

KU LEUVEN

FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN
PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

**Ingenieur in de Maak? De Impact van een
Projectmatige STEM-Interventie op de
Ingenieursidentiteit van Vlaamse Scholieren**

Masterproef aangeboden tot het
verkrijgen van de graad van
Master of Science in de
psychologie door
Lola Demol

promotor: prof. dr. ir. Hanne Deprez
copromotor: dr. Sofie Craps

2024-2026

KU LEUVEN

FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN
PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

**Ingenieur in de Maak? De Impact van een
Projectmatige STEM-Interventie op de
Ingenieursidentiteit van Vlaamse Scholieren**

Masterproef aangeboden tot het
verkrijgen van de graad van
Master of Science in de
psychologie door
Lola Demol

promotor: prof. dr. ir. Hanne Deprez
copromotor: dr. Sofie Craps

2024-2026

Samenvatting

Om maatschappelijke uitdagingen aan te pakken, is de vraag naar sterke STEM-profielen en ingenieurs groot. De instroom blijft echter beperkt doordat jongeren vaak een stereotiep beroepsbeeld hebben en drempels ervaren om zich met het vakgebied te identificeren. Projectmatige STEM-interventies in het secundair onderwijs trachten jongeren te motiveren door de kloof met de praktijk te dichten. De impact hiervan op de ontwikkeling van de ingenieursidentiteit is echter onvoldoende systematisch onderzocht. Deze masterproef brengt de ingenieursidentiteit van Vlaamse leerlingen in de derde graad secundair onderwijs in kaart. Specifiek wordt onderzocht welke factoren hiermee samenhangen aan de startlijn en hoe deze evolueert na deelname aan een STEM-interventie.

In dit onderzoek werd een kwantitatief design met een voor- en nameting via vragenlijsten gehanteerd om de impact van verschillende projectmatige STEM-interventies doorheen het schooljaar te evalueren. De initiële steekproef bestond uit 459 leerlingen uit de derde graad van het secundair onderwijs met minstens enige interesse in ingenieurswetenschappen. Voor de effectmeting werd een subset van 283 leerlingen geanalyseerd die zowel de pre- als de post-test voltooiden. De data werden geanalyseerd via t-testen, variantieanalyses en meervoudige lineaire regressies. Uit de startmeting bleken significante structurele verschillen: binnen de geïnteresseerde groep scoorden jongens hoger dan meisjes op alle componenten van ingenieursidentiteit: interesse, competentie en erkenning. Daarnaast rapporteerden leerlingen van wie de ouders een master- of doctoraatsdiploma bezaten een hogere perceptie van de eigen competentie dan de leerlingen van wie de ouders een bachelor diploma bezaten. Wat betreft de psychologische componenten toonden de regressiemodellen aan dat *sense of belonging* (het gevoel erbij te horen) met voorsprong de sterkste verklarende factor was voor de opbouw van een ingenieursidentiteit, met een aanzienlijk grotere invloed dan louter de initiële interesse in engineering of STEM. Verder wezen de pre-post analyses op een algemene daling van de ingenieursidentiteit na de projecten, ongeacht het type interventie of de periode in het schooljaar. Bij leerlingen met een matige interesse (de 'twijfelaars') vertaalde dit zich in een afname op alle identiteitsschalen. Bij sterk geïnteresseerde leerlingen daalde enkel de interesse, terwijl hun gevoel van competentie en erkenning stabiel bleef.

De resultaten suggereren dat *sense of belonging* een fundamentele laag vormt voor de ontwikkeling van een ingenieursidentiteit dan louter inhoudelijke interesse. Dit impliceert dat onderwijsinterventies niet uitsluitend moeten inzetten op technologische uitdagingen, maar expliciet moeten investeren in een inclusief leerklimaat om drempels voor ondervertegenwoordigde groepen, zoals meisjes, weg te werken. De geobserveerde daling in identiteitsscores hoeft niet als falen geïnterpreteerd te worden. Naast ongemeten doelen zoals leerwinst, fungeerde de interventie voor velen immers als een realistische oriëntatietool om verwachtingen te kalibreren voor het hoger onderwijs.

Woord van Dank

Het schrijven van een masterproef is een uitdaging op zich, zeker in combinatie met een voltijdse stage van zeven maanden. Het was een periode van vele uren doorwerken na vermoeiende stagedagen en het optimaal benutten van elke vakantie, weekend en vrij moment. Hoewel dit onderzoek een individuele opdracht was, had ik dit sluitstuk nooit kunnen verwezenlijken zonder de steun van enkele bijzondere mensen.

In de eerste plaats wil ik graag mijn promotor Hanne Deprez en copromotor Sofie Craps bedanken voor hun uitstekende begeleiding en voor de kans om rond dit boeiende onderwerp te werken. Hun kritische en constructieve blik daagde me uit om mijn thesis keer op keer te verbeteren. Ik ben hen enorm dankbaar voor deze leeropportunity en de academische groei die ik dankzij hen heb doorgemaakt.

Verder bedank ik Mieke Cannaerts voor de waardevolle informatie over de opstelling van de vragenlijst. Ik kon haar steeds contacteren en apprecieer haar uitgebreide antwoorden en grote hulpvaardigheid enorm. Daarnaast gaat een speciale dank uit naar Britney Goffin. Hoewel we elk onze eigen thesis schreven binnen hetzelfde onderwerp, had ik ontzettend veel aan onze samenwerking. We steunden elkaar, konden bij elkaar terecht voor praktische vragen of ideeën en het deed deugd om af en toe samen onze bezorgdheden en frustraties te delen.

Een oprecht woord van dank gaat ook naar Dagmar Douven, mijn Stuvo-coach. Omdat ik sterk geloof in de kracht van coaching, contacteerde ik haar in mijn eerste jaar. Ze luisterde de afgelopen twee jaar geduldig naar mijn spraakwatervallen en bezorgdheden, verzekerde me dat ik op de goede weg was en geloofde rotsvast in mijn kunnen. Ze leerde me relativeren en omgaan met perfectionisme, een proces waarin ik tijdens deze twee jaar enorm ben gegroeid.

Tot slot bedank ik mijn naaste omgeving. Mijn ouders wil ik in het bijzonder bedanken voor het nalezen van mijn teksten en de bruikbare tips. Aan hen en mijn vriend: bedankt om me op te vangen bij momenten van stress en paniek, me ontelbare keren gerust te stellen en in mij te blijven geloven, zelfs wanneer ik dat zelf even niet meer deed. Bedankt om mijn doorzettingsvermogen te versterken en me te motiveren om steeds voor de extra *mile* te gaan. Ook dank ik jullie voor de oprechte interesse telkens wanneer ik over deze masterproef vertelde.

Een laatste, zeer dierbare vermelding is voor mijn beide oma's, die ik op korte tijd ben verloren tijdens het eerste jaar van deze masterproef. Hoewel ik dit eindresultaat helaas niet meer fysiek met hen kan delen, draag ik dit werk in mijn hart ook aan hen op. Ik ben er zeker van dat ze ongelooflijk trots zouden zijn op mij.

Ontzettend bedankt allemaal.

Lola

Toelichting Aanpak en Eigen Inbreng

Dit masterproefproces besloeg een periode van twee academiejaren. Het onderzoeksonderwerp werd in het eerste jaar aan mij toegewezen via het lotingssysteem van de faculteit. **Oorspronkelijk kreeg ik dit project samen met mijn medestudente, Britney Goffin. Hoewel we binnen hetzelfde overkoepelende thema werkten, besloten we bij de start om elk een individuele masterproef met een volledig eigen onderzoeksfocus uit te werken.** Gedurende het proces hebben we elkaar ondersteund en konden we bij elkaar terecht met vragen, maar de verdere uitvoering en de verslaglegging van onze masterproeven verliep volledig zelfstandig.

Het eerste jaar stond voornamelijk in het teken van de literatuurstudie en het bepalen van de onderzoeksopzet. Mijn promotor en copromotor reikten enkele waardevolle startartikelen aan die me de juiste richting uitstuurden. Vervolgens heb ik zelfstandig de verdere literatuur bestudeerd rond de kernconcepten van mijn thesis, zoals sense of belonging, ingenieursidentiteit, stereotypen en de effecten van STEM-interventies. Om mijn academische schrijfvaardigheid aan te scherpen en beknopter te leren rapporteren, heb ik op eigen initiatief ook diverse handboeken over wetenschappelijk schrijven doorgenomen. Ik schreef in dit eerste jaar de eerste conceptversies van zowel het theoretisch kader als het contexthoofdstuk. Daarnaast formuleerde ik de onderzoeksvragen, dacht ik al na over de bijhorende analysestrategieën en werkte ik een eerste ruwe versie van de methodologie uit. In de zomermaanden werkte ik proactief vooruit door de literatuurstudie grotendeels af te ronden en een gedetailleerde langetermijnplanning op te stellen.

Wat de kwantitatieve dataverzameling betreft, maakte deze masterproef gebruik van een bestaande dataset (secundaire data-analyse). De vragenlijst werd opgesteld door doctoraatsstudente Mieke Cannaerts en de dataverzameling via het STEM-Award en Innovation Lab project, twee STEM-projecten voor secundaire scholen, was reeds opgestart vóór de toewijzing van mijn onderwerp. In lijn hiermee werd ook de vereiste aanvraag bij de ethische commissie al door mijn promotor in orde gebracht nog voor ik aan dit project werd toegekend. Hoewel ik de kwantitatieve data niet zelf heb verzameld, heb ik me wel actief ingezet voor het bredere project. Zo was ik in mei aanwezig op de finaledag van de STEM-Award. Samen met Britney stelde ik op voorhand een interviewleidraad op, waarna we ook gezamenlijk de diepte-interviews afnamen bij de leerlingen. Hoewel deze kwalitatieve data niet werden gebruikt voor mijn eigen kwantitatieve onderzoek, bood dit me de kans voeling te krijgen met de praktijk van de leerlingen en leverde het waardevolle extra data op voor het bredere onderzoeksproject.

De verwerking van de kwantitatieve dataset in het tweede jaar was een aanzienlijk en volledig zelfstandig luik van mijn werk. Omdat de individuele responsen van de pre- en post-metingen handmatig gematcht moesten worden, vergde de data-opschoning uiterste precisie en doorzettingsvermogen. Na het opschonen van de data heb ik zelfstandig de factor- en betrouwbaarheidsanalyses uitgevoerd, de finale steekproef afgebakend en de gepaste statistische toetsen geselecteerd en uitgevoerd in SPSS. De fase van de data-analyse bleek een onverwachte mijlpaal: ik haalde hier aanzienlijk meer voldoening en plezier uit dan ik vooraf had ingeschat. De resultaten legde ik vervolgens voor aan mijn promotoren, waarna zij suggesties deden voor bijkomende analyses. Door deze besprekingen groeide mijn kritische blik en kreeg ik de ruimte om de bevindingen in mijn eigen woorden te interpreteren en te rapporteren.

Het schrijfproces van de resultaten en de discussie was een leerzame uitdaging, in het bijzonder omdat ik dit in het tweede jaar combineerde met een voltijdse stage van zeven maanden. Deze combinatie dwong me om mijn projectmanagementvaardigheden sterk te ontwikkelen en gedisciplineerd om te gaan met de beschikbare tijd. Gedurende dit hele tweejarige traject kon ik rekenen op de begeleiding van mijn promotor en copromotor, die stevast tijd vrijmaakten voor overlegmomenten en bereikbaar waren voor inhoudelijke feedback.

Tot slot wil ik transparant zijn over het gebruik van generatieve AI gedurende het schrijfproces. Het gebruik van deze instrumenten (meer specifiek Gemini) werd strikt gelimiteerd tot een spellings- en grammaticachecker om de taalkundige correctheid en de vlotheid van de zelfgeschreven tekst te optimaliseren. De finale verantwoordelijkheid voor de academische integriteit, de inhoud en de analyses ligt uitsluitend bij mijzelf; de structuur en argumentatie zijn volledig het resultaat van mijn eigen denkproces en werk.

Inhoudsopgave

Samenvatting	i
Woord van Dank	ii
Toelichting Aanpak en Eigen Inbreng	iii
Inhoudsopgave.....	v
Lijst met Tabellen	vii
Lijst met Figuren	viii
Ingenieur in de maak? De impact van een Projectmatige STEM-interventie op de Ingenieursidentiteit van Vlaamse Scholieren	1
Context van Deze Studie	4
STEM-Awards	4
Innovation Lab	5
Synthese	5
Literatuurstudie	6
Theoretisch Kader	6
<i>Identiteit in het Algemeen</i>	<i>6</i>
<i>Van Wetenschapsidentiteit naar Ingenieursidentiteit</i>	<i>7</i>
<i>Ingenieursidentiteit: Definitie en Dimensies</i>	<i>8</i>
<i>Identiteit als Analytisch Kader in Deze Studie</i>	<i>9</i>
<i>Relevantie</i>	<i>9</i>
Bouwstenen van en Invloeden op Ingenieursidentiteit	10
<i>Op Individueel Niveau</i>	<i>10</i>
<i>Op Sociaal Niveau</i>	<i>11</i>
<i>Op Structureel Niveau.....</i>	<i>14</i>
Sense of Belonging	18
Beeld van de Ingenieurswereld.....	19
De Derde Graad als Kantelpunt: Het Versterken van Ingenieursidentiteit via Buitenschoolse STEM-Initiatieven	20
Synthese en Positionering van Deze Studie.....	23
Methode	25
Onderzoeksopzet.....	25
Participanten en Procedure	27
<i>Procedure en Datacollectie</i>	<i>27</i>
<i>Selectie van de Analysegroep en Representativiteit.....</i>	<i>27</i>
<i>Demografie van de finale steekproef</i>	<i>28</i>
<i>Ethische Aspecten</i>	<i>29</i>
Meetinstrumenten	30
<i>Ingenieursidentiteit</i>	<i>30</i>
<i>Sense of Belonging.....</i>	<i>31</i>
<i>Beeld van de Ingenieurswereld</i>	<i>32</i>
<i>Interesse in STEM en Engineering</i>	<i>32</i>
<i>Demografische Variabelen</i>	<i>32</i>

Dataverwerking en Analysestrategie	33
<i>Datavoorbereiding en Data-opschoning</i>	33
<i>Analysestrategie</i>	35
Resultaten	37
Beschrijvende Statistiek van de Ingenieursidentiteit.....	37
Onderzoeksvraag 1: Demografische Factoren aan de Startlijn.....	38
<i>Geslacht</i>	39
<i>Diploma Ouders</i>	39
Onderzoeksvraag 2: Samenhang met Ingenieursidentiteit.....	40
<i>Samenhang met Interesse</i>	41
<i>Samenhang met Competentie</i>	41
<i>Samenhang met Erkenning</i>	42
<i>Globale Bevindingen voor Ingenieursidentiteit</i>	42
Onderzoeksvraag 3: Het Effect van de Interventie en van de Periode	42
<i>Resultaten voor de Twijfelaars</i>	43
<i>Hoofdeffect van het STEM-Project</i>	43
<i>Verschil tussen Interventies</i>	43
<i>Verschil tussen Periodes</i>	44
<i>Resultaten voor de Sterker Geïnteresseerden</i>	44
Discussie	45
Onderzoeksdoel en Steekproefafbakening.....	45
Samenvatting en Interpretatie van de Belangrijkste Bevindingen.....	46
<i>Demografische Factoren aan de Startlijn</i>	46
<i>De Samenhang tussen Sense of Belonging en Ingenieursidentiteit</i>	47
<i>Het Effect van de STEM-Interventies op de Ingenieursidentiteit</i>	47
Tegenstrijdige Bevindingen en Alternatieve Verklaringen	48
Beperkingen van het Onderzoek.....	49
<i>Meetinstrumenten en Dataverzameling</i>	49
<i>Onderzoeksdesign en Steekproef</i>	50
<i>Interventie-Variabiliteit</i>	51
<i>Circulariteit</i>	51
Suggesties voor Vervolgonderzoek	51
<i>Methodologische Optimalisaties en Mixed-Methods Onderzoek</i>	51
<i>Vroegtijdige Interventies</i>	52
<i>De Rol van de Leerkracht en de Vlaamse Onderwijscontext</i>	52
Theoretische en Praktische Implicaties.....	53
Conclusie	54
Literatuur.....	56
Bijlagen.....	71
Bijlage A Geïnformeerde Toestemming.....	72
Bijlage B Vragenlijst Pre-Test.....	75
Bijlage C Vragenlijst POST-test.....	80

Lijst met Tabellen

Tabel 1 Overzicht van de Vier Projectthema's Binnen de STEM-Awards.....	4
Tabel 2 Descriptieve Statistieken van de Deelnemers.....	29
Tabel 3 Spreiding van de Deelnemers per Interventietype en Meetperiode.....	37
Tabel 4 Verschillen in de Dimensies van Ingenieursidentiteit tussen Jongens en Meisjes aan de Startlijn	39
Tabel 5 Meervoudige Regressieanalyses voor de Subschalen van Ingenieursidentiteit aan de Startlijn	41

Lijst met Figuren

Figuur 1 Schematische Weergave van het Quasi-Experimentele Pre-Post Design over Vier Meetperiodes Tijdens het Schooljaar 2024-2025	26
Figuur 2 Stroomdiagram van de Data-Opschoning en Selectie van de Analysegroepen	35
Figuur 3 Pre- en Post-scores van de Ingenieursidentiteit per Interessegroep	38
Figuur 4 Effect van het STEM-Project op de Ingenieursidentiteit voor Twijfelaars en Sterker Geïnteresseerden per Dimensie	43

Ingenieur in de maak? De impact van een Projectmatige STEM-interventie op de Ingenieursidentiteit van Vlaamse Scholieren

Wat maakt dat de ene leerling zichzelf als de ingenieur van de toekomst ziet, terwijl de andere, met exact dezelfde capaciteiten, ervan overtuigd is dat deze wereld niets voor hem of haar is? Om deze complexe vraag te benaderen, is het essentieel om in te zoomen op de 'ingenieursidentiteit' van middelbare scholieren. Dit inzicht is cruciaal om te voorkomen dat er, door onzichtbare drempels, waardevol talent verloren gaat dat noodzakelijk is om de huidige maatschappelijke uitdagingen het hoofd te bieden. De hedendaagse samenleving staat immers voor urgente transities op het vlak van digitalisering, hernieuwbare energie en de circulaire economie. Om deze transities te realiseren, is de vraag naar sterke STEM-profielen (Science, Technology, Engineering, Mathematics) groter dan ooit (Cabell et al., 2021; De Coen & Van Hoed, 2021; European Schoolnet, 2018; Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 2022; Roland Berger, 2021; Smith et al., 2022). Op Europees niveau waarschuwt de Europese Commissie (2020) dat de groeiende vraag naar technologische vaardigheden botst op een stagnerende instroom van STEM-afgestudeerden. Deze uitdaging wordt verder versterkt door een recente daling in de wiskundige en wetenschappelijke basisvaardigheden bij jongeren (OECD, 2023). Ook in de Belgische context is de situatie acuut: prognoses wijzen erop dat tegen 2030 maar liefst 500.000 arbeidsplaatsen oningevuld dreigen te blijven (STEM-platform, 2019). Cijfers uit de recente Vlaamse STEM-monitor bevestigen deze bezorgdheid: momenteel bedraagt de instroom in STEM-richtingen binnen het hoger onderwijs slechts 23,0%, terwijl de finale uitstroom van afgestudeerden op 21,6% blijft steken (Departement Onderwijs en Vorming, 2025). De Vlaamse Adviesraad voor Innoveren en Ondernemen (VARIO, 2021) stelt daarom de ambitie om tegen 2030 naar 30% STEM-diploma's in het hoger onderwijs te stijgen, aangezien Vlaanderen met een huidig aandeel van ongeveer 20% in de staart van het Europese peloton bengelt. Om deze ambities te realiseren, is het echter essentieel om inzicht te krijgen in de factoren die samenhangen met de ingenieursidentiteit van deze jongeren en te onderzoeken in welke mate gerichte STEM-interventies deze identiteit kunnen beïnvloeden.

Binnen het brede STEM-domein vormen specifiek ingenieurs een cruciale schakel. De beperkte instroom in ingenieursrichtingen (OECD, 2019) wordt echter aanzienlijk versterkt door hardnekkige stereotypen die het beroep afschilderen als een uitsluitend technisch, rigide en masculien domein (bv. Bian et al., 2018; European Commission, 2025; Kimps et al., 2023; Meyer et al., 2015; Mutegi, 2013). Deze beeldvorming zorgt ervoor dat specifieke groepen, en meisjes in het bijzonder, zich minder snel met het vakgebied identificeren (Craps, 2022).

Cijfers tonen aan dat vrouwen momenteel slechts 30,9% van de STEM-studenten in het Europese hoger onderwijs vertegenwoordigen (Europese Commissie, 2025). Ook in Vlaanderen blijft het aandeel meisjes in technische richtingen laag (VLOR, 2019). Deze kloof is niet toe te schrijven aan een gebrek aan capaciteiten, maar aan een gebrek aan *identity alignment*: meisjes ervaren vaak een conflict tussen het heersende ingenieursbeeld en hun eigen identiteit of maatschappelijke, communale doelen (de wens om anderen te helpen of maatschappelijk relevant te zijn) (Polanco-Jimenez & De Witte, 2025a)).

Om te begrijpen waarom jongeren deze drempels ervaren, vormt 'identiteit' een cruciaal theoretisch kader (Simpson & Bouhafa, 2020). Binnen deze studie staat de ingenieursidentiteit centraal: de mate waarin leerlingen zichzelf zien als (toekomstige) ingenieurs en als zodanig erkend worden door hun omgeving (Godwin, 2016). Het beantwoordt de fundamentele vraag: "Wie ben ik, wie kan ik zijn en waar hoor ik thuis als ingenieur?" (Godwin, 2016; Godwin et al., 2016). Deze identiteit wordt geconceptualiseerd door drie dimensies: de inhoudelijke interesse in het vakgebied, het geloof in eigen competenties en de mate van erkenning door anderen (Godwin, 2016; Godwin et al., 2020; Simpson & Bouhafa, 2020). De literatuur benadrukt dat deze ontwikkeling enkel kan floreren binnen een ondersteunende sociale context. Hierbij fungeert verbondenheid (*sense of belonging*), het psychologische gevoel ergens bij te horen en geaccepteerd te worden binnen de gemeenschap, als een fundamenteelere laag dan louter inhoudelijke interesse (Good et al., 2012; Polanco-Jimenez & De Witte, 2025b; Simpson & Bouhafa, 2020; Young et al., 2023). De opbouw van een professionele identiteit is in essentie dan ook een proces van belonging (Tonso, 2007, zoals geciteerd in Meyers et al., 2012).

De derde graad van het secundair onderwijs vormt voor deze ontwikkeling een sleutelperiode, aangezien jongeren hier definitieve keuzes maken voor het hoger onderwijs terwijl hun beroepsbewustzijn en beeld over de ingenieurswereld vaak nog beperkt of stereotiep is (Clark & Kajfez, 2019; Lichtenstein et al., 2009; Waterman, 2007). In de Vlaamse context is deze fase extra kritiek; door het ontbreken van een doorlopende leerlijn rond technologie na de eerste graad missen leerlingen vaak de intrinsieke motivatie en het inzicht in de maatschappelijke relevantie van het vakgebied (De Vlaamse Onderwijsraad, 2025; Europese Commissie, 2011; OECD, 2019; Van Houte et al., 2013; VLOR, 2019). Om dit tijt te keren, pleiten zowel de Europese Commissie (2025) als de Vlaamse STEM-agenda 2030 (VARIO, 2021) voor een paradigmaverschuiving naar vroege, geïntegreerde en praktijkgerichte interventies. Projecten moeten leerlingen plaatsen in levensechte, interdisciplinaire contexten om de perceptie van STEM te normaliseren en stereotypen te

ontkrachten (STEM-platform, 2019). Concrete voorbeelden van dergelijke initiatieven zijn de STEM-Award en het Innovation Lab van de KU Leuven (zie verderop onder 'Context van Deze Studie', p. 4), die leerlingen via maatschappelijk relevante uitdagingen laten kennismaken met de veelzijdigheid van het ingenieursveld.

Hoewel dergelijke acties op grote schaal worden uitgerold, is er tot op heden weinig systematisch onderzoek gevoerd naar de feitelijke impact van deze interventies op de identiteitsontwikkeling van leerlingen (Cannaerts, Craps, & Langie, 2025). Onderzoekers benadrukken expliciet de noodzaak aan breder, systematisch onderzoek naar deze vroege interventies op grotere schaal (Cannaerts, Craps, & Langie, 2025). Er is nood aan bewijs of deze projecten daadwerkelijk de sense of belonging en de ingenieursidentiteit versterken, of dat zij louter de bestaande interesses bevestigen. Deze masterproef beantwoordt aan die oproep en tracht dit kennishiaat te vullen. Het primaire doel van dit onderzoek is aan de hand van kwantitatieve vragenlijsten te identificeren welke factoren samenhangen met de ingenieursidentiteit van leerlingen in de derde graad secundair onderwijs en welke impact een projectmatige STEM-interventie hierop heeft. De centrale onderzoeksvraag luidt: *Welke factoren hangen samen met de ingenieursidentiteit van Vlaamse scholieren in de derde graad en in welke mate beïnvloedt een projectmatige STEM-interventie deze identiteit?* Hierbij ligt de focus expliciet op de psychologische beleving en ingenieursidentiteit van de leerlingen. Andere aspecten, zoals de concrete leeropbrengsten (bijvoorbeeld de verworven vakkennis voor fysica of wiskunde) of de specifieke didactische kwaliteit van de projecten op zich, vallen buiten de scope van dit onderzoek. Deze masterproef toetst drie sub-onderzoeksvragen (OZV):

- **OZV1:** Welke demografische factoren (geslacht, diploma ouders) zijn geassocieerd met verschillen in ingenieursidentiteit aan de start van de interventie, bij de leerlingen met (enige) interesse in engineering?
- **OZV2:** In welke mate hangen sense of belonging, interesse in STEM en engineeringen de perceptie van de ingenieurswereld samen met de ingenieursidentiteit?
- **OZV3:** Wat is het effect van een STEM-interventie en de periode op deze identiteit, en verschilt dit per interventietype (Innovation Lab versus STEM-Award)?

Deze studie draagt bij aan een beter begrip van de factoren die de ingenieursidentiteit van jongeren sturen en biedt waardevolle inzichten om toekomstige STEM-interventies in het onderwijs effectiever en gericht in te zetten.

Context van Deze Studie

Voor dit onderzoek namen de leerlingen deel aan STEM-projecten met hun klas. Enerzijds waren er de STEM-Awards, anderzijds het Innovation Lab. Beide projecten zijn zowel praktijkgerichte als inhoudelijk diepgaande lessenreeksen. Leerkrachten kunnen deze in het klaslokaal inzetten om leerlingen, binnen een veilige leeromgeving, actief met STEM in aanraking te laten komen.

STEM-Awards

De STEM-Awards zijn inhoudelijk diepgaande lessenreeksen waarin leerlingen uit de derde graad secundair onderwijs aan de slag gaan met een maatschappelijk relevant thema. Het lesmateriaal is voorzien voor 6 tot 12 uren en vereist enige voorkennis van de leerlingen. Leerkrachten kregen een grote mate van autonomie bij de implementatie: zij waren vrij om te bepalen hoeveel tijd ze aan het project besteedden en welke specifieke onderdelen ze wel of niet in hun lessen integreerden.

Elke klas koos één van de vier aangeboden thema's (zie Tabel 1) en werkte dit uit met ondersteuning van het voorziene lessenpakket. Daarbij werd de nadruk gelegd op vakoverschrijdend leren, het toepassen van STEM-kennis in concrete situaties en het ontwikkelen van vaardigheden zoals probleemoplossend denken, samenwerken en creativiteit.

Tabel 1

Overzicht van de Vier Projectthema's Binnen de STEM-Awards

Thema	Omschrijving van de opdracht
Shelter voor vluchtelingen	Ontwerpen van een menswaardige noodwoning voor vluchtelingen met zo weinig mogelijk middelen.
Stress op school?!	Samen met de klas een ECG opmeten om oorzaken van stress te achterhalen en mee te bouwen aan een inclusievere school.
AI en valdetectie in de zorg	Een computervisiesysteem uitwerken en aan de slag gaan met LEGO-mannetjes om een valdetectiesysteem te ontwikkelen.
Ge-3D-printe boot	Aan de hand van een 3D-printer een stabiele boot, met minimale diepgang, op schaal printen.

Noot. De omschrijvingen van de projectthema's zijn overgenomen van KU Leuven (2025).

Aan het einde van het traject kregen de klassen de mogelijkheid om deel te nemen aan een afsluitende wedstrijd door hun uitgewerkte oplossing te pitchen aan de hand van een video. Ongeveer de helft van de deelnemende klassen diende een projectresultaat in, wat resulteerde in 48 inzendingen (13 voor het shelter-project, 14 voor de boot, 6 voor stress en 15 voor valdetectie). Uit deze inzendingen selecteerde een pre-jury vijf finalisten per thema, oftewel 20 finalisten in totaal. Deze klassen mochten hun project komen voorstellen tijdens het afsluitende STEM-fest in mei 2025 in Leuven. Daar werden zij beoordeeld door een jury van experts, waaronder docenten, onderzoekers, wetenschapscommunicatoren en professionals uit het werkveld. Uiteindelijk werd er één winnaar per thema gekozen, alsook één overkoepelende winnaar die de titel "STEM-klas van Vlaanderen" in ontvangst mocht nemen.

Innovation Lab

Het Innovation Lab is een initiatief van de KU Leuven dat kant-en-klare STEM-projecten aanbiedt aan leerlingen uit de tweede en derde graad secundair onderwijs. Net als bij de STEM-Awards is het doel om STEM relevant en tastbaar te maken door leerlingen actief te laten werken aan concrete, maatschappelijke problemen. Hierdoor ervaren zij zelf hoe het is om als ingenieur te werk te gaan. Voorbeelden van projecten zijn het ontwikkelen van een ooggestuurde interface voor een persoon met een verlamming, het bouwen van een klein waterzuiveringssysteem of het ontwerpen van een katapult uit composietmateriaal.

De projecten worden in de vertrouwde klascontext uitgevoerd onder begeleiding van de eigen leerkracht. Hoewel leerkrachten bij beide interventies (zowel de STEM-Awards als het Innovation Lab) uitgebreid ondersteund worden via didactisch materiaal, verschilt de vereiste voorbereiding aanzienlijk. Waar de voorbereiding bij de STEM-Awards beperkt is tot een inleidende instructievideo van ongeveer 20 minuten over de projectstructuur en de voorgestelde aanpak, vereist het Innovation Lab dat leerkrachten vooraf een formele nascholing van 4 tot 8 uur (een halve tot hele dag) volgen.

Synthese

Hoewel zowel de STEM-Awards als het Innovation Lab via hun specifieke aanpak trachten om STEM en de ingenieurswereld dichterbij de leefwereld van de leerlingen te brengen, blijft de vraag op welke manier dergelijke praktijkgerichte interventies de onderliggende psychologische beleving van deze jongeren beïnvloeden. Om de centrale onderzoeksvraag, met name welke factoren samenhangen met de ingenieursidentiteit van Vlaamse scholieren en in welke mate een STEM-interventie deze beïnvloedt, te kunnen beantwoorden, moet eerst helder zijn hoe jongeren zichzelf in relatie tot de ingenieurswereld

positioneren. Een fundamenteel begrip van het concept 'identiteit' is hiervoor vereist. Het volgende hoofdstuk biedt daarom een uitgebreide literatuurstudie waarin het theoretische raamwerk rondom de ingenieursidentiteit verder wordt uitgediept.

Literatuurstudie

In dit hoofdstuk wordt de bestaande theoretische en empirische literatuur besproken die de basis vormt voor het onderzoek naar de ingenieursidentiteit van leerlingen in de derde graad van het secundair onderwijs. Allereerst wordt het theoretisch kader geschetst. Hierin wordt de evolutie van het algemene identiteitsconcept naar de specifieke ingenieursidentiteit toegelicht, waarbij de gehanteerde dimensies van deze identiteit worden gedefinieerd. Vervolgens wordt beargumenteerd waarom identiteit een geschikt analytisch kader vormt voor deze specifieke leeftijdsgroep en wordt de maatschappelijke en onderwijskundige relevantie van dit construct geduid.

Na dit theoretische fundament volgt een diepgaande bespreking van de factoren die de ontwikkeling van de ingenieursidentiteit beïnvloeden. Om een helder onderscheid te maken tussen de interne bouwstenen van identiteit en externe invloeden, worden deze factoren systematisch gecategoriseerd op individueel (bv. intrinsieke motivatie), sociaal (bv. leeromgeving en erkenning) en structureel niveau (bv. de invloed van stereotypen en de academische achtergrond van ouders). Daarnaast wordt in het bijzonder ingezoomd op de rol van sense of belonging en de heersende beeldvorming rond de ingenieurswereld.

Tot slot wordt de focus verlegd naar de rol van interventies. Er wordt besproken waarom specifiek de derde graad als een kantelpunt in de identiteitsontwikkeling kan worden beschouwd en hoe gerichte, projectmatige initiatieven in het secundair onderwijs kunnen inspelen op de besproken factoren om de ingenieursidentiteit te versterken. Het hoofdstuk sluit af met een synthese die de literatuur samenbrengt en de wetenschappelijke relevantie, positionering en onderzoeksvragen van deze masterproef verantwoordt.

Theoretisch Kader

Identiteit in het Algemeen

Iemands identiteit wordt gekenmerkt door het voortdurend aanwezige en diepgewortelde gevoel over wie men is (Erikson, 1956, geciteerd in Godwin et al., 2020). Het gaat over het proces waarin individuen doorheen hun levensfasen betekenis geven aan zichzelf en hun plaats in de wereld (Godwin et al., 2020). Dit idee werd verder uitgewerkt door Marcia (1966), die verschillende identiteitsstatussen onderscheidde en door Kroger et al. (2010), die de identiteitsontwikkeling longitudinaal onderzochten.

Naast deze psychologische invalshoeken benadrukken latere onderzoekers ook de sociale en contextuele dimensie van identiteit. Identiteit wordt vaak gedefinieerd als het “soort persoon” dat men wil zijn en uitdragen binnen een specifieke context (Gee, 2000). Identiteit is hierbij meervoudig, relationeel en tijdsgebonden; het is een traject dat het verleden, heden en de toekomst verbindt (Gee, 2000; Wenger, 1998, zoals geciteerd in Carlone & Johnson, 2007). Sfard & Prusak (2005) voegen daaraan toe dat identiteiten een narratieve aard hebben; het zijn de verhalen die individuen over zichzelf vertellen en die door anderen bevestigd of betwist kunnen worden. Identiteit vormt zo niet alleen een persoonlijk gevoel van continuïteit zoals Erikson definieerde, maar ook een manier om te doorgronden hoe mensen zichzelf begrijpen en positioneren binnen sociale en professionele contexten (Godwin et al., 2020).

Van Wetenschapsidentiteit naar Ingenieursidentiteit

Binnen het STEM-domein wordt het concept identiteit gebruikt om te verklaren hoe individuele keuzes en maatschappelijke structuren samenhangen (Brickhouse, 2001; Carlone & Johnson, 2007). Een fundamenteel raamwerk hiervoor is het model van wetenschapsidentiteit (*science identity*) van Carlone en Johnson (2007). Op basis van een kwalitatieve, etnografische studie met succesvolle vrouwelijke bèta-studenten, stellen zij dat deze identiteit sociaal geconstrueerd is en bestaat uit drie overlappende dimensies: competentie (*competence*; kennis en het begrijpen van wetenschappelijke inhoud), prestatie (*performance*; het sociaal kunnen uitvoeren van wetenschappelijke praktijken, zoals taalgebruik en instrumentgebruik) en erkenning (*recognition*; jezelf herkennen als een "wetenschapsmens" en als zodanig erkend worden door anderen) (Carlone & Johnson, 2007). Cruciaal in dit model is dat een individu niet enkel een identiteit kan "claimen"; succesvolle identiteitsontwikkeling is afhankelijk van de mate waarin iemands prestaties door "betekenisvolle anderen" (zoals leerkrachten of familie) als geloofwaardig worden erkend (Buxton et al., 2005; Carlone & Johnson, 2007; Gee, 2000; Holland, 2001; Lewis, 2003; Wenger, 1998).

Hoewel de wetenschapsidentiteit de basis vormt, vraagt de specifieke context van engineering om een verdere verfijning van het model van Carlone en Johnson (2007) (Godwin, 2016). Hazari et al. (2010) breidden het model uit door interesse (*interest*) als expliciete dimensie toe te voegen. Zij tonen bovendien aan dat studenten nauwelijks onderscheid maken tussen de concepten competentie en prestatie en deze als één geheel zien. Godwin (2016) vertaalde dit kader vervolgens specifiek naar de ingenieurscontext. Via een grootschalige kwantitatieve studie (factoranalyse) bij bijna 3.000 eerstejaars

ingenieursstudenten aan Amerikaanse universiteiten, ontwikkelde en valideerde zij een meetinstrument voor ingenieursidentiteit. In dit model worden competentie en prestatie samengevoegd tot één dimensie; *performance/competence beliefs*. Hierbij ligt de focus niet op de objectieve bekwaamheid van de leerlingen, maar op hun overtuigingen dat zij in staat zijn ingenieursgerelateerde taken succesvol uit te voeren (Godwin et al., 2016). Deze dimensie vertoont sterke gelijkenissen met zelf-effectiviteit (*self-efficacy*), oftewel het vertrouwen in de eigen capaciteiten om specifieke taken succesvol te volbrengen (Bandura, 1977). Het samenspel tussen deze overtuigingen, de inhoudelijke interesse en de ervaren erkenning bepaalt uiteindelijk de kracht van de ingenieursidentiteit.

Ingenieursidentiteit: Definitie en Dimensies

In de academische literatuur bestaat er geen eenduidige, universele definitie van 'ingenieursidentiteit', doordat het concept vanuit diverse theoretische invalshoeken wordt benaderd (Koul, 2018). Binnen dit onderzoek wordt echter de dominante benadering van (Godwin, 2016) gevolgd. Zij conceptualiseert het construct als een specifieke 'rolidentiteit' die voortbouwt op het werk van Carlone en Johnson (2007) en Gee (2000). In de kern wordt ingenieursidentiteit gedefinieerd als de mate waarin individuen zichzelf zien als (toekomstige) ingenieurs en als zodanig, als een 'bepaald soort persoon' binnen deze context, herkend en erkend worden door hun omgeving (Godwin, 2016). Het vormt een dynamisch proces waarbij leerlingen betekenis geven aan zichzelf ten opzichte van het vakgebied en antwoord proberen te geven op de vragen: 'Wie ben ik en behoor ik tot de ingenieurswereld?' (Godwin et al., 2016). Om deze abstracte rolidentiteit meetbaar te maken, wordt het concept in deze studie geoperationaliseerd via de volgende drie dimensies:

Interesse (Interest): De mate waarin een leerling zich aangetrokken voelt tot de vakinhoud van engineering en intrinsiek gemotiveerd is. Carlone en Johnson (2007) merken op dat interesse in STEM vaak mede gevoed wordt door altruïstische of communale motieven, waarbij de discipline wordt gezien als een middel om anderen te helpen of maatschappelijke impact te genereren.

Competentie (Performance/Competence beliefs): Het vertrouwen en de overtuiging van de leerling in de eigen kennis en vaardigheden om technische en mathematische uitdagingen binnen een ingenieurscontext succesvol aan te gaan. Voor de leesbaarheid gebruiken we in deze studie de term competentie.

Erkenning (Recognition): Het proces waarbij de leerling zichzelf herkent als "ingenieursmens" (interne erkenning) en als zodanig erkend wordt door de omgeving, zoals leerkrachten, ouders of peers (externe erkenning). Hoewel het theoretische construct beide

aspecten omvat, focust deze masterproef zich in de praktische meting (de bevraging) uitsluitend op de externe erkenning.

Identiteit als Analytisch Kader in Deze Studie

Het gebruik van deze drie dimensies als analytisch kader biedt een waardevol en integratief perspectief om te bestuderen waarom bepaalde leerlingen zich ontwikkelen tot STEM-professionals en anderen juist afhaken (Godwin et al., 2020). Waar vorig onderzoek zich vaak richtte op het hoger onderwijs en de transitie naar de arbeidsmarkt, focust deze masterproef op de derde graad van het secundair onderwijs. Dit is immers een cruciaal kantelpunt waarin de identiteitsontwikkeling versnelt en jongeren definitieve studiekeuzes maken (Clark & Kajfez, 2019; Huff & Ross, 2023). Door de lens van ingenieursidentiteit te hanteren, kan onderzocht worden hoe praktijkgerichte interventies, zoals de STEM-Awards en het Innovation Lab, bijdragen aan het versterken van de dimensies interesse, competentie en erkenning bij Vlaamse scholieren.

Relevantie

Het belang van een sterke ingenieursidentiteit blijkt uit de brede waaier aan positieve academische uitkomsten waarmee het concept samenhangt. Godwin (2016) toont aan dat ingenieursidentiteit een significante voorspeller is van de intentie om in een ingenieursopleiding te blijven. Dit werd verder bevestigd in een grootschalig onderzoek van Godwin et al. (2016) waarbij data van ruim 6.700 Amerikaanse studenten via *structural equation modeling* (SEM) werden geanalyseerd om voorspellers voor loopbaankeuzes in kaart te brengen. Van de verschillende dimensies, blijkt vooral erkenning een sleutelrol te spelen (Godwin et al., 2016). Dit wijst erop dat niet enkel persoonlijke capaciteiten of interesse bepalend zijn, maar dat sociale bevestiging door de omgeving cruciaal is om tot zelfidentificatie te komen. Het is deze identificatie met het veld die uiteindelijk doorslaggevend is voor zowel de studiekeuze als de studievolverharding binnen STEM (Godwin, 2016). Patrick et al. (2018) bevestigen en benadrukken daarnaast dat interesse een sterke voorspeller is voor het doorzettingsvermogen van studenten.

In lijn met de bevindingen van Carlone en Johnson (2007) over wetenschapsidentiteit kan gesteld worden dat een intrinsieke motivatie om diepgaand te leren een inherent onderdeel is van een sterke ingenieursidentiteit (de 'erkenning van het zelf') en dat de ontwikkeling van deze identiteit het doorzettingsvermogen van studenten cruciaal stimuleert. Voor ondervertegenwoordigde groepen kan een robuuste ingenieurs- of STEM-identiteit bovendien bijdragen aan een sterker gevoel van belonging en helpen om hardnekkige stereotypen te doorbreken die hen traditioneel op afstand houden van deze domeinen

(Kuchynka et al., 2020). Deze verbanden benadrukken dat ingenieursidentiteit niet enkel een theoretisch construct is, maar dat het ook van groot praktisch belang is voor onderwijsbeleid dat inzet op motivatie, diversiteit, inclusie, instroom en doorstroom in STEM.

Bouwstenen van en Invloeden op Ingenieursidentiteit

Op Individueel Niveau

Persoonlijke Motivatie en Communale Doelen. Zoals in het theoretisch kader besproken, vormt interesse een kerncomponent van de ingenieursidentiteit. Op individueel niveau wordt de ontwikkeling van deze interesse sterk gedreven door intrinsieke motivatie en het persoonlijke plezier dat leerlingen ervaren bij STEM-activiteiten (Patrick et al., 2018). Jongeren die nieuwsgierig zijn naar technische vraagstukken, zijn sneller geneigd zich met dit domein te identificeren en erin te volharden (Patrick et al., 2018).

Daarnaast toont fundamenteel kwalitatief onderzoek aan dat individuele waardepatronen, zoals het nastreven van communale doelen een belangrijke invloed hebben op deze interesse (Carlone & Johnson, 2007). Wanneer leerlingen, en in het bijzonder meisjes, inzien dat wetenschappelijke vaardigheden ingezet kunnen worden voor altruïstische doeleinden, stijgt hun intrinsieke motivatie en daarmee de kans op een succesvolle identificatie met het vakgebied (Carlone & Johnson, 2007).

Zelfeffectiviteit en Succesverwachting. De dimensie competentie draait binnen het model van Godwin (2016) niet om objectieve vaardigheden, maar om zelfeffectiviteit. Hierbij is het cruciaal te benadrukken dat dit vertrouwen sterk domeinspecifiek is; het gaat niet om een algemeen academisch zelfbeeld, maar specifiek om de waargenomen bekwaamheid in typische ingenieursgerelateerde vaardigheden, zoals wiskunde, fysica en technologisch probleemoplossen. Verschillende psychologische kaders verklaren hoe dit competentiegevoel op individueel niveau wordt gevormd en hoe het de ingenieursidentiteit beïnvloedt.

Binnen de zelfdeterminatietheorie (ZDT) wordt de behoefte aan competentie, naast autonomie en verbondenheid, gezien als een van de drie psychologische basisbehoeften voor intrinsieke motivatie (Deci & Ryan, 2000). Leerlingen die geloven in hun eigen kunnen, vertonen meer inzet en doorzettingsvermogen bij academische uitdagingen, terwijl een lage competentiebeleving leidt tot verminderde interesse en terugtrekking (Deci & Ryan, 2000; Eccles & Wigfield, 2002; Lent et al., 1994).

Deze dynamiek wordt verder uitgediept in de social cognitive career theory (SCCT) van Lent et al. (1994). Lent et al. (1994, 2003, 2008) tonen in diverse STEM-contexten aan dat zelf-effectiviteit en de daaraan gekoppelde resultaatverwachtingen (*outcome expectations*)

cruciale voorspellers zijn van zowel de initiële interesse als de latere studievolverharding bij ingenieursstudenten.

Tot slot bevestigt de expectancy-value theory (EVT) van (Wigfield & Eccles, 2000) dit mechanisme: de individuele verwachting van succes speelt een cruciale rol bij motivatie, onderwijskeuzes en leergedrag. Leerlingen maken continu de interne inschatting of ze een taak tot een goed einde kunnen brengen; een positieve inschatting voedt het competentiegevoel en vormt zo een essentiële motor voor de verdere ontwikkeling van de ingenieursidentiteit (Eccles & Wigfield, 2002; Wigfield & Eccles, 2000).

Op Sociaal Niveau

Niet alleen individuele factoren zijn van belang in de ontwikkeling van ingenieursidentiteit. Ook sociale factoren zoals de directe omgeving (ouders, peers, leerkrachten), rolmodellen en de leeromgeving spelen een belangrijke rol. Deze actoren fungeren als de externe bronnen die de dimensie erkenning vormgeven en versterken.

De Rol van de Omgeving en Erkenning. Zoals we eerder zagen, bestaat ingenieursidentiteit uit drie dimensies: interesse, competentie en erkenning. Erkenning verwijst niet enkel naar de interne identificatie van het individu, maar primair naar hoe leerlingen door anderen (zoals leerkrachten, peers en familie) als een lid van het ingenieursdomein worden erkend (Carlone & Johnson, 2007; Godwin et al., 2016). Onderzoek toont aan dat deze externe erkenning het sterkste directe positieve effect heeft op de mate waarin studenten zichzelf als een wiskunde- of fysicapersoon zien, wat voorspellend is voor een uiteindelijke carrièrekeuze binnen de ingenieurswetenschappen (Godwin et al., 2016; Koul, 2018). Sterker nog, het loutere gevoel competent te zijn voorspelt een ingenieursidentiteit zelfs negatief wanneer dit niet gepaard gaat met erkenning en interesse (Godwin et al., 2016). Dit mechanisme werkt bovendien over verschillende leeftijdsfasen heen. Vroege aanmoediging en erkenning door leerkrachten in het basisonderwijs vormen een robuust 'identiteitskapitaal' dat een blijvend positief effect heeft op de latere STEM-identiteit tot in het hoger onderwijs (Cohen et al., 2021).

Een diepgaande verklaring voor deze voorspellende kracht van erkenning ligt in het dialogische karakter van identiteit (Bakhtin, 1981). Het aannemen van een professionele rol, zoals die van ingenieur, is geen puur intern cognitief besluit, maar een continue sociale interactie (Bakhtin, 1981). Bakhtin (1981) stelt dat een identiteit pas stevig vorm krijgt wanneer deze wordt bevestigd door de 'andere stemmen' in iemands omgeving. Er is met andere woorden een constante wisselwerking nodig tussen de interne overtuigingen van de

leerling en de externe validatie door de omgeving; zonder deze externe erkenning mist de identiteitsvorming haar dialogische wederhelft (Bakhtin, 1981; Godwin, 2016)

De Thuissituatie en het Ingenieurskapitaal. In de leefwereld van jongeren komen deze bevestigende stemmen in de eerste plaats vanuit de thuissituatie. Ouders fungeren als eerstelijnsopvoeders die via alledaagse gesprekken en buitenschoolse activiteiten de attitudes, waarden en motivaties van middelbare scholieren direct vormgeven (Godwin et al., 2016). Aanmoediging vanuit familie blijkt de krachtigste factor voor motivatie en zelfvertrouwen in de wetenschappen (Stake, 2006). Dit principe sluit sterk aan bij het concept van ingenieurskapitaal (*engineering capital*), dat verwijst naar het 'rugzakje' aan ingenieursgerelateerde netwerken, kennis en attitudes dat jongeren van thuis uit meekrijgen (Archer et al., 2023b; Cannaerts et al., 2023). Jongeren waarvan de ouders een hoger diploma hebben behaald (en zo over meer ingenieurskapitaal beschikken), ervaren doorgaans meer aanmoediging vanuit huis, wat direct leidt tot een positievere attitude ten aanzien van het ingenieursveld, ongeacht het feitelijke prestatieniveau van de leerling (Archer et al., 2023b; Cannaerts et al., 2023; Stake, 2006).

Rolmodellen en Mediastereotypen. Naast de invloed van deze thuissituatie spelen ook externe rolmodellen een cruciale rol. Jongeren die kunnen terugvallen op leraren, peers of familieleden met een specifieke academische STEM-achtergrond of beroepspraktijk, zien zichzelf sterker in een ingenieursrol en ervaren minder misconcepties over het vakgebied (Altindis et al., 2025). In een recente Amerikaanse mixed-methods studie onder 96 high school-studenten stelden Altindis et al. (2025) echter vast dat er in de praktijk vaak een aanzienlijk gebrek is aan dergelijke figuren in de directe omgeving van de leerling:. Maar liefst 63% van de bevraagde scholieren gaf aan geen rolmodel in STEM te hebben. Dit gebrek correleert consistent met een lagere interesse, minder zelfvertrouwen in wiskundig probleemoplossen en een verminderde algemene STEM-zelf-effectiviteit (Altindis et al., 2025).

Omdat direct contact met echte professionals vaak ontbreekt, vullen fictieve of gemediatiseerde figuren (zoals personages in films of op televisie) deze leemte vaak in als plaatsvervangende rolmodellen (Fujioka, 1999, zoals geciteerd in Steinke, 2017). Deze mediabeelden zijn echter geen neutrale weergaven, maar culturele constructies die diepgewortelde aannames over gender en STEM overbrengen (Steinke, 2005). Media presenteren ingenieurs en wetenschappers overwegend via stereotiep mannelijke en asociale 'nerd'-kenmerken (Steinke, 2017).

Vooral voor adolescente meisjes, die zich in een actieve fase van identiteitsvorming bevinden, is dit problematisch. Wanneer door deze stereotiepe mediabeelden hun 'genderschema' wordt geactiveerd en een sterke onverenigbaarheid tussen vrouw-zijn en STEM wordt gecreëerd, percipiëren zij de ingenieurswereld louter als mannelijk (Steinke, 2017). Wanneer zij door dit gebrek aan reële vrouwelijke rolmodellen en de stereotiepe beeldvorming een onverenigbaarheid ervaren tussen hun gender en het vakgebied, ondermijnt dit hun identificatie met een STEM-identiteit (Steinke, 2017). De invloed van rolmodellen toont zo duidelijk aan hoe sociale factoren onlosmakelijk verbonden zijn met de bredere, structurele en culturele stereotypen rond het ingenieursberoep.

Leeromgeving en STEM-didactiek. De fysieke en pedagogische context waarin jongeren met STEM in aanraking komen, vormt een cruciale laag binnen de sociale beïnvloeding van hun identiteit. De manier waarop een leeromgeving wordt ingericht, bepaalt immers de ruimte die leerlingen krijgen om te experimenteren met een ingenieursrol. Traditionele wiskunde- en wetenschapsomgevingen worden in de literatuur vaak gekenmerkt door een sterk competitieve en puur procedurele aanpak (Boaler, 2002). Een dergelijke traditionele didactiek, die de nadruk legt op individuele snelheid en het strikt volgen van regels, kan leiden tot een gevoel van vervreemding bij leerlingen. Dit effect is in het bijzonder zichtbaar bij meisjes; zij haken vaker af in omgevingen waar de nadruk ligt op competitie, zelfs wanneer hun academische prestaties uitstekend zijn (Boaler, 2002, 2006).

In tegenstelling tot deze traditionele aanpak, bevorderen collaboratieve leeromgevingen een positievere identiteitsontwikkeling (Boaler, 2006). Wanneer de klascultuur verschuift naar samenwerking, diepgaand begrip en gezamenlijke verantwoordelijkheid, ontstaat er meer ruimte voor een diversiteit aan leerlingen om zich met de leerstof te verbinden (Boaler, 2006). Dit sluit naadloos aan bij de fundamenteën van de hedendaagse geïntegreerde STEM-didactiek. Een effectieve STEM-implementatie steunt volgens Thibaut et al. (2018) namelijk op vijf specifieke kernprincipes: de integratie van STEM-inhouden (vakoverschrijdend werken), probleemgestuurd leren, onderzoekend leren, ontwerpend leren en coöperatief leren. Een recente systematische literatuurstudie van Portillo-Blanco et al. (2024) bevestigt deze bevindingen en toont aan dat er een grote academische consensus bestaat over de noodzaak van exact deze principes, integratie, het oplossen van problemen uit de echte wereld, onderzoek, ontwerp en teamwork, bij het vormgeven van kwalitatief STEM-onderwijs. Onderzoek toont aan dat deze actieve, collaboratieve aanpak positieve effecten kan hebben op de motivatie en betrokkenheid, in het bijzonder voor ondervertegenwoordigde groepen (Struyf et al., 2019). De sociale interactie binnen dergelijke

teams is hierbij bepalend voor de status die leerlingen krijgen toebedeeld; medeleerlingen fungeren als een spiegel die bepaalt wie binnen de groep als een 'ingenieur' wordt herkend (Tonso, 2006). Onderzoek in teamcontexten laat echter zien dat in hiërarchische of competitieve groepen de erkenning als 'echte ingenieur' vaak ongelijk verdeeld is, waarbij dominante groepsleden (veelal jongens) sneller deze professionele status krijgen toegekend door hun peers dan anderen (Tonso, 2006).

Naast de dagelijkse klaspraktijk spelen ook informele en buitenschoolse STEM-ervaringen, zoals wetenschapsclubs, wedstrijden of stages, een fundamentele rol in de vorming van een ingenieursidentiteit (Godwin et al., 2016). Deze omgevingen bieden vaak meer vrijheid voor exploratie en het daadwerkelijk 'uitvoeren' van engineering dan de strikte kaders van het formele curriculum (Godwin et al., 2016). Bovendien bieden dergelijke buitenschoolse projecten jongeren een uitgelezen kans om daadwerkelijke, expliciete erkenning te ervaren vanuit ouders, leerkrachten en peers (Dou et al., 2019). Juist deze brede contexten kunnen een krachtige impuls geven aan de uiteindelijke beslissing van jongeren in de derde graad om voor een ingenieursstudie te kiezen (Godwin et al., 2016).

De interacties binnen al deze leeromgevingen staan echter niet los van de bredere maatschappij. Ze worden onvermijdelijk gekleurd door brede structurele factoren die de startlijn voor elke leerling bepalen.

Op Structureel Niveau

Hoewel individuele kenmerken en de directe sociale omgeving een belangrijke rol spelen, wordt de ontwikkeling van een ingenieursidentiteit evengoed gevormd door bredere, structurele factoren. Binnen deze structurele context spelen allereerst demografische kenmerken een bepalende rol.

Demografische Factoren. Wat betreft geslacht toont de literatuur aan dat er zich, met name tegen de 3e graad van het secundair onderwijs (16 tot 18 jaar), een duidelijke kloof aftekent in de identificatie met STEM. Meisjes in deze levensfase beschikken doorgaans over significant minder ingenieurskapitaal, lagere interesse in ingenieurswetenschappen, hebben minder vertrouwen in eigen kunnen en zien minder het persoonlijke nut in van STEM dan jongens (Cannaerts et al., 2023; Starr & Leaper, 2019). Opvallend is dat meisjes vaak starten met een aanzienlijk zwakkere STEM-identiteit, minder vertrouwen in eigen kunnen, een lagere interesse en een lager gevoel van erkenning, zelfs wanneer hun wiskundige of wetenschappelijke prestaties gelijk zijn aan die van mannelijke studenten (Cannaerts et al., 2023; Kalender et al., 2019). Deze discrepantie ontstaat deels doordat meisjes een fundamenteel gebrek aan externe erkenning ervaren binnen het veld (Kalender et al., 2019).

Omdat zij vaak kampen met *stereotype threat* (de dreiging om negatieve stereotypen te bevestigen) en faalangst in kwantitatieve vakken, wordt hun geloof in eigen kunnen verder ondermijnd, wat zich direct vertaalt in minder inschrijvingen voor geavanceerde STEM-vakken aan het einde van de middelbare school (Hamilton et al., 2015, zoals geciteerd in Cabell et al., 2021; Hill et al., 2010).

Daarnaast speelt de academische en socio-economische achtergrond van het gezin een belangrijke rol. Een sterkere academische thuissituatie (en de daarmee gepaarde toegang tot ingenieurskapitaal) hangt consequent samen met de keuze voor en de volharding in meer veeleisende STEM-vakken (Dorie et al., 2014; Henderson et al., 2018). Literatuur suggereert dat deze grotere kans deels samenhangt met de tendens dat hoger opgeleide ouders wetenschap en techniek sterker integreren in de opvoeding en de intellectuele groei van hun kind actiever stimuleren (Archer et al., 2012; Dorie et al., 2014; Rossi, 1965). Zo rapporteren 16- tot 18-jarigen van wie de moeder een universitair diploma bezit een significant hoger vertrouwen in hun eigen STEM-competenties dan eerstegeneratiestudenten (Starr & Leaper, 2019). Omgekeerd ontbreekt het in gezinnen met een lagere academische achtergrond vaak aan de specifieke kennis en sturing om jongeren strategisch richting een STEM-carrière te begeleiden (Archer et al., 2015). Deze beperktere toegang tot wetenschappelijk kapitaal (*science capital*) gaat veelal gepaard met een zwakkere wetenschappelijke identiteit bij deze leerlingen, een patroon dat zich reeds vroeg in de middelbare school aftekent (Archer et al., 2015; Barton & Tan, 2010). Daarnaast blijkt een sterke academische achtergrond een beschermende werking te hebben voor meisjes. Waar vrouwelijke leerlingen uit een minder bevoorrechte context extra kwetsbaar zijn voor drempels die hen wegdrijven van STEM, neigen meisjes met hoogopgeleide ouders juist vaker naar de meer uitdagende en hoogrenderende STEM-richtingen (Codioli McMaster, 2017).

Tot slot fungeert de intersectionaliteit met een migratieachtergrond vaak als een extra structurele drempel. Jongeren uit etnische minderheidsgroepen ervaren vaker specifieke barrières, zoals geïnternaliseerde stereotypen en *stereotype threat*, wat veelal gepaard gaat met lagere niveaus van ingenieursidentiteit, een verminderd geloof in de eigen academische competenties en een verminderde verbondenheid met de leeromgeving (Amer et al., 2024; Craps et al., 2022; Heikamp et al., 2020).

Culturele Normen en Stereotypen. De hiervoor besproken demografische ongelijkheid in STEM staat niet op zichzelf, maar wordt gevoed door diepgewortelde culturele normen en stereotypen die bepalen wie als een 'authentieke' ingenieur wordt beschouwd. Het maatschappelijke beeld van de 'ideale ingenieur' en de wetenschappelijke

elite is historisch geconstrueerd rond een profiel dat bij uitstek mannelijk en wit is en voortkomt uit een hoogopgeleide thuissituatie (Mutege, 2013; Schiebinger, 1989, zoals geciteerd in Dou & Cian, 2022). Binnen deze studie zal dan ook specifiek onderzocht worden hoe de factoren 'geslacht' en 'diploma van de ouders' de identificatie met dit veld beïnvloeden.

Daaraan gekoppeld heerst binnen wiskunde-intensieve disciplines vaak een hardnekkige cultuur waarin succes primair wordt toegeschreven aan aangeboren intelligentie of genialiteit, in plaats van aan inzet en toewijding (Williams & King, 1980, zoals geciteerd in Good et al., 2012; Leslie et al., 2015). Deze heersende opvatting vormt een drempel, aangezien de maatschappij dergelijke eigenschappen van genialiteit in veel westerse culturen vaker met mannen worden geassocieerd (Bian et al., 2018; Leslie et al., 2015; Meyer et al., 2015). Dit beeld vertaalt zich bij 16- tot 18-jarigen vaak in het stereotype van de 'nerdy genius': een overwegend mannelijk individu dat uitblinkt in wiskunde en binnen de ingenieurscultuur geassocieerd wordt met normen als autoriteit en een kille, logische rationaliteit (Cheryan et al., 2013; Ehrlinger et al., 2018; Rosa, 2018; Starr, 2018). Sociaal georiënteerde vaardigheden of zogenaamde communale doelen, zoals samenwerken of de maatschappij helpen, worden daarentegen zelden met het vakgebied verbonden (Diekmann et al., 2010).

Deze exclusieve normen worden in stand gehouden door impliciete bias en socialisatie binnen de schoolomgeving (Bock et al., 2013), waarbij leerkrachten onbewuste lagere verwachtingen kunnen hebben van meisjes of jongeren uit minderheidsgroepen (Ball, 2003; Gillborn & Mirza, 2000). Vanuit de maatschappelijke vooringenomenheid dat technologie en wetenschap voornamelijk passend zijn 'voor jongens', worden zij vaker als 'natuurlijke talenten' gepercipieerd en ontvangen zij onbewust meer aanmoediging (Cannaerts et al., 2023; Dweck, 2008, zoals geciteerd in Tan & Maeda, 2021; Rattan et al., 2012; Tan & Maeda, 2021). Wanneer meisjes identieke prestaties leveren in wiskunde of fysica, wordt dit succes door leerkrachten vaker toegeschreven aan hard werken of 'zwoegende ijver' in plaats van aan aangeboren aanleg (Bleeker & Jacobs, 2004; Carlone, 2004; Tiedemann, 2000a). Deze mechanismen creëren een onzichtbare drempel voor de ontwikkeling van een ingenieursidentiteit, aangezien meisjes en jongeren uit een minder sterke academische thuissituatie hierdoor minder expliciete erkenning ontvangen, wat hun gevoel van verbondenheid (belonging) structureel kan ondermijnen (Craps et al., 2022; Kalender et al., 2019).

Deze maatschappelijke vooringenomenheid sijpelt niet alleen diep door in de schoolomgeving, maar ook in de thuissituatie. Ouders met sterke gender-wiskunde

stereotypen schatten de wiskundige capaciteiten van hun dochters vaak lager in dan die van hun zonen (Jacobs & Eccles, 1992; Tiedemann, 2000a, 2000b). Vanuit de overtuiging dat technologie voornamelijk passend is 'voor jongens', ontvangen zij onbewust meer aanmoediging en worden zij vaker als 'natuurlijk talent' gepercipieerd (Cannaerts et al., 2023; Tan & Maeda, 2021). Wanneer meisjes identieke prestaties leveren, wordt dit succes door leerkrachten en ouders vaker toegeschreven aan hard werken of 'zwoegende ijver' in plaats van aan aangeboren aanleg (Bleeker & Jacobs, 2004; Tiedemann, 2000b).

Naast deze gendergerelateerde stereotypen vormt ook een lagere academische achtergrond van de ouders een belangrijke onzichtbare drempel, zij het via een ander mechanisme. In deze gezinnen ontbreekt het vaak aan specifiek wetenschappelijk of ingenieurskapitaal waarbij ouders de middelen, connecties en sturing missen om hun kinderen strategisch richting STEM-carrières te begeleiden (Archer et al., 2012, 2015; Cannaerts et al., 2023). Deze beperktere toegang tot wetenschappelijk kapitaal hangt samen met de bevinding dat deze jongeren een traject binnen STEM al snel als onbereikbaar, 'ondenkbaar' of 'niet voor ons' percipiëren, zelfs wanneer de leerling wel intrinsieke interesse toont (Archer et al., 2012).

Samen vormen deze factoren een complexe barrière voor de ontwikkeling van een ingenieursidentiteit. De basis voor een dergelijke identiteit stoelt immers op een samenspel van interesse, het geloof in eigen kunnen (competentie) en erkenning (Godwin, 2016; Hazari et al., 2010). Aangezien de ongeschreven maatstaven voor de externe erkenning vaak vervlochten zijn met mannelijke, normatieve waarden, wordt het voor meisjes en jongeren uit een minder sterke academische thuissituatie complex om die erkenning op te eisen (Avraamidou, 2020, 2022; Wright & Riley, 2021). Omdat onderwijssystemen doorgaans deze dominante maatschappelijke cultuur weerspiegelen, vinden leerlingen die buiten deze norm vallen weinig aansluiting bij de standaard ingenieursnorm (Bourdieu, 1986; Martin et al., 2013; Nash, 1990).

Dit gebrek aan aansluiting vormt een risico, aangezien het de perceptie dat zij in het veld passen structureel kan ondermijnen (Craps et al., 2022). Het ontbreken van deze expliciete erkenning door anderen vormt een cruciale katalysator voor uitsluiting en verminderde sense of belonging op school (Good et al., 2012; Kalender et al., 2019; Vervoort, 2023). Deze uitsluitende cultuur creëert voor leerlingen uit een zwakkere academische context een sterke incompatibiliteit tussen hun vertrouwde identiteit van thuis en de nieuwe, elitaire academische STEM-cultuur (Iyer et al., 2009). Zonder gerichte sociale ondersteuning voedt deze initiële onzekerheid hun gevoel van vervreemding verder, wat hun retentie en

psychologisch welzijn binnen de academische leeromgeving aanzienlijk schaadt (Good et al., 2012; Kuchynka et al., 2020; Vervoort, 2023).

Sense of Belonging

Zoals eerder beschreven, vormt een gebrek aan aansluiting met de dominante STEM-cultuur een grote barrière. Het directe antwoord hierop – en een cruciaal concept binnen de ontwikkeling van ingenieursidentiteit – is sense of belonging (verbondenheid).

Verbondenheid wordt beschouwd als een van de fundamentele menselijke behoeften (Maslow, 1943) en vormt, naast autonomie en competentie, een van de drie psychologische basisbehoeften binnen de ZDT voor het bereiken van intrinsieke motivatie en optimaal functioneren (Deci & Ryan, 2000; Jose et al., 2012). Deze theoretische kaders benadrukken het fundamentele belang van verbondenheid, wat zich vertaalt naar een sleutelrol binnen identiteitsontwikkeling.

In de literatuur wordt sense of belonging concreet omschreven als het gevoel ergens bij te horen en geaccepteerd te worden binnen een groep of gemeenschap (Good et al., 2012; Simpson & Bouhafa, 2020; Young et al., 2023). Dit omvat lidmaatschap, waardering, positieve relaties en het vertrouwen dat men “past” binnen de normen, waarden en praktijken van het vakgebied (Good et al., 2012; Kinnunen et al., 2018; Simpson & Bouhafa, 2020; Young et al., 2023). In de context van ingenieurswetenschappen betekent dit dat jongeren zich identificeren met de ingenieurswereld en zich daarin thuis voelen (Good et al., 2012; Urhahne & Wijnia, 2023; Young et al., 2023). Hierbij is het belangrijk om het conceptuele onderscheid te maken met de eerder besproken dimensie 'erkenning'. Waar erkenning primair draait om de validatie van een rol ('zien anderen en ikzelf mij als toekomstig ingenieur?'), gaat sense of belonging over de diepere relationele en emotionele verbondenheid ('voel ik mij geaccepteerd, gewaardeerd en thuis binnen die ingenieursgroep?') (Godwin, 2016; Good et al., 2012). Dit gevoel van verbondenheid komt tot stand door sociale interacties met peers, leerkrachten, rolmodellen, alsook de manier waarop ingenieurswetenschappen wordt gepresenteerd in de leeromgeving en maatschappij (Godwin et al., 2020; Pierrakos et al., 2009).

Binnen STEM-onderzoek is deze verbondenheid sterk gelinkt aan motivatie en volharding: leerlingen die zich thuis voelen in een STEM-context, zijn meer geneigd zich met STEM te identificeren en hun interesse te behouden (Good et al., 2012; Walton & Cohen, 2007). Hoewel veel studies zich richtten op het hoger onderwijs, toont onderzoek van Master (2021) en Master et al. (2021) aan dat dit gevoel al in het secundair onderwijs onmisbaar is voor een succesvolle identiteitsontwikkeling. Een recente systematische literatuurstudie

(Cannaerts, Craps, Veldman, et al., 2025) bevestigt dat wanneer leerlingen zich persoonlijk geaccepteerd en gewaardeerd voelen binnen de leeromgeving, dit een cruciale motor is voor hun uiteindelijke keuze om aan een ingenieursstudie te beginnen of daarin door te zetten. De auteurs benadrukken dat dit gevoel van verbondenheid weliswaar sterk verweven is met de verdere ontwikkeling van een ingenieursidentiteit, maar dat beide concepten ook deels onafhankelijk van elkaar opereren. Zo kunnen studenten een sterk gevoel van verbondenheid ervaren via 'gewaardeerd lidmaatschap' (*valued membership*), zelfs wanneer zij nog geen volledige overeenstemming ervaren met het heersende ingenieurs-prototype (Cannaerts, Craps, Veldman, et al., 2025). Gevoelens van uitsluiting en twijfel daarentegen kunnen op termijn leiden tot het effectief afbrokkelen van de ingenieursidentiteit tijdens de opleiding (Cannaerts, Craps, Veldman, et al., 2025). Al op jongere leeftijd tonen stereotypen echter hun schadelijke impact, doordat zij specifiek bij meisjes en leerlingen met een migratieachtergrond zorgen voor een verminderd gevoel van verbondenheid en een lagere initiële interesse in STEM (Master et al., 2021).

Beeld van de Ingenieurswereld

Een tweede cruciaal concept in de ontwikkeling van ingenieursidentiteit is het beeld van de ingenieurswereld. In deze studie verwijst dit concept naar de percepties en opvattingen over de inhoud van het beroep die jongeren, specifiek de doelgroep van 16- tot 18-jarige scholieren, hebben over een toekomstige carrière in het ingenieursveld.

De literatuur deelt deze opvattingen ruwweg op in twee contrasterende percepties: een eng, stereotiep beeld versus een breed, genuanceerd beeld (DeWaters et al., 2017). Enerzijds wordt het heersende stereotiepe beeld van STEM-richtingen sterk gedomineerd door een masculiene, geïsoleerde en puur technische cultuur (Cannaerts, Craps, & Langie, 2025). Het bredere STEM-vakgebied wordt vaak eenzijdig gekoppeld aan mannelijke eigenschappen zoals onafhankelijkheid en resultaatgerichtheid (O'Brien et al., 2015) en de overtuiging dat 'aangeboren genialiteit' een vereiste is voor succes (Cheryan et al., 2015; Master, 2021b). Anderzijds ontbreekt vaak het inzicht in de bredere, 21e-eeuwse rollen van de ingenieur. Hoewel engineering fundamenteel draait om praktische, humanitaire oplossingen, wordt dit door middelbare scholieren zelden zo gezien (Isaacs, 2001). Het genuanceerde beeld benadrukt daarentegen juist de aspecten van maatschappelijke impact, samenwerking over de grenzen van disciplines heen en de brede, flexibele carrièrepaden binnen de sector (Cannaerts, Craps, & Langie, 2025; Cheryan et al., 2015).

Het stereotiepe beeld heeft aanzienlijke negatieve gevolgen voor de aantrekkingskracht van het beroep. Omdat deze eenzijdige beeldvorming vaak onverenigbaar

is met de communale eigenschappen die maatschappelijk aan vrouwen worden toegeschreven, ervaren meisjes een lagere sense of belonging binnen STEM dan jongens (Cheryan et al., 2015; Master, 2021b). Bovendien toont onderzoek aan dat de hardnekkige associatie van het STEM-vakgebied met mannelijke eigenschappen rechtstreeks bijdraagt aan de genderkloof in STEM-prestaties en -betrokkenheid (O'Brien et al., 2015). De overtuiging dat men de 'aangeboren genialiteit' of de intrinsieke interesse voor dit stereotiepe werk mist, leidt tot een lagere intentie om voor het veld te kiezen (Master, 2021b). Tot slot toont onderzoek aan dat wanneer individuen zich bewust zijn van de negatieve stereotypen over hun groep binnen de ingenieurswereld (stereotype threat), dit hun overtuiging om academisch te kunnen slagen direct ondermijnt (Cadaret et al., 2017; Steele & Aronson, 1995).

Sociale factoren, zoals de directe omgeving en blootstelling aan rolmodellen, kunnen hierbij echter optreden als buffer en spelen een cruciale rol in het doorbreken of het bevestigen van dit heersende, beperkte beeld (Cadaret et al., 2017; Starr, 2025). Het bevorderen van een genuanceerd en accurater beeld van de ingenieurswereld brengt dan ook duidelijke voordelen met zich mee. Een recente Vlaamse pre-post studie (Cannaerts, Craps, & Langie, 2025) bij 222 laatstejaarsleerlingen toont aan dat het integreren van concepten zoals "maatschappelijke impact", "samenwerken" (met andere beroepen) en "brede sectoren" (flexibele carrièrepaden) via gerichte workshops met succes het stereotiepe ingenieursbeeld bij 16- tot 18-jarigen met succes verbreedt. Het actief aanpassen van dit beeld door scholieren bloot te stellen aan collaboratieve taken, diverse rolmodellen en inclusieve leeromgevingen, blijkt zeer effectief om de interesse en het gevoel van verbondenheid bij meisjes aanzienlijk te vergroten, zonder dat dit jongens afschrikt (Cheryan et al., 2015).

Dit genuanceerder perspectief draagt rechtstreeks bij tot het dichten van de genderkloof in ingenieursrichtingen, aangezien vrouwelijke studenten bij hun studiekeuze (instroom) vaker prioriteit geven aan beroepen met een hoog niveau van menselijke interactie en een duidelijk maatschappelijk nut (Margolis & Fischer, 2002, zoals geciteerd in Busch-Vishniac & Jarosz, 2004). Tot slot blijkt een sterke, genuanceerde identificatie met de ingenieurswereld de krachtigste voorspeller voor het behoud (retentie) van vrouwelijke eerstejaarsstudenten in de ingenieursopleiding (B. D. Jones et al., 2013).

De Derde Graad als Kantelpunt: Het Versterken van Ingenieursidentiteit via Buitenschoolse STEM-Initiatieven

De late adolescentie, die samenvalt met de derde graad van het secundair onderwijs (16-18 jaar), vormt een cruciaal kantelpunt voor de ontwikkeling van een ingenieursidentiteit en het maken van definitieve studiekeuzes (Kim et al., 2018; Sonnert et al., 2025). Onderzoek

toont aan dat de initiële nieuwsgierigheid voor wetenschappen in deze specifieke periode drastisch kan afnemen (Sonnert et al., 2025). Dit is deels te wijten aan het formele curriculum dat dikwijls tekortschiet, mede doordat het sterk leunt op traditionele kennisoverdracht en er vaak ten onrechte van uitgaat dat leerlingen al over een intrinsieke gedrevenheid voor de wetenschap beschikken (Sonnert et al., 2025). Vooral voor meisjes en jongeren uit gezinnen met een minder sterke academische achtergrond is deze traditionele aanpak vaak onvoldoende uitnodigend (Dawson et al., 2024; Kim et al., 2018)

Om de ingenieursidentiteit te versterken, is er een noodzaak om de onderwijsaanpak te verschuiven naar meer leerlinggecentreerde, gecontextualiseerde inhoud en werkvormen (Godwin et al., 2016). Historisch gezien werd deze aanpak vaak succesvol toegepast in buitenschoolse (*Out-of-School Time* of OST) initiatieven, waar de nadruk ligt op 'hands-on' en projectmatig werken (Godwin et al., 2016). De literatuur toont aan dat deelname aan dergelijke STEM-competities de kans vergroot dat studenten aan het einde van het secundair onderwijs interesse tonen in een STEM-carrière (Miller et al., 2018). Belangrijk is echter dat de effectiviteit van deze competities voornamelijk ligt in het behouden van leerlingen die al een initiële interesse in STEM hadden, in plaats van het aantrekken van voorheen ongeïnteresseerde leerlingen. Bovendien is er sprake van een aanzienlijk 'dosiseffect': leerlingen die gedurende meerdere jaren aan competities deelnemen, hebben een significant grotere kans op een STEM-carrière-interesse dan leerlingen die slechts één jaar deelnemen (Miller et al., 2018).

Daarnaast is de impact van competities sterk domeinspecifiek; deelname aan een robotica- of ingenieurswedstrijd voorspelt specifiek de interesse in een ingenieursberoep (Miller et al., 2018). Dit biedt met name voor meisjes een cruciale meerwaarde in de strijd tegen de genderkloof: vrouwelijke deelnemers aan robotica-competities blijken 10% meer geneigd te zijn om interesse te hebben in een ingenieursberoep dan meisjes die niet deelnemen (Miller et al., 2018). Een opvallende verklaring hiervoor is dat gestructureerde projecten en competities een duidelijke maatschappelijke context en samenwerkingsstructuur bieden, elementen waaraan specifiek vrouwelijke studenten veel waarde hechten (Kalanathan & Weißenrieder, 2025). Dit staat in schril contrast met het meer stereotiep mannelijke 'tinkeren' (vrijblijvend en ongestructureerd experimenteren met techniek) (Jones et al., 2000). Literatuur toont namelijk aan dat het gebruik van trial-and-error strategieën en vrij experimenteren sterk geassocieerd wordt met mannelijk leergedrag, terwijl meisjes juist een sterke voorkeur hebben voor het volgen van regels en gestructureerd leren (Jones et al., 2000; Kalanathan & Weißenrieder, 2025). Diverse studies tonen aan dat de verschuiving naar dit

soort doelgerichte, collaboratieve leeromgevingen zeer succesvol is: zowel bij gestructureerde projecten in de klas (Martínez-Moreno et al., 2021) als bij grootschalige, op samenwerking gerichte competities (Meschede et al., 2024) ontstaat een omgeving waarin meisjes en jongens in gelijke mate geprikkeld en gemotiveerd raken, wat de participatie en interesse van meisjes in STEM aanzienlijk vergroot.

De onderliggende mechanismen voor dit succes liggen in de bredere en positievere beleving van de discipline. Dergelijke projecten en competities bevorderen de volharding in STEM doordat ze leerlingen blootstellen aan extra STEM-middelen, hen helpen STEM-kennis en -vaardigheden op te bouwen en zorgen voor positieve emotionele ervaringen. Een onderzoek van Jiang et al. (2022) toont dan ook een interessante dynamiek: hoewel deelname aan buitenschoolse STEM-competities niet noodzakelijk leidt tot een significant verschil in de onmiddellijke keuze voor een STEM-major aan de universiteit, resulteert het wel in een merkbaar hogere langdurige volharding. Voormalige deelnemers blijven tijdens hun universitaire studies vaker deelnemen aan STEM-activiteiten en koesteren een sterkere verwachting om in de toekomst effectief een STEM-beroep uit te oefenen (Jiang et al., 2022).

Het is echter cruciaal op te merken dat deze effectieve principes van gestructureerd, collaboratief en 'hands-on' leren niet uitsluitend voorbehouden zijn aan de buitenschoolse context. Recent kwantitatief onderzoek van Jiang et al. (2024) bij 400 middelbare scholieren toont aan dat de integratie van STEM Project-Based Learning (STEM-PBL) binnen de formele schoolmuren eveneens een krachtige en directe positieve impact heeft op de wetenschapsidentiteit. Door probleemgestuurd onderwijs te hanteren en leerlingen zelf betekenis te laten geven aan hun projecten, stijgt hun intrinsieke motivatie aanzienlijk (Schilling & Pinnell, 2018). Binnenschoolse projecten die leerlingen actief betrekken bij ingenieursontwerp, authentieke probleemstellingen en de praktijk van STEM-professionals, versterken de ingenieursidentiteit aanzienlijk en verhogen de algehele betrokkenheid (DeLisi et al., 2025; Jiang et al., 2024). Het gericht combineren van dergelijke binnenschoolse, projectmatige STEM-lessen met een buitenschoolse climax, zoals een competitie, vormt dan ook een uiterst veelbelovende hybride piste om de voordelen van beide leeromgevingen te maximaliseren, waarbij initiatieven zoals de STEM-Award en het Innovation Lab de voordelen van beide leeromgevingen maximaliseren.

Ondanks deze waardevolle inzichten blijven er belangrijke hiaten bestaan in de huidige wetenschappelijke kennis. Een significante beperking in de literatuur is het gebrek aan solide longitudinaal onderzoek dat het causale effect van specifieke projectmatige ervaringen tijdens de middelbare school op de voet volgt tot aan de latere carrièrekeuzes

(Godwin et al., 2016; Kim et al., 2018). Veel bestaande studies zijn immers retrospectief of correlatieel van aard (Godwin et al., 2016). Daarnaast vertoont de huidige literatuur een sterke geografische eenzijdigheid, waarbij het onderzoek zich nagenoeg uitsluitend toespitst op de Amerikaanse en Britse context (Dawson, 2014; Dawson et al., 2024; Sonnert et al., 2025). Er is bijgevolg een opvallend gebrek aan data over grootschalige projecten of evaluaties binnen de specifieke Vlaamse onderwijscontext. Hierdoor blijft het onduidelijk in hoeverre internationale bevindingen rond STEM-competities en projectmatig leren naadloos te projecteren zijn op de unieke dynamieken van de Vlaamse derde graad secundair onderwijs. Deze masterproef speelt hierop in door de impact van dergelijke hybride STEM-interventies binnen de Vlaamse context te onderzoeken.

Synthese en Positionering van Deze Studie

De ontwikkeling van een ingenieursidentiteit in de derde graad van het secundair onderwijs is een complex wisselspel van individuele en contextuele factoren. Uit de besproken literatuur blijkt dat demografische variabelen, zoals geslacht en de academische achtergrond van de ouders, bepalen met welk startkapitaal en zelfvertrouwen jongeren aan wetenschappelijke disciplines beginnen (Archer et al., 2015; Starr & Leaper, 2019). Daarnaast speelt de directe sociale omgeving een doorslaggevende rol. Zowel externe erkenning, rolmodellen, als de blootstelling aan een inclusieve leeromgeving zijn onmisbaar om stereotiepe beelden van de ingenieurswereld te doorbreken en de subjectieve taakwaarde van STEM te verhogen (Boaler, 2002; Carlone & Johnson, 2007). Om de instroom en retentie in ingenieursstudies te bevorderen, tonen eerdere studies aan dat projectmatige STEM-initiatieven, zowel binnen de reguliere schoolmuren als via buitenschoolse initiatieven, uiterst effectief zijn om de sense of belonging en de brede ingenieursidentiteit te versterken (Godwin et al., 2016; Jiang et al., 2024).

Hoewel de bestaande literatuur de meerwaarde van deze projectmatige STEM-ervaringen veelvuldig aantoont, blijven er belangrijke kennishiaten bestaan. Ten eerste zijn de meeste studies naar identiteitsontwikkeling via informele STEM-programma's retrospectief of cross-sectioneel van aard en richten ze zich hoofdzakelijk op de Amerikaanse en Britse context (bv. Godwin et al., 2016; Sonnert et al., 2025). Er is bijgevolg een aanzienlijk gebrek aan gestructureerd effectonderzoek (via pre- en postmetingen) naar de impact van grootschalige STEM-projecten (zoals de STEM-Award en het Innovation Lab) binnen de specifieke Vlaamse onderwijscontext.

De wetenschappelijke relevantie van deze masterproef ligt in het aanpakken van deze hiaten. Aan de hand van een onderzoeksdesign met voor- en nametingen bij onafhankelijke

cohorten over vier verschillende periodes, evalueert dit onderzoek de factoren die met ingenieursidentiteit samenvallen en het effect van het doorlopen STEM-project.

De overkoepelende, centrale onderzoeksvraag van deze masterproef luidt dan ook: *Welke factoren hangen samen met de ingenieursidentiteit van Vlaamse scholieren in de derde graad en in welke mate beïnvloedt een projectmatige STEM-interventie deze identiteit?* Om deze hoofdvraag te beantwoorden, zijn de volgende drie onderzoeksvragen (OZV) geformuleerd. Aan elke onderzoeksvraag is, op basis van de besproken literatuur, een concrete hypothese (H) gekoppeld die getoetst zal worden:

1. **OZV1:** Welke demografische factoren (geslacht, diploma ouders) zijn geassocieerd met verschillen in ingenieursidentiteit aan de start van de interventie, bij de leerlingen met (enige) interesse in engineering?
 - **H1:** Er wordt verwacht dat meisjes en leerlingen met een lagere academische thuisachtergrond (lager ouderlijk diploma) met een structurele achterstand aan de startlijn verschijnen. Dit vertaalt zich in een lagere initiële ingenieursidentiteit en een lager competentiegevoel in vergelijking met jongens en leerlingen uit een hoogopgeleid milieu (Archer et al., 2015; Dawson et al., 2020).
2. **OZV2:** In welke mate hangen sense of belonging, interesse in STEM en in engineering en de perceptie van de ingenieurswereld samen met de ingenieursidentiteit?
 - **H2:** In lijn met bestaande theorieën rond identiteitsontwikkeling wordt verwacht dat sense of belonging (het gevoel erbij te horen) de sterkste unieke samenhang zal vertonen met de opbouw van een ingenieursidentiteit en hiermee zwaarder zal doorwegen dan louter inhoudelijke interesse (Godec et al., 2024; Good et al., 2012; Meyers et al., 2012).
3. **OZV3:** Wat is het effect van een STEM-interventie en de periode op deze identiteit en verschilt dit per interventietype (Innovation Lab versus STEM-Award)?
 - **H3:** Er wordt verwacht dat deelname aan de hybride STEM-interventies (die binnenschools leren en buitenschoolse competitie combineren) zal leiden tot een algemene stijging van de ingenieursidentiteit. Deze verwachting bouwt enerzijds op recent onderzoek dat aantoont dat binnenschools projectmatig STEM-onderwijs het geloof in eigen kunnen (competentie) en de carrière-aspiraties van leerlingen aanzienlijk versterkt (Beier et al., 2019; Jiang et al.,

2024). Anderzijds steunt ze op de meerwaarde van buitenschoolse, uitdagende competities die de maatschappelijke relevantie van het veld benadrukken (Jiang et al., 2022; Miller et al., 2018). Aangezien competentiegevoel en interesse fundamentele bouwstenen vormen van een ingenieursidentiteit (Godwin, 2016; Godwin et al., 2020), wordt op basis van deze tweeledige insteek een positief effect van de interventie verondersteld. Daarnaast luidt de achterliggende hypothese dat het effect van de interventie afhankelijk is van de initiële interesse van leerlingen. Er wordt verwacht dat het project een versterkend effect heeft op hun houding ten aanzien van engineering: niet-geïnteresseerden haken sneller af, reeds geïnteresseerde leerlingen worden bevestigd in hun interesse en de groep 'twijfelaars' kan door de interventie over de streep getrokken worden. Om deze reden wordt het interventie-effect afzonderlijk per analysegroep bepaald.

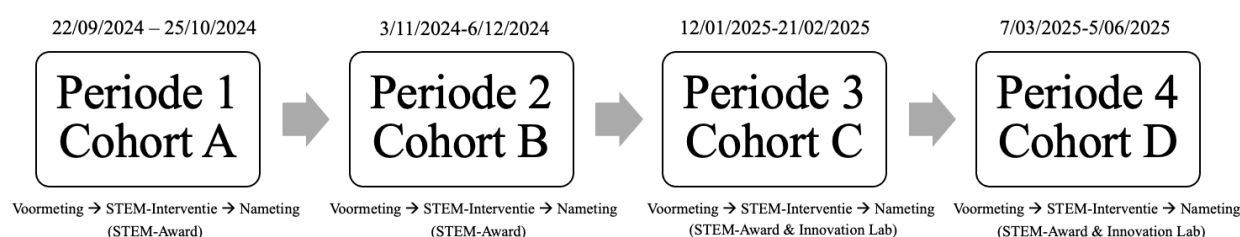
Methode

Onderzoeksopzet

Dit onderzoek hanteerde een kwantitatief, quasi-experimenteel pre-post design waarbij de dataverzameling digitaal werd uitgevoerd binnen de authentieke schoolcontext. De dataverzameling vond plaats tijdens het schooljaar 2024-2025 en verliep over vier opeenvolgende meetperiodes (zie Figuur 1 voor een schematische weergave van de tijdslijn en testmomenten). Binnen elke meetperiode nam een nieuwe, onafhankelijke groep intacte klasgroepen (natuurlijke cohorten) deel aan een projectmatige STEM-interventie: het Innovation Lab of de STEM-Award. In elk van deze vier periodes werd zowel een voor- als een nameting uitgevoerd bij de participerende klassen. De voormeting werd afgenomen vlak voor de start van de interventie, gevolgd door een nameting na afloop van het project. Op deze manier leverde elke deelnemende klasgroep gepaarde data op voor hun eigen begin- en eindsituatie.

Figuur 1

Schematische Weergave van het Quasi-Experimentele Pre-Post Design over Vier Meetperiodes Tijdens het Schooljaar 2024-2025



De afgenomen vragenlijsten brachten primair de afhankelijke variabele, ingenieursidentiteit, in kaart. Om een diepgaand inzicht te verwerven in de mechanismen achter deze identiteitsvorming, werden gelijktijdig de onafhankelijke variabelen gemeten die hier theoretisch mee samenhangen. Deze gerelateerde factoren omvatten demografische kenmerken, al bestaande interesse in STEM en engineering, de perceptie van de ingenieurswereld en de mate van sense of belonging.

Dit specifieke quasi-experimentele design werd gekozen omwille van de hoge ecologische validiteit en de praktische haalbaarheid binnen de onderwijspraktijk. Door deze structuur combineert het onderzoek korte longitudinale elementen (de evolutie tussen voor- en nameting binnen eenzelfde groep) met cross-sectionele elementen (de vergelijking tussen onafhankelijke klascohorten uit verschillende meetperiodes). Hoewel deze aanpak inherent beperkingen met zich meebracht op het vlak van strikte experimentele controle en langdurige individuele opvolging, liet het wel toe om data te verzamelen binnen de authentieke en complexe schoolcontext.

Het ontwerp stelde de onderzoeker wel in staat om op een gestructureerde manier antwoord te bieden op de onderzoeksvragen: de associatie tussen demografische factoren en de ingenieursidentiteit aan de startlijn, de relatieve samenhang van theoretische dimensies (zoals sense of belonging, interesse en beeld van de ingenieurswereld) met deze identiteit, en tot slot de verandering in deze identiteit doorheen de interventies (inclusief het effect van de meetperiode en het type project). Hierbij fungeerde het Innovation Lab primair als een binnenschools, formeel leertraject, terwijl de STEM-Award hybride was opgebouwd en de brug sloeg naar een informeel, competitiegericht traject.

Participanten en Procedure

Procedure en Datacollectie

Scholen en leerkrachten werden gerekruteerd via een meervoudige aanpak: via e-mail, via een informatieve flyer in de materiaalkoffer van de interventies en door docenten mondeling aan te spreken bij het ophalen van dit materiaal. Bij het uitblijven van een respons werd de vraag tot deelname telefonisch of via een herinneringsmail verder opgevolgd. In totaal namen 42 verschillende scholen en 82 klassen deel aan dit onderzoek.

Aan de leerkrachten werd gevraagd om de digitale voormeting in de week voorafgaand aan de interventie tijdens de lessuren af te nemen en de nameting onmiddellijk na de laatste project- of lessensessie te organiseren. In de praktijk traden hier soms lichte afwijkingen op, waarbij enkele leerlingen de vragenlijst op een later moment of thuis invulden. Alle bevragingen verliepen digitaal via Microsoft Forms. De gemiddelde invultijd varieerde tussen de 10 en 20 minuten per meetmoment. Om de responsgraad bij leerlingen te verhogen, werden er cinematickets verloot onder de deelnemende klassen.

Selectie van de Analysegroep en Representativiteit

De initiële dataverzameling leverde een ruime gemakssteekproef op van in totaal $N = 727$ unieke leerlingen die deelnamen één van beide projecten. Hiervan vulden 247 leerlingen enkel de voormeting in, 77 enkel de nameting en 403 leerlingen voltooiden beide meetmomenten. Om het ware effect van de interventies op de meest relevante doelgroep te kunnen evalueren, werden specifieke inclusie- en exclusiecriteria gehanteerd.

Ten eerste richtte dit onderzoek zich uitsluitend op de derde graad van het secundair onderwijs (het 5e en 6e jaar) in Vlaanderen. Meer specifiek betrof het klassen uit de domeinoverschrijdende en domeingebonden doorstroomfinaliteit (het voormalige ASO) alsook uit de dubbele finaliteit (het voormalige TSO). Leerlingen uit andere leerjaren werden uit de analyse gesloten. Ten tweede werden enkel respondenten behouden die (of wiens ouders, indien jonger dan 16 jaar) geïnformeerde toestemming gaven voor deelname. Tot slot werden leerlingen die in de voormeting aangaven "geen enkele interesse" in engineering te hebben uit de doelgroep gefilterd, aangezien een ingenieursidentiteit moeilijk versterkt kan worden zonder een minimale basisinteresse. Deze beslissing sluit aan bij de achterliggende hypothese dat het effect van de interventie afhankelijk is van de initiële interesse van leerlingen. Er wordt immers verwacht dat het project een versterkend effect heeft op hun houding ten aanzien van engineering: waar niet-geïnteresseerden sneller afhaken, worden al geïnteresseerde leerlingen bevestigd in hun interesse en kan de groep 'twijfelaars' juist door de interventie over de streep getrokken worden. Om deze reden wordt het interventie-effect in dit

onderzoek afzonderlijk per analysegroep bepaald. (Voor een gedetailleerde weergave van deze data-opschoning en de exacte uitval per criterium, zie de sectie ‘Datavoorbereiding en Data-opschoning’).

Omdat de steekproef gebaseerd was op zelfselectie van scholen en nadien nog inhoudelijk werd gefilterd op initiële interesse, betrof het geen aselechte steekproef van de volledige Vlaamse schoolpopulatie. De resultaten van deze studie zijn dan ook primair generaliseerbaar naar vergelijkbare populaties van leerlingen die op zijn minst enige intrinsieke affiniteit hebben met STEM-disciplines.

Demografie van de finale steekproef

De finale data-analyse werd uitgevoerd in twee stappen en met twee respectievelijke substeekproeven. Na de initiële data-opschoning en de selectie op leerlingen met minstens een gematigde interesse in engineering, bestond de eerste analysegroep uit alle leerlingen die de voormeting volledig hadden ingevuld ($n = 459$). De omvang van deze steekproef is ruim voldoende voor de beoogde statistische analyses om betrouwbare verbanden te detecteren en werd gebruikt voor het beantwoorden van onderzoeksvragen 1 en 2.

Voor het beantwoorden van onderzoeksvraag 3 (het effect van de interventie) werd een strengere filter toegepast: enkel de leerlingen die zowel de voor- als de nameting voltooiden, werden voor deze specifieke analyse behouden. Deze gepaarde finale steekproef bestond uit $n = 283$ leerlingen. Een gedetailleerd overzicht van de demografische samenstelling van deze deelnemers, inclusief de verdeling naar geslacht, migratieachtergrond¹, de academische achtergrond van de ouders, onderwijsvorm (doorstroom- of dubbele finaliteit) en leerjaar is weergegeven in Tabel 2.

¹ Binnen dit onderzoek wordt een migratieachtergrond gedefinieerd als het zelf geboren zijn buiten België, of het hebben van minstens één ouder of meerdere grootouders die buiten België geboren zijn.

Tabel 2*Descriptieve Statistieken van de Deelnemers*

Socio-demografische variabelen	PRE-Steekproef (<i>N</i> = 459)		PRE-POST-Steekproef (<i>N</i> = 283)	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Geslacht				
Jongen	286	62.3	163	57.6
Meisje	173	37.7	120	42.2
Migratieachtergrond				
Zonder migratieachtergrond	362	78.9	225	79.5
Met migratieachtergrond	97	21.1	58	20.5
Diploma ouders				
Geen hoger onderwijs	47	10.3	30	10.6
Bachelor	136	29.6	83	29.3
Master / PhD	226	49.2	140	49.5
Onbekend	50	10.9	30	10.6
Onderwijsvorm				
Doorstroomfinaliteit	456	99.3	282	99.6
Dubbele finaliteit	3	.7	1	.4
Leerjaar				
5 ^e middelbaar	205	44.7	133	47.0
6 ^e middelbaar	254	55.3	150	53.0

Ethische Aspecten

Dit onderzoek betrof een niet-commerciële studie en werd voorafgaand aan de dataverzameling goedgekeurd door de Sociaal-Maatschappelijke Ethische Commissie (SMEC), als onderdeel van de overkoepelende Commissie voor Privacy en Ethiek (PRET) van de KU Leuven (G-2024-8283-R2(MAR)). Voorafgaand aan de bevraging werd geïnformeerde toestemming verkregen van de participanten (en/of hun ouders, indien jonger dan 16 jaar). Om de anonimiteit en privacy van de deelnemers te waarborgen, werden alle verzamelde gegevens gepseudonimiseerd aan de hand van unieke, door de leerlingen zelfgegenereerde identificatiecodes.

Meetinstrumenten

In deze sectie worden de verschillende meetinstrumenten besproken die werden gehanteerd om de afhankelijke en onafhankelijke variabelen in kaart te brengen. Alle constructen werden bevraagd met behulp van een 5-punts Likertschaal, variërend van 1 (helemaal niet mee eens / helemaal niet geïnteresseerd) tot 5 (helemaal mee eens / zeer geïnteresseerd).

Ingenieursidentiteit

De ingenieursidentiteit van de leerlingen werd gemeten met behulp van de Engineering Role Identity-schaal. Dit instrument is theoretisch verankerd in het werk van Godwin (2016) en werd later structureel gevalideerd door Godwin en Kirn (2020). Het instrument werd voor dit onderzoek vertaald en aangepast aan de Vlaamse onderwijscontext. De schaal bestond uit acht items, onderverdeeld in drie subschalen: interesse (twee items, bv. "Ik ben geïnteresseerd om meer te leren over wat ingenieurs doen"), erkenning (drie items, bv. "Mijn ouders zien een toekomstige ingenieur in mij") en competentie (drie items, bv. "Ik zou de concepten die ik leer binnen een opleiding tot ingenieur begrijpen").

Hoewel de oorspronkelijke schaal voor de dimensie 'interesse' drie items bevatte, werd door een administratieve fout bij de opmaak van de vragenlijst één item ("Ik zou voldoening halen uit een opleiding tot ingenieur") niet opgenomen. Voor de dimensie 'competentie' werd, in tegenstelling tot het oorspronkelijke Amerikaanse model, geen onderscheid gemaakt tussen prestaties binnen en buiten de klas. Deze keuze werd gemaakt omdat het onderscheid tussen binnen- en buitenschoolse STEM-prestaties in de brede Vlaamse secundaire onderwijscontext minder sterk afgebakend is dan in de oorspronkelijke Amerikaanse setting (Godwin & Kirn, 2020). Daarnaast werd het item rond het door anderen om hulp gevraagd worden ('others ask me for help') uit de oorspronkelijke schaal van 2016 geëlimineerd. Hiermee werd de recentere herziening van Godwin en Kirn (2020) gevolgd, waarin dit item werd weggelaten wegens onvoldoende factorladingen in eerdere analyses. De behouden items werden bovendien taalkundig aangepast naar het niveau van het secundair onderwijs (bv. "Ik zou goede resultaten boeken binnen een opleiding tot ingenieur").

Om de constructvaliditeit van deze aangepaste schaal te verifiëren, werd allereerst een exploratieve factoranalyse (EFA) uitgevoerd om de onderliggende structuur van de data vrij te verkennen. Aanvullend werd een principale componentenanalyse (PCA) uitgevoerd met een gedwongen drie-factorenstructuur, rechtstreeks gebaseerd op het gevalideerde model van Godwin en Kirn (2020). Deze PCA verklaarde 77,92% van de totale variantie, waarbij de items exact volgens het verwachte theoretische model op de drie vooropgestelde factoren

laadden. Daarnaast werd de convergente validiteit van de schaal getoetst aan de hand van een overkoepelend single-indicator item ("Ik zie een ingenieur in mijzelf"). Het gebruik van een dergelijk holistisch item is wetenschappelijk verantwoord voor het meten van globale constructen zoals zelfidentificatie (Godwin & Kirn, 2020; Youngblut & Casper, 1993). Uit een Pearson-correlatieanalyse bleek dat de scores op dit overkoepelende item sterk en significant samenhangen met de totale, samengestelde schaal voor ingenieursidentiteit ($r = .82, p < .001$), alsook met de afzonderlijke subschalen Interesse ($r = .79, p < .001$), Erkenning ($r = .78, p < .001$) en Competentie ($r = .60, p < .001$). Dit bevestigt de convergente validiteit, wat aantoont dat de drie afzonderlijke subschalen gezamenlijk een accurate afspiegeling vormen van de globale ingenieursidentiteit.

De interne consistentie van de globale schaal was uitstekend ($\alpha = .93$). Ook de afzonderlijke subschalen toonden een betrouwbare interne consistentie: Interesse ($\alpha = .83$), Erkenning ($\alpha = .91$) en Competentie ($\alpha = .92$). De factorladingen van de behouden items op hun respectievelijke factoren varieerden tussen .67 en .90, wat wijst op een sterke en eenduidige factorstructuur.

Sense of Belonging

Om het gevoel van erbij te horen te meten, werd gebruikgemaakt van een vertaalde en licht gemodificeerde versie van de Sense of Belonging Scale (Good et al., 2012). Hierbij werd specifiek gekozen voor de vier items uit de subschaal Membership. Deze gerichte selectie werd enerzijds gemaakt om de invultijd van de vragenlijst te beperken en zo vermoeidheidseffecten bij de leerlingen te verminderen. Anderzijds is deze keuze methodologisch stevig onderbouwd: in de oorspronkelijke validatiestudie van Good et al. (2012) bleek Membership veruit de sterkste component te zijn die alleen al 40,15% van de variantie verklaarde. Dit werd recent bovendien bevestigd binnen een breder, verwant Vlaams onderzoeksproject (Cannaerts et al., manuscript ingediend voor publicatie). Uit hun factoranalyse bij een vergelijkbare populatie van Vlaamse laatstejaarsleerlingen bleek namelijk dat andere dimensies van de oorspronkelijke schaal (zoals vertrouwen) onvoldoende factorladingen toonden, terwijl de Membership-items de kern vormden van een uiterst betrouwbaar meetinstrument. Omdat de respondenten zich nog in het secundair onderwijs bevonden, werden de stellingen toekomstgericht geformuleerd (bv. "Binnen een ingenieursopleiding en de groep ingenieursstudenten, verwacht ik dat ik mij er thuis zal voelen"). Een PCA bevestigde een eendimensionale structuur die 84.01% van de variantie verklaarde, waarbij de factorladingen van alle items uitzonderlijk hoog waren (laagste lading = .88). De betrouwbaarheid van de schaal was uitstekend ($\alpha = .95$).

Beeld van de Ingenieurswereld

De perceptie van leerlingen over het ingenieursberoep werd bevraagd met een instrument gebaseerd op de Understand Broad Nature of Engineering and Engineering Profession schaal van (DeWaters et al., 2017). Omdat dit instrument werd vertaald en taalkundig vereenvoudigd werd naar de Vlaamse onderwijscontext en er in de literatuur geen gestandaardiseerde factorstructuur voor deze specifieke aanpassing voorhanden is, werd een exploratieve factoranalyse (EFA) uitgevoerd op de negen oorspronkelijke items. Eén item werd verwijderd vanwege een onvoldoende factorlading ($< .30$) om de constructvaliditeit te waarborgen. De resterende acht items laadden op twee betekenisvolle factoren die samen 30.98% van de variantie verklaarden. De eerste factor betrof een 'genuanceerd beeld' van de ingenieur (vier items, bv. "Als ingenieur help je om complexe problemen, zoals klimaatopwarming, aan te pakken") en toonde een acceptabele betrouwbaarheid ($\alpha = .72$). De tweede factor capteerde een 'stereotiep beeld' (vier items, bv. "Als ingenieur werk je voornamelijk alleen"). De interne consistentie van deze subschaal was echter laag ($\alpha = .52$). Ondanks de lage verklaarde variantie en betrouwbaarheidscoëfficiënt werd besloten deze subschaal te behouden voor exploratieve doeleinden, al vereist dit de nodige statistische voorzichtigheid bij de interpretatie van de resultaten.

Interesse in STEM en Engineering

Naast de specifieke interesse als dimensie binnen het identiteitsconstruct, werd de algemene interesse op een directe manier in kaart gebracht met twee single-item vragen. Aan de leerlingen werd gevraagd: "Los van je studiekeuze, in welke mate ben je geïnteresseerd in...". Hierbij werd één item gericht op algemene STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) en één item specifiek op engineering. Beide items werden gescoord op een 5-punts Likertschaal (1 = helemaal niet geïnteresseerd, 5 = zeer geïnteresseerd).

Demografische Variabelen

Tot slot werden via de vragenlijst diverse achtergrondkenmerken van de leerlingen geregistreerd. Dit omvatte geslacht (mannelijk of vrouwelijk), leerjaar (vijfde of zesde jaar), en de gevolgde studierichting. Voor deze laatste variabele werden alle gangbare STEM-richtingen binnen de geselecteerde finaliteiten als expliciete antwoordopties in de bevraging opgenomen, aangevuld met een invulbare restcategorie 'Andere'. Daarnaast werd gepeild naar thuistaal, migratieachtergrond (geboorteland van de leerling en (groot)ouders) en de school en klas waartoe de leerling behoorde. Er werd ook gepolst naar het hoogst behaalde diploma van de ouders (variërend van geen diploma tot een master/doctoraat). Hoewel al deze variabelen werden geregistreerd om de steekproef adequaat te kunnen beschrijven (zie Tabel 2), vielen

de parameters over migratieachtergrond en thuistaal buiten de primaire onderzoeksfocus van deze masterproef.

Dataverwerking en Analysestrategie

Datavoorbereiding en Data-opschoning

Voorafgaand aan de toetsende analyses werd de ruwe dataset, bestaande uit 1258 individuele observaties (in *long format*), onderworpen aan een rigoureuze en tijdsintensieve data-opschoning. In een eerste fase werden op het niveau van de afzonderlijke meetmomenten onbruikbare observaties geïdentificeerd en verwijderd ($n = 128$) om de datakwaliteit te waarborgen. Hierbij werden cases (rijen) systematisch geëxcludeerd op basis van vier strikte criteria met betrekking tot statistische uitschieters (outliers) en onbetrouwbare antwoordpatronen: (1) het vertonen van totale *straight-lining* (het zonder variatie aanduiden van exact dezelfde score op alle items van de vragenlijst), (2) systematische of ritmische antwoordpatronen in combinatie met onwaarschijnlijke demografische input (bv. fictieve geboortelanden), (3) evidente vermoeidheidseffecten waarbij de respondent halverwege de vragenlijst overschakelde op *straight-lining* en (4) dubbele invoer, waarbij enkel de meest valide observatie werd behouden. Daarnaast werden testdata, respondenten buiten de doelgroep en leerlingen zonder informed consent verwijderd.

Vervolgens werden de voor- en nametingen aan elkaar gekoppeld. Omdat de unieke, gepseudonimiseerde identificatiecodes door de leerlingen zelf via open invoervelden werden aangemaakt, bleek een geautomatiseerde koppeling van de meetmomenten onvoldoende betrouwbaar. Bijgevolg werd elke overgebleven dataregel handmatig gescreend en geverifieerd om typfouten, inconsistenties of lichte variaties in de persoonlijke codes te detecteren en te corrigeren. Na deze minutieuze matchingprocedure en de transformatie naar een gestructureerde *wide format* dataset, resulteerde dit in een totale steekproef van $N = 727$ unieke leerlingen.

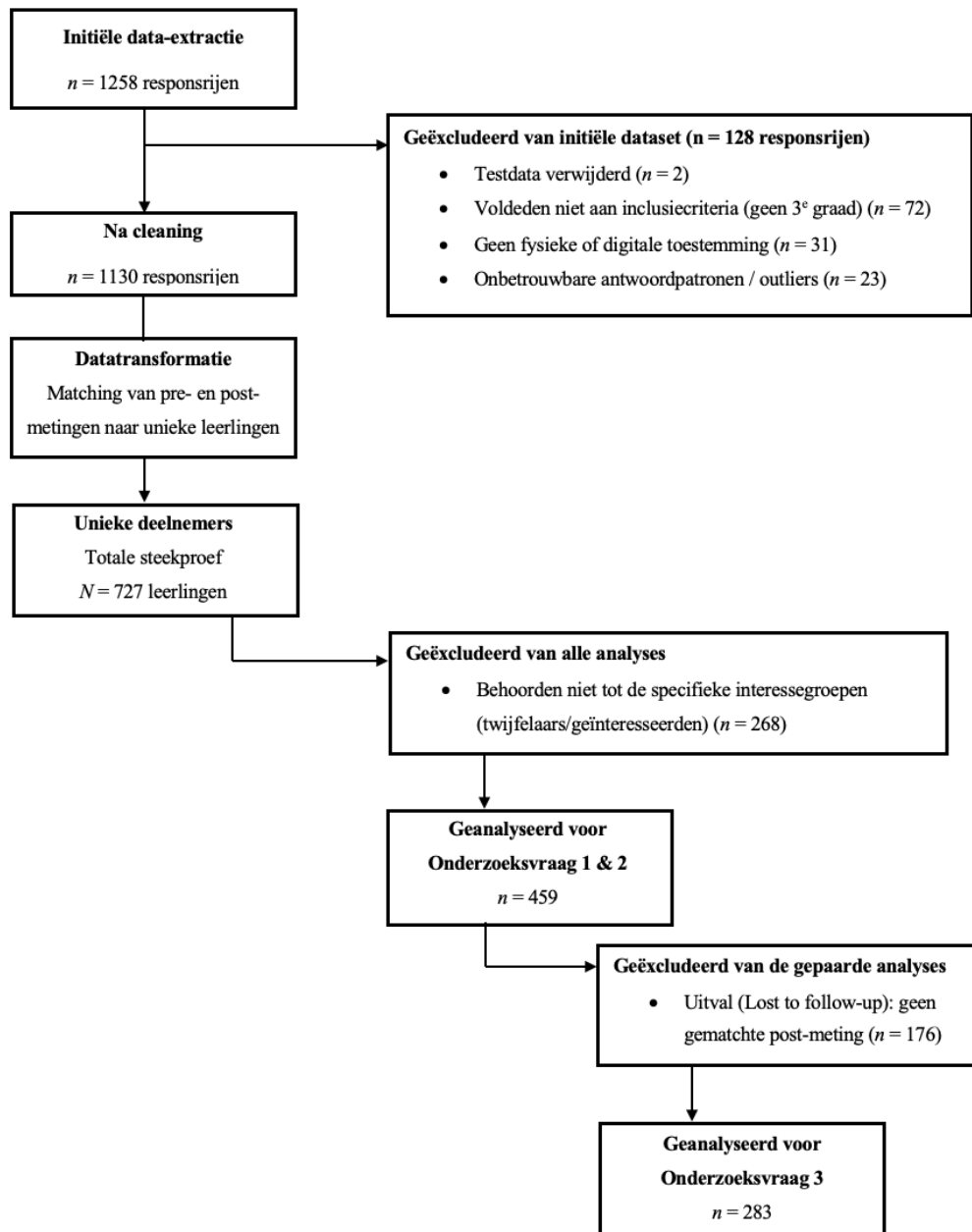
Tot slot werden, afhankelijk van de specifieke onderzoeksvraag, nog gerichte exclusiecriteria toegepast op deze unieke leerlingen. Hoewel de initiële opzet van dit onderzoek was om de effecten van het STEM-project te vergelijken tussen de verschillende meetperiodes, bleek uit een initiële data-verkenning dat de groepen per periode demografisch te sterk van elkaar verschilden om een zuivere vergelijking te maken. Waar de steekproef voor Periode 2 overwegend uit leerlingen met een uitgesproken STEM-profiel bestond (met o.a. $n = 144$ in Wetenschappen-Wiskunde en $n = 42$ in Wetenschappen-Wiskunde STEM), kenmerkte de steekproef van Periode 3 zich door een veel bredere instroom. In deze periode vielen 88 leerlingen in de restcategorie 'Andere', dewelke vooral gekenmerkt werd door

opleidingen zonder specifieke STEM-focus in het curriculum. Daarnaast waren er aanzienlijke schommelingen zichtbaar in de jongens-meisjesverhouding en de academische achtergrond van de ouders over de meetmomenten heen. Zo bevatte de steekproef van Periode 3 proportioneel gezien een grotere groep leerlingen van wie de ouders geen diploma hoger onderwijs behaalden, in vergelijking met Periode 1 en 2. Om een vertekend beeld door deze demografische schommelingen te voorkomen en om de ruis van totaal ongeïnteresseerde leerlingen uit de gemakssteekproef te filteren, werd de analytische focus verlegd.

Hierdoor bestond de eerste analysegroep (voor OZV1 en OZV2) uitsluitend uit leerlingen die aan de startlijn op zijn minst een gematigde interesse (twijfelaars en sterk geïnteresseerden) toonden in engineering ($n = 459$). Voor de gepaarde analyses (OZV3) gold een nog strengere selectie; uitsluitend de leerlingen voor wie, naast de vereiste interesse, een sluitende match tussen de voor- en nameting kon worden gemaakt, werden behouden ($n = 283$). Een gedetailleerd, stapsgewijs overzicht van al deze exclusiecriteria en de uiteindelijke steekproefgroottes per analyse is weergegeven in Figuur 2.

Figuur 2

Stroomdiagram van de Data-Opshoning en Selectie van de Analysegroepen



Analysestrategie

Alle statistische analyses werden uitgevoerd met behulp van IBM SPSS Statistics (versie 29.0.2.0). Het significantieniveau werd voor alle testen vastgelegd op $\alpha = .05$. De hypothesen werden getoetst via een driedelige analysestructuur die direct aansluit bij de onderzoeksvragen.

Voor de eerste onderzoeksvraag (OZV1), gericht op demografische verschillen in ingenieursidentiteit aan de startlijn, werd uitsluitend gebruikgemaakt van de data uit de voormeting. Om verschillen op basis van geslacht te toetsen, werden Independent-Samples t-

tests uitgevoerd voor de drie subschalen van ingenieursidentiteit. Om de invloed van de academische achtergrond (het hoogst behaalde diploma van de ouders) te onderzoeken, werden One-Way ANOVA's toegepast. Bij significante hoofdeffecten werd een post-hoc analyse (Tukey) uitgevoerd om specifieke groepsverschillen te identificeren.

Voor de tweede onderzoeksvraag (OZV2), over de voorspellers van ingenieursidentiteit aan de startlijn, werden drie afzonderlijke meervoudige lineaire regressieanalyses uitgevoerd. Hierbij fungeerden de drie dimensies van ingenieursidentiteit (Interesse, Competentie en Erkenning) beurtelings als afhankelijke variabele. Sense of belonging, de interesse in STEM en de specifieke interesse in engineering, alsook de perceptie van de ingenieurswereld (het genuanceerde versus het stereotiepe beeld) werden als onafhankelijke voorspellers (predictoren) in het model opgenomen om hun unieke verklaarde variantie (R^2) in kaart te brengen.

Voor de derde onderzoeksvraag (OZV3), het meten van het effect van de STEM-interventie, werd het gepaarde (pre-post) design geanalyseerd. Omdat eerder onderzoek aantoonde dat initiële interesse een modererende rol kan spelen (Warne et al., 2019), werden deze analyses afzonderlijk uitgevoerd voor leerlingen met een 'gematigde interesse' (twijfelaars) en leerlingen met een 'uitgesproken interesse'. Het algemene hoofdeffect van het project over tijd werd getoetst via Paired-Samples t-tests. Om vervolgens te verifiëren of deze verandering afhankelijk was van het specifieke project (Innovation Lab versus STEM-Award) of van het moment in het schooljaar (zie Tabel 3 voor de spreiding over de vier meetperiodes), werden Repeated Measures ANOVA's uitgevoerd. Hierbij werd 'meetmoment' als within-subjects factor gehanteerd en 'interventietype' dan wel 'periode' als between-subjects factor om eventuele interactie-effecten te detecteren.

Tabel 3*Spreading van de Deelnemers per Interventietype en Meetperiode*

	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Totaal
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
PRE-Steekproef ($n = 459$)					
STEM-Award	44 (9.6)	146 (31.8)	116 (25.3)	53 (11.5)	359 (78.2)
Innovation Lab	–	–	56 (12.2)	44 (9.6)	100 (21.8)
Totaal per periode	44 (9.6)	146 (31.8)	172 (37.5)	97 (21.1)	459 (100)
PRE-POST-Steekproef ($n = 283$)					
STEM-Award	43 (15.2)	96 (33.9)	65 (23.0)	24 (8.5)	228 (80.6)
Innovation Lab	–	–	17 (6.0)	38 (13.4)	55 (19.4)
Totaal per periode	43 (15.2)	96 (33.9)	82 (29.0)	62 (21.9)	283 (100)

Noot. De streepjes (–) in de tabel geven aan dat er voor het Innovation Lab geen data beschikbaar waren in Periode 1 en 2, aangezien deze interventie pas vanaf Periode 3 werd georganiseerd. n = aantal deelnemers.

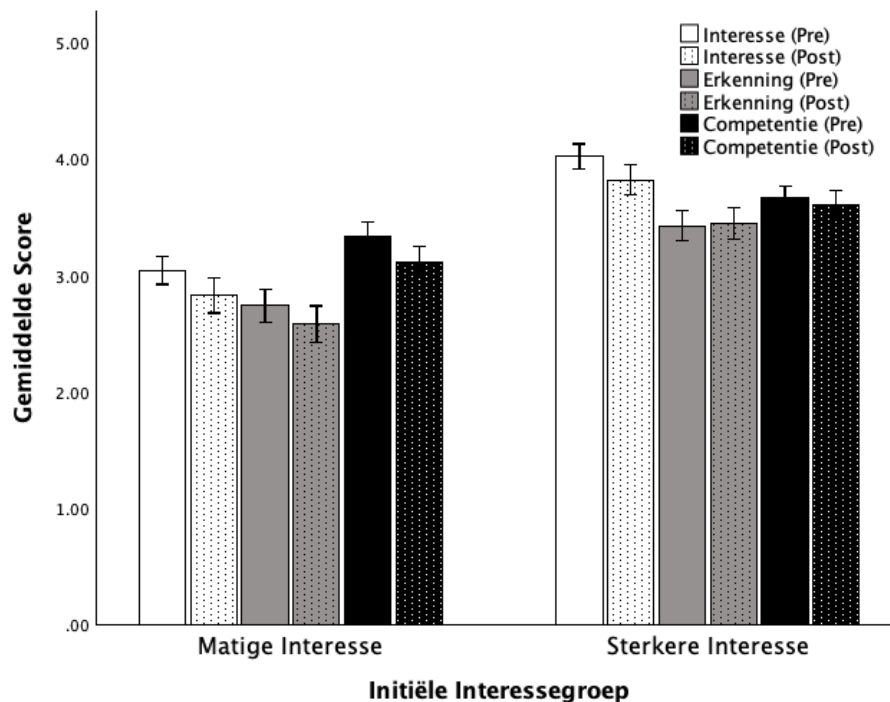
Resultaten

Beschrijvende Statistiek van de Ingenieursidentiteit

Voorafgaand aan de toetsende analyses, wordt eerst een algemene, visuele stand van zaken gegeven. In Figuur 3 worden de ruwe gemiddelde scores van de ingenieursidentiteit weergegeven voor de twee afzonderlijke analysegroepen ('gematigd geïnteresseerden' en 'uitgesproken geïnteresseerden'). Om de lezer direct een overkoepelend beeld te geven van de data, bevat deze figuur zowel de startmetingen (pre) als de eindmetingen (post) voor de drie subschalen. Om een zuivere visuele vergelijking over de tijd te garanderen, is deze overzichtsfiguur uitsluitend gebaseerd op de gepaarde steekproef ($n = 283$). De toetsende analyses in de volgende secties maken vanzelfsprekend wel gebruik van de volledige pre-steekproef ($n = 459$) voor onderzoeksvraag 1 en 2, zijnde alle leerlingen die bij aanvang minstens een matige interesse in engineering rapporteerden.

Figuur 3

Pre- en Post-scores van de Ingenieursidentiteit per Interessesgroep



Noot. De pre- en post-scores betreffen uitsluitend de gepaarde steekproef ($n = 283$).

Foutmarges (*error bars*) geven het 95% betrouwbaarheidsinterval (CI) weer.

Uit dit beschrijvende overzicht is visueel al af te leiden dat de uitgesproken geïnteresseerde leerlingen over de gehele lijn hogere ruwe scores behalen dan de leerlingen die matig geïnteresseerd zijn. De daadwerkelijke statistische significantie van de demografische verschillen aan de startlijn, alsook de effecten van de interventie over tijd, worden in de daaropvolgende secties per onderzoeksvraag structureel getoetst.

Onderzoeksvraag 1: Demografische Factoren aan de Startlijn

De eerste onderzoeksvraag van dit onderzoek luidt: ‘Welke demografische factoren zijn geassocieerd met verschillen in ingenieursidentiteit aan de start van de interventie?’. Voor de beantwoording van deze vraag wordt uitsluitend gebruikgemaakt van de gefilterde steekproef ($n = 459$).

Voorafgaand aan de analyses (Independent-Samples t-testen en One-Way ANOVA's) werden de statistische assumpties gecontroleerd. Inspectie van de boxplots toonde aan dat er geen extreme uitschieters aanwezig waren en de Q-Q plots wezen op een voldoende normale verdeling van de residuen voor de drie subschalen (Interesse, Erkenning en Competentie). Tot slot werd de assumptie van homogeniteit van varianties getoetst via Levene's test. Zowel bij

de indeling op basis van geslacht als op basis van ouderlijk diploma bleek deze assumptie voor alle subschalen voldaan (telkens $p > .05$). Bijgevolg konden de standaard parametrische toetsen worden geïnterpreteerd.

Geslacht

Om na te gaan of er aan de start van de interventie verschillen in ingenieursidentiteit bestonden tussen jongens en meisjes binnen deze doelgroep van twijfelaars en geïnteresseerden, zijn independent-samples t-test uitgevoerd. Uit de analyse blijkt een sterk significant verschil op alle drie de subschalen. Jongens scoren bij aanvang van het project systematisch hoger dan meisjes op de dimensies Interesse, Erkenning en Competentie. In Tabel 4 worden de gemiddelde scores, standaarddeviaties en de resultaten van de t-toetsen (inclusief effectgroottes) overzichtelijk weergegeven.

Tabel 4

Verschillen in de Dimensies van Ingenieursidentiteit tussen Jongens en Meisjes aan de Startlijn

Dimensie	Jongens ($n = 286$)	Meisjes ($n = 173$)	t(457)	p	d
	$M (SD)$	$M (SD)$			
Interesse	3.73 (.85)	3.34 (.87)	4.75	< .001	.46
Erkenning	3.30 (.93)	2.84 (.96)	5.09	< .001	.49
Competentie	3.71 (.74)	3.20 (.77)	7.16	< .001	.69

Noot. $n = 459$. De schaal loopt van 1 (helemaal niet mee eens) tot 5 (helemaal mee eens).

Deze resultaten impliceren dat, zelfs binnen een reeds gemotiveerde doelgroep, meisjes met een significant lagere ingenieursidentiteit aan het project beginnen dan jongens. Dit verschil is het meest uitgesproken bij de dimensie Competentie, wat wijst op een aanzienlijke kloof in het initiële geloof in eigen kunnen.

Diploma Ouders

Daarnaast werd via One-Way ANOVA's onderzocht of de ingenieursidentiteit varieerde naargelang het hoogst behaalde diploma van de ouders (geen hoger onderwijs, bachelor of master/PhD). Voor de dimensie Interesse werd een significant hoofdeffect gevonden ($F(2,406) = 3.59, p = .028, \eta^2 = .017$). Uit de daaropvolgende post-hoc analyses (Tukey) bleken de onderlinge verschillen tussen de drie specifieke diplomagroepen niet statistisch significant (telkens $p > .05$). Voor de dimensie Erkenning was er eveneens een algemeen significant hoofdeffect ($F(2, 406) = 3.48, p = .032, \eta^2 = .017$), maar toonden de

post-hoc analyses opnieuw geen significante paarsgewijze verschillen aan tussen de afzonderlijke groepen. Voor de dimensie Competentie werd wel een significant effect van het ouderlijk diploma vastgesteld ($F(2, 406) = 4.30, p = .014, \eta^2 = .021$). Uit de Post-Hoc (Tukey) analyse bleek dat leerlingen waarvan de ouders een master/PhD hebben, zichzelf bij aanvang significant competentier inschatten ($M = 3.63, SD = .78, p = .018$), dan leerlingen waarvan de ouders een bachelordiploma hebben ($M = 3.39, SD = .76, p = .018$). Opvallend is dat er geen significant verschil werd gevonden tussen de master/PhD-groep en de leerlingen van wie de ouders geen diploma hoger onderwijs behaalden ($p = .254$). Dit suggereert dat vooral de vergelijking tussen de twee hoogste opleidingsniveaus een significant verschil in startvertrouwen blootlegt.

Onderzoeksvraag 2: Samenhang met Ingenieursidentiteit

De tweede onderzoeksvraag van dit onderzoek luidde: ‘In welke mate hangen sense of belonging, interesse en de perceptie van de ingenieurswereld samen met ingenieursidentiteit?’. Om te bepalen in welke mate de subcomponenten van ingenieursidentiteit (Interesse, Competentie en Erkenning) aan de start van het traject verklaard werden door sense of belonging, het (genuanceerde en stereotiepe) beeld van de ingenieurswereld en de algemene STEM- en specifieke engineering-interesse, werden drie afzonderlijke meervoudige lineaire regressieanalyses uitgevoerd.

Voorafgaand aan de multiple regressieanalyses werden de statistische assumpties gecontroleerd. Er was geen sprake van multicollineariteit, aangezien de Variance Inflation Factor (VIF) waarden ruim onder de conservatieve grenswaarde van 5 bleven en de tolerantiewaarden groter waren dan .10. Inspectie van de histogrammen en Normal P-P plots toonde aan dat de residuen voor alle modellen bij benadering normaal verdeeld waren. Tot slot lieten de scatterplots van de gestandaardiseerde residuen tegen de voorspelde waarden geen trechtervorm of afwijkende curven zien, waarmee eveneens aan de assumpties van homoscedasticiteit en lineariteit werd voldaan. De regressiemodellen konden bijgevolg betrouwbaar worden geïnterpreteerd. De volledige resultaten en coëfficiënten van deze drie modellen zijn overzichtelijk samengevat in Tabel 5.

Tabel 5*Meervoudige Regressieanalyses voor de Subscales van Ingenieursidentiteit aan de Startlijn*

Voorspeller	Interesse			Competentie			Erkenning		
	<i>B</i>	<i>SE</i>	β	<i>B</i>	<i>SE</i>	β	<i>B</i>	<i>SE</i>	β
(Constante)	-.82	.33		1.16	.36		.18	.42	
Sense of belonging	.39	.04	.39***	.43	.04	.47***	.52	.05	.47***
Genuanceerd beeld	.33	.06	.18***	.12	.07	.07	.11	.08	.06
Stereotiep beeld	-.01	.05	-.01	-.08	.05	-.06	-.10	.06	-.06
Algemene STEM- interesse	.06	.05	.05	.09	.05	.08	.03	.06	.03
Specifieke engineering interesse	.44	.05	.34***	.08	.05	.07	.25	.06	.18***
R^2			.54			.34			.39
$F(5, 453)$			105.85***			47.42***			57.17***

Noot. $n = 459$. B = ongestandaardiseerde coëfficiënt; SE = standaardfout (Standard Error); β = gestandaardiseerde coëfficiënt. De R^2 betreft de gecorrigeerde verklaarde variantie (Adjusted R^2).

*** $p < .001$.

Samenhang met Interesse

Het model voor de subschaal Interesse was sterk significant en verklaarde 53.9% van de variantie ($F(5, 453) = 105.82, p < .001, R^2 = .54$). Uit de analyse bleek dat drie onafhankelijke variabelen een significante, positieve samenhang vertoonden met ingenieursidentiteit. Sense of belonging was de allersterkste verklarende factor ($\beta = .39, t = 10.18, p < .001$). Daarnaast speelde specifieke interesse in engineering eveneens een grote rol ($\beta = .34, t = 8.93, p < .001$), net als een genuanceerd beeld van de ingenieur ($\beta = .18, t = 5.24, p < .001$). Algemene STEM-interesse en een stereotiep beeld van de ingenieur bleken in dit model geen significante verklarende factoren.

Samenhang met Competentie

Wat betreft de samenhang met het geloof in eigen competentie werd eveneens een significant model gevonden dat 34.4% van de variantie verklaarde ($F(5, 453) = 47.42, p < .001, R^2 = .34$). Hier kwam een opvallend eenzijdig beeld naar voren: enkel de sense of

belonging bleek een sterk significante verklarende factor ($\beta = .47, t = 10.40, p < .001$). Zelfs een reeds hoge specifieke interesse in engineering hing in dit model niet samen met een hogere inschatting van de eigen competentie ($\beta = .07, t = 1.59, p = .113$).

Samenhang met Erkenning

Tot slot was het model voor Erkenning eveneens significant, met een verklaarde variantie van 38.7% ($F(5, 453) = 57.17, p < .001, R^2 = .39$). Twee variabelen hingen significant samen met de mate waarin leerlingen zich door anderen als (potentieel) ingenieur gezien voelden. Ook hier was sense of belonging de sterkste verklarende factor ($\beta = .47, t = 10.78, p < .001$). Specifieke interesse in engineering vertoonde eveneens een significante samenhang ($\beta = .18, t = 4.02, p < .001$). De andere onafhankelijke variabelen droegen niet significant bij aan dit model.

Globale Bevindingen voor Ingenieursidentiteit

Wanneer de resultaten van de drie modellen werden geïntegreerd, viel één duidelijk patroon op: het gevoel erbij te horen (sense of belonging) bleek met absolute voorsprong de meest cruciale drijfveer voor de opbouw van een ingenieursidentiteit aan de startlijn. Het was de enige variabele die systematisch en krachtig met alle drie de subcomponenten samenhang.

Onderzoeksvraag 3: Het Effect van de Interventie en van de Periode

De derde onderzoeksvraag onderzocht het effect van het STEM-project op de ingenieursidentiteit. Daarbij werd specifiek nagegaan of dit effect afhankelijk was van het soort interventie (Innovation Lab vs. STEM-Award) of van de periode in het schooljaar. Om een nauwkeurig beeld te krijgen, werden de analyses afzonderlijk uitgevoerd voor de leerlingen met een matige startinteresse (de twijfelaars) en de leerlingen met een sterkere startinteresse (de uitgesproken geïnteresseerden).

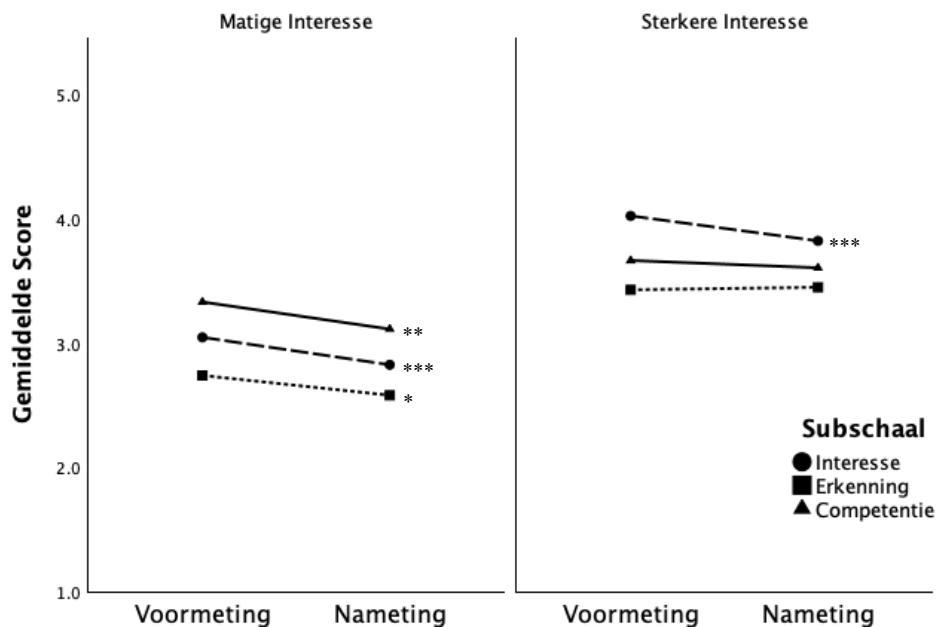
Voorafgaand aan de analyses (Paired-Samples t-testen en Repeated Measures ANOVA's) werden de statistische assumpties gecontroleerd. Wat betreft de gepaarde t-testen toonde inspectie van de Normal Q-Q plots aan dat de verschillscores (postmeting minus premeting) voor de drie subschalen bij benadering normaal verdeeld waren. Enkele waargenomen uitschieters in de boxplots werden behouden, aangezien deze reële individuele verschuivingen weerspiegelen en de toets robuust is bij de huidige steekproefgrootte. Voor de variantie-analyses was de assumptie van sfericiteit bovendien per definitie voldaan, aangezien de factor meetmoment slechts uit twee niveaus bestond (pre en post). Alle assumpties voor het uitvoeren van de analyses konden bijgevolg als voldaan worden beschouwd.

Resultaten voor de Twijfelaars

Hoofdeffect van het STEM-Project. Om het algemene effect van de interventie over de tijd te evalueren, werd een Paired-Samples t-test uitgevoerd. Uit de analyse bleek dat de ingenieursidentiteit van deze twijfelende groep significant daalde na deelname aan het project (zie Figuur 4). Deze daling manifesteerde zich op alle drie de subschalen: Interesse ($t(135) = 3.41, p < .001, d = .29$), Erkenning ($t(135) = 2.48, p = .015, d = .21$) en Competentie ($t(135) = 3.31, p = .001, d = .28$). De effectgroottes (Cohen's d) wijzen hierbij op kleine, maar statistisch betekenisvolle effecten.

Figuur 4

Effect van het STEM-Project op de Ingenieursidentiteit voor Twijfelaars en Sterker Geïnteresseerden per Dimensie



Noot. Gemiddelde scores op de dimensies van ingenieursidentiteit gemeten voor en na de STEM-interventie. Het linkerpaneel toont de resultaten voor leerlingen met een matige initiële interesse (twijfelaars, $n = 136$); het rechterpaneel toont de resultaten voor leerlingen met een sterkere initiële interesse ($n = 147$). De Y-as geeft de gemiddelde scores weer op een 5-punten Likertschaal.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Verskil tussen Interventies. Uit verdere analyse met een Repeated Measures ANOVA bleek dat deze afname in ingenieursidentiteit niet significant verschilde tussen het Innovation Lab en de STEM-Award. Er werd geen interactie-effect gevonden tussen het

meetmoment (pre vs. post) en het soort interventie voor Interesse ($F(1, 134) = .09, p = .761, \eta_p^2 = .001$); Erkenning ($F(1, 134) = .01, p = .937, \eta_p^2 < .001$) of Competentie ($F(1, 134) = .07, p = .788, \eta_p^2 = .001$). De daling in scores deed zich dus consistent voor, ongeacht de specifieke interventie waaraan werd deelgenomen.

Verskil tussen Periodes. Om na te gaan of dit effect afhankelijk was van het moment in het schooljaar, werd een Repeated Measures ANOVA met de interventieperiode (1 t.e.m. 4) als between-subjects factor uitgevoerd. Ook hier werd geen significant interactie-effect gevonden tussen het meetmoment en de periode in het schooljaar voor Interesse ($F(3, 132) = 1.33, p = .266, \eta_p^2 = .029$), Erkenning ($F(3, 132) = 1.52, p = .212, \eta_p^2 = .033$) of Competentie ($F(3, 132) = 2.04, p = .111, \eta_p^2 = .044$). Het dalende effect over tijd bleek daarmee robuust over het hele schooljaar heen.

Resultaten voor de Sterker Geïnteresseerden

Hoofdeffect van het STEM-project. Vervolgens werd de groep leerlingen met een uitgesproken initiële interesse in engineering aan dezelfde Paired-Samples t-tests onderworpen. In tegenstelling tot de twijfelaars was de impact op deze groep genuanceerder. Hun scores verschilden niet significant tussen de voor- en nameting op de subschalen Erkenning ($t(146) = -.35, p = .727, d = -.03$) en Competentie ($t(146) = 1.08, p = .284, d = .09$). Enkel op de subschaal Interesse toonden zij een significante daling over de tijd ($t(146) = 3.85, p < .001, d = .38$), wat wijst op een klein tot middelgroot effect. Dit toont aan dat bij deze specifiek geïnteresseerde doelgroep enkel de effectieve interesse in engineering een daling kent na de interventie, terwijl hun geloof in het eigen kunnen (competentie) en de mate waarin zij zich als ingenieur gezien voelen (erkenning) volledig stabiel blijven (zie Figuur 3).

Verskil tussen Interventies. Een Repeated Measures ANOVA bevestigde dat ook dit specifieke patroon niet afhankelijk was van het soort interventie. Er was geen significant interactie-effect tussen het meetmoment en het interventietype voor Interesse ($F(1, 145) = 2.10, p = .150, \eta_p^2 = .014$), Erkenning ($F(1, 145) = 0.12, p = .730, \eta_p^2 = .001$) en Competentie ($F(1, 145) = 0.08, p = .779, \eta_p^2 = .001$). Het geobserveerde patroon, een daling in interesse terwijl het gevoel van erkenning en competentie gelijk blijkt, doet zich consistent voor, ongeacht de specifieke interventie waaraan de leerlingen deelnamen.

Verskil tussen Periodes. Tot slot bleek uit een laatste Repeated Measures ANOVA dat dit patroon eveneens niet verschildte tussen de vier interventieperiodes. Er werd geen significante interactie gevonden tussen het meetmoment en de specifieke periode voor Interesse ($F(3, 143) = 0.15, p = .932, \eta_p^2 = .003$), Erkenning ($F(3, 143) = 0.44, p = .726, \eta_p^2 =$

.009) en Competentie ($F(3, 143) = 0.49, p = .692, \eta_p^2 = .010$). Dit bevestigt dat de selectieve afname in interesse over de tijd uiterst robuust is en onafhankelijk is van het moment in het schooljaar waarop het project werd doorlopen.

Discussie

Onderzoeksdoel en Steekproefafbakening

Deze masterproef had tot doel de impact van kortdurende, projectmatige STEM-interventies op de ontwikkeling van de ingenieursidentiteit bij leerlingen uit de derde graad van het secundair onderwijs in kaart te brengen. De late adolescentie vormt immers een cruciaal kantelpunt voor zowel de identiteitsvorming als de definitieve studiekeuze (Kim et al., 2018; Sonnert et al., 2025). Aan de hand van een pre-post design werd geëvalueerd hoe de projectmatige aanpak van de STEM-Award en het Innovation Lab de identificatie met het ingenieursberoep beïnvloedde. Daarbij werd expliciet teruggegrepen naar de centrale vraagstelling uit de inleiding: *“Welke factoren hangen samen met de ingenieursidentiteit van Vlaamse scholieren in de derde graad en in welke mate beïnvloedt een projectmatige STEM-interventie deze identiteit?”* Binnen deze vraagstelling stond de theoretische spanning centraal of dergelijke projecten een daadwerkelijke katalysator vormen voor de opbouw van een ingenieursidentiteit of dat zij louter de reeds bestaande interesses bevestigen.

In de initiële opzet van deze studie werden drie centrale verwachtingen geformuleerd:

- **Hypothese 1:** Er werd verwacht dat meisjes en jongeren zonder academische thuisachtergrond met een structurele achterstand in ingenieursidentiteit aan de startlijn zouden verschijnen.
- **Hypothese 2:** In lijn met bestaande literatuur was de verwachting dat sense of belonging de sterkste unieke samenhang zou vertonen met de opbouw van deze identiteit.
- **Hypothese 3:** Tot slot werd verwacht dat deelname aan de STEM-interventies zou leiden tot een algemene stijging van de ingenieursidentiteit. Daarbij luidde de achterliggende subhypothese dat dit effect sterk afhankelijk zou zijn van de initiële interesse van de leerlingen: er werd verondersteld dat uitgesproken geïnteresseerde leerlingen bevestigd zouden worden in hun keuze, terwijl de interventie voor de cruciale groep 'twijfelaars' net de katalysator kon zijn om hen over de streep te trekken.

Om deze verwachtingen zuiver te kunnen toetsen, was een specifieke afbakening van de steekproef noodzakelijk. Uit de startmeting bleek namelijk dat de verschillende

deelnemende cohorten, vanwege de aard van de gemakssteekproef, demografisch sterk van elkaar verschilden qua vooropleiding, geslacht en academische achtergrond. Om te vermijden dat deze variabiliteit en de aanwezigheid van totaal ongeïnteresseerde leerlingen een vertekend beeld zouden geven, is besloten om de onderzoeksfocus te verfijnen. Alle verdere analyses richtten zich uitsluitend op de meest relevante doelgroep: leerlingen die voorafgaand aan het project al aangaven op zijn minst een matige interesse te hebben in engineering. Door deze demografische afbakening kon zuiverder worden blootgelegd hoe de interventie inspeelt op het potentieel van jongeren die al een eerste stap richting het STEM-veld hebben gezet en in welke mate de geformuleerde hypothesen voor deze cruciale doelgroep konden worden bevestigd.

Samenvatting en Interpretatie van de Belangrijkste Bevindingen

Demografische Factoren aan de Startlijn

Uit de analyse van de eerste onderzoeksvraag (OZV1) bleek dat er zich al aan de start van de interventie significante structurele verschillen aftekenden. Hiermee werd de eerste hypothese (H1) voor een groot deel bevestigd. Zelfs binnen deze gefilterde steekproef van leerlingen die vooraf aangaven op zijn minst matige interesse in engineering te hebben, rapporteerden meisjes nog steeds een systematisch lagere ingenieursidentiteit over alle subschalen (Interesse, Erkenning en Competentie) in vergelijking met jongens. Daarnaast werd verwacht dat jongeren zonder academische thuisachtergrond met een achterstand zouden starten. Deze verwachting werd genuanceerd bevestigd: leerlingen van wie de ouders een master- of doctoraatsdiploma bezitten, schatten zichzelf significant competent in dan leerlingen van wie de ouders een bachelordiploma hebben. Opvallend hierbij is echter dat er géén significant verschil werd gevonden tussen deze master/PhD-groep en de leerlingen van wie de ouders geen diploma hoger onderwijs behaalden. Dit suggereert dat vooral de vergelijking tussen de twee hoogste opleidingsniveaus een significant verschil in startvertrouwen blootlegt. Voor de subschalen Interesse en Erkenning werd dit effect van thuisachtergrond echter niet gevonden.

Deze bevindingen sluiten aan bij de bestaande literatuur over STEM-identiteit. Dat meisjes, ondanks een aanwezige inhoudelijke interesse, met een achterstand aan de startlijn verschijnen qua geloof in eigen kunnen en erkenning, illustreert de hardnekkigheid van het masculiene "STEM-prototype" (Kim et al., 2018). Meisjes ervaren klaarblijkelijk nog steeds interne drempels om zichzelf daadwerkelijk als competent en als volwaardig ingenieur te zien (Godwin et al., 2016). Het specifieke effect van het ouderlijk diploma op louter de competentieperceptie hangt daarnaast samen met de theorie van science capital (Archer et al.,

2012, 2015). Leerlingen uit hoogopgeleide gezinnen brengen een onzichtbare academische rugzak mee: een grotere vertrouwdheid met abstracte concepten en de academische wereld (Archer et al., 2012). Afhankelijk van de achtergrond van de ouders beschikken sommigen zelfs over specifieke engineering capital, wat hen een direct voordeel oplevert bij het ontwikkelen van een ingenieursidentiteit (Archer et al., 2023b). Deze kapitaalopbouw thuis fungeert als een sterke buffer voor hun zelfvertrouwen en geloof in eigen kunnen, wat verklaart waarom zij zich, ondanks een gelijke interesse als hun peers, aanzienlijk competentier voelen (Archer et al., 2023b).

De Samenhang tussen Sense of Belonging en Ingenieursidentiteit

De tweede onderzoeksvraag (OZV2) onderzocht in welke mate de subcomponenten van ingenieursidentiteit verklaard konden worden door verschillende onafhankelijke factoren. Hierbij werd de tweede hypothese (H2) onmiskenbaar bevestigd. Uit de modellen kwam één zeer dominant patroon naar voren: sense of belonging (het gevoel geaccepteerd te zijn en erbij te horen) vertoonde veruit de sterkste en meest consistente positieve samenhang met alle drie de dimensies van ingenieursidentiteit. Daarmee woog het aanzienlijk zwaarder door dan louter inhoudelijke interesse of het beeld van het beroep.

Deze bevinding levert sterk empirisch bewijs de theorie van Meyers et al. (2012), die de opbouw van een ingenieursidentiteit in essentie definiëren als een proces van belonging. Hoewel leerlingen op voorhand een sterke interesse kunnen tonen in de technische vakinhoud, toont de literatuur aan dat deze interesse zich lang niet altijd vertaalt in de daadwerkelijke ambitie om het beroep later uit te oefenen (Godec et al., 2024). Het louter 'interessant vinden' van wetenschap is met andere woorden onvoldoende om een diepgewortelde beroepsidentiteit te verankeren. De regressiemodellen in deze studie bevestigen hiermee de eerdere conclusies van Good et al. (2012): de psychologische behoefte om zich geaccepteerd en volwaardig lid te voelen van een gemeenschap is een veel robuustere en uniekere voorspeller voor identiteit dan puur de interesse in het vak. Gecombineerd met de theorie van Godwin (2016), die het zware gewicht van sociale erkenning benadrukt, kan op basis van deze data gesteld worden dat het interne gevoel van belonging fungeert als de absolute basisvoorwaarde voor een duurzame zelfidentificatie als toekomstig ingenieur.

Het Effect van de STEM-Interventies op de Ingenieursidentiteit

Bij de toetsing van de derde onderzoeksvraag (OZV3) werd de initiële hypothese (H3), die stelde dat de interventie zou leiden tot een stijging in de ingenieursidentiteit, weerlegd. Er werd een systematische daling vastgesteld, die robuust bleek over de verschillende interventietypes en de diverse meetperiodes heen. Deze afname is op zichzelf

een zeer opmerkelijke bevinding, aangezien dergelijke projecten juist worden geïmplementeerd met het doel deze identiteit te versterken. Bovendien bleek dit onverwachte negatieve effect uiterst robuust over de verschillende interventietypes en de diverse meetperiodes heen. Hoewel beide projecten stevig verankerd waren in de vertrouwde schoolcontext, hanteerden ze wel een licht verschillende didactische insteek: het Innovation Lab functioneerde primair als een regulier projectmatig leertraject, terwijl de STEM-Award hier een expliciet competitie-element aan toevoegde. Ondanks deze nuance in de opzet, trad de daling in ingenieursidentiteit in beide trajecten even sterk op.

De impact varieerde echter wel sterk naargelang het initiële interesseniveau van de leerlingen. Bij de ‘twijfelaars’ (de matig geïnteresseerden) werd een significante afname vastgesteld op alle drie de subschalen: zowel hun interesse ($d = .29$), competentie ($d = .28$) als erkenning ($d = .21$) daalde significant na het project. Deze brede daling kan mogelijk worden verklaard door het Dunning-Kruger effect: leerlingen met een beperkt initieel beeld van engineering overschatten hun eigen competentie aan de startlijn, maar worden tijdens het project geconfronteerd met de werkelijke technische en mathematische complexiteit (Kruger & Dunning, 2009). Deze confrontatie met de realiteit leidt tot een neerwaartse kalibratie van hun geschiktheid en interesse voor het vakgebied. Bij de sterk geïnteresseerde leerlingen bleven de scores voor erkenning en competentie weliswaar stabiel, maar vertoonde de interesse eveneens een daling. Dit suggereert dat de interventie ook bij deze groep leidde tot een bijgesteld, minder rooskleurig beeld van de vakinhoud, al werd hun fundamentele geloof in eigen capaciteiten hier niet door aangetast.

Tegenstrijdige Bevindingen en Alternatieve Verklaringen

De bevindingen van dit onderzoek schetsen een tweeledig beeld ten opzichte van de literatuur. Enerzijds komt, in lijn met eerder onderzoek, sense of belonging uit de startmeting (OZV2) naar voren als de allerbelangrijkste factor voor de opbouw van een ingenieursidentiteit. Anderzijds, en in schril contrast met eerdere theorieën, heeft de feitelijke deelname aan de projecten (OZV3) niet tot de verwachte versterking van deze identiteit geleid, maar juist tot een afname. In tegenstelling tot wat vaak wordt aangenomen in beleidsinitiatieven, is deelname op zichzelf dus niet voldoende voor identiteitsontwikkeling. Dit sluit aan bij de recente bevindingen van Sonnert et al. (2025), die aantonen dat deelname aan gestructureerde STEM-activiteiten of competities zelfs een licht negatief effect kan hebben op de STEM-identiteit als leerlingen tijdens de activiteit geen specifieke, betekenisvolle kansen op succes of erkenning ervaren.

Een mogelijke verklaring voor deze daling is dat de onderzochte interventies primair focusten op technische en probleemgestuurde vaardigheden en in mindere mate op de expliciete bevordering van een inclusieve sociale leeromgeving. Als de nadruk in een project te veel op de technische complexiteit ligt en te weinig op de cruciale sociale inbedding, die volgens OZV2 juist zo cruciaal is, kan dit het gevoel van belonging, en daarmee de ingenieursidentiteit, paradoxaal genoeg ondermijnen.

Daarnaast vereisen deze resultaten een kritische reflectie op de methodologische opzet, specifiek wat betreft de timing van de nameting en de mogelijke invloed van bevragsingsvermoeidheid. De post-meting vond plaats direct na de intensieve eindfase van het project. De daling in scores zou daarom deels toegeschreven kunnen worden aan cognitieve overbelasting of projectvermoeidheid op dat specifieke moment. Het is onduidelijk of dit effect van tijdelijke aard is; een uitgestelde nameting zou in de toekomst uitsluitsel kunnen geven over de vraag of de ingenieursidentiteit op de lange termijn alsnog positief evolueert wanneer de initiële vermoeidheid is gezakt en de leerlingen op hun ervaringen hebben kunnen reflecteren.

Beperkingen van het Onderzoek

Ondanks de significante bevindingen en de theoretische bijdrage van deze studie, dient het onderzoek in het licht van enkele methodologische en praktische beperkingen te worden geïnterpreteerd. Deze kanttekeningen bieden niet alleen de nodige nuance bij de interpretatie en generaliseerbaarheid van de resultaten, maar vormen tegelijkertijd een waardevol vertrekpunt voor de verfijning van toekomstig onderzoek. De beperkingen situeren zich grofweg op vier domeinen.

Meetinstrumenten en Dataverzameling

Een eerste cluster van beperkingen situeert zich op het vlak van de meetinstrumenten. De dataverzameling leunde volledig op zelfrapportage, wat inherent gevoelig is voor sociale wenselijkheid. Daarnaast betreft de vragenlijst een vertaalde en contextueel aangepaste versie van een Amerikaans instrument. Hierbij ontbrak door een administratieve onnauwkeurigheid één item uit de subschaal Interesse en werden twee items van Competentie samengevoegd om beter aan te sluiten bij de realiteit van het Vlaamse secundaire onderwijs. Wat betreft de subschaal Erkenning is het bovendien belangrijk te noteren dat deze vragen zich in deze meting uitsluitend richtten op 'externe erkenning' (hoe leerlingen denken dat anderen hen zien) en niet op de interne herkenning als "ingenieursmens", hoewel het theoretische construct beide aspecten omvat.

Daarnaast vertoonde de vragenlijst over het beeld van de ingenieurswereld psychometrische beperkingen. De nieuw geëxploreerde factorstructuur (gebaseerd op DeWaters et al. (2017)) resulteerde in een 'stereotiep beeld'-subschaal met een lage interne consistentie ($\alpha = .52$) en een lage verklaarde variantie ($R^2 = 30.98\%$), wat dwingt tot enige statistische voorzichtigheid bij de interpretatie.

Ook moet worden erkend dat er tijdens de bevraging geen expliciete omschrijving werd gegeven van de overkoepelende term 'engineering' zelf. Daarnaast beschikken leerlingen in de derde graad secundair onderwijs vaak niet over een voorafgaand conceptueel begrip van abstracte constructen zoals 'ingenieursidentiteit' of 'sense of belonging'. Hoewel de bevraging werkte met concrete items op hun niveau in plaats van rechtstreeks naar deze academische termen te vragen, kregen de leerlingen vooraf geen expliciete kadering of uitleg over deze concepten. Hierdoor blijft het mogelijk dat zij de items anders interpreteerden dan theoretisch bedoeld werd. Toekomstig onderzoek zou er dan ook baat bij kunnen hebben om dergelijke kernconcepten en de brede STEM-context vooraf kort en bevattelijk toe te lichten aan de participanten.

Qua praktische dataverzameling bleek tot slot het hanteren van open invoervelden voor respondentcodes vatbaar voor registratiefouten, wat resulteerde in een uiterst tijdsintensieve datacleaning. Om de data-integriteit te waarborgen en foutieve registraties te minimaliseren, wordt voor toekomstig onderzoek sterk geadviseerd om te werken met gestandaardiseerde validatievelden.

Onderzoeksdesign en Steekproef

Een tweede belangrijke beperking betreft het onderzoeksdesign. Om een zuiver effect te meten, werd er de bewuste keuze gemaakt om enkel leerlingen met een minimale initiële interesse in engineering te analyseren. Hoewel dit de interne validiteit verhoogde, beperkt dit de externe validiteit: de geobserveerde effecten en dalingen kunnen niet zomaar worden gegeneraliseerd naar de totale Vlaamse schoolpopulatie en al zeker niet naar leerlingen met een a priori desinteresse in STEM.

Daarnaast betrof dit een single-group pre-post design, zonder controlegroep. Hoewel er getracht werd scholen als controlegroep te werven, bleek dit in de praktijk onhaalbaar. Hierdoor kan niet met 100% zekerheid worden uitgesloten dat de waargenomen effecten deels beïnvloed werden door externe tijds- of rijpingsfactoren, in plaats van uitsluitend door de interventie zelf. Daarnaast dwingt de opbouw uit volledige klasgroepen tot methodologische bescheidenheid; leerlingen delen leerkrachten, leeromgevingen en groepsdynamieken (een clustereffect), waardoor de observaties niet volledig onafhankelijk zijn.

Interventie-Variabiliteit

Een derde cluster betreft de onvermijdelijke variabiliteit binnen en tussen de interventies. Hoewel beide projecten een gemeenschappelijke didactische aanpak kenden, verschilden de implementatie. De STEM-Award vertoonde een vrijer karakter, terwijl het Innovation Lab sterker was vastgelegd. Dit verschil in autonomie kan van invloed zijn geweest op het competentiegevoel van de leerlingen. Omdat dit onderzoek sterk inzet op ecologische validiteit, het bestuderen van projecten in hun echte, natuurlijke schoolcontext, konden niet alle omgevingsvariabelen constant gehouden worden. Factoren zoals de individuele aanpak van de leerkracht, de vooropleiding van de leerlingen, eerdere ervaringen met techniek en de manier waarop het project in het specifieke jaarplan van de school werd geïntegreerd, introduceerden onvermijdelijke ruis. Tot slot roept de kortdurende aard van deze projecten de vraag op of één dergelijke tijdelijke impuls voldoende is om een fundamentele identiteitsverschuiving te bewerkstelligen. Hoewel de literatuur aantoont dat zogenaamde *wise* interventies zelfs met een eenmalige, korte dosis een langdurige positieve impact kunnen hebben op identiteit, vereist dit wel dat zij een zelfversterkend, psychologisch proces in gang zetten (Walton & Wilson, 2018). Bij de geëvalueerde STEM-projecten is dit positieve sneeuwbaaleffect vermoedelijk uitgebleven, mogelijk omdat de kortstondige nadruk op technische complexiteit het noodzakelijke gevoel van belonging overschaduwde.

Circulariteit

Een methodologische kanttekening bij dit onderzoek betreft de dubbele rol van de variabele 'interesse'. Bij de afbakening van de onderzoeksgroep werd eerst gefilterd op leerlingen met minstens een matige specifieke interesse in engineering, gemeten via één enkel item. In de regressieanalyses voor Onderzoeksvraag 2 werd dit specifieke item vervolgens eveneens als onafhankelijke (voorspellende) variabele meegenomen. Dit creëert een zekere mate van circulariteit in het model en leidt tot een *restriction of range*, aangezien de variantie aan de onderkant van de schaal al was weggesneden. Desondanks vertoonde deze variabele nog steeds een aanzienlijke voorspellende waarde binnen de gereduceerde variantie. Toekomstig onderzoek zou er echter goed aan doen om de selectievariabele strikter te scheiden van de voorspellende variabelen, bijvoorbeeld door gebruik te maken van volledig onafhankelijke subschalen.

Suggesties voor Vervolgonderzoek

Methodologische Optimalisaties en Mixed-Methods Onderzoek.

Voortbouwend op de geïdentificeerde beperkingen, kan toekomstig onderzoek de methodologische robuustheid op verschillende manieren versterken. Ten eerste wordt een

mixed-methods benadering sterk aanbevolen. Door kwantitatieve zelfrapportage aan te vullen met kwalitatieve diepte-interviews, kunnen onderzoekers de onderliggende mechanismen van de geobserveerde daling in ingenieursidentiteit nauwkeuriger vatten. Kwalitatieve data kunnen meer inzicht bieden in het 'waarom' achter de resultaten, zoals de specifieke manier waarop leerlingen de complexiteit van de projecten precies ervaren. Ten tweede is het raadzaam om een longitudinaal design met een uitgestelde nameting (bijvoorbeeld een maand of zes maanden na afloop van de interventie) te hanteren. Dit stelt onderzoekers in staat om kortstondige projectvermoeidheid of cognitieve overbelasting te isoleren van de langetermijneffecten op de identiteitsontwikkeling. Bovendien zou toekomstig onderzoek expliciet de feitelijke uitvoering door de leerkracht moeten monitoren (bijvoorbeeld de geboden autonomie, de effectieve tijdsinvestering en de gehanteerde werkvormen), aangezien deze factoren in de huidige studie als ongekende omgevingsruis fungeerden.

Vroegtijdige Interventies

De significante demografische verschillen die al aan de start van de derde graad werden vastgesteld (RQ1), benadrukken de noodzaak voor onderzoek bij jongere doelgroepen. Uit bestaande literatuur van Gottfredson (1981) over *circumscription and compromise*, is namelijk al uitgebreid gebleken dat het inperken van mogelijke beroepskeuzes op basis van gender en sociale status al in de vroege kindertijd plaatsvindt. Omdat deze gendergerelateerde STEM-stereotypen op zestienjarige leeftijd al sterk geïnternaliseerd en verankerd zijn, schieten interventies in de late adolescentie mogelijk tekort om deze structurele ongelijkheden nog fundamenteel te keren. Vervolgonderzoek dient zich bijgevolg niet zozeer te richten op wanneer deze percepties ontstaan, maar eerder op de evaluatie van projectmatige STEM-interventies in het basisonderwijs en de eerste graad van het secundair onderwijs. Longitudinaal onderzoek dat de impact van dergelijke vroege, inclusieve initiatieven in kaart brengt, kan helderheid scheppen over hoe we dit vroege proces van zelfuitsluiting effectief kunnen doorbreken en voorkomen.

De Rol van de Leerkracht en de Vlaamse Onderwijscontext.

Een logische volgende stap binnen de Vlaamse context is het onderzoeken van de variabelen die de impact van een STEM-interventie modereren. Gezien de vaststelling dat sense of belonging de sterkste samenhang vertoont met identiteit, verdient de rol van de leerkracht hierbij bijzondere aandacht. Toekomstige studies zouden kunnen onderzoeken via welke specifieke pedagogische handelingen leerkrachten een inclusief klimaat creëren dat dit gevoel van belonging bevordert. Daarnaast is het interessant om niet enkel de directe impact op identiteit te meten, maar ook te onderzoeken of de interventie zelf een verschuiving

teweegbrengt in de sense of belonging. Tot slot biedt het Vlaamse onderwijssysteem met de opdeling in finaliteiten (doorstroom- versus dubbele finaliteit, voorheen ASO en TSO) een unieke context. Vergelijkend onderzoek dat nagaat of de impact van projectmatige STEM-interventies systematisch verschilt naargelang deze onderwijsvormen, kan waardevolle inzichten opleveren voor een meer doelgroepgerichte implementatie van het STEM-beleid.

Theoretische en Praktische Implicaties

De bevindingen van deze masterproef dragen zowel op theoretisch als op praktisch vlak bij aan het domein van STEM-onderwijs en identiteitsontwikkeling. Op theoretisch niveau bieden de resultaten een belangrijke nuance bij klassieke loopbaan- en motivatiemodellen identiteitsmodellen (zoals de van SCCT van Lent et al. (1994), of het EVT-model van Wigfield & Eccles (2000)). Waar deze traditionele modellen vaak vertrekken vanuit de assumptie dat een intrinsieke interesse in wetenschap de primaire katalysator is voor identiteitsontwikkeling (Archer et al., 2012, 2015, 2023a; Royal Society, 2008), wijst dit onderzoek uit dat sense of belonging een fundamenteelere laag vormt. Bestaande literatuur toont namelijk aan dat leerlingen met een hoge intrinsieke interesse in STEM alsnog vaak afhaken wanneer zij een gebrek aan 'fit' met de discipline ervaren (Archer et al., 2012, 2015, 2023a, 2023b). Hiermee levert deze studie direct empirisch bewijs voor de theorieën van Meyers et al. (2012) en Good et al. (2012), waarbij Meyers et al. benadrukken dat een 'sense of belonging' en institutionele erkenning cruciaal zijn voor professionele volharding en Good et al. aantonen dat een verminderd gevoel van verbondenheid er direct toe leidt dat studenten de discipline verlaten, ongeacht hoe hoog hun academische prestaties zijn. De data bouwen ook verder op bestaande kaders rond ingenieursidentiteit, zoals het model van Godwin (2016). Hoewel Godwin Interesse, Competentie en Erkenning als pijlers identificeert, suggereren de resultaten van deze studie dat de nadruk nog sterker dient te verschuiven naar sociale inclusie en erkenning als de noodzakelijke basisvoorwaarden, waarna inhoudelijke interesse zich pas kan vertalen in een daadwerkelijke identificatie met het vakgebied. Dit sluit aan bij recente longitudinale bevindingen die benadrukken dat een mismatch in identiteit en belonging leidt tot uitstroom, zelfs bij uiterst geïnteresseerde en capabele studenten (Archer et al., 2023a).

Op het niveau van de onderwijspraktijk formuleren we twee concrete aanbevelingen voor de implementatie van projectmatige STEM-interventies. Ten eerste dienen scholen en projectontwikkelaars hun pedagogische focus te verbreden. Aangezien het gevoel van belonging de meest bepalende factor blijkt (Good et al., 2012), volstaat het niet om STEM-projecten uitsluitend te concentreren rond technische en mathematische uitdagingen (Cannaerts, Craps, & Langie, 2025; Craps et al., 2022). Interventies moeten doelbewust

investeren in het creëren van een inclusief klasklimaat (Archer et al., 2023a; Kim et al., 2018). Leerkrachten spelen hierbij een sleutelrol door expliciet erkenning te bieden (Carlone & Johnson, 2007; Godwin et al., 2016; Hazari et al., 2010), stereotiepe beelden actief te deconstrueren en een omgeving te faciliteren waarin elke leerling – in het bijzonder meisjes, die vaak met een systematische achterstand aan de startlijn verschijnen (Kim et al., 2018) – zich als een potentieel volwaardig lid van de STEM-gemeenschap kan ervaren.

Ten tweede dient de geobserveerde daling in ingenieursidentiteit na de interventie niet uitsluitend als een falen van het project te worden geïnterpreteerd. Voor leerlingen met een uitgesproken initiële interesse fungeert een dergelijke interventie juist als een realistische oriëntatietool. Het project biedt hen een vroege confrontatie met de reële eisen van de ingenieursdiscipline, waardoor zij hun soms geïdealiseerde verwachtingen kunnen kalibreren alvorens een definitieve studiekeuze te maken in het hoger onderwijs. Hierbij is echter wel waakzaamheid geboden: het is cruciaal dat leerkrachten monitoren of de projecten voor bepaalde leerlingen niet gewoon te moeilijk zijn. Wanneer de cognitieve eisen van het project onvoldoende worden opgevangen door gerichte begeleiding (*scaffolding*), verliest de interventie haar waarde als oriëntatietool en riskeert men leerlingen onnodig te ontmoedigen. Tot slot is het essentieel te benadrukken dat dergelijke projecten meerdere expliciete onderwijsdoelen dienen, waaronder het behalen van de verplichte STEM-eindtermen en het aanleren van probleemoplossende vaardigheden. Scholen worden dan ook sterk aangeraden om dergelijke projectmatige STEM-projecten te blijven inzetten, niet enkel voor het realiseren van deze cognitieve leerdoelen, maar ook expliciet als een instrument voor realistische en geïnformeerde studieoriëntering.

Conclusie

Dit onderzoek trachtte inzicht te verwerven in de factoren die samenhangen met de ingenieursidentiteit van Vlaamse scholieren uit de derde graad, alsook in de verandering van deze identiteit na deelname aan projectmatige STEM-interventies. Uit de analyses blijkt ten eerste dat de startpositie sterk getekend wordt door structurele ongelijkheden: meisjes starten met een systematisch lagere ingenieursidentiteit over de gehele lijn en ook de academische thuissituatie speelt een rol, waarbij leerlingen van wie de ouders een master- of doctoraatsdiploma bezitten een significant hoger startvertrouwen in hun competenties rapporteren dan leerlingen met een bachelor-achtergrond. Ten tweede bevestigt dit onderzoek dat de opbouw van een ingenieursidentiteit primair gedreven wordt door sense of belonging en in veel mindere mate door louter inhoudelijke interesse. Tot slot onthullen de resultaten dat deelname aan de interventies niet leidde tot de verwachte stijging, maar juist tot een afname

van de ingenieursidentiteit, wat voor veel leerlingen wijst op een realistische kalibratie van hun verwachtingen en capaciteiten.

De kernboodschap en implicatie van deze masterproef is dan ook helder: om de ingenieursidentiteit van jongeren – en in het bijzonder van meisjes – duurzaam te versterken, volstaat het niet om hun louter bloot te stellen aan de technische inhoud van STEM. Het secundair onderwijs en toekomstige projectontwikkelaars moeten de focus verleggen van louter technische uitdagingen naar de actieve creatie van een sense of belonging; een inclusieve omgeving waarin elke leerling zichzelf als ingenieur kan en durft te zien.

Literatuur

- Altindis, N., Ocheni, C. A., Tong, Y., & Obafemi, K. (2025). Impacts of gender, engineering, and role models on high school students' overall STEM interest and perceptions of engineering. *Education Sciences*, 15(9), 1196-1202.
<https://doi.org/10.3390/educsci15091217>
- Amer, A., Sidhu, G., Alvarez, M. I. R., Ramos, J. A. L., & Srinivasan, S. (2024). Equity, diversity, and inclusion strategies in engineering and computer science. *Education Sciences*, 14(1), 1-14. <https://doi.org/10.3390/educsci14010110>
- Archer, L., DeWitt, J., Godec, S., Henderson, M., Holmegaard, H., Liu, Q., MacLeod, E., Mendick, H., Moote, J., & Watson, E. (2023a). *ASPIRES 3: Main Report*. UCL Institute of Education.
<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10181968/1/ASPIRES3%20Main%20Report.pdf>
- Archer, L., DeWitt, J., Godec, S., Henderson, M., Holmegaard, H., Liu, Q., MacLeod, E., Mendick, H., Moote, J., & Watson, E. (2023b). *ASPIRES 3: Young people's STEM trajectories, age 10-22*. UCL Institute of Education.
<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10182300/1/ASPIRES3%20Engineering.pdf>
- 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>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2012). Science aspirations, capital, and family habitus: How families shape children's engagement and identification with science. *American Educational Research Journal*, 49(5), 881-908. <https://doi.org/10.3102/0002831211433290>
- Avraamidou, L. (2020). Science identity as a landscape of becoming: Rethinking recognition and emotions through an intersectionality lens. *Cultural Studies of Science Education*, 15(2), 323-345. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09954-7>
- Avraamidou, L. (2022). Identities in/out of physics and the politics of recognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(1), 58-94. <https://doi.org/10.1002/tea.21721>
- Bakhtin, M. (1981). *The dialogic imagination: Four essays*. University of Texas Press.
- Ball, S. J. (2003). *Class Strategies and the Education Market: The Middle Classes and Social Advantage*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203218952>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>

- Barton, A. C., & Tan, E. (2010). We be burnin'! Agency, identity, and science learning. *Journal of the Learning Sciences*, 19(2), 187-229.
<https://doi.org/10.1080/10508400903530044>
- Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilbert, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 3-23.
<https://doi.org/10.1002/tea.21465>
- Bian, L., Leslie, S.-J., Murphy, M. C., & Cimpian, A. (2018). Messages about brilliance undermine women's interest in educational and professional opportunities. *Journal of Experimental Social Psychology*, 76, 404-420.
<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2017.11.006>
- Bleeker, M. M., & Jacobs, J. E. (2004). Achievement in math and science: Do mothers' beliefs matter 12 years later? *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 97-109.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.1.97>
- Boaler, J. (2002). Paying the price for "sugar and spice": Shifting the analytical lens in equity research. *Mathematical Thinking and Learning*, 4(2-3), 127-144.
https://doi.org/10.1207/S15327833MTL04023_3
- Boaler, J. (2006). How a detracked mathematics approach promoted respect, responsibility, and high achievement. *Theory Into Practice*, 45(1), 40-46.
https://doi.org/10.1207/s15430421tip4501_6
- Bock, S. J., Lindsay, T. J., Zachary, P. E., & Wenying, S. (2013). Women and minorities in computer science majors: Results on barriers from interviews and a survey. *Issues In Information Systems*, 14(1), 143-152. https://doi.org/10.48009/1_iis_2013_143-152
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* (pp. 241-258). Greenwood.
- Brickhouse, N. W. (2001). Embodying science: A feminist perspective on learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 282-295. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200103\)38:3%3C282::AID-TEA1006%3E3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3%3C282::AID-TEA1006%3E3.0.CO;2-0)
- Busch-Vishniac, I. J., & Jarosz, J. P. (2004). Can diversity in the undergraduate engineering population be enhanced through curricular change? *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 10(3), 255-282.
<https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.v10.i3.50>
- Buxton, C. A., Carlone, H. B., & Carlone, D. (2005). Boundary spanners as bridges of student and school discourses in an urban science and mathematics high school. *School*

- Science and Mathematics*, 105(6), 302-312. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18131.x>
- Cabell, A. L., Brookover, D., Livingston, A., & Cartwright, I. (2021). "It's never too late": High school counselors' support of underrepresented students' interest in STEM. *The Professional Counselor*, 11(2), 143-160. <https://doi.org/10.15241/alc.11.2.143>
- Cadaret, M. C., Hartung, P. J., Subich, L. M., & Weigold, I. K. (2017). Stereotype threat as a barrier to women entering engineering careers. *Journal of Vocational Behavior*, 99, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2016.12.002>
- Cannaerts, M., Craps, S., Draulans, V., & Langie, G. (2023). *A look inside the engineering students' backpack: Differences in engineering capital according to gender of migration background*. European Society for Engineering Education (SEFI). <https://doi.org/10.21427/MZBQ-S62711>.
- Cannaerts, M., Craps, S., & Langie, G. (2025). *Engineering, more than meets the eye? An intervention to stimulate engineering interest for last-year pupils in secondary education*. The 16th Conference of The European Science Education Research Association (ESERA). https://www.researchgate.net/publication/385194032_The_15th_Conference_of_the_European_Science_Education_Research_Association_ESERA_Proceedings_Book_Series-V
- Cannaerts, M., Craps, S., Veldman, J., Van Laar, C., Draulans, V., & Langie, G. (2025). Belonging in engineering education: A systematic literature review of its impact on recruitment and retention for female students and students from ethnic minority backgrounds. *European Journal of Engineering Education*, 50(3), 512-538. <https://doi.org/10.1080/03043797.2024.2449212>
- Cannaerts, M., Craps, S., Veldman, J., Van Laar, C., Draulans, V., & Langie, G. (2025). *Gendered pathways to interest in engineering programmes: The role of identity and anticipated sense of belonging*. [Manuscript ingediend voor publicatie]. Katholieke Universiteit Leuven.
- Carlone, H. B. (2004). The cultural production of science in reform-based physics: Girls' access, participation, and resistance. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 392-414. <https://doi.org/10.1002/tea.20006>
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>

- Cheryan, S., Master, A., & Meltzoff, A. N. (2015). Cultural stereotypes as gatekeepers: Increasing girls' interest in computer science and engineering by diversifying stereotypes. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00049>
- Cheryan, S., Plaut, V. C., Handron, C., & Hudson, L. (2013). The stereotypical computer scientist: Gendered media representations as a barrier to inclusion for women. *Sex Roles*, 69(1-2), 58-71. <https://doi.org/10.1007/s11199-013-0296-x>
- Clark, A., & Kajfez, R. (2019). *Engineering identity in pre-college students: A literature review*. 2019 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings. <https://doi.org/10.18260/1-2--32727>
- 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. <https://doi.org/10.1002/berj.3270>
- Craps, S. (2022). *Breaking through stereotypes: Professional roles for future engineers*. [Doctoraatsthesis, KU Leuven]. Lirias. https://kuleuven.limo.libis.be/discovery/fulldisplay?docid=lirias3768065&context=SearchWebhook&vid=32KUL_KUL:Lirias&lang=en&search_scope=lirias_profile&adapter=SearchWebhook&tab=LIRIAS&query=any,contains,Breaking%20through%20stereotypes&offset=0
- Craps, S., Cannaerts, M., Veldman, J., Draulans, V., Van Laar, C., & Greet, L. (2022). Enhancing (future) students' sense of belonging to increase diversity and inclusion in engineering. *SEFI 50th Annual Conference: Towards a New Future in Engineering Education*, 215-224. <https://doi.org/10.5821/conference-9788412322262.1367>
- Dawson, E. (2014). "Not designed for us": How science museums and science centers socially exclude low-income, minority ethnic groups. *Science Education*, 98(6), 981-1008. <https://doi.org/10.1002/sce.21133>
- Dawson, E., Archer, L., Seakins, A., Godec, S., DeWitt, J., King, H., Mau, A., & Nomikou, E. (2020). Selfies at the science museum: Exploring girls' identity performances in a science learning space. *Gender and Education*, 32(5), 664-681. <https://doi.org/10.1080/09540253.2018.1557322>
- Dawson, E., Bista, R., Colborne, A., McCubbin, B., Godec, S., Patel, U., Archer, L., & Mau, A. (2024). Inclusion for STEM, the institution, or minoritized youth? Exploring how educators navigate the discourses that shape social justice in informal science learning practices. *Science Education*, 108(3), 792-819. <https://doi.org/10.1002/sce.21856>

- De Coen, A., & Van Hoed, M. (2021). *STEM in Vlaanderen: Terugblik en ambities voor de toekomst*. Agentschap Innoveren en Ondernemen.
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://themis.vlaanderen.be/files/99d43ed0-37a5-11ef-bf29-cd47b1b71d38/download&ved=2ahUKEwidyvCtu7SUAXU3NvsDHU1CNCgQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw3pBsQJ8W_RFX7hv9sa3WGO
- De Vlaamse Onderwijsraad. (2025). *Jaarverslag 2024-2025 Vlaamse Onderwijsraad*.
<https://www.vlor.be/publicaties/jaarverslag/jaarverslag-2024-2025>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- DeLisi, J., Liu, E., & Fields, E. (2025). Implementing project-based learning in urban high school stem career pathways. *Urban Education*, 60(5), 1361-1384.
<https://doi.org/10.1177/00420859231214174>
- Departement Onderwijs en Vorming. (2025). *STEM-monitor: Opvolging onderwijsindicatoren STEM-agenda 2030*. De Vlaamse Overheid.
<https://www.vlaanderen.be/publicaties/stem-monitor>
- DeWaters, J., Moosbrugger, J., & Sharma, P. (2017). Development and application of a questionnaire to measure student attitudes toward and understanding of engineering. *2017 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, Article 28153.
<https://doi.org/10.18260/1-2--28153>
- Diekman, A. B., Brown, E. R., Johnston, A. M., & Clark, E. K. (2010). Seeking congruity between goals and roles: a new look at why women opt out of science, technology, engineering, and mathematics careers. *Psychological Science*, 21(8), 1051-1057.
<https://doi.org/10.1177/0956797610377342>
- Dorie, B., Jones, T., Pollock, M., & Cardella, M. (2014). Parents as critical influence: insights from five different studies. *2014 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, 24.968.1-24.968.13. <https://doi.org/10.18260/1-2--22901>
- Dou, R., & Cian, H. (2022). Constructing STEM identity: An expanded structural model for STEM identity research. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(3), 458-490.
<https://doi.org/10.1002/tea.21734>
- Dou, R., Hazari, Z., Dabney, K., Sonnert, G., & Sadler, P. (2019). Early informal STEM experiences and STEM identity: The importance of talking science. *Science Education*, 103(3), 623-637. <https://doi.org/10.1002/sce.21499>

- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109-132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Ehrlinger, J., Plant, E. A., Hartwig, M. K., Vossen, J. J., Columb, C. J., & Brewer, L. E. (2018). Do gender differences in perceived prototypical computer scientists and engineers contribute to gender gaps in computer science and engineering? *Sex Roles*, 78(1-2), 40-51. <https://doi.org/10.1007/s11199-017-0763-x>
- European Schoolnet. (2018). *Science, technology, engineering and mathematics education policies in europe*. European Schoolnet. https://www.scientix.eu/documents/10137/782005/Scientix_Texas-Instruments_STEM-policies-October-2018.pdf
- Europese Commissie. (2011). *Science education in Europe: National policies, practices and research*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2797/7170>
- Europese Commissie. (2020). *European skills agenda for sustainable competitiveness, social fairness and resilience*. https://employment-social-affairs.ec.europa.eu/policies-and-activities/skills-and-qualifications/european-skills-agenda_en
- Europese Commissie. (2025). *International Computer and Information Literacy Study (ICILS) in Europe, 2023: Main findings and educational policy implications*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2766/5221263>
- Gee, J. P. (2000). Chapter 3: identity as an analytic lens for research in education. *Review of Research in Education*, 25(1), 99-125. <https://doi.org/10.3102/0091732X025001099>
- Gillborn, D., & Mirza, H. S. (2000). *Educational inequality: Mapping race, class and gender: A synthesis of research evidence (HMI 232)*. Office for Standards in Education. https://dera.ioe.ac.uk/id/eprint/4428/2/Educational_inequality_mapping_race%2C_class_and_gender_%28PDF_format%29.pdf
- Godec, S., Archer, L., Moote, J., Watson, E., DeWitt, J., Henderson, M., & Francis, B. (2024). A missing piece of the puzzle? Exploring whether science capital and stem identity are associated with stem study at university. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(7), 1615-1636. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10438-y>
- Godwin, A. (2016). The development of a measure of engineering identity. *2016 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, 26122. <https://doi.org/10.18260/p.26122>
- Godwin, A., Cribbs, J., & Kayumova, S. (2020). Perspectives of identity as an analytic framework in stem education. In C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore, &

- L. D. English (Red.), *Handbook of research on STEM education* (pp. 267–277). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429021381-25>
- Godwin, A., & Kirn, A. (2020). Identity-based motivation: Connections between first-year students' engineering role identities and future-time perspectives. *Journal of Engineering Education*, 109(3), 362-383. <https://doi.org/10.1002/jee.20324>
- Godwin, A., Potvin, G., Hazari, Z., & Lock, R. (2016). Identity, critical agency, and engineering: an affective model for predicting engineering as a career choice. *Journal of Engineering Education*, 105(2), 312-340. <https://doi.org/10.1002/jee.20118>
- Good, C., Rattan, A., & Dweck, C. S. (2012). Why do women opt out? Sense of belonging and women's representation in mathematics. *Journal of Personality and Social Psychology*, 102(4), 700-717. <https://doi.org/10.1037/a0026659>
- Gottfredson, L. S. (1981). Circumscription and compromise: A developmental theory of occupational aspirations. *Journal of Counseling Psychology*, 28(6), 545–579.
- Hamilton, A. F., Malin, J., & Hackmann, D. (2015). Racial/ethnic and gender equity patterns in Illinois high school career and technical education coursework. *Journal of Career and Technical Education*, 30(1). <https://doi.org/10.21061/jcte.v30i1.712>
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978-1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>
- Heikamp, T., Phalet, K., Van Laar, C., & Verschueren, K. (2020). To belong or not to belong: Protecting minority engagement in the face of discrimination. *International Journal of Psychology*, 55(5), 779-788. <https://doi.org/10.1002/ijop.12706>
- Henderson, M., Sullivan, A., Anders, J., & Moulton, V. (2018). Social class, gender and ethnic differences in subjects taken at age 14. *The Curriculum Journal*, 29(3), 298-318. <https://doi.org/10.1080/09585176.2017.1406810>
- Hill, C., Corbett, C., & St. Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. American Association of University Women (AAUW). https://www.researchgate.net/publication/234647120_Why_So_Few_Women_in_Science_Technology_Engineering_and_Mathematics
- Holland, D. C. (Red.). (2001). *Identity and agency in cultural worlds*. Harvard University Press.

- Huff, J. L., & Ross, M. S. (2023). Advancing an integrative perspective of identity in engineering education. In A. Johri (Red.), *International Handbook of Engineering Education Research* (pp. 183-198). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781003287483-11>
- Isaacs, B. (2001). Mystery of the missing women engineers: A solution. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 127(2), 85-91.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(2001\)127:2\(85\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(2001)127:2(85))
- Iyer, A., Jetten, J., Tsivrikos, D., Postmes, T., & Haslam, S. A. (2009). The more (and the more compatible) the merrier: Multiple group memberships and identity compatibility as predictors of adjustment after life transitions. *British Journal of Social Psychology*, 48(4), 707-733. <https://doi.org/10.1348/014466608X397628>
- Jacobs, J. E., & Eccles, J. S. (1992). *The impact of mothers' gender-role stereotypic beliefs on mothers' and children's ability perceptions*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63(6), 932-944. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.63.6.932>
- Jiang, H., Zhang, L., & Lv, W. (2022). The impact of STEM competitions on students' career interest and persistence in STEM. *2022 4th International Conference on Computer Science and Technologies in Education (CSTE)*, 279-283.
<https://doi.org/10.1109/CSTE55932.2022.00058>
- Jiang, Z., Wei, B., Chen, S., & Tan, L. (2024). Examining the formation of high school students' science identity: The role of STEM-PBL experiences. *Science & Education*, 33(1), 135-157. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00388-2>
- Jones, B. D., Ruff, C., & Paretti, M. C. (2013). The impact of engineering identification and stereotypes on undergraduate women's achievement and persistence in engineering. *Social Psychology of Education*, 16(3), 471-493. <https://doi.org/10.1007/s11218-013-9222-x>
- Jones, M. G., Brader-Araje, L., Carboni, L. W., Carter, G., Rua, M. J., Banilower, E., & Hatch, H. (2000). Tool time: Gender and students' use of tools, control, and authority. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 760-783.
[https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200010\)37:8%3C760::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200010)37:8%3C760::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-V)
- Jose, P. E., Ryan, N., & Pryor, J. (2012). Does social connectedness promote a greater sense of well-being in adolescence over time? *Journal of Research on Adolescence*, 22(2), 235-251. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7795.2012.00783.x>
- Kalanathan, T., & Weißenrieder, F. (2025). *Gendered Views on Computer Science in Secondary Education* [Posterpresentatie]. 12th ACM Celebration of Women in

- Computing (womENCourage 2025), Braşov, Roemenië.
<https://womencourage.acm.org/2025/wp-content/uploads/2025/12/Gendered-Views-on-Computer-Science-in-Secondary-Education.pdf>
- Kalender, Z. Y., Marshman, E., Schunn, C. D., Nokes-Malach, T. J., & Singh, C. (2019). Why female science, technology, engineering, and mathematics majors do not identify with physics: They do not think others see them that way. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 020148.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020148>
- Kim, A. Y., Sinatra, G. M., & Seyranian, V. (2018). Developing a STEM identity among young women: A social identity perspective. *Review of Educational Research*, 88(4), 589-625. <https://doi.org/10.3102/0034654318779957>
- Kimps, D., Daniels, D., Van Hoed, M., & De Smedt, E. (2023). *Inventarisatie van drempels en hefboomen in STEM en het STEM-ecosysteem in Vlaanderen*. Departement Onderwijs en Vorming. <https://www.vlaanderen.be/publicaties/inventarisatie-van-drempels-en-hefbomen-in-stem-en-het-stem-ecosysteem-in-vlaanderen-flankerend-aan-het-actieprogramma-het-kwaliteitskader-en-de-monitoring-van-de-stem-agenda-2023>
- Kinnunen, P., Butler, M., Morgan, M., Nylen, A., Peters, A.-K., Sinclair, J., Kalvala, S., & Pesonen, E. (2018). Understanding initial undergraduate expectations and identity in computing studies. *European Journal of Engineering Education*, 43(2), 201-218.
<https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1146233>
- Koul, R. (2018). Work and family identities and engineering identity. *Journal of Engineering Education*, 107(2), 219-237. <https://doi.org/10.1002/jee.20200>
- Kroger, J., Martinussen, M., & Marcia, J. E. (2010). Identity status change during adolescence and young adulthood: A meta-analysis. *Journal of Adolescence*, 33(5), 683-698.
<https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2009.11.002>
- Kruger, J., & Dunning, D. (2009). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6), 1121–1134. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1121>
- Kuchynka, S. L., Gates, A. E., & Rivera, L. M. (2020). *Identity Development during STEM Integration for Underrepresented Minority Students*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781108882071>

- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79-122. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>
- Lent, R. W., Brown, S. D., Schmidt, J., Brenner, B., Lyons, H., & Treistman, D. (2003). Relation of contextual supports and barriers to choice behavior in engineering majors: Test of alternative social cognitive models. *Journal of Counseling Psychology*, 50(4), 458-465. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.50.4.458>
- Lent, R. W., Lopez, A. M., Lopez, F. G., & Sheu, H.-B. (2008). Social cognitive career theory and the prediction of interests and choice goals in the computing disciplines. *Journal of Vocational Behavior*, 73(1), 52-62. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2008.01.002>
- Leslie, S.-J., Cimpian, A., Meyer, M., & Freeland, E. (2015). Expectations of brilliance underlie gender distributions across academic disciplines. *Science*, 347(6219), 262-265. <https://doi.org/10.1126/science.1261375>
- Lewis, B. F. (2003). A critique of the literature on the underrepresentation of African Americans in science: Directions for future research. *Journal of College Science Teaching*, 32(6), 361-373. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.v9.i34.100>
- Lichtenstein, G., Loshbaugh, H. G., Claar, B., Chen, H. L., Jackson, K., & Sheppard, S. D. (2009). An engineering major does not (necessarily) an engineer make: career decision making among undergraduate engineering majors. *Journal of Engineering Education*, 98(3), 227-234. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2009.tb01021.x>
- Marcia, J. E. (1966). Development and validation of ego-identity status. *Journal of Personality and Social Psychology*, 551-558. <https://doi.org/10.1037/h0023281>
- Martin, J. P., Simmons, D. R., & Yu, S. L. (2013). The role of social capital in the experiences of hispanic women engineering majors. *Journal of Engineering Education*, 102(2), 227-243. <https://doi.org/10.1002/jee.20010>
- Martínez-Moreno, J., Santos, P., & Hernandez-Leo, D. (2021). Maker Education in Primary Education: Changes in Students' Maker-Mindset and Gender Differences. *Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21)*, 120-125. <https://doi.org/10.1145/3486011.3486431>
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370-396. <https://doi.org/10.1037/h0054346>
- Master, A. (2021). Gender stereotypes influence children's stem motivation. *Child Development Perspectives*, 15(3), 203-210. <https://doi.org/10.1111/cdep.12424>

- Master, A., Meltzoff, A. N., & Cheryan, S. (2021). Gender stereotypes about interests start early and cause gender disparities in computer science and engineering. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(48), e2100030118.
<https://doi.org/10.1073/pnas.2100030118>
- Meschede, T., Erickson, M., Hoover, M., Haque, Z., Zhang, M., Melchior, A., & Burack, C. (2024). *The FIRST Longitudinal Study: 10 Years of Follow-up Data*. Brandeis University.
- Meyer, M., Cimpian, A., & Leslie, S.-J. (2015). Women are underrepresented in fields where success is believed to require brilliance. *Frontiers in Psychology*, 6, Artikel 235.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00235>
- Meyers, K. L., Ohland, M. W., Pawley, A. L., Silliman, S. E., & Smith, K. A. (2012). Factors relating to engineering identity. *Global Journal of Engineering Education*, 14(1), 119–131.
- Miller, K., Sonnert, G., & Sadler, P. (2018). The influence of students' participation in STEM competitions on their interest in STEM careers. *International Journal of Science Education, Part B*, 8(2), 95-114. <https://doi.org/10.1080/21548455.2017.1397298>
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (2022). *Beslisnota: Verzending onderzoek SEO en ROA arbeidsmarktkrapte technici aan TK*.
- Mutegi, J. W. (2013). "Life's first need is for us to be realistic" and other reasons for examining the sociocultural construction of race in the science performance of African American students. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(1), 82-103.
<https://doi.org/10.1002/tea.21065>
- Nash, R. (1990). Bourdieu on education and social and cultural reproduction. *British Journal of Sociology of Education*, 11(4), 431-447.
<https://doi.org/10.1080/0142569900110405>
- O'Brien, L. T., Blodorn, A., Adams, G., Garcia, D. M., & Hammer, E. (2015). Ethnic variation in gender-STEM stereotypes and STEM participation: An intersectional approach. *Cultural Diversity & Ethnic Minority Psychology*, 21(2), 169-180.
<https://doi.org/10.1037/a0037944>
- OECD. (2019). *OECD Skills Strategy Flanders: Assessment and Recommendations*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264309791-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

- Patrick, A. D., Borrego, M., & Prybutok, A. N. (2018). *Predicting Persistence in Engineering through an Engineering Identity Scale*. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 351–363).
- Pierrakos, O., Beam, T. K., Constantz, J., Johri, A., & Anderson, R. (2009). On the development of a professional identity: Engineering persisters vs engineering switchers. *2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-6.
<https://doi.org/10.1109/FIE.2009.5350571>
- Polanco-Jimenez, J., & De Witte, K. (2025). *Factors influencing STEM participation and effective intervention strategies*. Publications Office of the European Union.
<https://doi.org/10.2766/6852280>
- Portillo-Blanco, A., Deprez, H., De Cock, M., Guisasola, J., & Zuza, K. (2024). A systematic literature review of integrated STEM education: Uncovering consensus and diversity in principles and characteristics. *Education Sciences*, *14*(9), 1028.
<https://doi.org/10.3390/educsci14091028>
- Rattan, A., Good, C., & Dweck, C. S. (2012). “It’s ok — Not everyone can be good at math”: Instructors with an entity theory comfort (and demotivate) students. *Journal of Experimental Social Psychology*, *48*(3), 731-737.
<https://doi.org/10.1016/j.jesp.2011.12.012>
- Roland Berger. (2021). *Imagining our common future: Acting now: ESG Report 2021*.
- Rosa, K. (2018). Science identity possibilities: A look into blackness, masculinities, and economic power relations. *Cultural Studies of Science Education*, *13*(4), 1005-1013.
<https://doi.org/10.1007/s11422-018-9859-z>
- Rossi, A. S. (1965). *Women in Science: Why So Few? Social and psychological influences restrict women’s choice and pursuit of careers in science*. *Science*, *148*(3674), 1196–1202.
- Royal Society. (2008). *Exploring the relationship between socioeconomic status and participation and attainment in science education*.
- Schilling, M., & Pinnell, M. (2018). The STEM gender gap: An evaluation of the efficacy of women in engineering camps. *2018 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, 31126. <https://doi.org/10.18260/1-2--31126>
- Sfard, A., & Prusak, A. (2005). Telling identities: In search of an analytic tool for investigating learning as a culturally shaped activity. *Educational Researcher*, *34*(4), 14-22.

- Simpson, A., & Bouhafa, Y. (2020). Youths' and adults' identity in stem: A systematic literature review. *Journal for STEM Education Research*, 3(2), 167-194.
<https://doi.org/10.1007/s41979-020-00034-y>
- Smith, M., Cihlarova, P., Lardot, M., Zell, T., & Williams, R. (2022). *Green Skills Roadmap Flanders: Final Report on Green Skills Need in Flanders*. Trinomics; Departement Werk en Sociale Economie. <https://www.vlaanderen.be/publicaties/green-skills-roadmap-flanders-final-report-on-green-skills-need-in-flanders>
- Sonnert, G., Reid, T., Sunbury, S., & Sadler, P. M. (2025). How do formal and informal science learning experiences during high school shape students' career interest and STEM identity? *International Journal of STEM Education*, 12(1), 55.
<https://doi.org/10.1186/s40594-025-00568-w>
- Stake, J. E. (2006). The critical mediating role of social encouragement for science motivation and confidence among high school girls and boys. *Journal of Applied Social Psychology*, 36(4), 1017-1045. <https://doi.org/10.1111/j.0021-9029.2006.00053.x>
- Starr, C. R. (2018). "I'm not a science nerd!": STEM stereotypes, identity, and motivation among undergraduate women. *Psychology of Women Quarterly*, 42(4), 489-503.
<https://doi.org/10.1177/0361684318793848>
- Starr, C. R. (2025). A latent profile analysis of gender and ethnic/racial stereotypes about who belongs in physical sciences, technology, engineering, and mathematics fields. *Journal of Diversity in Higher Education*. Advance Online Publication.
<https://doi.org/10.1037/dhe0000666>
- Starr, C. R., & Leaper, C. (2019). Do adolescents' self-concepts moderate the relationship between STEM stereotypes and motivation? *Social Psychology of Education*, 22(5), 1109-1129. <https://doi.org/10.1007/s11218-019-09515-4>
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69(5), 797-811.
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.69.5.797>
- Steinke, J. (2005). Cultural representations of gender and science: Portrayals of female scientists and engineers in popular films. *Science Communication*, 27(1), 27-63.
<https://doi.org/10.1177/1075547005278610>
- Steinke, J. (2017). Adolescent girls' STEM identity formation and media images of stem professionals: Considering the influence of contextual cues. *Frontiers in Psychology*, 8, 716. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00716>

- STEM-platform. (2019). *Aanbevelingen van het STEM-platform voor een STEM-actieplan 2020-2030*. <https://data-onderwijs.vlaanderen.be/documenten/bestanden/aanbevelingen-STEM-actieplan-2020-2030.pdf>
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: Integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
- Tan, D., & Maeda, Y. (2021). Perceptions of science teachers' growth-mindset practices and U.S. high school students' initial science identity and its development. *International Journal of Science Education*, 43(13), 2206-2225. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1958021>
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and Teacher Education*, 71, 190-205. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.12.014>
- Tiedemann, J. (2000a). Gender-related beliefs of teachers in elementary school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 41(2), 191–207. <https://doi.org/10.1023/A:1003953801526>.
- Tiedemann, J. (2000b). Parents' gender stereotypes and teachers' beliefs as predictors of children's concept of their mathematical ability in elementary school. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 144–151. <https://doi.org/10.1007/s11199-011-9996-2>
- Tonso, K. L. (2006). Teams that work: Campus culture, engineer identity, and social interactions. *Journal of Engineering Education*, 95(1), 25-37. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00875.x>
- Urhahne, D., & Wijnia, L. (2023). Theories of motivation in education: An integrative framework. *Educational Psychology Review*, 35(2), 45. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09767-9>
- Van Houte, H., Merckx, B., De Lange, J., & De Bruyker, M. (2013). *Zin in wetenschap, wiskunde en techniek*. Acco.
- VARIO. (2021, september). *STEM-agenda 2030 stem-competenties voor een toekomst- en missiegericht beleid* (Advies nr. 23). Vlaamse Adviesraad voor Innoveren & Ondernemen.

- Vervoort, S. (2023). *What is the potential positive impact of belonging on the well-being of minority and majority youth in Flemish schools?* [Masterproef, KU Leuven]
- VLOR. (2019). *Krijtlijnen voor een STEMactieplan 2020-2030* (AR-AR-ADV-1819-017).
<https://www.vlor.be/adviezen/krijtlijnen-voor-een-stem-actieplan-2020-2030>
- Walton, G. M., & Cohen, G. L. (2007). A question of belonging: Race, social fit, and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(1), 82-96.
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.1.82>
- Walton, G. M., & Wilson, T. D. (2018). Wise interventions: Psychological remedies for social and personal problems. *Psychological Review*, 125(5), 617–655.
<https://doi.org/10.1037/rev0000115>
- Warne, R. T., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2019). The relationship between advanced placement mathematics courses and students' STEM career interest. *Educational Researcher*, 48(2), 101-111. <https://doi.org/10.3102/0013189X19825811>
- Waterman, A. S. (2007). Doing well: The relationship of identity status to three conceptions of well-being. *Identity*, 7(4), 289-307. <https://doi.org/10.1080/15283480701600769>
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511803932>
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81.
<https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
- Wright, C., & Riley, A. (2021). Mitigating the need for resiliency for Black girls: Reimagining the cultural brokering through a lens of science as white property. *Cultural Studies of Science Education*, 16(2), 495-500.
<https://doi.org/10.1007/s11422-020-10005-9>
- Young, A., Dawes, L., & Senadji, B. (2023). Using journey maps as a holistic, reflective approach to capture student engineering identity experiences. *European Journal of Engineering Education*, 49(1), 22-44. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2268023>
- Youngblut, J. M., & Casper, G. R. (1993). Focus on psychometrics: Single-item indicators in nursing research. *Research in Nursing & Health*, 16(6), 459-465.
<https://doi.org/10.1002/nur.4770160610>

Bijlagen

De bijlagen bij deze masterproef zijn ook te vinden in de overige geüploade documenten.

Bijlage A Geïnformeerde Toestemming

Hieronder volgt beknopte informatie over het onderzoek, die je kan doornemen alvorens toestemming voor deelname te geven. Meer informatie kan u vinden in de informatiebrief: <https://tinyurl.-com/4v3hptfh>

Titel: Engineering identity bij leerlingen

Contactgegevens onderzoekers:

- Hanne Deprez hanne.deprez@kuleuven.be Faculteit Ingenieurswetenschappen ESAT, Kasteelpark Arenberg 10, Bus 2443, 3001 Leuven 016 32 86 26
- Mieke Cannaerts mieke.cannaerts@kuleuven.be Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen, Jan Pieter de Nayerlaan 5, 2860 Sint-Katelijne-Waver 015 68 81 02
- Sofie Craps, sofie.craps@kuleuven.be, Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen, Andreas Vesaliusstraat 13 - bus 2600, 3000 Leuven 016 37 22 92

Doel van het onderzoek: de evolutie in engineering identiteit van leerlingen te meten via kwantitatief onderzoek

Voor dit onderzoek maken we gebruik van een bevraging: 2x11min, met een tussenperiode van ongeveer 6 weken

Informatie over de verwerking van uw persoonsgegevens

In het kader van uw deelname aan dit onderzoek zullen persoonsgegevens over u verzameld en verwerkt worden. Deze verwerking zal gebeuren in overeenstemming met de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG / GDPR). De volgende categorieën van persoonsgegevens zullen verwerkt worden tijdens dit onderzoek: leeftijd, gender, naam, school, vooropleiding, voor leraren: anciënniteit, lesopdracht en ervaring met projectgebaseerd onderwijs, en in selecte gevallen audio- en/of video-opnames. Daarnaast zullen ook data verwerkt worden die vallen onder de noemer van “bijzondere categorieën” van persoonsgegevens. Met name gegevens die informatie geven over etnische afkomst kunnen worden verwerkt. Enkel persoonsgegevens die noodzakelijk zijn voor de doeleinden van dit onderzoek zullen verzameld en verwerkt worden. Uw gegevens zullen in het kader

van dit onderzoek gepseudonimiseerd worden. Ook in de wetenschappelijke output van dit onderzoek, zoals publicaties, zal u niet geïdentificeerd worden.

Toestemming:

- Ik begrijp wat van mij verwacht wordt tijdens dit onderzoek.
- Ik weet dat ik zal deelnemen aan volgende proeven of testen: Bevraging
- Ikzelf of anderen kunnen baat bij dit onderzoek hebben op volgende wijze: Mijn deelname draagt bij aan een beter inzicht in interesses van leerlingen en hoe die aangetrokken kunnen worden tot STEMstudierichtingen in het hoger onderwijs.
- Mijn deelname levert een bijdrage aan het wetenschappelijk onderzoek. Ik weet dat mijn klas kans maakt op bioscooptickets die verloot worden onder de deelnemers die de bevraging contentieus hebben ingevuld. Ook indien ik mijn deelname vroegtijdig beëindig, heb ik recht op deze beloning.
- Ik begrijp dat mijn deelname aan deze studie vrijwillig is. Ik heb het recht om mijn deelname op elk moment stop te zetten. Daarvoor hoef ik geen reden te geven en ik weet dat daaruit geen nadeel voor mij kan ontstaan.
- Voor de verdere verwerking van de verzamelde gegevens geldt het algemeen belang als rechtsgrond volgens de AVG/GDPR. Stopzetting van deelname aan de studie houdt dus in dat de eerder verzamelde gegevens nog verder rechtsgeldig kunnen worden betrokken in de studie en niet moeten worden verwijderd door KU Leuven.
- De resultaten van dit onderzoek kunnen gebruikt worden voor wetenschappelijke doeleinden en mogen gepubliceerd worden. Mijn naam wordt daarbij niet gepubliceerd. Doorheen het onderzoek zullen mijn gegevens steeds vertrouwelijk behandeld worden. De onderzoekers zullen de volgende maatregelen nemen om mijn privacy te beschermen: gegevens worden gepseudonimiseerd.
- Voor vragen evenals voor de uitoefening van mijn rechten (inzage gegevens, correctie ervan,...) weet ik dat ik na mijn deelname terecht kan bij: hanne.deprez@kuleuven.be
- Meer informatie met betrekking tot privacy in onderzoek kan ik terugvinden op www.kuleuven.be/privacy. Verdere vragen over privacyaspecten kan ik richten tot de functionaris voor gegevensbescherming: dpo@kuleuven.be

Deze studie werd beoordeeld en goedgekeurd door de Sociaal-Maatschappelijke Ethische Commissie (SMEC) van KU Leuven (G-2024-8283). Voor eventuele klachten of andere

bezorgdheden omtrent ethische aspecten van deze studie kan ik contact opnemen met SMEC:
smec@kuleuven.be

Ik weet dat ik bij onderstaande terecht kan indien ik na het onderzoek ongemakken of moeilijkheden ervaar als gevolg van de thema's die in het onderzoek aan bod kwamen:
hanne.deprez@kuleuven.be

Ik heb bovenstaande informatie gelezen en begrepen en heb antwoord gekregen op al mijn vragen betreffende deze studie. Ik stem toe om deel te nemen.

- Ik stem toe om deel te nemen
- Ik stem niet toe om deel te nemen

Contact over resultaten: Ik wil graag op de hoogte gehouden worden van de resultaten van dit onderzoek. De onderzoeker mag mij hiervoor contacteren op het volgende e-mailadres:

- (Open antwoord)

Bijlage B Vragenlijst Pre-Test

Persoonlijke code

Geef hieronder je persoonlijke code in. Bestaat uit: eerste letter van je voornaam in hoofdletters, getal van de dag van de geboortedatum, laatste twee letters van je achternaam in hoofdletters, laatste twee cijfers van gsm-nummer.

- (Open antwoord)

Demografische gegevens

Op welke school zit je?

- (Lijst met scholen)

Wat is je school?

- (Open antwoord, indien niet in de lijst)

In welk jaar van het middelbaar onderwijs zit je?

- 1e middelbaar
- 2e middelbaar
- 3e middelbaar
- 4e middelbaar
- 5e middelbaar
- 6e middelbaar

Welke studierichting volg je momenteel in het middelbaar onderwijs?

- Wetenschappen-wiskunde
- Wetenschappen-wiskunde STEM
- Latijn-wiskunde
- Latijn-wetenschappen
- Economie-wetenschappen
- Economie-wiskunde
- Technologische wetenschappen
- Andere

Welke studierichting volg je momenteel?

- (Open antwoord, indien 'Andere')

Wat is je klasnummer of -code, bijvoorbeeld WeWil of klas 64?

- (Open antwoord)

STEM-award: Wij nemen deel aan de STEM-award wedstrijd

- Ja
- Neen

Leeftijd: Ik ben...

- ouder dan 16 jaar
- jonger dan 16 jaar en mijn ouders hebben toestemming gegeven
- jonger dan 16 jaar en mijn ouders hebben geen toestemming gegeven

Naam: Geef hieronder je naam zodat we de toestemming van je ouders kunnen terugvinden.

- (Open antwoord, indien ‘jonger dan 16 jaar en mijn ouders hebben toestemming gegeven’)

Geslacht: Jouw toegewezen geslacht bij geboorte:

- Vrouw
- Man

Migratieachtergrond: Jijzelf, één van je ouders, of meerdere grootouders zijn geboren buiten België

- Nee
- Ja

Migratieachtergrond: Geef één of meerdere landen waar jij of je (groot)ouders geboren zijn

- (Open antwoord, indien ‘Ja’)

Thuis taal: Thuis praat ik...

- enkel Nederlands
- geen Nederlands met min. één iemand in mijn huishouden
- nooit Nederlands

Moeder: Wat is het hoogste opleidingsniveau van jouw moeder? Duid het best passende diploma aan.

- Lager onderwijs
- Secundair onderwijs
- Bachelor
- Master
- Doctoraat
- Ik weet het niet

Vader: Wat is het hoogste opleidingsniveau van jouw vader? Duid het best passende diploma aan.

- Lager onderwijs
- Secundair onderwijs
- Bachelor
- Master
- Doctoraat
- Ik weet het niet

Algemene en Specifieke Interesse

Los van je studiekeuze, in welke mate ben je geïnteresseerd in STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)

- Helemaal niet geïnteresseerd
- Eerder niet geïnteresseerd
- Matig geïnteresseerd
- Geïnteresseerd
- Zeer geïnteresseerd

Los van je studiekeuze, in welke mate ben je geïnteresseerd in Specifiek engineering

- Helemaal niet geïnteresseerd
- Eerder niet geïnteresseerd
- Matig geïnteresseerd
- Geïnteresseerd
- Zeer geïnteresseerd

Engineering identity

Jouw perspectief op engineering. Geef aan in welke mate je het eens bent met de volgende stellingen. (*Schaal: Helemaal niet mee eens, Niet mee eens, Noch eens/noch oneens, Mee eens, Helemaal mee eens*)

- Ik ben geïnteresseerd om meer te leren over wat ingenieurs doen
- Ik zou het leuk vinden om voor ingenieur te studeren
- Mijn ouders zien een toekomstige ingenieur in mij
- Mijn docenten zien een toekomstige ingenieur in mij
- Mijn leeftijdsgenoten zien een toekomstige ingenieur in mij

- Ik heb er vertrouwen in dat ik de leerstof van een opleiding tot ingenieur zou kunnen begrijpen
- Ik zou goede resultaten boeken binnen een opleiding tot ingenieur
- Ik zou de concepten die ik leer binnen een opleiding tot ingenieur begrijpen
- Ik zie een ingenieur in mijzelf
- Een toekomstige carrière als ingenieur zou mij het meest voldoening geven
- Ik wil een ingenieur worden

Belonging

Binnen een ingenieursopleiding en de groep ingenieursstudenten, verwacht ik dat...

(Schaal: Helemaal niet mee eens, Niet mee eens, Noch eens/noch oneens, Mee eens, Helemaal mee eens)

- ik mij er thuis zal voelen
- ik mijzelf als een volwaardig lid van de groep zal beschouwen
- ik mijzelf deel van de groep zal voelen
- ik mij verbonden zal voelen met de groep

Ingenieursbeeld

Jouw beeld van de ingenieurswereld. Geef aan in welke mate je het eens bent met de volgende stellingen.

(Schaal: Helemaal niet mee eens, Niet mee eens, Noch eens/noch oneens, Mee eens, Helemaal mee eens)

- Als ingenieur heb je geen impact op de samenleving
- Als ingenieur kan je mensen helpen
- Als ingenieur help je om complexe problemen, zoals klimaatopwarming, aan te pakken
- Als ingenieur werk je voornamelijk alleen
- Als ingenieur heb je goede communicatie skills nodig
- Als ingenieur werk je vaak samen met andere professionals
- Als ingenieur kan je in bijna elke sector terecht komen
- Het werk van een ingenieur wordt snel eentonig
- Ingenieurs zijn vooral betrokken bij het ontwerpen van machines en gebouwen

Verloning

We willen je graag uitnodigen om mee te doen aan een vervolgvragenlijst in de toekomst. Ik laat hier mijn persoonlijk mailadres achter om kans te maken op de bioscooptickets.

- (Open antwoord)

Bijlage C Vragenlijst POST-test

Persoonlijke code

Geef hieronder je persoonlijke code in. Bestaat uit: eerste letter van je voornaam in hoofdletters, getal van de dag van de geboortedatum, laatste twee letters van je achternaam in hoofdletters, laatste twee cijfers van gsm-nummer.

- (Open antwoord)

Demografische gegevens

Op welke school zit je?

- (Lijst met scholen)

Wat is je school?

- (Open antwoord, indien niet in de lijst)

In welk jaar van het middelbaar onderwijs zit je?

- 1e middelbaar
- 2e middelbaar
- 3e middelbaar
- 4e middelbaar
- 5e middelbaar
- 6e middelbaar

Welke studierichting volg je momenteel in het middelbaar onderwijs?

- Wetenschappen-wiskunde
- Wetenschappen-wiskunde STEM
- Latijn-wiskunde
- Latijn-wetenschappen
- Economie-wetenschappen
- Economie-wiskunde
- Technologische wetenschappen
- Andere

Welke studierichting volg je momenteel?

- (Open antwoord, indien 'Andere')

Wat is je klasnummer of -code, bijvoorbeeld WeWil of klas 64?

- (Open antwoord)

Projectdeelname

[Noot voor de lezer: De onderstaande vragen werden voorwaardelijk gesteld, afhankelijk van het project (STEM-Award of Innovation Lab) waaraan de leerlingen deelnamen.]

Enkel voor deelnemers STEM-Award:

Wij nemen deel aan de STEM-award wedstrijd.

- Ja
- Neen

Aan welk project van de stem-award neem je deel?

- Shelter voor vluchtelingen
- Stress op school
- ge-3D-printe boot
- AI en valdetectie
- Ik weet het niet

Enkel voor deelnemers Innovation Lab:

Wij nemen deel aan een project van innovation lab.

- Ja
- Neen

Aan welk project van innovation lab neem je deel?

- Ooggestuurde Interface
- Trillende Torens en Bevende Bruggen
- Energieopslag
- Katapult
- Waterzuivering

Algemene en Specifieke Interesse

Los van je studiekeuze, in welke mate ben je geïnteresseerd in STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)

- Helemaal niet geïnteresseerd
- Eerder niet geïnteresseerd
- Matig geïnteresseerd
- Geïnteresseerd

- Zeer geïnteresseerd

Los van je studiekeuze, in welke mate ben je geïnteresseerd in Specifiek engineering

- Helemaal niet geïnteresseerd
- Eerder niet geïnteresseerd
- Matig geïnteresseerd
- Geïnteresseerd
- Zeer geïnteresseerd

Engineering identity

Jouw perspectief op engineering. Geef aan in welke mate je het eens bent met de volgende stellingen.

(Schaal: Helemaal niet mee eens, Niet mee eens, Noch eens/noch oneens, Mee eens, Helemaal mee eens)

- Ik ben geïnteresseerd om meer te leren over wat ingenieurs doen
- Ik zou het leuk vinden om voor ingenieur te studeren
- Mijn ouders zien een toekomstige ingenieur in mij
- Mijn docenten zien een toekomstige ingenieur in mij
- Mijn leeftijdsgenoten zien een toekomstige ingenieur in mij
- Ik heb er vertrouwen in dat ik de leerstof van een opleiding tot ingenieur zou kunnen begrijpen
- Ik zou goede resultaten boeken binnen een opleiding tot ingenieur
- Ik zou de concepten die ik leer binnen een opleiding tot ingenieur begrijpen
- Ik zie een ingenieur in mijzelf
- Een toekomstige carrière als ingenieur zou mij het meest voldoening geven
- Ik wil een ingenieur worden

Belonging

Binnen een ingenieursopleiding en de groep ingenieursstudenten, verwacht ik dat...

(Schaal: Helemaal niet mee eens, Niet mee eens, Noch eens/noch oneens, Mee eens, Helemaal mee eens)

- ik mij er thuis zal voelen
- ik mijzelf als een volwaardig lid van de groep zal beschouwen
- ik mijzelf deel van de groep zal voelen

- ik mij verbonden zal voelen met de groep

Ingenieursbeeld

Jouw beeld van de ingenieurswereld. Geef aan in welke mate je het eens bent met de volgende stellingen.

(Schaal: Helemaal niet mee eens, Niet mee eens, Noch eens/noch oneens, Mee eens, Helemaal mee eens)

- Als ingenieur heb je geen impact op de samenleving
- Als ingenieur kan je mensen helpen
- Als ingenieur help je om complexe problemen, zoals klimaatopwarming, aan te pakken
- Als ingenieur werk je voornamelijk alleen
- Als ingenieur heb je goede communicatie skills nodig
- Als ingenieur werk je vaak samen met andere professionals
- Als ingenieur kan je in bijna elke sector terecht komen
- Het werk van een ingenieur wordt snel eentonig
- Ingenieurs zijn vooral betrokken bij het ontwerpen van machines en gebouwen

Verloning

We willen je graag uitnodigen om mee te doen aan een vervolgvragenlijst in de toekomst. Ik laat hier mijn persoonlijk mailadres achter om kans te maken op de bioscooptickets.

- (Open antwoord)

KU LEUVEN

FACULTEIT PSYCHOLOGIE EN
PEDAGOGISCHE WETENSCHAPPEN

**Ingenieur in de Maak? De Impact van een
Projectmatige STEM-Interventie op de
Ingenieursidentiteit van Vlaamse Scholieren**

Masterproef aangeboden tot het
verkrijgen van de graad van
Master of Science in de
psychologie door
Lola Demol

promotor: prof. dr. ir. Hanne Deprez
copromotor: dr. Sofie Craps

2024-2026