wiskunde is belangrijk”, hadden een grotere kans om een vervolgopleiding in natuurkunde, engineering, wiskunde en computerwetenschappen te kiezen.

Ook in de enquête van Platform Talent voor Technologie (2023) gaven leerlingen die een bèta technisch profiel kozen, ten opzichte van leerlingen die dit profiel niet deden, veel vaker aan dat zij vonden dat je met een bèta technische opleiding een grote kans hebt op een goede baan (75% vs. 58%) en dat je later nog alle kanten op kunt als je voor een bèta technische richting kiest (72% vs. 50%).

Deze bevindingen worden nogmaals bevestigd door Mujtaba & Reiss (2014) die in hun onderzoek de invloed van zeven natuurkunde specifieke constructen onderzochten op de intentie om natuurkunde in het zelfgekozen vakkenpakket te includeren. Het construct “*Extrinsic material-gain motivation*”

betrof de mate waarin een student ervan overtuigd was dat het kiezen van natuurkunde in het zelfgekozen vakkenpakket kan leiden tot een kwantificeerbare beloning, zoals toegang tot hoger onderwijs of toekomstige carrièremogelijkheden. Dit construct bleek van de zeven onderzochte constructen de meeste invloed te hebben op de uitkomstmaat. In een sub-analyse van de afzonderlijke items binnen het construct werd een significant effect gevonden van het item “Natuurkunde zal me helpen in het beroep wat ik in de toekomst wil uitoefenen”.

In de studie van Franz-Odendaal et al. (2016) konden studenten middels een open vraag aangeven welke factoren van invloed waren op hun interesse in een STEM beroep. Slechts 2% van de studenten benoemde geld als factor van invloed. Binaire logistische regressie liet zien dat deze factor geen significante invloed had op de interesse in een STEM beroep.

Affectieve attitude

Door Mujtaba & Reiss (2014) werd een effect gevonden van het construct “Perceptie van natuurkundelessen” en “Emotionele respons op natuurkundelessen” op de intentie om natuurkunde in het zelfgekozen vakkenpakket te includeren. In een sub-analyse van de afzonderlijke items werden significante effecten gevonden van het item “Ik geniet van mijn natuurkundelessen” uit het construct Emotionele respons op natuurkundelessen en het item “Natuurkunde is een interessant onderwerp” van het construct Intrinsieke waarde.

Uit analyses van Kang et al. (2023) kwam naar voren dat het construct “interesse”, bestaande uit items gericht op o.a. plezier en relevantie, de mate van STEM ambitie positief voorspelt. In het construct STEM ambitie werd zowel gevraagd naar interesse in een STEM opleiding als werk. Opvallend was dat alhoewel interesse in de eerste, basale analyse al een positief verband hield met STEM ambitie, dit effect sterker werd bij een hogere mate van door de student ervaren voorbereiding op, en informatie over, een *science*-gerelateerde carrière.

De resultaten van Vinni-Laakso et al. (2019) onder basisschoolleerlingen laten dat zien de intrinsieke waarde van wetenschap zoals ervaren door leerlingen in de eerste klas een beperkte voorspellende waarde had voor STEM-carrière ambities in de tweede klas.

Niet beïnvloedbare leerling kenmerken

Gender

Gender van een leerling op zichzelf is vanzelfsprekend niet te beïnvloeden door middel van educatie. Wel laten onderzoeken zien dat er genderspecifieke factoren zijn die door middel van programma's beïnvloed kunnen worden, hetgeen zou pleiten voor genderspecifieke (op maat gemaakte) programma's.

Perez-Felkner et al. (2012) onderzochten het potentieel modererende effect van genderverschillen op de relatie tussen het kiezen van vervolgopleiding in natuurkunde, engineering, wiskunde en computerwetenschappen (PEMC) en het construct subjectieve oriëntaties. Dit construct bestond uit vragen met betrekking tot de mate van geëngageerd zijn in wiskunde, hoe waardevol een leerling wiskunde vindt, of de leerling een lastige wiskundeles kan volgen, de overtuiging dat de meeste mensen kunnen leren goed te zijn in wiskunde en de participatie in de wiskundeles. Deze analyse suggereert dat alhoewel mannen en vrouwen statistisch gezien van elkaar verschillen in subjectieve oriëntaties, de verschillen erg klein zijn. Vrouwen die kozen voor een PEMC-vervolgopleiding lijken vergelijkbaar met mannen m.b.t. subjectieve oriëntaties.

Meiden en jongens hebben tot slot mogelijk andere behoefte met betrekking tot de invulling van hun toekomstige beroep. Zo kwam in de enquête van Platform Talent voor Technologie (2023) naar voren

dat meiden ten opzichte van jongens het vaker belangrijk vinden om iets voor het milieu te doen (57% vs. 50%) en vaker een baan willen die bijdraagt aan de maatschappij (58% vs. 47%).

Etnische achtergrond

De invloed van etnische of culturele achtergrond is complex te doorgronden, waarbij de modererende invloed van achtergrond samenhangt met veel andere invloeden. Een tekenend voorbeeld van de complexiteit zijn de analyses van Perez-Felkner et al. (2012). Zo blijkt in de hoofdanalyse dat de invloed van het hebben van een “Latino” achtergrond op de keuze voor een PEMC-vervolgopleiding ten opzichte van de referentiecategorie “wit” negatief is wanneer het sample als geheel wordt bekeken. Daarentegen wordt een positief modererend effect heeft op de instroom van Latina vrouwen in PEMC gevonden ten opzichte van “witte” vrouwen. In een sub-analyse is daarnaast te zien dat de invloed van het hebben van een “Latino” achtergrond op de keuze voor een PEMC-vervolgopleiding sterk verschilt voor studenten die op de middelbare school een standaard wiskundepakket volgden ten opzichte van studenten die op de middelbare school een gevorderd wiskundepakket kozen. Studenten die op de middelbare school een standaard wiskundepakket kozen en aangaven Latino te zijn, hadden een hogere kans om een PEMC-vervolgopleiding te kiezen ten opzichte van studenten in de referentie categorie “wit”. Voor studenten die op de middelbare school een gevorderd wiskundepakket hadden gevolgd bleek echter het tegenovergestelde; het hebben van een Latino achtergrond was voor hen een negatieve voorspeller in de keuze voor een PEMC-vervolgopleiding. Dit voorbeeld toont aan dat onderzoek naar de invloed van etnische of culturele achtergrond met terughoudendheid uitgevoerd zou moeten worden. Liever wordt er gekeken naar andere factoren die mogelijk verband houden met etnische of culturele achtergrond en die wel een ingang vormen tot interventies, zoals de invloed van de mening van ouders op opleidingskeuze, financiële mogelijkheden om deel te nemen aan STEM activiteiten, kwaliteit van gevolgd onderwijs in specifieke wijken, overtuigingen m.b.t. genderrollen, etc. Van belang is dat men zich bewust blijft dat de invloed en de mate waarin kinderen zich aan deze invloed conformeren kan verschillen tussen, als ook binnen, verschillende demografische groepen.

Sociale omgeving

Wanneer jongeren met een open vraag wordt gevraagd wat hun keuze voor een opleiding bepaald, wordt door jongeren zelf niet vaak “ouders” of “leeftijdsgenoten” benoemd (Franz-Odendaal et al., 2016).

Het segment “vernieuwers” wordt door Ait Moha, Muller & Thijssen (2019) beschreven als “het laaghangend fruit als het gaat om het enthousiasmeren voor techniekonderwijs”. Typerend voor de jongeren in dit segment is dat zij aangeven dat de ouders/verzorgers een belangrijke rol hebben gespeeld bij het beeld dat zij hebben van techniek en voor de uiteindelijke keuze voor een schoolprofiel. Ze willen later een beroep waar hun ouders/verzorgers trots op kunnen zijn, dit is belangrijk in het kader van hun extrinsieke motivatie. Voor geen van de andere segmenten wordt benoemd dat ouders een invloed hebben op het beeld dat jongeren hebben van techniek. Voor het segment “creatieve makers” wordt wel benoemd dat de jongeren “geen externe druk ervaren van ouders/verzorgers bij het maken van keuzes voor techniek, maar de aanmoediging om later een beroep te kiezen wat ze zelf leuk vinden”. De jongeren die binnen dit segment vallen worden beschreven als “Zich bewust van hun technische interesse én talent, maar nog niet helemaal zeker hoe ze dat in de toekomst vorm willen geven”.

Attitude van ouders t.o.v. STEM

Uit de enquête van Platform Talent voor Technologie (2023) kwam naar voren dat wanneer ouders/verzorgers het afraden, de kans klein is dat leerlingen kiezen voor techniek (6%). Als ouders/verzorgers het aanraden is de kans juist groot (73%). Bij geen of een neutraal advies, is de kans

groter dat leerlingen niet voor techniek kiezen dan wel (63% vs. 37%). In het document staat beschreven dat “Er een sterk, statistisch significant, verband is tussen hoe goed de leerlingen zichzelf vinden in bèta technische vakken en het advies dat ze van hun ouders krijgen om een bèta technisch vakkenpakket te kiezen.”. In het document is de wijze van toetsing en het statistisch resultaat echter niet inzichtelijk.

In het onderzoek van Mujtaba & Reiss (2014) werd een significant, positief verband gevonden tussen het construct “Ondersteuning vanuit thuis voor prestatie in natuurkunde” en de intentie om natuurkunde in het zelfgekozen vakkenpakket te includeren. Harackiewicz et al. (2012) voerden een gerandomiseerd onderzoek uit waarin zij moeders informeerden over de positieve aspecten van het kiezen voor STEM-vakken op de middelbare school. Dit deden zij door brochures en een website aan te bieden, om zo het beeld van moeders op STEM te verbeteren en de communicatie te vergroten over dit onderwerp tussen moeders en adolescenten. De studenten uit de programmagroep kozen significant vaker voor wiskunde en *science* in de laatste twee jaar van de middelbare school dan studenten in de controlegroep. In een procesanalyse gingen de onderzoekers dieper in op de mechanismes achter de werking van het programma. Daaruit bleek dat het programma een significant, positief effect had op de “*perceived utility value*” (i.e. de mening of wiskunde en *science* relevant zijn voor de toekomst van het kind) van moeders in de programmagroep m.b.t. *science* en wiskunde voor hun kind. Ook bleek dat studenten een hogere STEM bruikbaarheid ervaarden als hun moeders een hogere mate van ervaren bruikbaarheid rapporteerden en als ze meer gesprekken hadden met hun ouders.

Als vervolgonderzoek op de studie van Harackiewicz et al. (2012) onderzochten Rozek et al. (2017) vijf jaar na afronding van het programma wat het effect hiervan was op het volgen van STEM vakken in *college*, STEM carrière ambitie en *STEM college major*. Op geen van deze uitkomsten werd een significant direct effect van de interventie gevonden. Er werd echter wel een indirect gevonden van het programma op *college* STEM vak keuze en STEM carrière ambitie, door het effect van het programma op middelbare school STEM voorbereidingsuitkomsten. Dit indirecte effect was niet significant voor *STEM college major*.

In het onderzoek van Starr, Ramos Carranza & Simpkins (2022) werden analyses afzonderlijk uitgevoerd voor leerlingen met universitair opgeleide ouders en niet-universitair opgeleide ouders. In de analyse werd de invloed van verschillende factoren op het verkrijgen al dan niet behouden van interesse in STEM in de overgang van 9^e klas naar de 11^e klas onder jongeren onderzocht. Starr, Ramos Carranza & Simpkins (2022) vonden dat van de leerlingen met niet-universitair opgeleide ouders die de 9^e klas begonnen met STEM-carrièreverwachtingen, de leerlingen met STEM-ondersteuning van hun ouders meer kans hadden om hun STEM-carrièreverwachtingen in de 11^e klas te behouden. Daarnaast hadden leerlingen met niet-universitair opgeleide ouders die in de 9^e klas begonnen met niet-STEM-carrièreverwachtingen en die STEM-ondersteuning kregen van hun ouders, een grotere kans om over te schakelen naar STEM-carrièreverwachtingen in de 11^e klas. STEM-ondersteuning van ouders was niet significant gerelateerd aan het al dan niet behouden van STEM-carrièreverwachtingen onder leerlingen met hoger opgeleide ouders. De STEM-ondersteuning door hoger opgeleide ouders had echter wel een positief, significant effect op de kans dat leerlingen die in de 9^e klas begonnen met niet-STEM-carrièreverwachtingen overschakelden naar STEM-carrièreverwachtingen in de 11^e klas, vergeleken met het behouden van de niet-STEM-carrièreverwachtingen.

Opleidingsniveau van ouders

De invloed van het opleidingsniveau van ouders op de keuze voor een STEM vak in de bovenbouw van de middelbare school werd onderzocht door Harackiewicz et al. (2012). Uit deze analyse bleek dat studenten met ouders met een hoger opleidingsniveau vaker voor wiskunde en *science* kozen in de laatste twee jaar van de middelbare school. Siani & Dacin (2018) vonden dat 50% van de studenten

met minimaal één ouder met een universiteitsdiploma een STEM-carrière ambieerde, ten opzichte van 25% van de studenten zonder ouders met een universiteitsdiploma.

Starr, Ramos Carranza & Simpkins (2022) vonden dat van de studenten die in 9^e klas een STEM-carrière ambieerden, de studenten zonder ouders met een universitaire opleiding significant vaker hun interesse in een STEM-carrière verloren in de overgang naar de 11^e klas ten opzichte van studenten met ouders met een universitaire opleiding. Onder studenten die geen STEM-carrièreverwachtingen hadden in de 9^e klas, hadden studenten met niet-universitair opgeleide ouders significant meer kans dan studenten met universitair opgeleide ouders om hun niet-STEM-verwachtingen van de 9^e naar de 11^e klas te handhaven (in plaats van over te stappen van niet-STEM naar STEM carrièreverwachtingen).

Codioli McMaster (2017) vond een verschillend resultaat voor de invloed van het opleidingsniveau van de vader ten opzichte van de moeder: studenten van wie de moeder een diploma had, studeerden minder vaak STEM A-level, terwijl studenten van wie de vader een diploma had een grotere kans hadden om STEM A-level te studeren.

Beroep van ouders

Platform Talent voor Technologie (2023) vond dat leerlingen van ouders met een technische baan iets vaker een bèta technisch profiel kiezen. Van de kinderen met één of twee ouders met een technische baan, koos 47% een bèta technisch profiel, tegenover 42% van de kinderen met ouders zonder technische baan. Leerlingen die uitsluitend interesse hadden in een technisch profiel hadden daarnaast vaker één of twee ouders met een bèta technische baan (45%, t.o.v. 37% gemiddeld).

In het onderzoek van Ait Moha, Muller & Thijssen (2019) kwam naar voren dat jongeren die binnen het segment “vernieuwers” vallen de meeste interesse hebben in een beroep in de techniek. Ook Zij vaker aan dat één van beide ouders/verzorgers werkzaam is in een technische of exacte baan. Voor de andere segmenten werd dit niet benoemd.

Sociaaleconomische status

Mujtaba & Reiss (2014) vonden geen verband tussen de “gratis schoolmaaltijden” status, die vaak wordt gebruikt als indicator voor sociaaleconomische status, en de intentie van studenten om natuurkunde in het zelfgekozen vakkenpakket te includeren. Ook in het onderzoek van Codioli McMaster (2017) werd geen verband gevonden tussen het inkomen van ouders, sociale klasse, of studenten een opleiding volgden aan een onafhankelijke school en deelname van studenten aan STEM A-level vakken. Banerjee (2017) vond geen verschil in de invloed van het aanbod van STEM-activiteiten op de keuze voor A-level STEM vakken voor studenten met een “gratis schoolmaaltijden” status ten opzichte van studenten die deze status niet hadden.

Invloed van leeftijdsgenoten

De analyse van Beckmann (2021) laat zien dat een toename met één extra schaalpunt van het wiskundig vertrouwen van klasgenoten gepaard gaat met een toename van 6.5 procentpunt in de kans dat mannen een STEM-beroep verwachten uit te oefenen, terwijl een dergelijke verschuiving voor vrouwen tot een afname van 5.9 procentpunten leidt. De onderzoeker concludeert hiermee dat het sociale contrasteffect werd bevestigd voor vrouwen en het sociale assimilatie-effect werd bevestigd voor mannelijke studenten. Dit wil zeggen dat vrouwen lagere STEM-verwachtingen hebben in klaslokalen met een gemiddeld hoge score voor wiskundig vertrouwen, terwijl mannen juist hogere STEM-verwachtingen hebben wanneer zij onderdeel zijn van groepen met een sterk wiskundig vertrouwen.

Niepel, Stadler & Greiff (2019) onderzochten het “Big Fish Little Pond Effect” (BFLPE): leerlingen van scholen die hoog presteren voor een bepaald vak, scoren vaak lager op een academische zelfconcept score dan studenten met eenzelfde vaardigheidsniveau op een lager scorende school (Marsh, 1987). In lijn met de voorspellingen van de BFLPE, bleek een hoger schoolgemiddelde voor wiskunde negatief gerelateerd aan het individuele wiskundig zelfconcept van studenten. Leerlingen op scholen met een hogere gemiddelde wiskunde prestatie vertoonden dus een iets lager wiskundig zelfconcept.

School context

Kwaliteit en inrichting van het onderwijs

De jongeren en kinderen in het segment “Vernieuwers” van het segmentatiemodel van Ait Moha, Muller & Thijssen (2019) hebben een grote interesse in techniek en fascinatie voor technologische ontwikkelingen. Op school wordt volgens hen veel aandacht besteed aan techniek. Zij associëren het daarbij met leuk onderwijs, waarbij ze praktisch aan de slag gaan met proefjes/practica. Daarnaast vinden “Vernieuwers” techniek in het onderwijs toekomstgericht en daardoor interessant en nuttig. In contrast met dit segment staat het segment “Maatschappelijke Toepassers”. Zij zijn niet geïnteresseerd in techniek en lijken didactisch afgehaakt als het gaat om techniek op school. Eigenschappen die zij relateren aan technisch onderwijs zijn: minder makkelijk, saai en niet nuttig, geen leuke schoolboeken, weinig goede docenten en uitleg en weinig zelf mogen doen.

In de enquête van Platform Talent voor Technologie (2023) gaven leerlingen die niet voor een techniekprofiel kozen aan dat zij dit wellicht hadden gedaan als de uitleg van de docenten beter zou zijn. Leerlingen die nog niet wisten wat ze gingen kiezen antwoordden vaker dat de keuze voor bètatechniek groter wordt “Als je in de les vaker praktijkopdrachten of experimenten kunt doen”. Een beeldende anekdote uit dit onderzoek laat de invloed van de inrichting van lessen op de mening over een vak zien: *“Scheikunde is het saaiste vak op school. We moeten alleen maar stampen uit boeken en hebben echt nog maar drie keer een practicum gehad. Ik dacht dat we veel meer proefjes zouden doen.”*.

In het onderzoek van Kaleva et al. (2019) werd aan studenten na hun keuze voor gevorderd of basis wiskunde in de bovenbouw gevraagd wat de keuze om hier wel of niet voor te kiezen had beïnvloed. Onderwijsstijl of-kwaliteit werd slechts enkele keren spontaan genoemd als factor die van invloed was op deze keuze.

Feedback van docenten

Kinderen en jongeren die o.b.v. het segmentatiemodel van Ait Moha, Muller & Thijssen (2019) in het segment “Creatieve Makers” vallen, hebben weinig externe beïnvloeders. Alleen de juf/meester van de basisschool is bepalend voor hun beeld over techniek. Voor het segment “Verkenner” zijn er veel verschillende externe beïnvloeders die als belangrijke bron worden aangewezen voor de keuze voor een middelbare school of profiel; van vloggers tot neven en nichten en ook de juffen/meesters op de basisschool. Voor de segmenten “Vernieuwers”, “Maatschappelijke Toepassers” en “Doeners” worden juffen/meesters niet genoemd als mogelijkheid tot het beïnvloeden van het beeld van techniek.

In de enquête van Platform Talent voor Technologie (2023) gaven leerlingen van het Vmbo-b/k/g en Vwo die niet voor een techniekprofiel hadden gekozen aan dat ze dit wellicht wel hadden gedaan als docenten positiever zouden zijn over wat leerlingen kunnen. Bijvoorbeeld door meer complimenten te geven. Ook leerlingen die nog niet wisten wat ze gingen kiezen gaven vaker aan dat de keuze voor bètatechniek hierdoor groter zou worden. Leerlingen die een technisch profiel kozen gaven, ten opzichte van leerlingen die dit niet deden, veel vaker aan dat zij bij LOB (loopbaanoriëntatie en -begeleiding) gemotiveerd werden om een beroep in de techniek te kiezen (38% vs. 19%) en hier gestimuleerd te worden om naar vervolgoopleidingen in de bètatechniek te kijken (52% vs. 30%).

Skipper & Leman (2017) onderzochten de invloed van feedback van docenten in een experiment. Daarin werd studenten gevraagd om zich een scenario zo beeldend mogelijk voor te stellen. In het scenario kregen alle studenten te horen dat zij de eersten zouden zijn die mochten kiezen voor een nieuw engineering vak. De docent van het nieuwe vak zou zijn mening baseren op de cijfers van de studenten en gesprekken die de docent had met andere docenten. Studenten moesten zich vervolgens inbeelden dat ze een gesprek hadden met de nieuwe docent, die hen adviseerde of zij het engineering vak konden kiezen. Ook kregen de studenten een korte beschrijving van wat engineering inhield. Na dit deel van de instructie werden studenten in drie groepen ingedeeld, die op verschillende manieren advies ontvingen van de nieuwe docent. Student uit de eerste groep, de “persoonlijke” groep, kregen te horen “Je kunt dit vak kiezen omdat je heel slim bent”. De tweede groep ontving “proces” feedback: “Je kunt dit vak kiezen omdat je heel hard werkt”. De derde groep was de controlegroep. Deze groep ontvingen feedback, maar hoorde enkel “Je kunt dit vak kiezen”. Aan de studenten werd gevraagd om middels een score op een vijfpunt Likertschaal aan te geven hoe groot de kans zou zijn dat ze het engineering vak zouden kiezen. Studenten die persoonlijke feedback hadden ontvangen schatten de kans om techniek te volgen als hoger in dan studenten in de procesgroep en controlegroep. Het verschil tussen de proces- en controlegroep was niet significant. Er werd geen verschil o.b.v. gender in de impact van feedback in de techniek. Jongens en meisjes reageerden dus op een vergelijkbare manier op feedback.

Door Mujtaba & Reiss (2014) werd een effect gevonden van het construct “Adviesdruk om natuurkunde te studeren” op de intentie om natuurkunde in het zelfgekozen vakkenpakket te includeren. Bij het vergelijken van leerlingen die in het laagst scorende kwartiel vielen voor dit construct bleek dat de intentie om natuurkunde te studeren significant lager was dan voor leerlingen die in het hoogst scorende kwartiel vielen. In een sub-analyse van de afzonderlijke items werd een significant effect gevonden van het item “Mijn docent denkt dat ik het vak natuurkunde zou moeten continueren na het behalen van mijn GCSEs”. Ook hier bleek een lagere score op dit item samen te hangen met een lagere kans om natuurkunde te kiezen na de GCSEs.

Slechts 12.3% van de leerlingen die antwoord gaven op de open vraag “Wie of wat heeft jouw interesse in een STEM carrière beïnvloed?”, benoemden hierin spontaan de invloed van docenten (Franz-Odendaal et al., 2016). Een binaire logistische regressie waarin de relatieve invloed van docenten, deelname in intensieve STEM-activiteiten, en de mate van STEM-competentie zoals beschreven door leerlingen werden geïncorporeerd, liet zien dat leerlingen die docenten benoemden als factor van invloed een lagere kans hadden om interesse te hebben in een STEM-carrière.

Starr, Ramos Carranza & Simpkins (2022) onderzochten het construct “STEM-support door docent” met 22 vragen, die o.a. gericht waren op hoe vaak leerlingen met hun docenten of schooladviseur praatten over STEM-vakken en de kwaliteit van de docent. Leerlingen die in de 9e klas aangaven interesse te hebben in een STEM-carrière, behielden vaker hun interesse t.o.v. het wisselen naar “geen interesse in een STEM-carrière” als ze STEM-support ontvingen van docenten. STEM-support door docenten had voor leerlingen zonder universitair geschoolde ouders geen invloed op het veranderen van geen interesse in een STEM-carrière in de 9e klas naar het wel hebben van interesse in 11e klas. Voor leerlingen met universitair geschoolde ouders werd wel een positief, significant effect gevonden op meer interesse voor een STEM-carrière als de leerling STEM-support ontving van de docent.

Geïntegreerd STEM onderwijs

In het artikel van Dunlop et al. (2019) werd gereflecteerd op de resultaten van een drie jaar durend programma. Hierin werd de invloed van menselijke ruimtevaart op de attitude van basisschoolleerlingen (9-11 jaar) in relatie tot STEM onderwerpen onderzocht. Uit dit kwalitatieve onderzoek bleek dat o.a. de relatie met externe STEM experts belangrijk was in de vorming van interesse in STEM beroepen. In meerdere klassen werd geobserveerd dat na contact met een expert,

zoals een wetenschapper die koraal onderzocht, kinderen interesse kregen in een specifiek beroep. In dit geval waren kinderen na het contact geïnteresseerd in een beroep als wetenschapper of zeebioloog. Benaderingen in het lesgeven en leren van *science* waren belangrijk voor kinderen. Kinderen meldden bijvoorbeeld dat ze het leuk vonden om naar de lancering te kijken, maar dat vervolgwerk (vooral feitelijk schrijven) niet zo interessant was. Deze negatieve kijk op schrijven was gebruikelijk op scholen, en sommige leraren stonden kritisch tegenover het gebruik van wetenschap als vehikel voor Engels en wiskunde. De invloed van verschillende vormen van STEM gerelateerde uitstapjes met school op de interesse in STEM werd niet kwantitatief geanalyseerd.

El Mawas et al. (2022) onderzochten het effect van “Final Frontier”; een interactief, educatief computerspel voor kinderen in het primair onderwijs in Slowakije (10-12 jaar) en Ierland (9-10 jaar). De game werd ontwikkeld door het NEWTON Project consortium partner, National College of Ireland. In het computerspel leerden kinderen in twee lessen over de ruimte en het zonnestelsel. Leerlingen speelden zelfstandig, de docent hoefde alleen betrokken te worden in geval van technische problemen. In Slowakije werd het effect van het programma op de vraag “*Science* lessen/ gebruiken van NEWTON hebben/heeft me meer geïnteresseerd gemaakt in STEM” alleen voor de programmagroep bekeken middels pre-posttest analyse. De score op deze vraag steeg van 3.11 op een schaal van 5 gemeten vóór uitvoering van het programma naar 3.47 na afronding van het programma. In Ierland veranderde de score na afloop van het programma nagenoeg niet in vergelijking met de score voorafgaand aan het programma (voor programma: 3.93, na programma: 3.83). In Ierland ontving de controlegroep eerst informatie over de ruimte en het zonnestelsel op de gebruikelijke manier; door een docent die uitleg gaf met behulp van PowerPoint. Hierna ontvingen zij alsnog de Final Frontier lessen. De score van de controlegroep daalde aanzienlijk na het volgen van de Final Frontier lessen (voor Final frontier programma: 3.93, na programma: 3.03).

Archer et al. (2013) onderzochten het effect van een uitgebreid STEM-programma van zes weken voor studenten in de 9^e klas in Engeland. Het programma was ontwikkeld door de STEM-coördinator van de school waar het programma werd uitgevoerd en bestond onder andere uit het werken aan een STEM project met een multidisciplinaire focus, excursies en een STEM “speed netwerk” event, waarin studenten zes verschillende STEM professionals ontmoetten (voor het gehele programma, zie Archer et al. 2013). Bij het vergelijken van de score gemeten voor en na uitvoer van het programma bleek dat ondanks dat er meer leerlingen instemden met de stelling “Ik wil *scientist* worden” (van 12% vooraf naar 19% na afronding van het programma) en “Als ik later groot ben wil ik graag in *science* werken” (van 39% naar 49%), bleek de latente variabele “ambities in *science*” niet significant was veranderd (vooraf gemiddeld 15.43 van de 25, na afronding van het programma gemiddeld 15.96).

Het programma van Kang et al. (2023) duurde 2.5 jaar, wat de gehele onderbouw van het voortgezet onderwijs omvatte, en vond volledig tijdens de STEM lessen plaats. Het programma bestond uit 25 scenario’s, vormgegeven in multi-stakeholder coöperatie en vervolgens geëvalueerd door studenten. De scenario’s waren geïnspireerd op, en vervolgens geïntegreerd in, natuurkunde, scheikunde, biologie en aardrijkskunde. Een scenario richtte zich op een specifiek STEM beroep, zoals transport planner, en includeerde een sociaalwetenschappelijk probleem dat moest worden opgelost. Specifieke activiteiten die studenten in de les konden uitvoeren werden gekoppeld aan het STEM beroep. In dit internationale quasi-experimentele onderzoek werden per land (Finland, Estland en Duitsland) drie scholen geïnccludeerd. Data van de verschillende landen werden samengevoegd tot één dataset. Per school ontving een deel van de klassen het programma, de andere klassen kregen regulier onderwijs. De programmagroep had in vergelijking met de controlegroep significant meer interesse voor *science* en achtten dat ook belangrijker. Ook op “ambitie voor een STEM-carrière” scoorde de programmagroep significant hoger. Er werd geen verschillen tussen programma- en controlegroep gevonden op de mate waarin studenten zich voorbereid voelden door school op de benodigde STEM-vaardigheden voor een STEM-carrière. Tot slot werd gevraagd of studenten zich geïnformeerd voelden

met betrekking tot welke STEM beroepen er zijn en welke stappen een student kan nemen wanneer zij/hij een STEM-carrière zou willen in het construct “informatie”. De programmagroep scoorde significant hoger dan de controlegroep.

Het lesmateriaal van Kovarik et al. (2013) kwam middels een iteratief proces tot stand; geleid door de principes van *Understanding by Design* (Wiggings & McTighe, 1988) en “constructivistische” perspectieven. In dit perspectief wordt ervanuit gegaan dat leerlingen hun begrip opbouwen op basis van eerdere ervaringen en conceptuele pijlers bouwen waarop ze nieuw geleerde lessen kunnen integreren. Het introducerende curriculum bio-informatica liet leerlingen kennismaken met een verzameling bio-informatica-instrumenten, waarbij de ethische kwesties rond genetische tests werden onderzocht. Het geavanceerde curriculum, “Using Bioinformatics”, bouwde voort op de lessen uit het inleidende curriculum en bevatte aanvullende informaticabronnen om concepten te onderwijzen die verband houden met soortendiversiteit en evolutie. Zowel in het introducerende als geavanceerde curriculum kwam iedere les een individu aan bod die werkt met bio-informatica of wiens werk mogelijk wordt gemaakt door bio-informatica. In de afsluitende carrière les bestudeerden leerlingen één carrière verdiepend en schreven ze een eigen CV om hun ervaring met bio-informatica vast te leggen. Leerlingen van de inleidende eenheid vertoonden geen significant hogere score op de stelling “Ik zie mezelf werken in een carrière waarbij wetenschappelijke informatie betrokken is.” Voor de andere programmagroep, waarin studenten van de Advanced Curriculum Unit zich bevonden, werd wel een significante stijging gemeten met een stijging van 1.3 punt.

Aanbod van extra curriculaire STEM activiteiten

In de longitudinale cohortstudie evalueerde Banerjee (2017) op basis van data van 631.267 jongeren de impact van STEM-verrijgings- en verbeteringsactiviteiten op de keuze voor STEM vakken “*post-16*”. Dit is het moment waarop leerlingen in Engeland zelf invloed hebben op de samenstelling van hun vakkenpakket. Er werd geen direct positief effect van het deelnemen aan deze activiteiten op de STEM-vak keuzes van leerlingen gevonden. De bevindingen waren voor alle leerlingen vergelijkbaar, ongeacht hun sociaaleconomische status of etniciteit. Leerlingen die elk jaar door hun school werden geregistreerd voor STEM-verrijgings- en verbeteringsactiviteiten hadden geen grotere kans om STEM-vakken te blijven studeren dan hun leeftijdgenoten *post-16*. Het is van belang om te benoemen dat indeling in de programmagroep plaatsvond o.b.v. informatie uit de “National Pupil Database”. Dit houdt in dat wanneer een school aangaf buitenschoolse STEM activiteiten aan te bieden vanaf schooljaar 2007/2008 t/m 2013/2014, de school werd aangemerkt als “programmagroep” school. De controlegroep bestond uit scholen waarvan het uit de database niet duidelijk was of ze gedurende de gehele periode STEM activiteiten aanboden. Het is dus mogelijk dat in de controlegroep ook programmagroep scholen zijn meegenomen. Daarnaast is niet met zekerheid te bepalen of leerlingen van programmagroep scholen ook daadwerkelijk deel hebben genomen aan de aangeboden STEM-activiteiten.

In het onderzoek van Starr, Ramos Carranza & Simpkins (2022) werd geen significant verband aangetoond tussen deelname aan buitenschoolse STEM-activiteiten het behouden van de STEM-carrièreverwachtingen van leerlingen met niet-universitair opgeleide ouders. Leerlingen met universitair opgeleide ouders die de 9^e klas begonnen met STEM-carrièreverwachtingen, hadden een grotere kans om hun STEM-carrièreverwachtingen in de 11^e klas te behouden in vergelijking met het overstappen naar niet-STEM-carrières als ze deelnamen aan buitenschoolse STEM-activiteiten. Voor leerlingen met universitair opgeleide ouders die 9^e klas begonnen met niet-STEM-carrièreverwachtingen, waren buitenschoolse STEM-activiteiten niet significant gerelateerd aan de overstap naar STEM-carrièreverwachtingen.

Franz-Odendaal et al. (2016) vonden een significant verband voor leerlingen die vaker aangaven deel te nemen aan meer intensieve STEM activiteiten en leerlingen die aangeven geïnteresseerd te zijn in

een *science* beroep in de toekomst. Siani & Dacin (2018) vonden ook een positief verband tussen deelname aan extra curriculaire STEM activiteiten en de interesse in een STEM beroep. Zo vonden zij dat leerlingen die deelnamen aan extra curriculaire STEM activiteiten in hun laatste jaar met een verplicht vakkenpakket op de middelbare school een twee keer zo grote kans hadden om een carrière in STEM te overwegen ten opzichte van klasgenoten die hier niet aan deelnamen.

In het onderzoek van Kompella et al. (2020) werden 10 tot 16-jarigen via flyers en via social media uitgenodigd om deel te nemen aan het “Present jouw PhD” programma. PhD studenten die hun onderzoek in het programma presenteerden, ontvingen vooraf instructie. Op de dag van het programma presenteerden PhD studenten van verschillende STEM vakgebieden hun onderzoek, waarna de deelnemers in een groep een whiteboard poster ontwikkelden over het onderwerp en dit na 40 minuten presenteerden aan de andere aanwezigen en ouders. Het effect van het programma werd met een pre-post retrospectieve vragenlijst onderzocht. Er werd een significant hogere score gevonden voor de score gemeten na afronding van het programma vergeleken met de score voorafgaand aan het programma voor onder andere de stellingen “Ik wil meer *science* lessen volgen” en “Ik wil een wetenschappelijk onderzoeker worden als ik opgroeï”. Het verschil in score voor de stelling “Ik wil een beroep in STEM” was net niet significant.

Het onderzoek van Post & Walma van der Molen (2014) vond plaats onder Nederlandse kinderen van het basisonderwijs. Zes scholen die al jaarlijks deelnamen aan een lokaal project voor techniekpromotie d.m.v. bedrijfsbezoeken werden geïncludeerd in de programmagroep. De controlegroep bestond uit zeven scholen die hier niet aan deelnamen en in achtergrond karakteristieken overeenkwamen met de programmagroep. In totaal hebben 14 technologiegerichte bedrijven uit de omgeving zich vrijwillig aangemeld om deel te nemen aan het bedrijfsbezoek. Leraren organiseerden en bereidden de bezoeken voor in samenwerking met vertegenwoordigers van de deelnemende bedrijven. Voor elke klas waren er twee bedrijfsbezoeken gepland. Daarnaast bereidden de leerkrachten een aantal leeractiviteiten voor die ze in de klas konden doen voorafgaand aan de bedrijfsbezoeken. Ter voorbereiding op de bedrijfsbezoeken deden kinderen mee aan een schoolwedstrijd door op school twee opdrachten uit te voeren: (1) het ontwerpen en bouwen van de meest effectieve (miniatuur)molen en (2) het maken van de beste computermodeltekening. Alle definitieve ontwerpen werden tentoongesteld in een plaatselijk expositiecentrum, waar de kinderen, hun leraren en ouders aan het einde van de bedrijfsbezoeken konden kijken. Per opdracht werd één school als winnaar beloond. Elke klas bezocht twee verschillende bedrijven die een rondleiding hadden voorbereid en een authentieke ontwerpactiviteit waar de kinderen onder begeleiding en met hulp van specialisten individueel op de bedrijfswerkplaats aan werkten. Bijvoorbeeld het aan elkaar lassen van verschillende materialen om duurzame constructies te maken. Bij alle bedrijfsrondleidingen mochten de kinderen de miniatuurontwerpen mee naar huis nemen waar ze tijdens hun bezoek aan hadden gewerkt, om thuis aan hun familie te laten zien. ‘s Avonds werden ouders uitgenodigd om dezelfde bedrijven te bezoeken die hun kinderen eerder die dag bezochten, en om de openbare aankondiging van de winnende windmolen- en computermodeltekening in het plaatselijke tentoonstellingscentrum bij te wonen. Eén maand voor en één maand na het bedrijfsbezoek werden vragenlijsten afgenomen. Kinderen reageerden op stellingen m.b.v. een 4-punts Likertschaal. Uit de analyse bleek dat het programma geen effect had op de interesse van leerlingen om in de toekomst in de techniek te werken ten opzichte van de controlegroep. Er werd ook geen effect gevonden voor de ervaren relevantie en moeilijkheid. Kinderen scoorden daarnaast significant hoger m.b.t. ervaren plezier vóór deelname aan het programma in vergelijking met de score gegeven na afronding van het programma. Er werd geen significant gevonden voor de interactie tussen tijd en programmagroep. De auteurs concluderen in de discussie het volgende: “*De resultaten gaven aan dat het beeld en de attitude van kinderen grotendeels onveranderd bleven door de bedrijfsbezoeken, een bevinding die verklaard kan worden door de observatie dat het niveau van voorbereiding op school, vervolgvacatures en de mate van betrokkenheid van leraren tijdens de bezoeken over het algemeen laag was. Daarnaast bleek uit observaties tijdens de bezoeken dat de*

werkzaamheden bij de technische bedrijven veelal 'hands-on' en stereotiep waren (bijvoorbeeld werken met machines)."

Henriksen, Jensen & Sjaastad (2015) voerden retrospectief onderzoek uit waarbij studenten die reeds voor een STEM opleiding hadden gekozen werd gevraagd welke programma's of activiteiten in het verleden hun opleidingskeuze hadden beïnvloed. Studenten konden aangeven of ze met bepaalde buitenschoolse activiteiten (zoals films of computergames) of gerichte *recruitment efforts* (zoals internetpagina's van een universiteit) in aanraking waren gekomen voordat zij kozen voor een STEM opleiding. Daarnaast konden ze op een 4-punts Likertschaal aangeven in welke mate een programma, activiteit of recruitment effort (hierna activiteit genoemd) hen had geïnspireerd tot de opleidingskeuze. Voor het huidige literatuuronderzoek is gekozen om enkel de resultaten te rapporteren voor studenten van de opleiding Engineering, MSc in engineering en computerwetenschappen. Voor een volledig overzicht van de resultaten, inclusief de opleidingen *science*, farmacie en biologische laboratoriumwetenschappen, wiskunde en natuurkunde, zie Henriksen, Jensen & Sjaastad (2015). Voor de activiteiten werd zowel een gemiddelde score berekend, als het percentage studenten dat deze activiteit had geclassificeerd met een 4 ("grote mate van inspiratie"). Wat opvalt is dat populaire natuurwetenschappelijke Tv-zenders/programma's relatief hoog scoren voor alle drie de opleidingen (Engineering: $M=2.5$, $\%4=22$, MSc in engineering: $M=2.6$, $\%4=21$, computerwetenschappen: $M=2.1$, $\%4=12$). Het bezoeken van een museum of centrum voor *science* is consequent aan de lage kant (Engineering: $M=1.5$, $\%4=2$, MSc in engineering: $M=1.7$, $\%4=3$, computerwetenschappen: $M=1.4$, $\%4=1$). Computergames lijken wel een inspiratiebron te zijn voor studenten die voor computerwetenschappen hebben gekozen, maar in mindere mate voor de andere twee opleidingen (Engineering: $M=1.3$, $\%4=2$, MSc in engineering: $M=1.2$, $\%4=1$, computerwetenschappen: $M=2.4$, $\%4=20$). Met betrekking tot de gerichte *recruitment efforts* is voor de berekening alleen gekeken naar de antwoorden van studenten die deze vorm van recruitment hebben ontvangen. De internetpagina's van de universiteit scoren hierbij consequent het hoogste (Engineering: $M=2.6$, $\%4=18$, MSc in Engineering: $M=2.8$, $\%4=28$, computerwetenschappen: $M=2.7$, $\%4=25$). Ook een bezoek aan een universiteit scoort relatief hoog voor MSc in Engineering en computerwetenschappen, dit is in mindere mate zichtbaar voor engineering (Engineering: $M=1.8$, $\%4=8$, MSc in engineering: $M=2.2$, $\%4=17$, computerwetenschappen: $M=1.9$, $\%4=12$). Bezoeken van bedrijven aan school scoort consequent laag (Engineering: $M=1.5$, $\%4=3$, MSc in engineering: $M=1.4$, $\%4=2$, computerwetenschappen: $M=1.3$, $\%4=1$). En ook bezoek aan bedrijven scoort consequent niet beduidend hoog (Engineering: $M=1.8$, $\%4=9$, MSc in engineering: $M=1.7$, $\%4=6$, computerwetenschappen: $M=1.5$, $\%4=3$). Tot slot werd ook gerichte *recruitment efforts* door een schooladviseur niet hoog gescoord (Engineering: $M=1.5$, $\%4=4$, MSc in engineering: $M=1.4$, $\%4=3$, computerwetenschappen: $M=1.4$, $\%4=2$).

Stoeger et al. (2021) reflecteren op het onlinementorprogramma CyberMentor voor meisjes in Duitsland, dat negen jaar heeft bestaan. Meisjes konden zich gratis opgeven op de middelbare school (leeftijd 11 tot 18 jaar). De mentoren waren vrouwen die een STEM-diploma op hbo-niveau hebben en werkzaam waren in een STEM-beroep of werkten aan een master STEM-diploma. Deelnemers en mentoren communiceerden minimaal 30 minuten per week met elkaar over verschillende onderwerpen, waaronder STEM, curriculaire en buitenschoolse activiteiten, en hun dagelijkse ervaringen. Alle deelnemers brachten minimaal 1 jaar door in het programma. Aan het einde van elk mentorjaar konden deelnemers en mentoren zich inschrijven voor een extra jaar deelname. Verschillende mentorformats zijn toegepast in de negen jaar dat het programma toegankelijk was. Van 2009 tot 2011 maakte het programma gebruik van een één-op-één mentor format. Tijdens het mentorjaar 2012 werd de opzet gewijzigd naar "*many-to-many*"-groepsmentoring. Er werden gemeenschappen van zes personen gevormd, bestaande uit drie leerlingen en drie mentoren zonder expliciete één-op-één-opdrachten. Van 2013 tot 2017 paste het programma een hybride mentorformat toe die de één-op-één mentoring en veel-op-veel formats combineerde. Er werden

gemeenschappen van vier personen gevormd, bestaande uit twee mentorduo's; elk tweetal weerspiegelde een één-op-één mentor-deelnemer-opdracht. Deelnemers gaven vóór het programma, halverwege het eerste jaar en aan het einde van het eerste jaar op een 6-punts Likertschaal aan hoe goed ze zich zouden kunnen voorstellen dat ze een universitaire STEM studie zouden kiezen, een STEM-vak zouden kiezen voor een track of cursus op school of op de universiteit, of een carrière zouden nastreven in een STEM-veld. Deze vragen werden samengevat tot "keuze intenties STEM". Latente groei modellen voor de drie afzonderlijke mentorformats werden geanalyseerd om het pre/posteffect te bepalen. In geen van de onvoorwaardelijke groei modellen van keuze-intenties in STEM was een significante verandering in score te meten gedurende het programmajaar.

In de lange termijn follow-up studie van Stoeger et al. (2023) werden voormalig deelnemers van het onderzoek van Stoeger et al. (2021) benaderd die inmiddels een vervolgopleiding of beroep hadden. Het percentage vrouwen dat had gekozen voor een STEM of STEMM (STEM inclusief *Medical sciences*) werd berekend voor de voormalig programmagroep. Ook werd dit percentage berekend voor een "gematchte controlegroep", bestaande uit vrouwen die zich wel hadden aangemeld voor CyberMentor in het verleden, maar niet deel hadden genomen. Tot slot werd het percentage berekend voor een controlegroep bestaande uit de Duitse populatie vrouwelijke eerstejaars universiteitsstudenten, gerapporteerd door het Duitse federale bureau voor de statistiek. In percentages is te zien dat er een groot verschil bestaat in de STEM carrière keuze tussen de controlegroep en de andere twee groepen, maar niet tussen de gematchte controlegroep en programmagroep (controlegroep: 26.8%, gematchte controlegroep: 48.8%, programmagroep: 51.2%). Hetzelfde effect is te zien voor STEMM-carrière keuze (controlegroep: 43.7%, gematchte controlegroep: 58.1%, programmagroep: 61.7%). Wanneer de keuze voor een opleiding of beroep in computerwetenschappen en engineering afzonderlijk wordt bekeken, wordt maar een klein verschil tussen de drie groepen gezien (controlegroep: 18.3%, gematchte controlegroep: 21.1%, programmagroep: 24.9%).

Sociale context

In het onderzoek van Hübner et al. (2017) werd een onderwijshervorming die in 2002 in Duitsland werd doorgevoerd onderzocht. Door deze hervorming werd de keuzevrijheid van studenten in het voortgezet onderwijs voor een basis- of gevorderd vak beperkt. Vóór de hervorming was de tijd die werd besteed aan een basisvak drie uur per week, ten opzichte van vijf uur per week voor een gevorderd vak. Een student koos doorgaans twee vakken voor gevorderden en zes basisvakken. Het werd na de hervorming voor alle studenten verplicht om vijf vakken te volgen uit specifieke vakgebieden (bijvoorbeeld Duits, wiskunde, vreemde talen, *science*) voor vier uur per week. Naast deze verplichte vakken volgden studenten andere vakken, zoals kunst of sociale studies, voor twee uur per week per vak. Data van studenten in het laatste jaar van de middelbare school uit 2002, vóór de hervorming, en 2006 werd vergeleken. Voor beide cohorten werd twee jaar na afstuderen de studierichting aan de universiteit bepaald. Deze werd als STEM geassocieerd wanneer de student wiskunde, engineering, computerwetenschappen of natuurkunde studeerde. De hervorming bleek geen significant effect te hebben op de instroom van studenten in STEM opleidingen, ook niet wanneer hierin de interactie voor gender of school type werd meegenomen. Ondanks dat de algemene score voor de wiskundevaardigheid niet statistisch significant veranderde na de hervorming werd er wel een significante cohortxgender interactie gemeten. Dit was vooral te danken aan een hoger gemiddelde score van vrouwen na de hervorming, terwijl de prestaties van mannen niet verschilden voor en na de hervorming. In tegenstelling tot de verwachting, bleken vrouwen na de hervorming een significant lagere score te hebben voor wiskundig zelfconcept t.o.v. voor de hervorming. Voor mannen verschilde het wiskundig zelfconcept niet. De interactie voor cohortxgender was dan ook statistisch significant voor wiskundig zelfconcept.

Ook in het onderzoek van Kiselova & Gravite (2017) werd het effect van een onderwijshervorming onderzocht, dit keer het Nationaal Ontwikkel Plan van Letland voor 2014-2020. In het plan werd de

ontwikkeling van wetenschap en technologieën als een bepalende factor gezien voor economische duurzaamheid, welvaart van de Letse samenleving en het behoud van het milieu en natuurlijke hulpbronnen. Hervorming richtte zich onder andere op nieuwe staatsnormen ontwikkeld voor alle onderwijsniveaus, een verplicht gecentraliseerd examen wiskunde voor afgestudeerden van het secundair onderwijs, financiering uit de staatsbegroting in het hoger onderwijs werd herverdeeld ten gunste van STEM-gebieden en daarnaast werd een project 'Wetenschappen en Wiskunde' (gefinancierd door de Europese Structuurfondsen) uitgevoerd op zowel basisscholen als middelbare scholen. De onderzoekers vergeleken PISA data uit 2006 met PISA data uit 2015. Leerlingen van 15 jaar werden onder andere gevraagd in welk beroep zij interesse hadden. Beroepen gerelateerd aan *science* werden gegroepeerd als natuurwetenschappelijke & engineering beroepen, gezondheidsberoepen, informatie en communicatietechnologie specialisten en wetenschap gerelateerde technici en vakmensen. Slechts 20% van de Letse studenten toonde in 2015 interesse in het kiezen van deze beroepen, ten opzichte van 17% in 2006. Deze stijging werd echter veroorzaakt door een toegenomen belangstelling voor gezondheidszorgberoepen. De interesse om een carrière te kiezen in gezondheid steeg met 5.4%, (van 3.9% in 2006 naar 9.4% in 2015), terwijl de belangstelling voor wetenschap en techniek afnam van 8.5% in 2006 naar 7.2% in 2015. De interesse van Letse studenten voor een carrière in engineering of gerelateerde beroepen veranderde niet over de tijd. Uit data van de afdeling Hoger Onderwijs van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen bleek dat de hoeveelheid engineering studenten niet significant veranderde en zelfs een kleine daling liet zien, ondanks de toename van door de overheid gesubsidieerde opleidingsplaatsen (13945 engineering studenten in 2009 naar 12535 in 2015). Ook het aantal studenten dat afstudeerde van een engineering opleiding veranderde niet significant (2596 in 2013 t.o.v. 1963 in 2016). De resultaten van deze studie moeten met voorzichtigheid worden benaderd; door de korte periode tussen de start van de hervorming in 2014 en de analyse met data van 2015, is het goed mogelijk dat de effecten van de hervorming nog niet (volledig) tot recht zijn gekomen.

Stoet & Geary (2018) ontdekten bij analyse van internationale PISA data dat de sekseverschillen in STEM-afstudeercijfers en in de intra-individuele genderverschillen in relatieve kracht in *science* en lezen groter werd naarmate de gendergelijkheid in een land toeneemt. Om dit resultaat beter te duiden voerden de onderzoekers een mediatie analyse uit, waarbij *Overall Life Satisfaction* (OLS) werd meegenomen. OLS werd meegenomen als maat voor de algehele levensomstandigheden; dit is een goede maatstaf voor economische kansen en ontberingen en sociaal en persoonlijk welzijn (Pittau et al., 2010). In meer gelijkwaardige landen was de algehele tevredenheid met het leven hoger. De onderzoekers vormden een hypothese waarin zij veronderstelden dat een laag vooruitzicht op een tevreden leven een stimulans kan zijn voor meisjes om zich op school meer op *science* te concentreren en als volwassenen een carrière te kiezen in een relatief beter betaald STEM-veld. Een mediatie analyse toonde aan dat OLS inderdaad gedeeltelijk de relatie tussen gendergelijkheid en de sekseverschillen bij STEM-afstudeerders medieerde. Het effect van het directe pad in het bemiddelingsmodel was statistisch significant.

Conclusie, discussie en relatie van bevindingen tot ontwikkeling Techniekpromotie in de Nederlandse Context

De besproken studies bieden waardevolle inzichten in factoren die de keuze voor STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)-opleidingen en-carrières beïnvloeden. In dit hoofdstuk vertalen we de bevindingen waar mogelijk naar tastbare adviezen voor de doorontwikkeling van Techniekpromotie onder leerlingen (9 tot 15 jaar) in de Nederlandse context. Ook worden waar nodig kritische kanttekeningen geplaatst bij huidig onderzoek.

Conclusies t.a.v. de doorontwikkeling van Techniekpromotie programma's

Eigen-effectiviteit

Uit het onderzoek komt naar voren dat de door de leerling ervaren eigen-effectiviteit m.b.t. een STEM-vak/STEM-vakken van belang is op de gehele 'pijpleiding'. Eigen-effectiviteit wordt veelal gemeten door de leerling te vragen of zij/hij vertrouwen heeft in diens eigen vaardigheden of hoe goed zij/hij zichzelf vindt in een STEM-vak, zoals wiskunde, natuurkunde of scheikunde. Eigen-effectiviteit is daarmee duidelijk anders dan de objectieve score voor vaardigheid. Men kan zich voorstellen dat uitleg over wat een techniekberoep inhoudt of een extra curriculaire STEM-activiteit waarin bijvoorbeeld robots worden gebouwd het gebrek aan eigen-effectiviteit niet altijd verbeterd. Sterker nog, een technische uiteenzetting van handelingen die een medewerker in een technisch bedrijf doet, of het mislukken van een technisch experiment, kunnen de eigen-effectiviteit ook verder laten dalen. Aandacht voor deze determinant zien we wel veelvuldig in onderzoeken.

Suggesties voor praktische toepassing

Bij het bepalen van de inhoud van een programma zou aandacht voor positieve beïnvloeding van eigen-effectiviteit één van de basisuitgangspunten kunnen zijn. Zo zou het interessant kunnen zijn om bij een bezoek van een bedrijf naast een medewerker van een organisatie die een technische opleiding heeft gevolgd, ook een zij-instromer uit te nodigen. Ook aandacht voor toegankelijk lesmateriaal, met verschillende versies die differentiatie in moeilijkheid mogelijk maken, zonder te benadrukken dat een leerling het moeilijke niveau "niet kan", kan voorkomen dat de mate van eigen-effectiviteit daalt. Een specifiek programma gericht op het verbeteren van eigen-effectiviteit is ook een mogelijkheid.

Vaardigheden en relatieve kracht

Het vaardig zijn in STEM vakken blijkt de interesse in STEM te verhogen, maar de keuze voor STEM niet te garanderen. Leerlingen die goed zijn in bijvoorbeeld wiskunde of scheikunde, kunnen nog beter zijn in economie of biologie en daarom een beroep in die richting kiezen. Leerlingen kiezen voor vakken waarbij de kans van slagen hoog is en waarbij de huiswerklast laag is. Het is tot slot van belang te erkennen dat in het Nederlands schoolsysteem een leerling doorgaans kiest voor alle vakken op één niveau. Wanneer een leerling een Vwo-profiel kiest, maar eigenlijk enkel een Havo of vmbo-niveau aan zou kunnen voor de bèta technische vakken, kan zij/hij deze in het geheel niet kiezen.

Suggesties voor praktische toepassing

Wanneer men de vaardigheden van leerlingen direct wil beïnvloeden, is het van belang op een jonge leeftijd te beginnen en op verschillende momenten laagdrempelig ondersteuning aan te bieden voor leerlingen die wel geïnteresseerd zijn in bètatechniek, maar van nature mogelijk niet de meeste aanleg voor deze vakken hebben.

Bekendheid met STEM beroepen en affectieve attitude

Zowel in internationaal als Nederlands onderzoek komt naar voren dat leerlingen vaak niet weten wat een bèta technisch beroep inhoudt, wat ervoor nodig is om een carrière in deze sector na te streven

en hoe de bèta technische sector bijdraagt aan relevante maatschappelijke thema's. Om de kennis van leerlingen op een positieve manier te beïnvloeden kan zowel aan geïntegreerde STEM-activiteiten als extra curriculaire activiteiten worden gedacht. Uit het literatuuronderzoek blijkt dat ieder programma vallend onder de hiervoor benoemde categorieën uniek is. Daarbij kan de manier waarop een programma tot stand komt, de inhoud, de duur en ook de persoon die het programma uitvoert het succes ervan zowel positief als negatief beïnvloeden.

Suggesties voor praktisch toepassing

Bij programma's gericht op het informeren van leerlingen over bèta technische beroepen of opleidingen is het belangrijk dat de stereotype ideeën die leerlingen hebben over het werken in de techniek niet worden bevestigd, zoals gebeurde in het enige Nederlandse onderzoek dat het effect van een programma evalueert in dit literatuuronderzoek (Post & Walma van der Molen, 2014). Liever wordt een programma aangeboden waarin de kans op het vinden van aansluiting bij de doelgroep een hogere succeskans heeft en de nadruk ligt op het belang van techniek voor de maatschappij. Zo werden in het effectieve programma van Kompella et al. (2020) studenten van technische opleidingen uitgenodigd die met leerlingen hun afstudeeropdracht of-onderzoek bespraken, waarna leerlingen deze informatie zelf omvormden tot een presentatie. Het uitnodigen van studenten die worden opgeleid tot een beroep dat verband houdt met een sector die sterk verbonden is aan maatschappelijke belangen, zoals de zorg, sluit aan bij de behoefte van een grote groep leerlingen. Een gastcollege van een student mbo-zorgtechnicus of MSc technisch geneeskundige zou bij dit voorstel kunnen aansluiten. Ook studenten die een opleiding volgen die wel gerelateerd is aan techniek, maar qua type werkzaamheden niet stereotyperend "werken met de handen" betreft, kan de attitude m.b.t. techniekberoepen mogelijk verbeteren voor deze specifieke doelgroep. De Mbo-opleiding middenkaderfunctionaris bouw is hier een mooi voorbeeld van.

Uit onderzoek onder studenten die al gekozen hadden voor een opleiding bèta techniek, bleek dat o.a. website van de universiteiten waarvoor zij kozen een belangrijke factor van invloed was op hun keuze. Zowel voor opleidingsinstituten als websites van werkgevers is het aan te raden om, indien van toepassing, duidelijk te communiceren welke maatschappelijke doelen worden ondersteund.

Instrumentele attitude

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat leerlingen die kiezen voor een STEM vak, vaker aangeven dat zij denken dat een bètavak of profiel hen zal helpen bij een toekomstige carrière. Wat vijf jaar geleden echter belangrijke factoren leken bij het kiezen van een carrière pad, hoeven dat nu niet meer te zijn. Het makkelijk kunnen vinden van een baan of het krijgen van een goed loon zijn geen unieke voordelen meer aan het kiezen voor een baan in de bèta techniek, nu drie kwart van de Nederlandse ondernemers een tekort aan arbeidskrachten ervaart (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2023).

Suggesties voor praktische toepassing

Het is van belang de bèta techniek zodanig in te richten dat de "opbrengsten" van werken in de bèta techniek opwegen tegen de relatieve "kosten" die een leerling maakt om in deze sector te kunnen werken. Aan zowel de opbrengsten als kosten knop kan worden gedraaid.

Wat wordt gezien als "opbrengst" kan per generatie verschillen en het is van essentieel belang inzage hierin constant te vernieuwen. Zo blijkt uit de Randstad Workmonitor van januari 2024 dat medewerkers, vooral Gen Z, bijvoorbeeld meer nadruk leggen op persoonlijke waarden en een gezonde werk-privébalans, ten koste van traditionele carrière doelen zoals financiële groei en verticale vooruitgang (Randstad, z.d.). Het bieden van goede mogelijkheden voor het behouden van die balans, zoals flexibele werktijden, extra vakantiedagen of de mogelijkheid tot een periode onbetaald verlof, zijn mogelijkheden om de nieuwe generatie werknemers aan te spreken. Ook het uitlichten van mogelijkheden tot eigen invulling van werk door bijvoorbeeld deelname aan projecten, ontwikkeling

met een ontwikkelbudget, doorgroeimogelijkheden binnen de sector of vanuit de bèta techniek naar andere sectoren verlaagt mogelijk de drempel tot het kiezen van een beroep in de bèta techniek.

Aan de kosten kant kan worden gedacht aan de huiswerklast op de middelbare school die als hoger wordt ervaren voor de bèta profielen. Is het voor alle bèta technische opleidingen nodig dat een leerling de gehele bovenbouw van de middelbare school dit, door de leerling ervaren, zwaardere bètavak bestudeert? Of zijn er mogelijkheden tot een “snel cursus” bèta voorafgaand aan een opleiding, waarin een leerling de bèta kennis bijspijkt die van belang is voor een specifieke bèta technische opleiding?

Geïntegreerd STEM-onderwijs vs. Extra curriculaire STEM-activiteiten

Bij het bepalen van de inhoud van een programma, is het vanzelfsprekend van belang vooraf het doel en de doelgroep te bepalen. Zo delen Ait Moha, Muller en Thijssen (2019) leerlingen in vijf segmenten in, met allen een andere mate van overtuiging om te kiezen voor STEM. Men kan ervoor kiezen zich te richten op de leerlingen die worden geïdentificeerd als laaghangend fruit (segment “Vernieuwers”) en pogen om het aantal leerlingen dat niet alleen geïnteresseerd is in de keuze voor techniek, maar die keuze ook daadwerkelijk maakt, te optimaliseren. Ouders spelen voor hen een belangrijke rol.

Aan de andere kant van het spectrum bevinden zich de Maatschappelijke Toepassers, die de laagste mate van interesse vertonen. Externe invloeden hebben op hen weinig grip. In de Nederlandse, individualistische cultuur staat de mening behoefte van een kind vaak centraal. Men kan zich voorstellen dat ouders voor kinderen die in dit segment vallen, met een dusdanig lage intrinsieke motivatie en een laag beeld van eigen kunnen in techniek, geen aanknopingspunten zien voor beïnvloeding van de opleidingskeuze. Ook is het de vraag of deze leerlingen zich aanmelden voor extra curriculaire activiteiten, zoals het landelijk initiatief Girls’ Day (Sterk Techniekonderwijs, 2024).

Suggesties voor praktische toepassing

Om de twijfelaars uit het al geïnteresseerde segment Vernieuwers over de streep te trekken, kan worden gedacht aan een programma gericht op ouders, zoals het effectieve programma van Harackiewicz et al. (2016). Hierbij werden moeders geïnformeerd over de positieve invloed van het kiezen van een STEM-vak in de bovenbouw op de toekomst van hun kind. Naast inhoudelijke informatie kregen de moeders ook informatie over hoe zij een gesprek met hun kind konden aanknopen. Wanneer men een poging wil doen om de afgehaakte Maatschappelijke Toepassers weer “aan te haken”, is een programma die ingebed is in de lessen die door school worden aangeboden mogelijk een betere ingang.

Conclusies t.a.v. de doorontwikkeling van Techniekpromotie onderzoek

Beperkingen in kwantiteit, kwaliteit en toepasbaarheid van bestaand onderzoek

Het primaire doel van huidig literatuuronderzoek was het verkennen van mogelijkheden in de internationale literatuur om mogelijke “blind spots” te identificeren m.b.t. succesvolle Techniekpromotie programma’s. De hoeveelheid onderzoek toegespitst op de vooraf afgebakende doelgroep die specifiek betrekking heeft op het STEM-veld, is beperkt. Met name afgebakend onderzoek voor basisschoolleerlingen is schaars; in slechts twee onderzoeken werden uitsluitend kinderen in het primair onderwijs geïnccludeerd (Dunlop et al., 2019, Post & Walma van der Molen (2014)). De beperkte hoeveelheid onderzoeken i.c.m. de grote diversiteit in doel (onderzoekend vs. toetsend), doelgroep en design maakte generalisatie niet goed mogelijk. Hierdoor zijn conclusies beperkt tot een antwoord op de vraag “wat werkt mogelijk?” en is het niet mogelijk een antwoord te geven op de vraag “wat werkt het best?”.

De methodologische kwaliteit van de geïnccludeerde onderzoeken werd beoordeeld als overwegend “laag” of “matig”. Oorzaken hiervoor liggen bijvoorbeeld in een kleine groeps grootte, het ontbreken van een controlegroep, het enkel uitvoeren van een kwalitatieve evaluatie en het uitvoeren van slechts

basale statistische toetsen. Op basis van deze bevindingen kan de conclusie worden getrokken dat onderzoek naar Techniekpromotie, zeker wanneer men het onderzoek vergelijkt met dat van bijvoorbeeld geneeskundige interventies, nog in de kinderschoenen staat. Er kan hierdoor niet uitsluitend lering getrokken worden uit onderzoek in het internationaal veld. Ook nationaal zal een ontwikkelslag nodig zijn om de *Body of Knowledge* m.b.t. dit onderwerp op een kwalitatief sterke wijze aan te vullen.

Door het huidige literatuuronderzoek kwam de uitdaging tot het identificeren van toepasselijk en kwalitatief goed onderzoek naar voren. Enkele studies, zoals die in Letland, hadden mogelijk niet voldoende tijd om de lange termijneffecten van onderwijshervormingen te beoordelen. Dit benadrukt de noodzaak voor langdurige evaluaties. Het advies is dan ook om longitudinale studies uit te voeren om de effecten van Techniekpromotie op de interesse in techniek over meerdere jaren te volgen.

Suggesties voor praktische toepassing

Om vergelijking van programma's en generalisatie in conclusies mogelijk te maken, zou uit een grotere hoeveelheid uitgevoerd onderzoek geput moeten worden. Het is van wezenlijk belang om de vindbaarheid van onderzoek dat al is uitgevoerd in de Nederlandse context te verbeteren en door resultaten van de evaluaties van uitgevoerd onderzoek en informatie en lesmateriaal behorende bij het geëvalueerde programma waar mogelijk te centraliseren.

Longitudinaal cohortonderzoek is een waardevolle bron en dit type onderzoek is dan ook noodzakelijk om trends in keuzegedrag van kinderen en jongeren te verkennen. De uitvoering van dit type grootschalig en langdurig onderzoek kan niet worden verwacht van onafhankelijke onderzoekers of ontwikkelaars. Daarvoor is inrichting te complex en financiering te kostbaar. Dit betekent echter niet dat het voor hen niet mogelijk is om gebruik te maken van dit type data. Consortia en onderzoeksinstanties voeren dit soort onderzoek namelijk wel uit, waarbij data vaak op aanvraag beschikbaar is. Soms wordt hiervoor gevraagd om een financiële bijdrage, in andere gevallen kan data gratis worden opgevraagd. Op de website van het Nationaal Regieorgaan Onderzoek (NRO) wordt bijvoorbeeld verwezen naar meerdere andere initiatieven om artikelen, thematische overzichten, praktische handreikingen en antwoorden op onderwijsvragen te vinden (Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek, z.d.(a)). Ook doet het NRO eigen onderzoek waarvan data kan worden opgevraagd en verwijzen ze naar andere onderzoeken waarin heel Nederland participeert (Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek, z.d.(b)).

Onderzoek in de Nederlandse context

Veel onderzoek is gedaan naar interesse in "STEM", waarbij in uitkomstmaat vaak geen onderscheid wordt gemaakt tussen techniek/engineering en de andere onderdelen; *science* en *mathematics*. Zo bestaan STEM beroepen ook uit artsen en wetenschappelijk onderzoekers, wat echter niet de doelgroep is voor huidige onderzoeksopdracht. De invloed van m.n. vaardigheden en zelf-effectiviteit wordt m.n. onderzocht voor wiskunde en *science*. Uit onderzoek van Siani & Harris (2023) blijkt dat de mate van eigen-effectiviteit in wiskunde en *science* wel invloed heeft op de mate van interesse in een beroep in wiskunde en *science*, maar niet op een beroep in techniek/engineering. Het effect van eigen-effectiviteit in verschillende bètavakken op technische beroepen en techniek zou separaat inzichtelijk gemaakt moeten worden. Deze bevinding pleit voor een uitbreiding en versterking van nationaal onderzoek.

De studies omvatten gegevens en hervormingen uit Duitsland, Letland, en internationale PISA-analyses. Culturele, onderwijssysteem-, en beleidsverschillen tussen deze landen en Nederland kunnen de directe toepasbaarheid van de bevindingen beperken. Zo is de inrichting van het keuzeproses m.b.t. vakken op middelbare scholen wezenlijk anders in andere landen dan Nederland. In Engeland kan bijvoorbeeld per vak worden gekozen voor A-level of niet A-level. In Nederland

kunnen leerlingen niet per vak kiezen welk niveau bij hen past. Wanneer een leerling vmbo-scores haalt voor de basisvakken, zoals Nederlands en Engels, is het vaak niet mogelijk om bijvoorbeeld op Havoniveau biologie en natuurkunde te volgen. In Nederland moet je, wanneer je bijvoorbeeld scheikunde wil kiezen, gebruikelijk ook biologie of natuurkunde kiezen in het Natuur & Gezondheid (N&G) of Natuur & Techniek (N&T) profiel. Ook kunnen scholen ervoor kiezen om aanvullende eisen te stellen voordat een leerling een N-profiel in de bovenbouw kan kiezen (Landelijk Actie Komitee Scholieren, 2024). Zo stelt het Comenius College voor Havo en vwo-leerlingen die een N&G of N&T profiel willen kiezen bijvoorbeeld niet alleen de eis om minimaal een 7 te halen voor scheikunde, natuurkunde en indien van toepassing voor wiskunde (bij keuze voor wiskunde B), ook moeten leerlingen van docenten aanvullend nog een positief advies krijgen. Wanneer leerlingen ondanks het behalen van een 7.0 voor alle vakken, voor twee van de drie vakken wiskunde B, scheikunde of natuurkunde een negatief advies krijgen van de docent, kunnen zij niet langer voor het N&T profiel kiezen. Deze regels zijn opgesteld omdat *“Ondanks het feit dat vakdocenten het hen afraden om een N-profiel te kiezen, leerlingen in het verleden toch voet bij stuk hielden. In de praktijk ziet men dat leerlingen gedurende het jaar toch een ander profiel kiezen. Enkele leerlingen houden het langer vol, maar behalen op het eindexamen toch geen voldoende. Om deze situatie te voorkomen is een wijziging in de bevorderingsregeling opgenomen.”* (Comenius college, 2024a, Comenius college, 2024b). Voor de andere profielen is geen enkele eisenorm van toepassing op de profielkeuze in de bovenbouw. Het is mogelijk om een ander profiel te kiezen en scheikunde als los keuzevak te selecteren, maar enkel wanneer de school dit aanbiedt (Qompas Profielkeuze, 2024). Men kan zich voorstellen dat de drempel om te kiezen voor een techniekprofiel en de mate van invloed van gedragsmatige determinanten dus zowel in de Nederlandse context als zelfs per school kan verschillen. Het is vóór implementatie van een programma in het kader van techniekpromotie dan ook van belang om specifieke omgevingsfactoren in kaart te brengen.

Naast de verschillen in de inrichting van het onderwijssysteem, kunnen culturele invloeden ook een wezenlijke invloed hebben op het keuzegedrag van kinderen. Zo wordt de samenleving van Europees Nederland overwegend gezien als een samenleving met meer individualistische kenmerken (Hofstede & Minkov, 2017), ten opzichte van een samenleving met meer collectivistische kenmerken, zoals bijvoorbeeld Caribisch Nederland (Bonaire, Sint-Eustatius en Saba) (Tse, 2017). Het cultureel-ecologische model van Kağitçibaşı (1996) illustreert de variatie in opvoedingsdoelstellingen tussen individualistische en collectivistische maatschappijen. In collectivistische culturen ligt de focus van opvoeding op afhankelijkheid en gehoorzaamheid. Hierbij hebben ouders vaak de voorkeur voor een autoritaire opvoedingsaanpak, die vereist dat kinderen respect tonen en gehoorzamen (Eldering, 2008). Aan de andere kant stimuleert de opvoeding in individualistische culturen zelfstandigheid en zelfverzekerdheid bij kinderen. Vanwege de minder hechte familiebanden en sociale relaties, ligt de nadruk meer op de behoefte van het individu. Dit leidt tot een grotere nadruk op persoonlijke autonomie. Ouders in individualistische culturen neigen naar een toegeeflijke opvoedingsstijl met weinig vastgestelde regels, waarbij de voorkeuren en behoeften van het kind centraal staan, en waar kinderen vaak inspraak hebben. Dit komt ook naar voren in de enquête van Platform Talent voor Technologie, waaruit o.a. blijkt dat bi-culturele leerlingen het vaker belangrijk vinden dat hun ouders trots kunnen zijn op hun beroepskeuze vergeleken met leerlingen waarbij beide ouders in Nederland geboren zijn (63% vs. 58%). Ook is voor hen een baan met aanzien belangrijker (33% vs. 29%) en een hoog salaris (77% vs. 71%).

Suggesties voor praktische toepassing

Gedegen onderzoek in de Nederlands context heeft de voorkeur. Daarvoor zijn maar weinig openbare documenten bekend. Wel wordt het PISA onderzoek en TIMMS onderzoek ook in Nederland uitgevoerd. De vragenlijsten die hierbij worden gehanteerd zijn echter beperkt in scope en primair gericht het scoren van de wiskunde, scheikunde en taalvaardigheid.

Analyse

De manier waarop data wordt geanalyseerd en gepresenteerd bepalen de conclusies die getrokken worden. Uit het literatuuronderzoek dat in kader van de huidige opdracht is uitgevoerd, bleek dat een statistische analyse vaak ontbrak. Zo werden veel resultaten enkel descriptief genoteerd. In descriptief onderzoek worden observaties gedocumenteerd, maar kunnen oorzakelijke verbanden niet goed worden aangetoond. Door de invloed van andere factoren niet mee te nemen en niet te corrigeren voor vertekende factoren, kunnen verbanden worden geschetst waar deze mogelijk niet bestaan. Zo wordt in het onderzoek van Platform Talent voor Technologie (2023) genoemd dat docenten vaker negatief advies geven aan leerlingen met een bi-culturele achtergrond en leerlingen met weinig vertrouwen in techniek. Wat niet duidelijk is, is waarom docenten vaker een negatief advies geven aan bi-culturele leerlingen. Wanneer bijvoorbeeld zou blijken dat bi-culturele jongeren, gemiddeld gezien, vaker lagere cijfers halen voor bèta technische vakken, zou het goed mogelijk zijn dat dit verklaart waarom deze groep vaker een negatief advies krijgt. Uit de analyse van Platform Talent voor Technologie (2023) wordt niet duidelijk of het hogere aantal negatieve adviezen aan bi-culturele leerlingen onafhankelijk is van de vaardigheden of interesse van de individuele leerling.

Suggestie voor praktische toepassing

In zowel verkennend als toetsend onderzoek is aandacht nodig voor de onderlinge relatie tussen verklarende factoren. Dit kan kwantitatief worden geanalyseerd door middel van statistische toetsen. Mocht dit niet mogelijk zijn, dan een mixed-method studie een laagdrempelige tweede keuze, waarbij opvallende resultaten in de data worden besproken met de deelnemers van het onderzoek. Zo kan licht worden geworpen op onderliggende mechanismes.

Opslag van data

Onderzoek brengt kosten met zich mee. De uitvoering van een onderzoek kost niet alleen de onderzoeksinstantie geld en tijd, ook participanten besteden hun tijd. In de respectvolle behandeling voor de participant is het niet alleen van belang data veilig te verzamelen en op te slaan, maar idealiter ook op een manier die op een later moment hergebruik mogelijk maakt. Voor de huidige onderzoeksopdracht is Platform Talent voor Technologie bereid gevonden de ruwe data van de enquête van Platform Talent voor Technologie (2023) te delen. In dit rijke onderzoek zijn ruim 1.000 leerlingen van het voortgezet onderwijs bevroegd. Contactpersonen van Platform Talent voor Technologie (PTvT) bleken bereid te zijn deze informatie te delen. Waarvoor wij hen dank verschuldigd zijn. Helaas bleek dat zij uitsluitend de publiek beschikbare stukken konden vinden, dit omdat de onderzoekers die bij het onderzoek betrokken waren niet meer werkzaam waren bij PTvT. Naast dit onderzoek heeft PTvT een ander grootschalig onderzoek (n = 1.472) uit laten voeren door Motivaction (Ait Moha, Muller en Thijssen, 2019). Ook deze gegevens was PTvT bereid beschikbaar te stellen voor het huidige onderzoek. Ook hier bleek dat de er een knelpunt was; Helaas konden de contactpersonen van PTvT alleen het percentage gegeven antwoorden per antwoordcategorie voor specifieke vragen delen. De resultaten waren niet inzichtelijk per participant opgeslagen, waardoor het niet mogelijk is om de invloed van persoonsfactoren op keuzegedrag te onderzoeken. Dit illustreert het belang van goed opslaan, documenteren en beschikbaar houden van data met het oog op vervolgonderzoek en kennisopbouw.

Suggestie voor praktische toepassing

Om hergebruik van data mogelijk te maken, dienen participanten bij deelname aan onderzoek de optie te krijgen hun data ook beschikbaar te stellen voor toekomstig onderzoek. Ook dient het ruwe databestand bewaart te blijven. Een ruw databestand bevat onbewerkte, ongefilterde gegevens verzameld tijdens het onderzoek. Wanneer een organisatie eigen onderzoek uitvoert is een duidelijk protocol noodzakelijk waarin afspraken rondom dataopslag beschreven bestaan. Daarin worden gebruikelijk ook afspraken opgenomen m.b.t. overdracht van ruwe databestanden wanneer onderzoekers afscheid nemen van de organisatie.

Indien een extern onderzoeksbureau een onderzoek uitvoert is het van belang vooraf afspraken te maken over hoe dit ruwe databestand eruit dient te zien.

Aanvullend op toestemming tot gebruik van data voor ander onderzoek, kan participanten ook gevraagd worden om voor toekomstig onderzoek opnieuw benadert te worden. Hierbij gaat het enkel om toestemming tot benadering, waarbij participanten bij ieder nieuw verzoek tot deelname aan onderzoek kunnen bepalen of zij willen deelnemen. Toekomstige onderzoekers die de dataset willen verrijken of onder dezelfde doelgroep ander onderzoek willen uitvoeren, kunnen zo verder bouwen op de inspanningen van hun voorgangers.

Valide metingen

In de vormgeving van het onderzoek worden al veel keuzes gemaakt, die de richting en kwaliteit van het resultaat kunnen beïnvloeden. Eén voorbeeld van een factor die de vormgeving in negatieve zin kan beïnvloeden is conformatiebias. Een onderzoek heeft geregeld een eigen overtuiging, ofwel hypothese, voordat zij/hij een onderzoek start. Het risico ontstaat dat er zo “naar de bekende weg” gevraagd wordt, of expliciet niet wordt gevraagd naar zaken die de onderzoeker liever niet rapporteert. Zo zou men zich kunnen voorstellen dat aan kinderen en jongeren de stelling wordt voorgelegd “Als ik met school vaker naar musea of georganiseerde techniekuitjes zou gaan, zou mijn interesse in techniek toenemen”. Bij een positief antwoord zou dit, mogelijk onterecht, de hypothese kunnen bevestigen dat bezoek aan musea of andere georganiseerde techniekuitjes een positieve bijdrage leveren en hier dus blijvend in geïnvesteerd moet worden.

Daarnaast is het van belang om de invloed van een gedragsmatige determinant, zoals eigen-effectiviteit, op een valide manier te meten. Wat opviel is dat wat wordt beschouwd als “eigen-effectiviteit” per onderzoek sterk kan wisselen. Zo onderzocht Mujtaba & Reiss (2014) o.a. of studenten dachten of ze hulp nodig hebben met natuurkunde. Kovarik et al. (2013) nam in het construct eigen-effectiviteit o.a. de vraag “Ik snap hoe databases biologische informatie opslaan voor onderzoek” op. Dit zou ook gezien kunnen worden als stelling meer passend bij de gedragsmatige determinant “kennis”. Het was daarnaast één van de doelen van het programma van Kovarik et al. (2013) om studenten in een bio-informatica curriculum meer te leren over dit specifieke onderwerp. Men kan zich daarmee afvragen of met een dergelijke stelling passend is bij een effectevaluatie, of beter passend is bij een procesevaluatie. Voor de introductiegroep werd dan ook wel een significante stijging gemeten in het construct eigen-effectiviteit, in tegenstelling was er slechts een verwaarloosbare stijging te zien voor de stelling “Ik zie mijzelf werken in een carrière die wetenschappelijke informatie omvat”.

Suggestie voor praktische toepassing

Het gebruik van eerder gebruikte, liefst gevalideerde, vragenlijsten om de invloed van eigen-effectiviteit of andere gedragsmatige determinanten vast te stellen wordt dan ook aangeraden, eveneens als het gebruik van meerdere vragen die samen een constructscore vormen.

Ook het verschil in gebruik tussen open en gesloten vragen is van wezenlijk belang. Door in een open vraag aan leerlingen te vragen wat de keuze voor techniek beïnvloed, geeft men ruimte om nog niet eerder geïdentificeerde determinanten te ontdekken. Enkel een open vraag op zichzelf lijkt geen volledig beeld te geven van de mogelijke factoren die van invloed zijn. Zo valt het op dat in de onderzoek van Franz-Odendaal et al. (2016) door leerlingen spontaan amper de invloed van ouders wordt benoemd op de keuze voor STEM. Uit onderzoek van Harackiewicz et al. (2016) bleek echter dat studenten wel degelijk beïnvloed worden in hun keuze door de mate van ervaren bruikbaarheid die moeders ervoeren m.b.t. STEM en de hoeveelheid gesprekken die studenten over STEM hadden met hun ouders. Een suggestie voor een mix van een open maar toch richtinggevende vraagstelling zou bijvoorbeeld de volgende vraag aan leerlingen zijn: “Rangschik de verschillende manieren waarop je met techniekactiviteiten in aanraking komt op basis van interesse. Plaats de techniekactiviteit die jouw interesse in techniek het meest kan verhogen bovenaan, de activiteit die jou het minst motiveert om

voor techniek te kiezen zet je onderaan". Leerlingen kiezen daarbij uit een lijst van vastgestelde activiteiten, waarin ook invloeden van ouders, social media, studiekeuzetesten etc. worden meegenomen. Om nog meer ruimte te bieden zou een leerling de mogelijkheid kunnen worden geboden om nog eigen opties toe te voegen en deze ook mee te nemen in de ranglijst.

Limitaties

Verbanden tussen determinanten

In huidig onderzoek zijn de verbanden tussen beïnvloedbare leerling kenmerken niet uitvoerig verkend. Bijvoorbeeld het verband tussen plezier en vaardigheden, of vaardigheden en eigen-effectiviteit. Uit de geïncludeerde onderzoeken blijkt echter meermaals dat er een samenhang bestaat tussen de scores op afzonderlijke onderwerpen. Zo vond Niepel, Stadler & Greiff (2019) dat de score op "wiskundig zelfconcept" sterk gerelateerd was aan de daadwerkelijke wiskundige prestatie van jongeren. Dit bleek eveneens uit het onderzoek van Franz-Odendaal et al. (2016) waarbij voor vrijwel alle vakken een significant positief verband werd gevonden tussen de rangorde van dat vak op basis van vertrouwen en op basis van plezier. Dit betekent dat wanneer het vertrouwen van een student in een vak toeneemt, de student dat vak ook hoger in de rangorde van favoriete vakken plaatste. Enkel voor biologie werd dit verband niet gevonden.

Focus op bèta techniek

In het kader van de onderzoeksvraag, die specifiek gericht is op het verhogen van de interesse in bètatechniek onder scholieren (leeftijd 9 tot 15 jaar) zijn enkel artikelen geïncludeerd die dit specifieke onderwerp adresseren. Hierdoor zijn studies die in een meer algemene zin keuzegedrag en ingangen tot gedragsveranderingen onderzoeken voor deze doelgroep buiten beschouwing gelaten.

Nawoord

Uit het huidige literatuuronderzoek komen meerdere aanbevelingen naar voren. De optimistische conclusie is dat er vanuit gedragswetenschappelijk perspectief meerdere aanknopingspunten zijn om programma's in het kader van Techniekpromotie effectiever in te richten, door focus te leggen op de gedragsmatige determinanten die voor de scholieren (9 tot 15 jaar) de opleidings- en beroepskeuze beïnvloeden. Door deze aanbevelingen op te volgen, kan vervolgonderzoek gerichtere strategieën opleveren om techniek effectief te promoten onder Nederlandse kinderen en jongeren, rekening houdend met de specifieke context en behoeften van deze doelgroep.

Gedeeltelijk lijkt dit advies direct toepasbaar voor zowel bestaand als nog te ontwikkelen Techniekpromotie programma's. Bijvoorbeeld door aandacht te hebben voor de invloed van eigen-effectiviteit van leerlingen of interesse in techniek in het (her)vormen van programma's. Van belang is om te erkennen dat de kennis die nodig is om van doel, in dit geval versterking van eigen-effectiviteit, tot concrete en effectieve aanpassing of aanvulling van programmamateriaal te komen, veel vraagt van ontwikkelaars. Nog duidelijker is de "kloof" tussen de ideale onderzoeks- en interventiemethodologie en de huidige realiteit. Niet alleen in de Nederlandse context, maar ook uit de internationale literatuur blijkt dat het bèta technisch veld nog een groot ontwikkelpotentieel heeft met betrekking tot het wetenschappelijk onderbouwen, vormgeven en evalueren van onderzoek naar, en programma's ter verbetering van, Techniekpromotie. Er bestaat een reële kans dat de kennis en vaardigheden die ontwikkelaars nu bezitten nog niet toereikend is om te werken zoals voorgesteld in de verschillende adviezen.

De wens van de Regieraad om ontwikkelaars en andere opdrachtnemers in de Techniekpromotie te bewegen naar een nieuwe manier van werken, waarin bovenstaande adviezen worden toegepast, zal uiting moeten krijgen in een passend plan om de doelgroep (ontwikkelaars) te motiveren en faciliteren om de gewenste gedragsmatige aanpassing te doen. In deel twee van huidig rapport wordt uitgebreid stilgestaan bij de stappen die de beleidsmakers te nemen hebben om implementatie van de nieuwe werkwijze tot een succes te maken.

Literatuurlijst

- Alexander, B. L., Janssen, J., Fraser, A. M., Bryce, C. I., & Fabes, R. A. (2022). A multimethod examination of hope and adolescent STEM career expectancies. *Journal of adolescence*, 94(8), 1163–1178. <https://doi.org/10.1002/jad.12094>
- Ait Moha, A., Muller, M. & Thijssen, R. (2019). Bèta&TechMentality: Herijking BètaMentality. *Platform Talent voor Technologie*. Verkregen op 14 mei 2024 van <https://admin.ptvt.nl/uploads/ptvt/originals/15ebcd05-5d9a-4bb8-ada5-a15a20b69c47.pdf>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J. F., Dillon, J. S. (2013). "It Didn't Really Change My Opinion": Exploring What Works, What Doesn't and Why in a School Science, Technology, Engineering and Mathematics Careers Intervention. *Research in Science & Technological Education*, 32:1, 35-55, DOI: 10.1080/02635143.2013.865601
- Archer, L., Dewitt, J., & Osborne, J. (2015). Is Science for Us? Black Students' and Parents' Views of Science and Science Careers. *Science education*, 99(2), 199–237. <https://doi.org/10.1002/sce.21146>
- Bakhuys Roozeboom, M., Bouwens, L. (2024). Aan de slag met gedrag: keuzewijzer met stappenplan. *Arbo*, 100(1), pp. 36-38.
- Banerjee, P. A. (2017). Is Informal Education the Answer to Increasing and Widening Participation in STEM Education? *Review of Education*, 5(2), 202-224.
- Bartholomew Eldregde, L. K., Markham, C. M., Ruiter, R. A. C., Fernández, M. E., Kok, G., & Parcel, G. S. (2016). *Planning health promotion programs: An Intervention Mapping approach* (4th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Beckmann, J. (2021). Gendered Career Expectations in Context: The Relevance of Normative and Comparative Reference Groups. *British Journal of Sociology of Education*, 42(7), 968–988.
- Blotnicky, K. A., Franz-Odendaal, T., French, F., Joy, P. (2018). A Study of the Correlation between STEM Career Knowledge, Mathematics Self-Efficacy, Career Interests, and Career Activities on the Likelihood of Pursuing a STEM Career among Middle School Students. *International Journal of STEM Education*, 5, Article 22.
- Bright World (z.d.). British education system. *Bright World*. Verkregen op 14 mei 2024 via <https://www.brightworldguardianships.com/en/guardianship/british-education-system/>
- Brug, J., van Dale, D., Lanting, L., Kremers, S., Veenhof, C., Leurs, M., van Yperen, T., & Kok, G. (2010). Towards evidence-based, quality-controlled health promotion: the Dutch recognition system for health promotion interventions. *Health Education Research*, 25(6), 1100–1106. <https://doi.org/10.1093/her/cyq046>
- Campbell, M., Fitzpatrick, R., Haines, A., Kinmonth, A. L., Sandercock, P., Spiegelhalter, D., & Tyrer, P. (2000). Framework for design and evaluation of complex interventions to improve health. *BMJ (Clinical research ed.)*, 321(7262), 694–696. <https://doi.org/10.1136/bmj.321.7262.694>
- Cejka, M. A., & Eagly, A. H. (1999). Gender-Stereotypic Images of Occupations Correspond to the Sex Segregation of Employment. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(4), 413-423. <https://doi.org/10.1177/0146167299025004002>

Centraal Bureau voor de Statistiek. (2023, Augustus 23). Drie kwart van de ondernemers ervaart personeelstekort. *Centraal Bureau Voor De Statistiek*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2023/34/drie-kwart-van-de-ondernemers-ervaart-personeelstekort>

Codioli McMaster, N. (2017). Who Studies STEM Subjects at a Level and Degree in England? An Investigation into the Intersections between Students' Family Background, Gender and Ethnicity in Determining Choice. *British Educational Research Journal*, 43(3), 528-553.

Comenius college (2024a). Informatieboekje VWO profielkeuzetraject. *Comenius College*. Verkregen op 14 februari 2024 via <https://www.comenius.nl/media/download/66806/infoboekje+profielkeuzetraject+vwo+22-23.pdf?>

Comenius college (2024b). Informatieboekje HAVO profielkeuzetraject. *Comenius College*. Verkregen op 14 februari 2024 via <https://www.comenius.nl/media/download/66805/infoboekje+profielkeuzetraject+havo+22-23.pdf?>

CROW (z.d.). Het toetsingsproces. *CROW*. Geraadpleegd op 19 februari 2024 van <https://toolkitverkeerseducatie.nl/meer-informatie/het-toetsingsproces/>

CROW (2015). Het meten van effecten van verkeerseducatie - Tien gouden regels voor effectmeting. *CROW*. Verkregen op 16 mei 2024 via <https://toolkitverkeerseducatie.nl/wp-content/uploads/2024/04/Het-meten-van-effecten-van-verkeerseducatie-Tien-gouden-regels-voor-effectmeting.pdf>

CROW Ede (2023). *Microlearnings Checklist Verkeerseducatie* [Video]. YouTube. Verkregen op 16 mei 2024 via <https://www.youtube.com/watch?v=MCHOPTIN8b4&list=PLXZddeC7gSJKjExH240bMc2Wd7heLoxHz>

Dunlop, L., Airey, J., Turkenburg, M., & Bennett, J. (2019). How Do Children Experience Primary Space Education? *Primary Science*, (157), 25-27.

DUS-I (z.d.). Sterk techniekonderwijs 2025-2028. *Dienst Uitvoering Subsidies aan Instellingen, Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport*. Verkregen op 2 september 2024 van <https://www.dus-i.nl/subsidies/sterk-techniekonderwijs-2025>

Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., & Midgley, C. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives* (pp. 74 –146). San Francisco, CA: Freeman.

Eldering, L. (2008). *Cultuur en opvoeding* (3e Editie). Lemniscaat.

El Mawas, N., Trúchly, P., Podhradský, P., Medvecký, M., Muntean, C. H. (2022). Impact of Game-Based Learning on STEM Learning and Motivation: Two Case Studies in Europe. *Knowledge Management & E-Learning*, 14(4), 360–394.

Fernandez, M. E., Ten Hoor, G. A., van Lieshout, S., Rodriguez, S. A., Beidas, R. S., Parcel, G., Ruiter, R. A. C., Markham, C. M., & Kok, G. (2019). Implementation Mapping: Using Intervention Mapping to Develop Implementation Strategies. *Frontiers in public health*, 7, 158. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00158>

Franz-Odendaal, T. A., Blotnicky, K., French, F., & Joy, P. (2016). Experiences and Perceptions of STEM Subjects, Careers, and Engagement in STEM Activities among Middle School Students in the Maritime Provinces. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(2), 153-168.

Gaspard, H., Dicke, A.-L., Flunger, B., Schreier, B., Häfner, I., Trautwein, U., & Nagengast, B. (2015). More value through greater differentiation: Gender differences in value beliefs about math. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 663–677. <https://doi.org/10.1037/edu0000003>

Glanz, K., Rimer, B. K., & Viswanath, K. "V." (Eds.). (2015). *Health behavior: Theory, research, and practice* (5th ed.). Jossey-Bass/Wiley.

Godin, G., Gagnon, H., Alary, M., Levy, J. J., & Otis, J. (2007). The degree of planning: an indicator of the potential success of health education programs. *Promotion & education*, 14(3), 138–142.

Green, L. and Kreuter, M. (2005) *Health program planning: An educational and ecological approach*. 4th Edition, McGraw Hill, New York.

Harackiewicz, J. M., Rozek, C. S., Hulleman, C. S., & Hyde, J. S. (2012). Helping parents to motivate adolescents in mathematics and science: an experimental test of a utility-value intervention. *Psychological science*, 23(8), 899–906. <https://doi.org/10.1177/0956797611435530>

Henriksen, E. K., Jensen, F., & Sjaastad, J. (2015). The Role of Out-of-School Experiences and Targeted Recruitment Efforts in Norwegian Science and Technology Students' Educational Choice. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 5(3), 203-222.

Hofstede, G. & Minkov, M. (2017). *Cultures and Organizations: Software of the mind, intercultural cooperation and its importance for survival* (3rd ed.). New York: McGraw Hill.

Hübner, N., Wille, E., Cambria, J., Oschatz, K., Nagengast, B., & Trautwein, U. (2017). Maximizing Gender Equality by Minimizing Course Choice Options? Effects of Obligatory Coursework in Math on Gender Differences in STEM. *Journal of Educational Psychology*, 109(7), 993-1009.

Hurk, A. van den, Meelissen, M. & Langen, A. van (2019). Interventions in education to prevent STEM pipeline leakage. *International Journal of Science Education*, 41(2), 150-164. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1540897>

Hukker, N., Vissers, J., Hegeman, G., Slinger, W., & Van Hees, J. (2016). 60 verkeersduatieproducten langs de meetlat. *Verkeerskunde*. Geraadpleegd op 18 februari 2024, van <https://www.verkeerskunde.nl/artikel/60-verkeersduatieproducten-langs-de-meetlat>

Huijs, J., Bakhuys Roozeboom, M., van Empelen, P., van Keulen, H., van der Beek, D., Steijn, W., Douwes, M., Bouwens, L., Goede, H., le Feber, M., de Korte, E. (z.d.) Keuzewijzer Gedragsinterventies Veilig en Gezond Werken. *TNO*. Geraadpleegd op 19 februari 2024, van https://gezondeneveiliggedrag.tno.nl/wp-content/uploads/sites/13/2022/09/TNO_KeuzewijzerGedragsinterventiesVeiligGezondWerken.pdf

Ikonen, K., Leinonen, R., Hirvonen, P. E., & Asikainen, M. A. (2019). Finnish Ninth Graders' Gender Appropriateness of Occupations. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(12), Article em1811.

Kağitçibaşı, C. (1996). *Family and human development across cultures. A view from the other side*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates

Kaleva, S., Pursiainen, J., Hakola, M., Rusanen, J., & Muukkonen, H. (2019). Students' Reasons for STEM Choices and the Relationship of Mathematics Choice to University Admission. *International Journal of STEM Education*, 6, Article 43.

Kang, J., Salonen, A., Tolppanen, S., Scheersoij, A., Hense, J., Rannikmäe, M., Soobard, R., & Keinonen, T. (2023). Effect of Embedded Careers Education in Science Lessons on Students' Interest, Awareness, and Aspirations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(1), 211-231.

Kiselova, R., Gravite, A. (2017). *STEM Education Policies and Their Impact on the Labour Market in Latvia. Current Business and Economics Driven Discourse and Education: Perspectives from Around the World*. BCES Conference Books, 2017, Volume 15"

Kompella, P., Gracia, B., LeBlanc, L., Engelman, S., Kulkarni, C., Desai, N., June, V., March, S., Pattengale, S., Rodriguez-Rivera, G., Ryu, S. W., Strohkendl, I., Mandke, P., & Clark, G. (2020). Interactive youth science workshops benefit student participants and graduate student mentors. *PLoS biology*, 18(3), e3000668. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000668> [29]

Kovarik, D. N., Patterson, D. G., Cohen, C., Sanders, E. A., Peterson, K. A., Porter, S. G., & Chowning, J. T. (2013). Bioinformatics education in high school: implications for promoting science, technology, engineering, and mathematics careers. *CBE life sciences education*, 12(3), 441–459. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-11-0193>

Landelijk Aktie Komitee Scholieren (2024). Mag een school eisen stellen aan de toelating tot profielen?. LAKS. verkregen op 14 februari 2024 via <https://www.laks.nl/vragen/mag-een-school-eisen-stellen-aan-de-toelating-tot-profielen/>

Langen, van A. & Meelissen M. (2019). *De lekkende bèta/technische pijpleiding en hoe deze te repareren: Samenvatting, conclusies en aanbevelingen*. KBA Nijmegen, Universiteit Twente.

Lent, RW, Paixao, MA, da Silva, JT, Leitao, LM. (2010). Predicting occupational interest and choice aspirations in Portuguese high school students: a test of social cognitive career theory. *Journal of Vocational Behavior*, 76, 244–251. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2009.10.001>

Loketgezondheleve.nl (z.d.-a). Gezondheidsbevordering: een planmatige aanpak. *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport*. Geraadpleegd op 29 augustus 2024 van <https://www.loketgezondleven.nl/gezondheidsthema/bevorderen-van-gezond-gedrag-hoe-doet-u-dat/planmatige-aanpak>

Loketgezondleven.nl (z.d.-b). Gezondheidsbevordering: praktijkvoorbeelden. *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport*. Geraadpleegd op 29 augustus 2024 van <https://www.loketgezondleven.nl/gezondheidsthema/bevorderen-van-gezond-gedrag-hoe-doet-u-dat/praktijkvoorbeelden>

Loketgezondleven.nl (z.d.-c). Werkwijze erkenning aanvragen. *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport*. Geraadpleegd op 18 februari 2024 van <https://www.loketgezondleven.nl/advies-ondersteuning/interventie-eigenaren/werkwijze-erkenning-aanvragen>

- Marsh, H. W. (1990). *Self Description Questionnaire (SDQ) II: A theoretical and empirical basis for the measurement of multiple dimensions of adolescent self-concept: An interim test manual and a research monograph*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Mason, D. (2002). Articulations: A case for “physics first”. *Journal of Chemical Education*, 79(12), 1393.
- Mays, J.A. (2016). A brief history of the B-C-P sequence. *Novare Science and Math*, 7(2), 1-4.
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2024). Subsidieregeling Sterk Techniekonderwijs 2025 tot 2029 gepubliceerd. *Nieuwsbrieven Ministerie van OCW*. Geraadpleegd op 2 september 2024, van <https://www.nieuwsbrievenminocw.nl/actueel/nieuws/2024/04/18/subsidieregeling-sterk-techniekonderwijs-2025-tot-2029-gepubliceerd>
- Mostafa, T. (2019), Why don't more girls choose to pursue a science career?, PISA in Focus, No. 93, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/02bd2b68-en>.
- Mujtaba, T. & Reiss, M. (2014). a Survey of Psychological, Motivational, Family and Perceptions of Physics Education Factors that Explain 15-YEAR-OLD Students' Aspirations to Study Physics in Post-Compulsory English Schools. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 12. 10.1007/s10763-013-9404-1.
- Nationaal Groeifonds (z.d.-a). Techkwadraat (voorheen Investeren in het talent van de toekomst!). *Nationaal Groeifonds*. Verkregen op 2 september 2024, van <https://www.nationaalgroeifonds.nl/overzicht-lopende-projecten/thema-onderwijs/techkwadraat>
- Nationaal Groeifonds (z.d.-b). Impuls Open Leermateriaal. *Nationaal Groeifonds*. Verkregen op 2 september 2024, van <https://www.nationaalgroeifonds.nl/overzicht-lopende-projecten/thema-onderwijs/impuls-open-leermateriaal>
- Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek (z.d. (a)). Andere initiatieven. *Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek*. Geraadpleegd op 19 februari 2024 van <https://www.nro.nl/andere-initiatieven>
- Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek (z.d. (b)). Onderzoek. *Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek*. Geraadpleegd op 19 februari 2024 van <https://www.nationaalcohortonderzoek.nl/onderzoek>
- Niepel, C., Stadler, M., & Greiff, S. (2019). Seeing Is Believing: Gender Diversity in STEM Is Related to Mathematics Self-Concept. *Journal of Educational Psychology*, 111(6), 1119-1130. [18]
- O’Cathain, A., Croot, L., Duncan, E., Rousseau, N., Sworn, K., Turner, K. M., Yardley, L., & Hoddinott, P. (2019). Guidance on how to develop complex interventions to improve health and healthcare. *BMJ Open*, 9(8), 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029954>
- Overheid (2023). Uitvoeringsregeling subsidie verkeerseducatie scholieren Noord-Holland 2024. *Overheid.nl*. Verkregen op 2 september 2024, van <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR708085/1>
- Parker, D. L., Brosseau, L. M., Samant, Y., Xi, M., Pan, W., Haugan, D., & Study Advisory Board (2009). A randomized, controlled intervention of machine guarding and related safety programs in small metal-fabrication businesses. *Public health reports* (Washington, D.C. : 1974), 124 Suppl 1(Suppl 1), 90–100. <https://doi.org/10.1177/003335490912445111>

Perez-Felkner, L., McDonald, S. K., Schneider, B., & Grogan, E. (2012). Female and male adolescents' subjective orientations to mathematics and the influence of those orientations on postsecondary majors. *Developmental psychology*, 48(6), 1658–1673. <https://doi.org/10.1037/a0027020>

Peters G. J. Y., Bruin M. de, Crutzen R. (2015) Everything should be as simple as possible, but no simpler: towards a protocol for accumulating evidence regarding the active content of health behaviour change interventions. *Health Psychology Review*. 2015 Jan 1;9(1):1–14.

Platform Talent voor Technologie (2023). Jongeren en profielkeuze bètatechniek. *Platform Talent voor Technologie*. Verkregen op 15 september 2024, van <https://admin.ptvt.nl/uploads/ptvt/originals/d68e5831-1f6a-4ca8-b055-a10adf56c175.pdf>

Platform Talent voor Technologie (z.d.). Investeren in het talent van de toekomst!. *Platform Talent voor Technologie*. Verkregen op 2 september 2024, van <https://www.ptvt.nl/vraagstuk/investeren-in-het-talent-van-de-toekomst> .

PMT (z.d.). Sociaal partners en gepensioneerden verenigingen. *PMT*. Verkregen op 2 september 2024, van <https://www.pmt.nl/over-pmt/organisatie/sociale-partners/#:~:text=In%20het%20bestuur%20van%20PMT,zorgen%20voor%20de%20cao%2Dregelingen>

Post, T., & Walma van der Molen, J.H. (2014). Effects of company visits on Dutch primary school children's attitudes toward technical professions. *International journal of technology and design education*, 4(24), 349-373.

Qompas Profielkeuze (2024). Profielen en vakken. *Qompas*. Verkregen op 14 februari 2024 via <https://profielkeuze.qompas.nl/Informatie/ProfielenenVakken>

Randstad (z.d.). Generatie z: dit wil je weten over de jongste generatie op de werkvloer. *Randstad*. Geraadpleegd op 17 april 2024, van <https://www.randstad.nl/werkgevers/kenniscentrum/employer-branding/zo-werkt-generatie-z>

Rijksoverheid (2023). Aanpak personeelstekort in techniek en ICT. *Rijksoverheid*. Verkregen op 2 september 2024, van <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken/nieuws/2023/02/03/aanpak-personeelstekort-in-techniek-en-ict>

Rozek, C. S., Svoboda, R. C., Harackiewicz, J. M., Hulleman, C. S., & Hyde, J. S. (2017). Utility-value intervention with parents increases students' STEM preparation and career pursuit. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(5), 909–914. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607386114>

Ruiter, R. A. C., & Crutzen, R. (2020). Core Processes: How to Use Evidence, Theories, and Research in Planning Behavior Change Interventions. *Frontiers in Public Health*, 8, 247. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00247>

Schultz, P. W., Hernandez, P. R., Woodcock, A., Estrada, M., Chance, R. C., Aguilar, M., & Serpe, R. T. (2011). Patching the Pipeline: Reducing Educational Disparities in the Sciences Through Minority Training Programs. *Educational evaluation and policy analysis*, 33(1), 10.3102/0162373710392371. <https://doi.org/10.3102/0162373710392371>

Sheu, HB, Lent, RW, Brown, SD, Miller, MJ, Hennessy, KD, Duggy, RD. (2010). Testing the choice model of social cognitive career theory across Holland themes: a meta-analytic path analysis. *Journal of Vocational Behavior*, 76, 252–264. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2009.10.015>

Siani, A., & Dacin, C. (2018). An Evaluation of Gender Bias and Pupils' Attitude towards STEM Disciplines in the Transition between Compulsory and Voluntary Schooling. *New Directions in the Teaching of Physical Sciences*, 13(1).

Siani, A., & Harris, J. (2023). Self-Confidence and STEM Career Propensity: Lessons from an All-Girls Secondary School. *Open Education Studies*, 5(1), Article 20220180.

Skipper, Y., & Leman, P. J. (2017). The Role of Feedback in Young People's Academic Choices. *International Journal of Science Education*, 39(4), 453-467.

Sterk Techniekonderwijs (2019). Handreiking voor het voeren van de projectadministratie. *Sterk Techniekonderwijs*. definitieve versie 1.0 d.d. 21 november 2019, blz. 7-0. Verkregen op 4 september 2024, van <https://www.sterktechniekonderwijs.nl/wp-content/uploads/sites/2/2019/11/21112019-STO-handreiking-projectadministratie.pdf>

Sterk Techniekonderwijs (2024). Girls' Day op 11 april 2024. *Sterk Techniekonderwijs*. Verkregen op 15 februari 2024 via <https://www.sterktechniekonderwijs.nl/agenda/girls-day-2024/>

Stoeger, H., Schirner, S., Laemmle, L., Obergriesser, S., Heilemann, M., & Ziegler, A. (2016). A contextual perspective on talented female participants and their development in extracurricular STEM programs. *Beyond the Iq Test*, 1377, 53–66. doi:10.1111/nyas.13116

Stoeger, H., Debatin, T., Heilemann, M., Schirner, S., & Ziegler, A. (2021). Nine years of online mentoring for secondary school girls in STEM: an empirical comparison of three mentoring formats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1483(1), 153–173. <https://doi.org/10.1111/nyas.14476>

Stoeger, H., Debatin, T., Heilemann, M., Schirner, S., & Ziegler, A. (2023). Online mentoring for girls in secondary education to increase participation rates of women in STEM: A long-term follow-up study on later university major and career choices. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1523(1), 62–73. <https://doi.org/10.1111/nyas.14989>

Sáinz, M., Fàbregues, S., Romano, M. J., & López, B. S. (2022). Interventions to increase young people's interest in STEM. A scoping review. *Frontiers in psychology*, 13, 954996. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.954996>

Starr, C. R., Ramos Carranza, P., & Simpkins, S. D. (2022). Stability and changes in high school students' STEM career expectations: Variability based on STEM support and parent education. *Journal of adolescence*, 94(6), 906–919. <https://doi.org/10.1002/jad.12067>

Techkwadraat (z.d.). Netwerkaart. *Techkwadraat*. Verkregen op 2 september 2024 via <https://netwerk.techkwadraat.nl/>

Techniekpact (2022). Monitor Techniekpact. *Techniekpact*. Verkregen op 29 januari 2024 via <https://admin.techniekpact.nl/uploads/techniekpact/originals/f5e8dc71-5061-47ef-aacf-4a75218e6a72.pdf>

Techniekpact (2023a). Kenmerken van de technische arbeidsmarkt. *Techniekpact*. Verkregen op 19 december 2023 via <https://www.techniekpact.nl/monitor-techniekpact/monitor/kenmerken-van-de-technische-arbeidsmarkt#grafiek122>

Toolkit Verkeerseducatie (z.d.). Kenniscatalogus. *CROW*. Geraadpleegd op 17 april 2024 van <https://toolkitverkeerseducatie.nl/kenniscatalogus/>

Tse, S. (2017). Wellbeing in Non-Western Cultures. In M. Slade, L. Oades & A. Jardien (Eds.), *Wellbeing, Recovery and Mental Health* (pp.194-206). Cambridge.

UWV (2023a). Dashboard spanningsindicator. *UWV*. Verkregen op 19 december 2023 via <https://www.werk.nl/arbeidsmarktinformatie/dashboards/spanningsindicator>

UWV (2023b). Dashboard vacaturemarkt. *UWV*. Verkregen op 19 december 2023 via <https://www.werk.nl/arbeidsmarktinformatie/dashboards/vacaturemarkt>

UWV (2023c). Geregistreerde Werkzoekenden bij UWV. *UWV*. Verkregen op 19 december 2023 via <https://www.werk.nl/arbeidsmarktinformatie/dashboards/geregistreerde-werkzoekenden>

Van den Berg, E., De Graaf, D., Van Casteren, W., Mulder, J., Voncken, E., & Meng, C. (2020). *Analyse van de regioplannen Sterk Techniekonderwijs* (ISBN 978-90-5220-062-0). SEO Economisch Onderzoek. Geraadpleegd op 4 september 2024, van https://www.sterktechniekonderwijs.nl/wp-content/uploads/sites/2/2020/06/02_Analyse-Regioplannen-Sterk-Techniekonderwijs_def-002.pdf

Vakraad Metaal&Techniek (z.d.). Scholing en opleiding. *Vakraad Metaal&Techniek*. Verkregen op 2 september 2024, van <https://www.vakraad.nl/regelingen/scholing-en-opleiding/>

Vinni-Laakso, J., Upadyaya, K., & Salmela-Aro, K. (2022). Associations between adolescent students' multiple domain task value-cost profiles and STEM aspirations. *Frontiers in psychology*, 13, 951309. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.951309>

Vissers, J., & Hukker, N. (z.d.). Toelichting Leerdoelendocument Permanente Verkeerseducatie 2.0: Doelgroep 4 – 12 jaar (basisschool). *CROW-KpVV*. Verkregen op 16 mei 2024, via <https://toolkitverkeerseducatie.nl/wp-content/uploads/2024/01/Toolkit-verkeerseducatie-Leerdoelendocument-basisonderwijs-2.0.pdf>

Vissers, J.A.M.M. (2010) *Checklist verkeerseducatie. Kwaliteitsindicatoren voor het beoordelen van verkeerseducatieprogramma's*. Amersfoort, DHV.

Vissers, J.A.M.M. (2012) *Checklist verkeerseducatie. Werkwijze en procedure*. Amersfoort, Royal HaskoningDHV.

Vissers, J., Adriaens, M., Hukker, N., & Hegeman, G. (2019). Checklist verkeerseducatie: 10 stappen, substappen, toelichting en voorbeelden. *CROW-KpVV*. Verkregen op 16 mei 2024, via <https://crow.nl/kennis/tools-mobiliteit-en-gedrag/toolkit-verkeerseducatie>

Vissers J., Slinger W., Hukker N., Kluitman A. (2023). De checklist verkeerseducatie: Tien jaar kwaliteit meten van verkeerseducatieve interventies. *Tijdschrift Vervoerswetenschap*, Jaargang 59, nummer 2, p23-42.



Wallace, E. W., Perry, J. C., Ferguson, R. L., & Jackson, D. K. (2015). The Careers in Health and Medical Professions Program (CHAMPS): An Impact Study of a University-Based STEM+H Outreach Program. *Journal of Science Education and Technology*, 24(4), 484–495. <http://www.jstor.org/stable/43867326>

Wij Techniek (z.d.). Meiden in de techniek: gebruik de praktijkwijzer. *Wij Techniek*. Verkregen op 2 september 2024, van <https://www.wij-techniek.nl/meiden-in-de-techniek/>

Wiggins G, McTighe J (1998). *Understanding by Design*, Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Bijlage 1. Zoektermen en zoekstrings Literatuuronderzoek

Search	Database	Datum	Zoekstring en filters
1.1.	Pubmed	18-07-2023	<p>((((((("primary school") OR (children)) OR ("primary education") OR ("elementary school")) OR ("childhood")) OR ("pre-adolescents")) OR ("Child"[Mesh])) OR ("Schools"[Mesh:NoExp])) AND ("science, technology, engineering and mathematics")) AND (((career) OR (job)) OR (work))</p>
1.2.	Pubmed	27-07-2023	<p>((((((highschool) OR (youth)) OR ("Adolescent"[Mesh])) OR ("Adolescent Development"[Mesh])) OR ("Puberty"[Mesh])) OR ("early adolescents")) OR ("high school")) AND ("science, technology, engineering and mathematics") OR ("STEM career"))</p> <p>Filter: 5 years</p>
2.1.	ERIC	19-07-2023	<p>((("Denmark" OR "Danish" OR "Estonia" OR "Estonian" OR "Finland" OR "Finnish" OR "Iceland" OR "Icelandic" OR "Latvia" OR "Latvian" OR "Lithuania" OR "Lithuanian" OR "Norway" OR "Norwegian" OR "Sweden" OR "Swedish" OR "North Europe" OR "Northern Europe" OR "North-European") OR ("Andorra" OR "Andorran" OR "Austria" OR "Austrian" OR "Belgium" OR "Belgian" OR "France" OR "French" OR "Germany" OR "German" OR "Ireland" OR "Irish" OR "Liechtenstein" OR "Liechtensteiner" OR "Luxembourg" OR "Luxembourgish" OR "Monaco" OR "Monégasque" OR "Netherlands" OR "Dutch" OR "Switzerland" OR "Swiss" OR "West Europe" OR "Western Europe" OR "West-European")) AND (((((((("primary school") OR (children)) OR ("primary education") OR ("elementary school")) OR (childhood)) OR ("pre-adolescents")) OR ("Child"[Mesh])) OR ("Schools"[Mesh:NoExp])) OR (((((((highschool) OR (youth)) OR ("Adolescent"[Mesh])) OR ("Adolescent Development"[Mesh])) OR ("Puberty"[Mesh])) OR ("early adolescents")) OR ("high school")))) AND (((("science, technology, engineering and mathematics") OR ("science, technology, engineering, mathematics")) OR ("science technology engineering mathematics")) OR ("STEM career"))</p> <p>Filter: Since 2014 (last 10 years)</p>
2.2.A.	ERIC	27-07-2023	<p>((("science, technology, engineering and mathematics") OR ("STEM career")) AND (((((((("primary school") OR (children)) OR ("primary education") OR ("elementary school")) OR (childhood)) OR ("pre-adolescents")) OR ("Child"[Mesh])) OR ("Schools"[Mesh:NoExp])) OR (((((((highschool) OR (youth)) OR ("Adolescent"[Mesh])) OR ("Adolescent Development"[Mesh])) OR ("Puberty"[Mesh])) OR ("early adolescents")) OR ("high school"))))</p> <p>Filter: Location: U.K. Filter: Since 2014 (last 10 years)</p>
2.2.B.	ERIC	27-07-2023	<p>((("science, technology, engineering and mathematics") OR ("STEM career")) AND (((((((("primary school") OR (children))</p>



			<p>OR ("primary education")) OR ("elementary school")) OR (childhood)) OR ("pre-adolescents")) OR ("Child"[Mesh])) OR ("Schools"[Mesh:NoExp])) OR (((((((highschool) OR (youth)) OR ("Adolescent"[Mesh])) OR ("Adolescent Development"[Mesh])) OR ("Puberty"[Mesh])) OR ("early adolescents")) OR ("high school"))))</p> <p>Filter: Location: U.K. (England) Filter: Since 2014 (last 10 years)</p>
2.2.C.	ERIC	27-0702023	<p>((("science, technology, engineering and mathematics") OR ("STEM career")) AND (((((((("primary school") OR (children)) OR ("primary education")) OR ("elementary school")) OR (childhood)) OR ("pre-adolescents")) OR ("Child"[Mesh])) OR ("Schools"[Mesh:NoExp])) OR (((((((highschool) OR (youth)) OR ("Adolescent"[Mesh])) OR ("Adolescent Development"[Mesh])) OR ("Puberty"[Mesh])) OR ("early adolescents")) OR ("high school"))))</p> <p>Filter: Location: Germany Filter: Since 2014 (last 10 years)</p>
2.2.D.	ERIC	27-0702023	<p>((("science, technology, engineering and mathematics") OR ("STEM career")) AND (((((((("primary school") OR (children)) OR ("primary education")) OR ("elementary school")) OR (childhood)) OR ("pre-adolescents")) OR ("Child"[Mesh])) OR ("Schools"[Mesh:NoExp])) OR (((((((highschool) OR (youth)) OR ("Adolescent"[Mesh])) OR ("Adolescent Development"[Mesh])) OR ("Puberty"[Mesh])) OR ("early adolescents")) OR ("high school"))))</p> <p>Filter: Location: Finland Filter: Since 2014 (last 10 years)</p>
2.2.E.	ERIC	27-0702023	<p>((("science, technology, engineering and mathematics") OR ("STEM career")) AND (((((((("primary school") OR (children)) OR ("primary education")) OR ("elementary school")) OR (childhood)) OR ("pre-adolescents")) OR ("Child"[Mesh])) OR ("Schools"[Mesh:NoExp])) OR (((((((highschool) OR (youth)) OR ("Adolescent"[Mesh])) OR ("Adolescent Development"[Mesh])) OR ("Puberty"[Mesh])) OR ("early adolescents")) OR ("high school"))))</p> <p>Filter: Location: Netherlands Filter: Since 2014 (last 10 years)</p>

Galan Groep

Rutgers van Rozenburglaan 2

3744 MC Baarn

T: +31 (0)35 694 80 00

E:

info@galangroep.nl

mwats@galangroep.nl mailto:

hvanpelt@galannxt.nl