



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

Deelrapport | 22 december 2023
Depotnummer D/2024/3241/030

In opdracht van

Vlaamse Overheid
Departement Werk en Sociale Economie

Koning Albert II laan 35 (bus 20),
1030 Schaarbeek

IDEA 
CONSULT thinking ahead

member of

IDEAGROUP

Deze studie werd uitgevoerd door:

Ditte Kimps
Dune Daniels
Miriam Van Hoed
Ella De Smedt

Jozef II-straat 40 B1
1000 Brussel

T: +32 2 282 17 10
info@ideaconsult.be

www.ideaconsult.be



Inhoudsopgave

1 /	Situering en inhoud van de studie	3
1.1.	Context	3
1.2.	Doelstellingen	4
1.3.	Leeswijzer	5
2 /	Methodologie	6
3 /	Het begrip STEM en haar belang	10
3.1.	STEM: een veelomvattend begrip	10
3.2.	Belang van STEM(-competenties)	12
4 /	Inventarisatie van STEM-inzichten	14
4.1.	STEM-specialisatie en de specifieke STEM-competenties	14
4.2.	STEM-geletterdheid en de brede STEM-competenties	28
4.3.	Inclusie in STEM	33
5 /	Overzicht van de STEM-inzichten	42
5.1.	Overzicht van factoren en hefboomen per domein en omgeving	42
5.2.	Dominante en ontbrekende thema's in de bronnen	45
6 /	STEM-ecosysteem	47
6.1.	Wat is een ecosysteem?	47
6.2.	Hefboomen voor een ecosysteem	51
6.3.	Een blik op het STEM-ecosysteem	53
	BIJLAGEN	57



B.1	Referenties	57
B.2	Organisaties van deelnemers workshop en bevraging	66





1 / Situering en inhoud van de studie

In dit eerste hoofdstuk staan we stil bij de aanleiding en de inhoud van deze studie. We starten met de situering van de gestelde vraag, en bieden een overzicht van de vooropgestelde doelstellingen.

1.1. Context

De resultaten van deze opdracht moeten ondersteuning bieden aan de STEM-agenda 2030. Deze STEM-agenda 2030 is een ambitie van het Vlaamse regeerakkoord 2019-2024¹, waarin de Vlaamse regering wil “blijven inzetten op het vergroten van het draagvlak voor technologie, innovatie en wetenschap bij de Vlaming” en dit “over de beleidsdomeinen heen”. Het belang van STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) wordt erin erkend omdat STEM-competenties en STEM-specialisten noodzakelijk zijn om de maatschappij te ondersteunen om de verschillende transities (rond digitalisering, energie, klimaat, gezondheid of circulaire economie) te doorstaan.

EEN VOORTGEZET STEM-BELEID VIA DE STEM-AGENDA 2030

De STEM-agenda 2030, opvolger van het STEM-actieplan 2012-2020, is het leidende STEM-beleidsdocument van de Vlaamse regering. Ze tracht ermee de instroom en doorstroom in STEM-opleidingen en -loopbanen te verhogen. Daarnaast zet de agenda verder in op het vergroten van het aantal STEM-specialisten en op STEM-geletterdheid waarmee men de STEM-competenties in de ruime maatschappij wil versterken.²

Vier **strategische doelstellingen** staan centraal in de agenda:

- ▶ De samenleving is zich bewust van het belang van STEM-competenties;
- ▶ Iedereen met interesse en talent in STEM vindt de weg naar een passende STEM-opleiding;
- ▶ Het STEM-onderwijs en opleidingsaanbod speelt in op de evoluties en transities in het bedrijfsleven, onderzoek en de samenleving;

¹ Regeerakkoord van de Vlaamse Regering 2019-2024 [Regeerakkoord van de Vlaamse Regering 2019-2024 | Vlaanderen.be](https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/46395)

² Departement Werk en Sociale Economie (2021). STEM-agenda 2030: STEM-competenties voor een toekomst- en missiegericht beleid. Vlaamse overheid. Vlaamse regering. Geraadpleegd via <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/46395>

- ▶ STEM-competenties worden zoveel mogelijk ingezet in functie van noden, evoluties en transities in het bedrijfsleven, in onderzoek en in de brede maatschappij.

Om die doelstellingen te behalen beoogt de STEM-agenda om bestaande en toekomstige initiatieven, beleidsagenda's en ecosystemen **beter met elkaar te verbinden**, waarbij intersectorale en interdisciplinaire samenwerking centraal staan. Daarom is het nodig om dit onderzoek breed op te vatten en te koppelen aan andere beleidsagenda's (bv. rond Artificial Intelligence (AI), Cybersecurity (CS), green skills agenda, Actieplan Levenslang Leren (LLL)) en aan maatschappelijke uitdagingen zoals de krapte op de arbeidsmarkt, het lerarentekort, etc.

KWALITEIT EN OPVOLGING VAN HET STEM-BELEID

De STEM-agenda 2030 biedt een kader voor de lange termijn waarbij er een dynamische lijst van acties wordt samengesteld die getoetst wordt aan kwaliteitsprincipes, namelijk:

- ▶ Inclusieve benadering;
- ▶ Evidence-based beleid en kwaliteitszorg;
- ▶ Innovatieve aanpak;
- ▶ Quadrupel-helix samenwerking (tussen overheid, ondernemingen, kennisinstellingen en burgers).

Daarnaast besteedt de STEM-agenda 2030 aandacht aan opvolging en monitoring met een operationeel en strategisch luik waarbij er zo veel mogelijk wordt gestreefd naar een geconnecteerd monitoringssysteem over de beleidsdomeinen heen. De monitoring wordt uitgewerkt op basis van de STEM-monitoring roadmap die IDEA Consult voorbereidde in 2020³.

NAAR EEN STRUCTURELE STEM-ONDERZOEKSAGENDA

Beleidsmatig is het belangrijk om te weten wat werkt en wat niet werkt. Dat is niet altijd te vatten in kwantitatieve cijfers, daarom wordt er vanuit de STEM-governance gevraagd om naast kwantitatieve monitoring in te zetten op een kwalitatieve onderzoeksagenda.

Via een inventarisatie van inzichten uit bestaand Vlaams en internationaal onderzoek over STEM en bredere STEM-thematieken (partnerschappen, diversiteit, het bereiken van kwetsbare doelgroepen, duaal leren,...), wil men komen tot een thematisch overzicht van bestaande kennis (kennislacunes, -prioriteiten en -vragen) en tot inzichten die in het licht van de STEM-agendadoelstellingen bruikbaar zijn. Deze analyse moet aangeven op welke acties prioritair ingezet moet worden, maar kan daarnaast ook input leveren voor verdere onderzoeksvraagstukken, suggesties voor een geoptimaliseerde en toekomstgerichte monitoring en dataverzameling. De analyse dient als vertrekpunt voor de STEM-onderzoeksagenda 2030, zowel wat inhoud als wat programmatie en governance betreft.

1.2. Doelstellingen

Dit rapport maakt deel uit van een groter vooronderzoek dat een bijdrage levert aan de STEM-onderzoeksagenda via twee doelstellingen en hun onderliggende onderzoeksvragen.

³ STEM in Vlaanderen. Terugblik en ambities voor de toekomst (2020)



► Doelstelling 1: Synthese bestaande kennis

Naast kennis uit bestaand Vlaams en internationaal onderzoek over STEM, worden ook inzichten uit breder onderzoek in kaart gebracht waaruit lessen getrokken kunnen worden om de doelstellingen van de STEM-agenda 2030 te realiseren. Minimaal zullen daarbij de volgende thema's onderzocht worden:

- instroom;
- doorstroom;
- uitstroom;
- inclusie;
- en het laagdrempelig introduceren van STEM-competenties in niet-specialistenopleidingen.

Zowel inzichten op een beschrijvend, verklarend en evaluerend niveau worden in kaart gebracht:

- Beschrijvend: Hoe staan we ervoor (ook in vergelijkend perspectief)? Wat weten we al uit bestaand onderzoek in Vlaanderen en buitenland over STEM en breder onderzoek?
- Verklarend: Wat zijn de oorzaken / contextfactoren die maken dat de strategische doelstellingen moeilijk te meten zijn en niet gehaald worden?
- Evaluerend: Welke acties uit bestaand STEM-onderzoek en uit breder onderzoek - dat kan toegepast worden op de STEM-agenda 2030 - werken (niet)? Welke acties zijn (mogelijke) hefboomen, en moeten dus (nog meer) ingezet worden?

► Doelstelling 2: STEM-ecosysteem

Bestaande actoren, STEM-partnerschappen en samenwerkingen op het snijvlak innovatie-leren-werken worden in kaart gebracht. Er wordt nagegaan hoe daarbij betere synergiën gerealiseerd kunnen worden.

- Hoe ziet het ecosysteem innovatie-leren-werken eruit m.b.t. STEM in Vlaanderen?
- Welke partnerschappen/ samenwerkingen bestaan er vandaag al op snijvlak innovatie-leren-werken?
- Hoe kunnen betere synergiën gerealiseerd worden?

1.3. Leeswijzer

Het volledige vooronderzoek bevat ook een ontwerp van een STEM-onderzoeksagenda en een omschrijving van de benodigde samenwerking en governance om de onderzoeksagenda uit te voeren. Deze zijn niet in dit rapport opgenomen. Achtereenvolgens behandelen we in dit rapport de methodologie (Hoofdstuk 2), het begrip STEM en haar belang (Hoofdstuk 3), de inventarisatie van STEM-inzichten (Hoofdstuk 4), een overzicht van de STEM-inzichten (Hoofdstuk 5), en het STEM-ecosysteem (Hoofdstuk 6).





2 / Methodologie

Om de bestaande kennis van STEM-onderzoek en de onderzoekshiaten en -noden te identificeren is er een literatuuranalyse en stakeholdersconsultatie⁴ gebeurd. De literatuuranalyse gebeurde met Nvivo, een softwareprogramma voor kwalitatief onderzoek met een uitgebreid gamma aan toegankelijke analyse-instrumenten. Aan de hand van interne werksessies heeft het onderzoeksteam steeds inhoudelijke en procesmatige aspecten van de deelopdrachten besproken. Op die manier is alle informatie verwerkt om tot een voorstel van een onderzoeksagenda te komen.

BRONNENVERZAMELING VOOR SYNTHESE

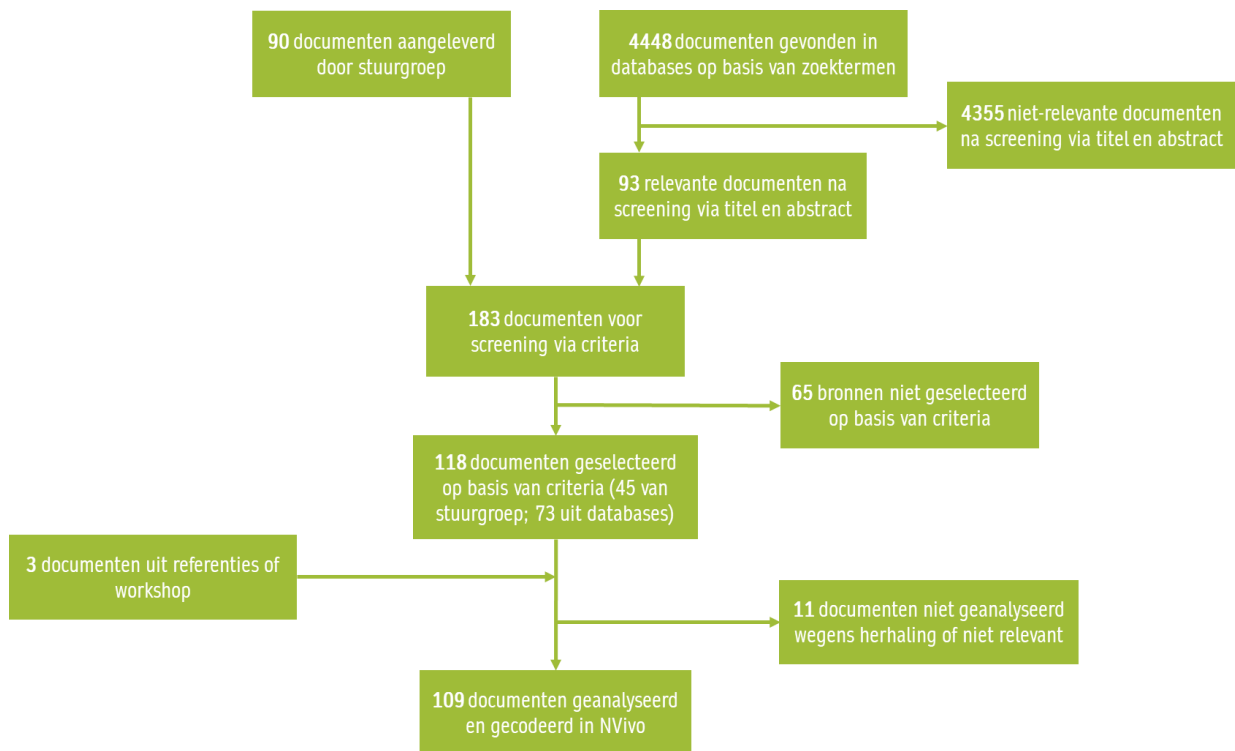
De bronnenverzameling verliep in verschillende stappen die ook zichtbaar zijn in Figuur 1. Eerst en vooral heeft de stuurgroep na de startmeeting documenten aangeleverd die mogelijk relevant konden zijn voor het onderzoek. Deze eerste verzameling omvatte 90 documenten, en bestond voornamelijk uit beleidsdocumenten en niet-academische rapporten. In de verdere bronnenverzameling hebben we de scope verbreed en meer academische literatuur verzameld. Daarom hebben we ons voornamelijk gefocust op het doorzoeken van de database Limo, maar waar relevant hebben we ook gezocht in de databases Publicaties Vlaanderen, OECD iLibrary, en Publications Office of the European Union.

Voor de synthese van het ecosysteem werden er in de loop van de opdracht extra documenten geraadpleegd. Deze zijn niet opgenomen in Figuur 1, maar zijn opgenomen in de referentielijst. Het betreft onderzoeken en studies die voor ecosystemen in het algemeen van toepassing zijn, maar niet specifiek voor STEM.

⁴ Het doel van de stakeholderconsultaties was om een ontwerp van een STEM-onderzoeksagenda op te maken, maar dat is niet opgenomen in dit rapport. Aangezien er tijdens de stakeholderconsultaties ook informatie is verkregen voor de synthese van de kennis en het ecosysteem, is het hier wel opgenomen in de methodologie.



Figuur 1: Stroomdiagram dat het proces van de bronnenverzameling samenvat



Het zoeken naar relevante literatuur gebeurde op basis van zoekwoorden die op voorhand bepaald waren in een interne werksessie. De zoekwoorden zijn bepaald met aandacht voor de thema's die als belangrijk werden bestempeld door de stuurgroep: instroom, doorstroom, uitstroom, inclusie, laagdrempelig introduceren van STEM-competenties in niet-specialistenopleidingen, en ecosystemen/netwerken. Als exploratie hebben we eerst de vaakst voorkomende woorden in alle aangeleverde teksten verzameld met Nvivo. Daarna hebben we een aantal (review) teksten uitgebreid doorgenomen om een overzicht te krijgen van veelgebruikte termen in de literatuur rond STEM en synoniemen ervan, om zo te komen tot een set van efficiënte zoekwoorden. Een overzicht hiervan is te vinden in Tabel 1.

Tabel 1: Zoektermen

STEM/STEAM
Interesse in STEM/Interest in STEM
STEM-geletterdheid/STEM literacy
STEM + wetenschapscommunicatie/STEM + science communication
STEM + instroom/STEM + inflow/STEM + inflow + education
STEM + uitstroom/STEM + outflow
STEM + doorstroom/STEM + progression + education/STEM + progression + labour
STEM + pipeline
STEM + diversiteit/STEM + diversity
STEM + inclusie/STEM + inclusion + education/STEM + inclusion + labour market
STEM + migratie



STEM + innovatie/STEM + innovation

STEM + ecosysteem/STEM + ecosystem

STEM + policy recommendations

Het opzoeken van deze termen in de verschillende databases (met een filter op jaartal vanaf 2015) leverde 4448 documenten op. Deze teksten werden gescreend op relevantie aan de hand van de titel en het abstract, waarna er 93 relevante documenten overbleven⁵. In combinatie met de collectie die aangeleverd was door de stuurgroep, zijn we dus geland op 183 documenten waaruit er een selectie gemaakt kon worden op basis van volgende parameters:

- ▶ Publicatiedatum van de documenten: voorkeur voor de meeste recente documenten, niet ouder dan 2015;
- ▶ Documenten over STEM: voorkeur voor documenten met meerdere vermeldingen van 'STEM' (op basis van exploratie in NVivo);
- ▶ Goede verdeling verplichte thema's;
- ▶ Goede verdeling Vlaams – buitenland/Wallonië: voorkeur voor Vlaamse documenten;
- ▶ Goede verdeling onderwijs – werk – innovatie⁶;
- ▶ Goede verdeling academisch – niet-academisch: voorkeur voor meer academische documenten⁷.

Deze selectie leidde ons tot een verzameling van 118 relevante documenten. De analyse hiervan gebeurde aan de hand van NVivo, wat ons toeliet elk document te screenen en relevante stukken tekst te coderen. De bepaling van de codes waarmee we zouden werken, gebeurde ook in een interne werksessie en hield opnieuw rekening met de thema's die belangrijk waren voor de stuurgroep, alsook het soort informatie dat we wouden verzamelen. De codes die we uiteindelijk hebben gebruikt, kunnen onderverdeeld worden in onderstaande groepen:

- ▶ Locatie (bv. Vlaanderen, buurlanden, buiten Europa);
- ▶ Domein (met onderwijs, werk, onderzoek, innovatie);
- ▶ Thema's:
 - Pijplijn (met instroom, doorstroom, uitstroom en zij-instroom);
 - Inclusie (met gender, leeftijd, etniciteit, gezondheid);
 - Geletterdheid (met brede STEM-competenties);
 - Specialisatie (met digitale en green skills);
 - Wetenschapscommunicatie;
 - Persoonlijke en sociale factoren (bv. interesse, motivatie, bias, ...);
- ▶ Ecosysteem (met actoren, governance, monitoring, partnerschappen en samenwerkingen);
- ▶ Outcomes (bv. hefboomen, drempels, onderzoeksvragen).

⁵ Veel documenten werden na deze screening als niet-relevant bestempeld omdat ze bv. over stamcelonderzoek gingen (zoekresultaten voor STEM leverde ook hits rond "stem cells").

⁶ Deze parameter zorgde ervoor dat er in verhouding veel meer documenten over onderwijs *niet* zijn geselecteerd, omdat er een veel grotere hoeveelheid aan documenten rond dit thema beschikbaar is. Zelfs na de voorkeur te geven aan documenten rond werk en innovatie, is er in de finale selectie nog steeds een overwicht aan literatuur rond onderwijs.

⁷ In de selectie gaven we de voorkeur aan academisch onderzoek omdat dit minder bekend is bij het beleid. Daarnaast wouden we in deze literatuuranalyse focussen op verklarende factoren en effecten ervan, wat meer te vinden is in academische literatuur.



Tijdens het analyseren van de 118 geselecteerde documenten zijn we ook gestuit op 3 interessante referenties, waarvan er 2 zijn opgenomen in de finale selectie. In een latere fase, via de workshop, werd er nog een extra document toegevoegd met hoge relevantie voor de onderzoeksagenda. Daarnaast waren er 11 documenten die toch niet zo relevant of interessant bleken als eerst gedacht; het ging hier vaak om documenten waarvan het merendeel van de informatie herhaling was van reeds geanalyseerde documenten. Uiteindelijk omvat de finale verzameling 109 documenten die gecodeerd en geanalyseerd zijn in NVivo (zie bijlage 1).

CONSULTATIE VAN STAKEHOLDERS

Na het maken van een synthese van de bestaande kennis over STEM volgde een bevraging van de stakeholders om de **kennismoden** binnen de verschillende thema's te identificeren. Deze bevraging vond voornamelijk plaats in de vorm van een workshop van een halve dag. De organisaties van de deelnemers van de workshop staan opgelijst in Bijlage B2. We probeerden een zo divers mogelijke groep van actoren uit te nodigen zodat alle soorten stakeholders vertegenwoordigd waren. Voornamelijk uit bedrijven/sectoren kregen we reacties dat er interesse was om deel te nemen, maar er niemand beschikbaar was om de workshop bij te wonen. Om dit op te vangen, zijn deze actoren bevroegd d.m.v. een vragenlijst en een interview. De organisaties waarvan we een antwoord ontvingen, zijn eveneens terug te vinden in Bijlage B2.

De workshop was georganiseerd volgens de methodiek van 'world cafés'. De deelnemers werden eerst plenair op de hoogte gebracht van de voorlopige onderzoeksresultaten zodat ze zich een beeld konden vormen van de kennis die er al bestaat uit onderzoek. Na deze plenaire sessie werden de deelnemers in vier groepjes opgedeeld, die elk aan een tafel één van de thema's bespraken gedurende 20 à 30 min. De thema's die besproken werden, waren STEM in (non)-formeel leren, STEM-loopbanen, STEM-geletterdheid en inclusie in STEM. We lieten de vier groepjes roteren doorheen de tafels, zodat elke deelnemer elk thema heeft kunnen bediscussiëren. Doorheen de rotaties bleef er altijd één persoon van IDEA zitten aan dezelfde tafel om inzichten te capteren en samen te vatten voor de volgende groep(en). Nadat alle groepjes alle tafels hadden bezocht, volgde er een plenaire terugkoppeling per rubriek zodat de deelnemers hun laatste opmerkingen konden geven.

Naast het capteren van de kennishiaten/-moden, vroegen we de deelnemers ook naar de partners waarmee ze samenwerken om zo het STEM-ecosysteem zo goed mogelijk in kaart te kunnen brengen. Daarnaast trachtten we zicht te krijgen op de onderzoeksprincipes waaraan de voorgestelde onderzoeksvragen moeten voldoen volgens de deelnemende stakeholders. Dezelfde vraag werd ook gesteld in de stuurgroep.





3 / Het begrip STEM en haar belang

We starten met een overzicht van de verschillende begrippen die onder STEM vallen, gevolgd door een verduidelijking van het belang van STEM en STEM-competenties.

3.1. STEM: een veelomvattend begrip

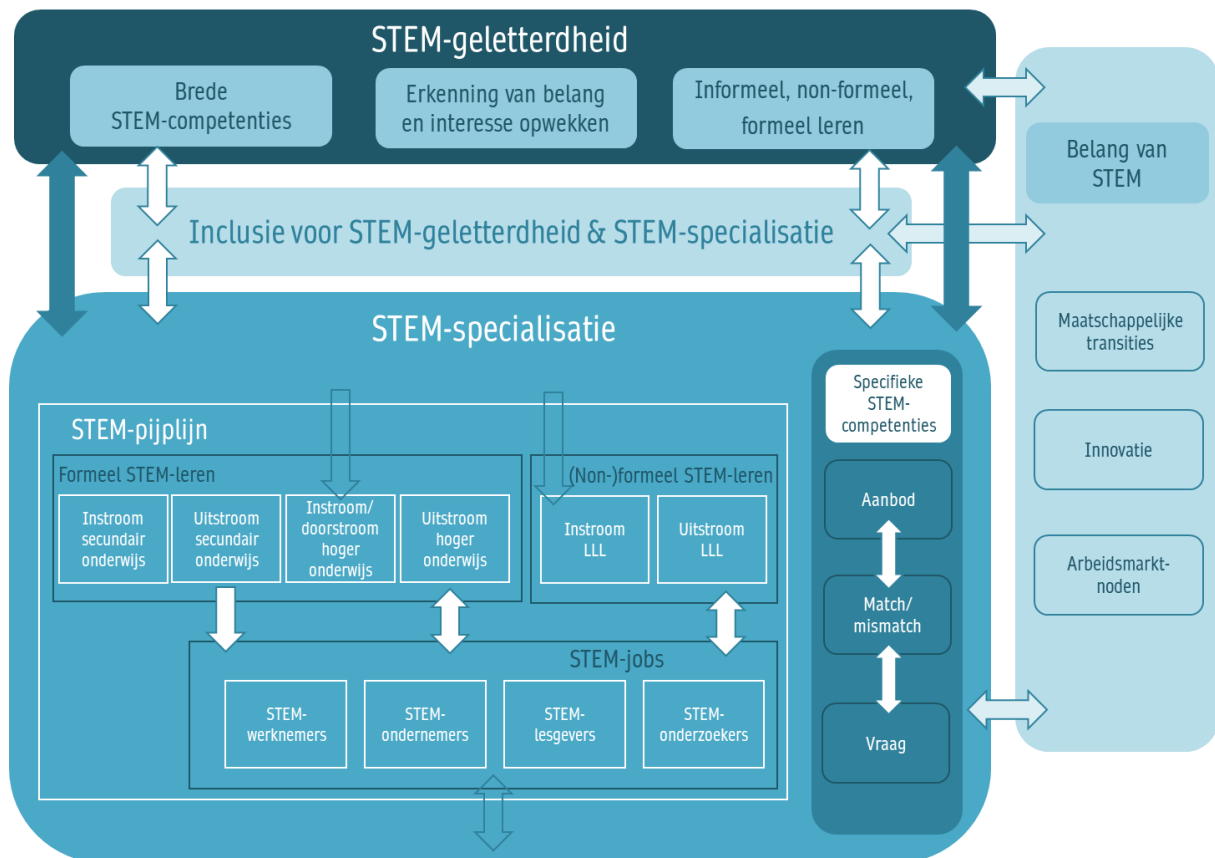
STEM is een begrip dat verschillende concepten en domeinen met elkaar verbindt. Bij het verzamelen van onderzoeken en inzichten over STEM wordt duidelijk:

- ▶ dat STEM vanuit verschillende perspectieven bestudeerd is;
- ▶ dat er verscheidene definities van STEM en haar gerelateerde begrippen gebruikt worden;
- ▶ en dat zeer veel concepten met elkaar geconnecteerd zijn en elkaar dus beïnvloeden.

Figuur 2 visualiseert hoe wij deze concepten met elkaar gerelateerd zien, rekening houdend met de doelstellingen voor de STEM-agenda, de doelstellingen van deze opdracht, en hoe er in de (academische) literatuur naar wordt gekeken.



Figuur 2: Overzicht van STEM-concepten



Bij **STEM-geletterdheid** spreekt men over het verwerven van eerder brede STEM-competenties. Het is daarbij de bedoeling dat een zo breed mogelijk publiek deze STEM-competenties verwerft (jong, oud, lerenden, werkenden, etc.), dat het brede publiek het belang van STEM erkent en dat er ook interesse wordt gewekt voor STEM. Het bekomen van meer STEM-geletterdheid bij het brede publiek kan o.a. behaald worden via non-formeel, formeel, en voornamelijk informeel leren. STEM-geletterdheid is sterk geconnecteerd met STEM-specialisatie, omdat men via STEM-specialisatie tot meer STEM-geletterdheid kan komen, en omdat het laten erkennen van het belang van STEM en door interesse te wekken voor STEM, meer mensen naar STEM-specialisatie kan leiden. STEM-geletterdheid wordt door het STEM-kader gedefinieerd als “de mogelijkheid van iemand om fundamentele concepten uit wetenschappen, techniek, engineering en wiskunde te verstaan en toe te passen om zo te komen tot weloverwogen beslissingen, om problemen op te lossen en/of nieuwe producten en processen te creëren [...] STEM-geletterdheid omvat eveneens het bewustzijn van de rollen die wetenschappen, techniek, engineering en wiskunde vervullen in de moderne samenleving”⁸.

STEM-specialisatie verwijst naar het verwerven en gebruiken van voornamelijk gespecialiseerde STEM-competenties. In de literatuur wordt daarbij regelmatig verwezen naar de STEM-pijplijn waarbij lerenden instromen in het secundair onderwijs, eventueel doorstromen naar hoger onderwijs en zo kunnen instromen in STEM-jobs. Via de pijplijn kan er een match ontstaan tussen de vraag naar en het aanbod van STEM-competenties, maar in de realiteit is er veeleer een mismatch tussen vraag en aanbod en dat zeker voor bepaalde gevraagde STEM-competenties. STEM-specialisatie wordt door het STEM-kader gedefinieerd als “een verregaande STEM-geletterdheid en een bewuste keuze voor een STEM-richting en/of STEM-beroep”⁹.

⁸ Departement Onderwijs en Vorming (2015) Het STEM-kader voor het Vlaamse onderwijs

⁹ Departement Onderwijs en Vorming (2015) Het STEM-kader voor het Vlaamse onderwijs

De vraag naar bepaalde STEM-competenties, en STEM-geletterdheid in het algemeen, geeft meteen ook het **belang van STEM** aan, namelijk om de maatschappelijke transitie, zoals de klimaatcrisis en de digitalisering, het hoofd te kunnen bieden. Daaraan gelinkt zijn STEM-geletterdheid en STEM-specialisatie ook belangrijk voor innovatie en de competentienoden op de arbeidsmarkt.

Het is de bedoeling dat iedereen de maatschappelijke transitie aankan, en dat STEM-geletterdheid én STEM-specialisatie een zo breed mogelijk publiek bereiken. Er moet daarom sterk rekening gehouden worden met **inclusie**, zodat iedereen die wil en iedereen met talent, ongeacht gender, leeftijd, afkomst, sociaaleconomische situatie of gezondheid, aan STEM kan participeren. Bepaalde groepen tonen weinig interesse in STEM, en stromen niet of moeilijk in de STEM-pijplijn. Inzetten op inclusie moet dus zowel voor STEM-geletterdheid als voor STEM-specialisatie. De aandachtspunten en mogelijke hefboomen voor inclusie vertonen veel gelijkenissen voor beide pijlers, waardoor we ze samen behandelen in 4.3.

3.2. Belang van STEM(-competenties)

Vrijwel elk onderzoek of beleidsdocument over STEM start met het belang van (inclusieve)¹⁰ STEM voor het menselijk kapitaal¹¹, de economie¹², innovatie¹³ of de transitie waar onze maatschappij en de wereld doorheen moeten, zoals de digitalisering¹⁴ (inclusief artificiële intelligentie en cyber security) en de green transition¹⁵. In landen waar geneeskunde of zorg ook onder STEM valt, wordt ook de gezondheidssector als belangrijk gezien¹⁶. Specifiek zijn er ook de volgende voordelen vernoemd:

- ▶ De vraag naar mensen met STEM-competenties groeit sneller dan die naar mensen zonder¹⁷;
- ▶ Mensen met STEM-competenties hebben meer kans op een job en een hoger loon, hoewel dat afhankelijk kan zijn van de lokale economie¹⁸;
- ▶ Mensen met STEM-competenties hebben competenties die breed inzetbaar zijn op de arbeidsmarkt¹⁹ of in de maatschappij²⁰;
- ▶ Diversiteit en inclusie (in STEM) leiden tot meer innovatie²¹ en productiviteit²²;
- ▶ Ondernemingen met een hoger aandeel STEM-werknemers, zijn productiever, zeker in de IT-sector²³;
- ▶ Bedrijven waarvan de bestuursleden een STEM-achtergrond hebben, vragen meer patenten aan en investeren meer in R&D²⁴.

In onderwijs, onderzoek en beleid (in Vlaanderen en daarbuiten) zijn STEM en STEM-competenties gangbare begrippen (maar met verschillende definities en interpretaties), terwijl er vanuit de arbeidsmarkt gewoonlijk (nog) niet over STEM of STEM-competenties gesproken wordt. Wel is de vraag naar competenties die onder STEM kunnen

¹⁰ Bottia et al. (2021), Hinton et al. (2020), Kuchynka et al. (2022), Miriti (2020), Van der Vleuten et al. (2018), European Parliament (2020), Maceira (2017)

¹¹ Bijnens & Dhyne (2021), Cabell et al. (2021), European Commission (2020)

¹² Executive Office of the President (2018), Kuchynka et al. (2022), McNally (2020), Rozek et al. (2019)

¹³ European Commission (2020), Executive Office of the President (2018)

¹⁴ Executive Office of the President (2018), Thibaut et al. (2018)

¹⁵ Thibaut et al. (2018)

¹⁶ Ahmed et al. (2020)

¹⁷ Cabell et al. (2021)

¹⁸ Cabell et al. (2021), McNally (2020), Rozek et al. (2019), Smith & White (2022)

¹⁹ Rozek et al. (2019), Skrentny & Lewis (2021)

²⁰ Executive Office of the President (2018)

²¹ Bottia et al. (2021), Hinton et al. (2020), Kuchynka et al. (2022), Miriti (2020), Van der Vleuten et al. (2018), European Parliament (2020), Crabtree et al. (2019), Schwerter & Ilg (2021)

²² Van der Vleuten et al. (2018), Kuchynka et al. (2022)

²³ Bijnens & Dhyne (2021), Rodríguez-Pose & Lee (2020), Soriano & Abello (2015)

²⁴ Hsieh et al. (2022)



vallen op de arbeidsmarkt groot, en toont de literatuur een sterke connectie tussen STEM-competenties en 21^{ste}-eeuwse vaardigheden²⁵.

Specifieke STEM-competenties: Deze competenties zijn in de eerste plaats gelinkt aan **STEM-specialisatie** en de **STEM-pijplijn**. Hiermee worden die competenties bedoeld die nodig zijn voor de vier disciplines van exacte wetenschappen, technologie, engineering/ontwerp en wiskunde, apart en/of geïntegreerd.

- ▶ Over het algemeen kan je stellen dat hoe verder iemand in de pijplijn komt, hoe specifiekere die STEM-competenties worden aangeboden en/of gevraagd. Zo zijn de STEM-competenties in het ASO nog redelijk breed, wordt er al gespecialiseerd in het hoger onderwijs, en is de verdieping en specialisatie het meest uitgesproken bij STEM-onderzoekers en werknemers in STEM-beroepen;
- ▶ In het kader van de transities worden specifieke STEM-competenties gevraagd voor, bijvoorbeeld, jobs in AI of circulaire energietechnologieën;
- ▶ Tegelijkertijd worden 21^{ste}-eeuwse vaardigheden, zoals probleem-oplossend denken of kritisch denken, soms ook tot specifieke STEM-competenties geteld, omdat ze deel zijn van, bijvoorbeeld, de competenties in de exacte wetenschappen.

Brede STEM-competenties: Deze competenties zijn in de eerste plaats gelinkt aan **STEM-geletterdheid**. Hiermee worden competenties bedoeld die verworven kunnen worden in de vroege fases van de STEM-pijplijn, nog voor de STEM-pijplijn (in het basisonderwijs) of buiten de STEM-pijplijn in niet-STEM opleidingen in formeel onderwijs, of via informeel leren (bijvoorbeeld via initiatieven in de vrije tijd, zoals musea, STEM-academies, televisieprogramma's, etc.). Deze categorie sluit de STEM-competenties verworven via STEM-specialisatie (en de pijplijn) niet uit, maar focust meer op, bijvoorbeeld, de 21^{ste}-eeuwse vaardigheden zoals probleem-oplossend denken, innovatief denken, digitale geletterdheid, kritisch denken...

- ▶ Deze STEM-competenties hebben enerzijds het doel om interesse en vertrouwen in STEM(-specialisatie) op te wekken en anderzijds om de eerder vermelde transities als persoon, organisatie of maatschappij beter het hoofd te kunnen bieden;
- ▶ Mede door de digitalisering en de toenemende complexiteit van de maatschappij is er een groeiende vraag naar STEM-competenties op de arbeidsmarkt, ook in niet-STEM-jobs ("STEMification" van jobs²⁶). Dat betekent dat het alsnog belangrijker wordt dat iedereen brede STEM-competenties verwerft, ongeacht hun opleiding of huidige job.

In de STEM-agenda 2030 verwijzen twee doelstellingen (TD2.2 en OD2.2.2) naar 'STEM-basiscompetenties'. Of deze basiscompetenties overeenkomen met de brede STEM-competenties, dan wel een subset zijn van de specifieke STEM-competenties is niet gespecificeerd.

²⁵ De Coen et al. (2019); [Conceptmap STEM kader | stemnetwerk](#)

²⁶ Skrentny & Lewis (2021)





4 / Inventarisatie van STEM-inzichten

In dit hoofdstuk vatten we de bestaande kennis uit Vlaams en internationaal onderzoek over STEM samen op basis van de analyse van de gevonden en geselecteerde bronnen. We behandelen achtereenvolgens de volgende **domeinen**: STEM-specialisatie, STEM-geletterdheid en inclusie. STEM-specialisatie wordt verder opgedeeld in (non-)formeel leren en STEM-loopbanen. Dit hoofdstuk is dus als volgt opgebouwd:

- ▶ STEM-specialisatie en de specifieke STEM-competenties
 - Vraag en aanbod van specifieke STEM-competenties
 - STEM-specialisatie in (non-)formeel leren
 - STEM-specialisatie in STEM-loopbanen
- ▶ STEM-geletterdheid en de brede STEM-competenties
- ▶ Inclusie in STEM

Per domein geven we een beschrijving van de situatie, een **opsomming** van de verklarende factoren waarom er al dan niet voor STEM gekozen wordt, gevolgd door mogelijke hefboomen die in de literatuur beschreven worden. Per domein worden de factoren en hefboomen geclusterd **per omgeving** (bv. leer- of werkomgeving) en/of ze aan persoonlijke kenmerken gelinkt zijn.

Hoewel de factoren zowel drempels en hefboomen kunnen zijn voor STEM, is er in de opbouw van de tekst gekozen om per domein **ook een opsomming te geven van de hefboomen** afzonderlijk, zodat de lezer zich kan focussen op de geïdentificeerde hefboomen alleen. Waar mogelijk is er in die secties meer uitleg gegeven over hoe de factor tot een hefboom kan omgevormd worden.

4.1. STEM-specialisatie en de specifieke STEM-competenties

STEM-specialisatie verwijst naar het verwerven en gebruiken van specifieke STEM-competenties. Deze worden voornamelijk verworven in het (non-)formeel onderwijs, en worden verder al dan niet informeel ontwikkeld en gebruikt in STEM-jobs. In de literatuur wordt hierbij regelmatig verwezen naar de **STEM-pijplijn**. Het is een begrip dat verschillende ladingen dekt. Enerzijds wordt het gebruikt om te verwijzen naar de instroom, doorstroom en uitstroom van lerenden in het STEM-onderwijs, waarbij de instroom meestal begint in het secundair onderwijs, maar soms ook vroeger. Anderzijds omsluit het begrip soms ook de instroom in STEM-jobs, zoals zichtbaar is in Figuur 2. Over het algemeen, zoals in Vlaanderen, zijn er wel monitoringscijfers over de pijplijn in formeel



onderwijs, maar zijn er minder specifieke cijfers over de bewegingen in en uit STEM-jobs voor handen. Dat is voornamelijk te wijten aan het feit dat er in Vlaanderen geen afgelijnde definitie bestaat voor wat een STEM-job is. Ook cijfers of studies over levenslang leren in STEM zijn beperkt.

Er zijn nog 4 belangrijke opmerkingen bij de STEM-pijplijn te maken:

- ▶ Ten eerste spreekt men in de literatuur meestal van de 'leaking STEM pipeline' waarbij uit de cijfers blijkt dat doorheen de pijplijn meer en meer lerenden niet meer voor STEM(-opleidingen) kiezen. De algemene beweging is dat hoe meer gespecialiseerd STEM wordt, hoe minder mensen ervoor blijven kiezen. De algemene tendens is hier ook dat vooral vrouwen en minderheden uit de pijplijn 'leken'²⁷;
- ▶ Ten tweede moet niet elke verminderde instroom in de volgende schakel van de STEM-pijplijn als een negatieve keuze voor STEM worden gezien. Lerenden in beroepsopleidingen, bijvoorbeeld, kunnen ook rechtstreeks in STEM-jobs instromen, en dus in de STEM-pijplijn blijven. Buiten cijfers over match of mismatch tussen de opleiding en de job²⁸, zijn er weinig cijfers m.b.t. de overgang van STEM-onderwijs naar STEM-jobs, waardoor dat stuk van de pijplijn onduidelijk is. Langs de andere kant tonen een aantal buitenlandse studies wel dat de overgang van hoger onderwijs naar (academische) STEM-onderzoekers een lek vertoont, maar daar spelen uiteraard andere oorzaken een rol, zoals beperkte fondsen of plaatsen voor onderzoekers²⁹;
- ▶ Ten derde moet de pijplijn niet puur lineair bekeken worden. In het secundair onderwijs kunnen lerenden na een initiële niet-STEM-richting later nog instromen in STEM. Volwassenen kunnen ook van buiten de pijplijn later instromen in formeel of non-formeel STEM-leren (via hoger onderwijs of LLL) en zo uiteindelijk in een (andere) STEM-job terechtkomen. Vaak moeten volwassenen via LLL hun STEM-competenties op peil houden om in hun STEM-job te blijven³⁰. Het kan ook gebeuren dat volwassenen rechtstreeks in een STEM-job terechtkomen nadat ze een niet-STEM-opleiding hebben gevolgd of eerst werkten in een niet-STEM-job. Onderzoek toont aan dat lerenden en mensen doorheen hun studies en loopbaan continu beïnvloed kunnen worden om wel of niet voor STEM te kiezen, dat de keuzes niet steeds op de scharniermomenten gemaakt worden, en dat mensen ook van gedacht kunnen veranderen³¹;
- ▶ Ten laatste moet er niet enkel gekeken worden naar STEM versus niet-STEM. Binnen STEM zijn er verschillende disciplines, jobs en STEM-competenties, waarbij de ene meer gevraagd is dan de andere, en waarbij er niet steeds evenveel aanbod is van de gevraagde STEM-competenties, en in sommige gevallen een mogelijk overaanbod³².

4.1.1 Vraag en aanbod van specifieke STEM-competenties

VRAAG NAAR SPECIFIEKE STEM-COMPETENTIES

De vraag naar specifieke STEM-competenties in werk wordt beïnvloed door volgende factoren die spelen op de arbeidsmarkt:

- ▶ Verschillende maatschappelijke transitie's zoals de digitalisering en de verduurzaming van de economie zorgen voor creatie van jobs waarin specifieke STEM-competenties nodig zijn (ook wel uitbreidingsvraag genoemd)³³;

²⁷ De Loof et al. (2021), Freeman (2020), Hinton et al. (2020), Knipprath et al. (2018), Miriti (2020), Skrentny & Lewis (2021), Van den Hurk et al. (2018), Van der Vleuten et al. (2018)

²⁸ De Coen et al. (2019)

²⁹ Hinton et al. (2020), Miriti (2020)

³⁰ Skrentny en Lewis (2021), SERV (2018), Smith et al. (2022), Commissie Learning Communities (2019)

³¹ Rozenzweig et al. (2021), Lykkegaard & Ulriksen (2019), De Coen et al. (2018)

³² Smith et al. (2022), Bijmens & Dhyne (2021), De Coen et al. (2019)

³³ De Coen et al. (2019), Roland Berger (2021), Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2022), Smith et al. (2022)



- ▶ Door de toenemende vergrijzing is er een verhoogde vraag naar nieuwe werkkrachten in STEM-gebieden (ook wel vervangingsvraag genoemd)³⁴;
- ▶ STEM-sectoren zijn gekenmerkt door een snelle evolutie waardoor werknemers in STEM-jobs in het bijzonder zeer vatbaar zijn voor het snel verouderen van heel specifieke competenties³⁵;
- ▶ De toenemende complexiteit en digitalisering van de maatschappij zorgen voor een toenemende “STEMification” van jobs³⁶, waardoor meer en meer niet-STEM-jobs ook STEM-competenties vereisen (zie ook sectie 4.2).

AANBOD VAN SPECIFIEKE STEM-COMPETENTIES

Het aanbod van specifieke STEM-competenties wordt voornamelijk bepaald door de pijplijn van (non-)formeel leren. De factoren die deze pijplijn beïnvloeden, worden uitgebreid besproken in sectie 4.1.2. Ook de mate van inclusie op de arbeidsmarkt speelt een belangrijke rol. De factoren en hefboomen die inclusie beïnvloeden, worden besproken in sectie 4.3.

De literatuur onderstreept het belang van levenslang leren voor STEM-competenties³⁷. Zoals hierboven vermeld, zijn STEM-competenties ook vatbaar voor veroudering, en extra opleidingen kunnen dit tegengaan. In het kader van de toenemende digitalisering is levenslang leren met name belangrijk voor leraren³⁸, die niet enkel zelf alsmear meer digitale skills nodig hebben om les te geven, maar ook ingezet kunnen worden om deze skills over te brengen aan hun leerlingen³⁹.

MISMATCH TUSSEN VRAAG EN AANBOD

Er zijn aanwijzingen dat er een mismatch tussen de vraag naar en het aanbod van STEM-competenties aanwezig is op de arbeidsmarkt⁴⁰. Deze mismatch kan in de STEM-context verschillende vormen aannemen:

- ▶ Horizontale mismatch: werknemers met een STEM-diploma belanden in niet-STEM jobs en omgekeerd;
- ▶ Verticale mismatch: werknemers zijn over- of ondergekwalificeerd, d.w.z. dat hun behaalde studieniveau niet overeenkomt met het gevraagde studieniveau in hun job;
- ▶ Knelpuntberoepen: er zijn te weinig werknemers met de juiste competenties om openstaande vacatures in te vullen.

De literatuur geeft aan dat de gepercipieerde horizontale mismatch vaak kleiner is dan de gemeten horizontale mismatch: veel werknemers in niet-STEM-jobs geven aan dat ze wel STEM-competenties gebruiken in hun werk en ervaren dus zelf geen mismatch⁴¹. Dit kan enerzijds een gevolg zijn van de eerder vermelde “STEMification” van niet-STEM-jobs, maar kan anderzijds ook te wijten zijn aan verouderde definities van wat onder een STEM-job valt (bijvoorbeeld marketeers die alsmear vaker doorgedreven wiskundige modellen en software gebruiken, maar niet in typische STEM-sectoren werken)⁴². Daarnaast kan de horizontale mismatch waarbij werknemers die zonder STEM-diploma wel in een STEM-job belanden ook positief bekeken worden; zij maken als het ware deel uit van de zij-instroom in STEM-loopbanen. Mits de juiste om- en bijscholing, kunnen zij-instromers ook een oplossing bieden in het invullen van vacatures van knelpuntberoepen⁴³.

³⁴ Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2022), Smith et al. (2022), European Schoolnet (2018)

³⁵ De Coen et al. (2019), Smith et al. (2022), Smith & White (2022)

³⁶ Skrentny & Lewis (2021), European Schoolnet (2018)

³⁷ SERV (2018), Smith et al. (2022), Commissie Learning Communities (2019), Skrentny & Lewis (2021)

³⁸ Met de term ‘leraar’ bedoelen we zowel leerkrachten, onderwijzers, docenten, instructeurs, lesgevers etc., onafhankelijk van het feit of deze leraar in het secundair, hoger of volwassenenonderwijs staat en of dit voor formeel of non-formeel onderwijs is.

³⁹ CEEMET (2018), Departement Onderwijs en Vorming (2020), European Schoolnet (2018)

⁴⁰ Roland Berger (2021), CEEMET (2018), De Coen et al. (2018), Departement Onderwijs en Vorming (2012), Smith et al. (2022)

⁴¹ De Coen et al. (2018), Skrentny & Lewis (2021)

⁴² Skrentny & Lewis (2021)

⁴³ SERV (2018)

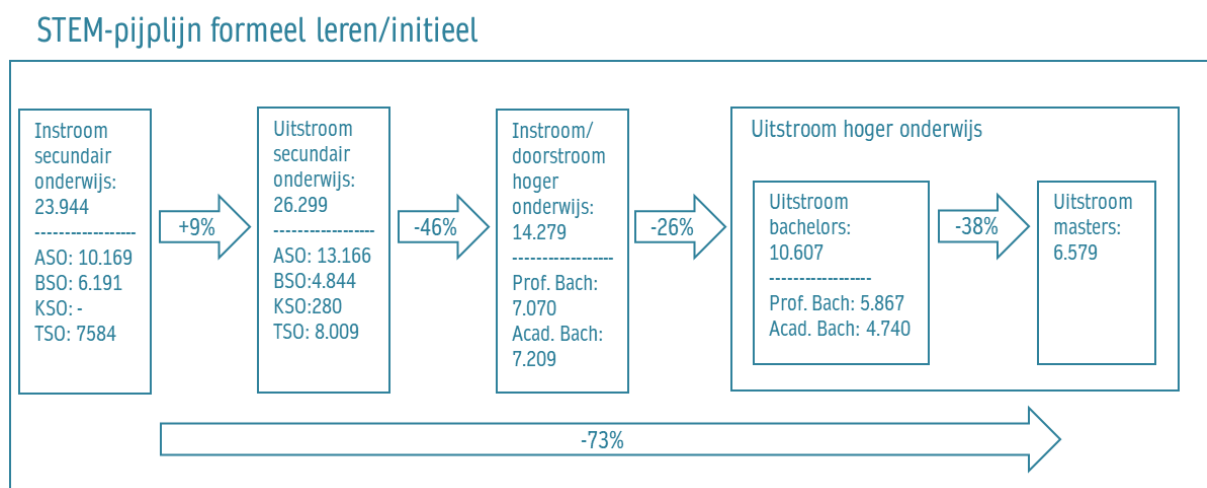


Wel wordt er gewaarschuwd dat het simpelweg verhogen van het aantal werkkrachten met specifieke STEM-competenties de tekorten niet zomaar zal oplossen; tekorten zijn namelijk eerder een gevolg van een sociaal proces dat afhangt van de verwachtingen van werkgevers tijdens personeelswerving en van de loopbaankeuzes van werknemers⁴⁴. Voor factoren en hefboomen in verband met dit laatste verwijzen we naar sectie 4.1.3.

4.1.2 STEM-specialisatie in (non-)formeel leren

In Vlaanderen start de STEM-pijplijn van STEM-specialisatie in de tweede graad van het secundair onderwijs. De cijfers in Figuur 3 tonen dat het aantal lerenden afneemt naarmate de specialisatie toeneemt. Tijdens het secundair onderwijs is er eerst nog een toename van lerenden die voor STEM kiezen, maar dat zakt sterk bij de overgang naar het hoger onderwijs. Uiteraard moeten we ook rekening houden met het feit dat lerenden van het beroeps- en technisch secundair onderwijs meteen kunnen uitstromen uit de pijplijn van het formeel onderwijs en instromen in STEM-jobs. Ook in het hoger onderwijs kunnen lerenden vanuit de professionele en academische bachelors meteen in STEM-jobs stromen, waardoor het aantal STEM-masters automatisch lager ligt. Het feit dat de pijplijn lekt moet dus geen negatief gegeven zijn. Het is mogelijk dat deze lerenden ook in STEM-jobs terecht komen, hoewel we weten dat lerenden met een STEM-diploma nog relatief vaak in een niet-STEM job terecht kunnen komen⁴⁵.

Figuur 3: STEM-pijplijn formeel leren in Vlaanderen



Bron: Cijfers zijn gebaseerd op tabellen van Monitoringsrapport Departement Onderwijs en Vorming (2022) met instroom in SO vanaf 2012-2013 en uitstroom master in 2020-2021.

Anderzijds toont de literatuur dat het 'leken' van de pijplijn sterker is bij bepaalde groepen en dat dat de diversiteit in STEM-jobs sterk beïnvloedt. Zo tonen de globale cijfers dat vrouwen, etnische minderheden, of personen met een lagere sociaaleconomische achtergrond in eerste instantie de pijplijn moeilijker in geraken, en in tweede instantie moeilijker in de pijplijn blijven⁴⁶. In Vlaanderen hebben we enkel cijfers over gender in STEM-onderwijs, waarbij de algemene instroom en uitstroomcijfers voor meisjes en vrouwen de laatste jaren in stijgende lijn is (bijvoorbeeld een instroom in hoger onderwijs van 43% meisjes). De cijfers tonen evenwel grote verschillen tussen de onderwijsvormen enerzijds en de verschillende richtingen anderzijds. In het ASO is de instroom van meisjes nagenoeg gelijk met de jongens, maar dat is helemaal niet meer het geval bij BSO en TSO. Ook binnen de richtingen in het secundair onderwijs (bv. hout versus juwelen in BSO) zijn er verschillen op te tekenen⁴⁷. Het

⁴⁴ Smith & White (2022), European Schoolnet (2018)

⁴⁵ De Coen et al. (2018)

⁴⁶ McNally (2020), Bottia et al. (2021), Crabtree et al. (2019), Handelsman et al. (2022), Hinton et al. (2020), De Coen et al. (2019)

⁴⁷ Departement Onderwijs en Vorming (2022)

monitoringsrapport geeft geen cijfers over de genderverschillen per richting in het hoger onderwijs, maar uit de literatuur wordt wel duidelijk dat Belgische vrouwen en mannen voor andere richtingen binnen STEM kiezen (bv. ingenieursrichtingen versus natuurlijke wetenschappen zoals biologie)⁴⁸.

4.1.2.1 Factoren die de STEM-pijplijn van (non-)formeel leren kunnen beïnvloeden

Uit de bronnen komen er verschillende factoren die de aanbodzijde van de STEM-pijplijn kunnen beïnvloeden. Deze factoren kunnen zowel drempels als hefboomen zijn om voor een STEM-opleiding te kiezen en/of ze succesvol te volbrengen. De factoren zijn opgedeeld in 3 grote categorieën, namelijk factoren gelinkt aan de sociale omgeving en cultuur, aan persoonlijke kenmerken en aan de leeromgeving. Deze categorieën werden in de bronnen regelmatig aangehaald of gebruikt in modellen om de verschillende factoren te onderzoeken⁴⁹. De factoren mogen evenwel niet los van elkaar worden gezien, want zij beïnvloeden elkaar. Ook het kiezen voor een STEM-opleiding en het blijven volgen van STEM-opleidingen zijn met elkaar verbonden, want hoe iemand een (deel van een) STEM-opleiding ervaart, beïnvloedt of die persoon in de gekozen STEM-opleiding blijft, of later opnieuw voor een (vervolg) STEM-opleiding kiest.

FACTOREN GELINKT AAN DE SOCIALE OMGEVING EN CULTUUR

- ▶ **Toekomstige jobmogelijkheden:** Uit onderzoek blijkt dat de perceptie van de toekomstige beroepsmogelijkheden een belangrijke factor is bij de (blijvende) keuze voor STEM of niet-STEM, voor Vlaamse leerlingen was dat zelfs de tweede belangrijkste factor na interesse⁵⁰ (zie verder). Hierbij neemt men in rekening of een job boeiend is, of er voldoende jobs beschikbaar (zullen) zijn, of er work-life balance is, en wat het salaris zal zijn⁵¹;
- ▶ **Ouders:** Ouders kunnen de (blijvende) keuze van STEM zowel positief als negatief beïnvloeden⁵². Bovendien houden ouders sociale normen en vooroordelen mee in leven waardoor ze indirect de keuze beïnvloeden⁵³. Volgens onderzoek is de invloed van ouders op de keuze van STEM in hoger onderwijs wel minder groot dan de invloed door interesse en welke beroepsperspectieven STEM kan bieden⁵⁴. Volgens de wetenschapsbarometer zullen ouders in Vlaanderen de keuze voor STEM niet tegenhouden, maar de stimulatie voor STEM is nog beperkt⁵⁵;
- ▶ **Peers:** Peers, zoals vrienden, hebben een invloed, en zeker in de pubertijd, op de keuze voor STEM of niet-STEM⁵⁶. Net zoals ouders houden peers sociale normen en vooroordelen mee in leven waardoor ze indirect de keuze kunnen beïnvloeden⁵⁷;
- ▶ **Rolmodellen:** De aan- of afwezigheid van rolmodellen kan een zeer grote impact hebben op een (blijvende) keuze voor STEM of niet-STEM doorheen de pijplijn. Rolmodellen in de sociale omgeving kunnen ouders⁵⁸, kennissen en peers⁵⁹ zijn;
- ▶ **Sociale normen en bias:** De sociale normen van een maatschappij of land kan de keuze voor STEM of niet-STEM beïnvloeden⁶⁰. Dat kan gaan over hoe men naar STEM kijkt, welk belang men hecht aan STEM voor de

⁴⁸ McNally (2020)

⁴⁹ Van den Hurk (2018), Kuchynka et al (2022), Blasko et al (2018), Falloon et al. (2020)

⁵⁰ Boeve-de Pauw et al (2014)

⁵¹ Boeve-de Pauw et al (2014), McNally (2020), Viarengo (2021), Rozenzweig et al. (2021)

⁵² Van den Hurk et al (2018), Van der Vleuten et al. (2018), Kuchynka et al. (2022), Vlaamse Scholierenkoepel (2014), European commission (2021), Maiorca et al (2021), Wan & Gericke (2021)

⁵³ Kuchynka et al (2022), Blasko et al. (2018), European commission (2021), Niepel et al. (2019)

⁵⁴ Boeve-de Pauw et al (2014)

⁵⁵ Laenen en Verhoeven (2021)

⁵⁶ Van der Vleuten et al. (2018), European Commission (2021), European Parliament (2020), Van den Hurk et al. (2018)

⁵⁷ Kuchynka et al (2022), European Commission (2021)

⁵⁸ Blasko et al. (2018), European Commission (2021), McNally (2020), Maiorca et al (2021)

⁵⁹ McNally (2020)

⁶⁰ Van den Hurk et al. (2018), Kuchynka et al. (2022), McNally (2020), Viarengo (2021), Blasko et al. (2018)



maatschappij, welke stereotypen er leven ten opzichte van mensen die aan STEM doen, tot vooroordelen hebben over bepaalde groepen (bv. vrouwen of etnische minderheden) over hun capaciteiten en voorkeuren (zie inclusie).

- ▶ **Wetenschapscommunicatie:** De activiteiten van wetenschapscommunicatoren kunnen een invloed hebben op de keuze voor STEM (zie hefboomen).

FACTOREN GELINKT AAN PERSOONLIJKE KENMERKEN

- ▶ **Interesse:** Interesse hebben in STEM-studies, en bij uitbreiding in STEM-jobs, heeft een grote impact op de keuze voor STEM⁶¹. Een groot deel van de bronnen zoekt daarom naar hefboomen die de interesse kan opwekken voor STEM. Volgens de wetenschapsbarometer wil 1 op 5 Vlamingen zich verdiepen in STEM via een opleiding. Bij leraren, werkgevers en ouders stijgt dat tot ongeveer 1 op 3⁶²;
- ▶ **Attitudes:** Attitudes t.a.v. STEM zijn verschillend van interesse of motivatie, omdat men bijvoorbeeld wel positief kan staan tegenover STEM en het belang ervan inzien, maar toch niet geïnteresseerd of gemotiveerd zijn om aan STEM te participeren⁶³. Andere voorbeelden van attitudes zijn:
 - STEM moeilijk of gemakkelijk vinden: STEM, en met name wiskunde of technologie, als moeilijk percipiëren is een belangrijke drempel om voor STEM te (blijven) kiezen⁶⁴, zeker voor wiskunde aangezien die centraal lijkt te staan in STEM⁶⁵. Iets moeilijk vinden is gelinkt met zelfeffectiviteit;
 - Angst voor wiskunde en wetenschappen is een drempel om voor STEM te kiezen⁶⁶. Faalangst speelt een rol bij het behalen van goede resultaten⁶⁷ en de keuze voor STEM⁶⁸;
 - Plezier hebben in STEM heeft een positief effect op de keuze voor STEM⁶⁹. Plezier hebben is sterk gelinkt met interesse⁷⁰.
- ▶ **Zelfeffectiviteit:** Zelfeffectiviteit of vertrouwen is iemands perceptie van zijn of haar kunnen t.a.v. STEM. Het speelt een belangrijke rol in motivatie⁷¹ en de studiekeuze voor STEM⁷². De perceptie van iemands kunnen is zelfs belangrijker dan iemands eigenlijke resultaten, iemand kan bijvoorbeeld goede resultaten behalen, maar zichzelf toch nog niet goed genoeg vinden voor STEM⁷³, en met name voor wiskunde⁷⁴. Bovendien kijken lerenden niet enkel naar de zelfeffectiviteit of resultaten van STEM-vakken, maar ook naar die van niet-STEM vakken. Zo spelen de resultaten (of de perceptie daarvan) m.b.t. taalgeletterdheid tegenover die van wiskunde een rol in de keuze voor STEM⁷⁵;
- ▶ **Motivatie:** Motivatie speelt naast interesse en zelfeffectiviteit ook een belangrijke rol in de (aangehouden) keuze voor STEM⁷⁶. Motivatie wordt beïnvloed door de attitudes (plezier), interesse en zelfeffectiviteit⁷⁷;

⁶¹ Boeve-de Pauw et al. (2014), De Loof et al. (2021), Bottia et al. (2021), Mostafa (2019), Blasko et al. (2018), LaForce et al. (2017), Majorca et al. (2021), Clark et al. (2015)

⁶² Laenen en Verhoeven (2021)

⁶³ LaForce et al. (2017)

⁶⁴ Boeve-de Pauw et al. (2022), De Loof et al. (2021), Vlaamse Scholierenkoepel (2014)

⁶⁵ Vlaamse Scholierenkoepel (2014), Schoolnet (2018)

⁶⁶ Ahmed et al. (2020)

⁶⁷ Rozek et al. (2019), European Commission (2021)

⁶⁸ European Commission (2021), Hinojosa et al. (2021)

⁶⁹ Boeve-de Pauw et al. (2014), Blasko et al. (2018), Bottia et al. (2021), De Loof et al. (2021), Mostafa (2019)

⁷⁰ Boeve-de Pauw et al. (2014)

⁷¹ Laforce et al. (2017)

⁷² Boeve-de Pauw et al. (2022), Blasko et al. (2018), De Loof et al. (2021)

⁷³ De Loof et al. (2021), LaForce et al. (2017)

⁷⁴ McNally (2020), Blasko et al. (2018)

⁷⁵ Boeve-de Pauw et al. (2014), McNally (2020), Viarengo (2021)

⁷⁶ Blasko et al. (2018), De Loof et al. (2021), Botella et al. (2019), European Commission (2021), LaForce et al. (2017)

⁷⁷ Bennett et al. (2022)



- ▶ **Competitiviteit:** Competitiviteit of het gebrek daaraan speelt een rol voor de keuze voor STEM of niet-STEM in hoger onderwijs⁷⁸;
- ▶ **Achtergrondkenmerken:** Achtergrondkenmerken zoals gender, leeftijd, etniciteit of sociaaleconomische achtergrond hebben een mogelijk effect op de keuze voor STEM of niet-STEM (zie inclusie in sectie 4.3).

FACTOREN GELINKT AAN DE LEEROMGEVING

- ▶ **Leermethoden:** Een groot deel van de studies over STEM hebben de effecten van leermethoden op de (blijvende) keuze voor STEM onderzocht. Volgens de onderzoeken hebben de gebruikte leermethoden niet alleen een effect op het begrip over STEM en het leren van STEM-competenties⁷⁹, maar ook op de persoonlijke kenmerken zoals attitudes⁸⁰, interesse⁸¹, zelfeffectiviteit⁸² en motivatie⁸³ (zie hefbomen in 4.1.2.2 en bij inclusie 4.3.1);
- ▶ **Leraren:** Leraren hebben een effect op de keuze voor STEM en niet-STEM en het aanleren van STEM-competenties, niet enkel via de kennis en keuze van leermethoden en de inhoud⁸⁴, maar ook door hun eigen vooroordelen t.o.v. bepaalde doelgroepen⁸⁵ en hun enthousiasme voor het vak⁸⁶. Volgens de wetenschapsbarometer voelt een minderheid van de leraren in Vlaanderen zich zelfzeker genoeg om STEM-te onderwijzen. Leraren uit het STEM-vakgebied geven wel vaker aan dat ze zich voldoende vertrouwd voelen. 1 op 3 leraren is enthousiast om over STEM te onderwijzen. Bij leraren uit het STEM-vakgebied wordt dat bijna 1 op 2;
- ▶ **Rolmodellen:** Rolmodellen in de leeromgeving zijn leraren, mentoren, peers/klasgenoten, of professionals die worden uitgenodigd in de leeromgeving. De aan- of afwezigheid van rolmodellen kan effect hebben op de (blijvende) keuze voor STEM, attitudes, interesse en resultaten⁸⁷ (zie ook hefbomen);
- ▶ **Curriculum/programma's:** Uiteraard hebben de gekozen topics, mogelijke programma's en leermateriaal ook een invloed op de blijvende keuze voor STEM⁸⁸. Hierbij speelt bijvoorbeeld mee of de lerenden de vraagstukken of inhoud relevant vinden⁸⁹, en of ze zich kunnen identificeren in het leermateriaal⁹⁰.
- ▶ **Infrastructuur en materiaal:** De toegang tot STEM-infrastructuur en hands-on materiaal/instrumenten (inclusief IT-infrastructuur) kan ook een effect hebben op de (blijvende) keuze voor STEM en niet-STEM⁹¹;
- ▶ **Informatie over en begeleiding in STEM-studies en STEM-loopbanen:** Zicht hebben op jobmogelijkheden heeft een duidelijk effect op de keuze voor STEM, en pas later realiseren wat een STEM-job precies inhoudt heeft effect op een blijvende keuze voor STEM. Dus het wel of niet informatie krijgen over STEM-studies en STEM-loopbanen kan de keuze voor STEM of niet-STEM beïnvloeden⁹²;
- ▶ **Toegang:** Toegang hebben tot STEM-studies kan een impact hebben op het kunnen kiezen voor STEM, daarom dat de STEM-agenda ook wil inzetten op lokaal aanbod en betaalbare STEM-studies voor iedereen. In de verzamelde bronnen is er weinig informatie over specifieke drempels rond lokaal aanbod of financiële

⁷⁸ McNally (2020)

⁷⁹ Boeve-de Pauw et al. (2014), Boeve-de Pauw et al. (2022), Zang et al. (2021), Thibault et al. (2018), LaForce et al. (2017), Jackson et al. (2021), Knipprath et al. (2018)

⁸⁰ Boeve-de Pauw et al. (2014), LaForce et al. (2017), Knipprath et al. (2018)

⁸¹ Boeve-de Pauw et al. (2014), LaForce et al. (2017), Jackson et al. (2021), Thibault et al. (2018)

⁸² LaForce et al. (2017)

⁸³ LaForce et al. (2017), Thibault et al. (2018)

⁸⁴ Thibault et al. (2018), Boeve-de Pauw et al. (2022), Wan & Gericke (2021)

⁸⁵ Kuchynka et al. (2022), Viarengo (2021), McNally (2020)

⁸⁶ Boeve-de Pauw et al. (2022)

⁸⁷ Gladstone & Cimpian (2021), McNally (2020), Viarengo (2021), Handelsman et al. (2022), Kuchynka et al. (2022), Van den Hurk et al. (2018)

⁸⁸ Knipprath et al. (2018), Mellander & Lind (2021)

⁸⁹ Van den Hurk et al. (2018), McNally (2020)

⁹⁰ Kuchynka et al. (2022), European Parliament (2020)

⁹¹ Brockman (2021), De Coen et al. (2019), Departement Onderwijs en Vorming (2020), Blasko et al. (2018), European Commission (2019, 2020)

⁹² Vlaamse Scholierenkoepel (2014), Cabell et al. (2021), Rozenzweig et al. (2021)



drempels, maar het wijst wel naar ongelijke toegang op basis van achtergrondkenmerken zoals gender, etniciteit of sociaaleconomische kenmerken (zie inclusie)⁹³;

- ▶ **Informeel STEM-activiteiten:** Wel of geen toegang hebben tot informele STEM-activiteiten, bijvoorbeeld via bezoeken aan wetenschappelijke events, STEM-academies of kinderuniversiteiten, kan een effect hebben op STEM-attitudes, interesse voor STEM, het begrijpen van STEM-concepten en -beroepen, en zelfeffectiviteit etc. (zie STEM-geletterdheid). Vaak bevatten deze onderzoeken wel personen die reeds interesse vertoonden voor STEM voor het onderzoek.
- ▶ **Ecosysteem of partnerschappen:** Leeromgevingen die deel zijn van een ecosysteem, of partnerschappen hebben met lokale organisaties die (non-)formeel of informeel leren toelaten (bijvoorbeeld via werkplekieren of bezoeken aan technologiecenters, of bezoeken op school door professionals), kunnen de toegang tot en interesse in STEM beïnvloeden (zie ook STEM-geletterdheid)⁹⁴.

4.1.2.2 Mogelijke hefboomen voor de STEM-pijplijn van (non-)formeel leren

Naast het identificeren van factoren die de keuze voor STEM beïnvloeden zijn er in de literatuur ook enkele hefboomen vermeld om op die factoren in te werken in het voordeel van een keuze voor STEM. We hebben deze hefboomen ook gestructureerd volgens sociale omgeving, persoonlijke kenmerken en leeromgeving.

HEFBOMEN GELINKT AAN SOCIALE OMGEVING EN CULTUUR

- ▶ **Ouders:** Ouders informeren over STEM en jobmogelijkheden kan ervoor zorgen dat zij op hun beurt hun kinderen positief beïnvloeden in een keuze voor STEM⁹⁵. Daarnaast kan er ook ingezet worden op het informeren over vooroordelen, zodat bias minder invloed heeft via de ouders⁹⁶. Bovendien spelen ouders die hun kinderen ondersteunen in STEM-studies een positieve rol in de (blijvende) keuze voor STEM⁹⁷;
- ▶ **Rolmodellen:** De aanwezigheid van (succesvolle) rolmodellen in de sociale omgeving heeft een hefboomeffect voor de keuze voor STEM. Ouders of peers die aan STEM participeren hebben daarom een belangrijk positief effect op de keuze voor STEM⁹⁸ (zie ook hefboomen voor inclusie, sectie 4.3.2);
- ▶ **Sociale normen en bias:** Zie hefboomen voor inclusie (sectie 4.3.2);
- ▶ **Wetenschapscommunicatie:** Verschillende Vlaamse initiatieven rond wetenschapscommunicatie hebben in zekere mate de keuze voor STEM beïnvloed: “23% van de respondenten geeft zelf aan door deelname aan dergelijke activiteiten een opleiding te hebben gekozen in een exacte wetenschappelijke of technische richting en voor 22% gold dat (één van) hun (klein)kind(eren) koos voor een dergelijke studie”⁹⁹.

HEFBOMEN GELINKT AAN PERSOONLIJKE KENMERKEN

- ▶ **Interesse:** Door interesse te hebben in STEM-disciplines, en in STEM-jobs, wordt de kans om te kiezen voor STEM groter (zie boven). Studies geven wel indicaties dat de frequentie, duur en het tijdstip van deze activiteiten t.o.v. een scharniermoment om voor een STEM-studie te kiezen belangrijk is. Het opwekken van interesse voor STEM kan beter zo vroeg mogelijk en herhaaldelijk gebeuren, bijvoorbeeld al van het basis

⁹³ Crabtree et al. (2019), Sanchez et al. (2020), European Commission (2021)

⁹⁴ Allen et al. (2020), Executive office of the President (2018), Boeve-de Pauw et al. (2022), Gallant et al. (2020)

⁹⁵ Cabell et al. (2021), Blasko et al. (2018), Van den Hurk et al. (2018), Maiorca et al. (2021)

⁹⁶ Blasko et al. (2018)

⁹⁷ European Commission (2021)

⁹⁸ Blasko et al. (2018), Maiorca et al. (2021)

⁹⁹ De Coen et al. (2019)



onderwijs of zeker in het begin van het secundair onderwijs¹⁰⁰. Dat kan op verschillende manieren in formeel leren (via leermethoden¹⁰¹) of informeel leren¹⁰² (zie STEM-geletterdheid);

- ▶ **Attitudes:** Door aan specifieke attitudes te werken kan de kans verhoogd worden dat iemand voor STEM kiest.
 - Zo kan plezier hebben in wetenschappen of techniek die kans verhogen.¹⁰³ Sommige leermethoden, zoals problem-based learning, iSTEM-onderwijs, interventies of het gebruik van rolmodellen kunnen het plezier in STEM verhogen¹⁰⁴;
 - Daarnaast is het ook zinvol om de relevantie van STEM (voor de maatschappij) te duiden om de algemene attitudes t.a.v. STEM te verbeteren¹⁰⁵;
- ▶ **Zelfeffectiviteit:** Een aantal studies (met een focus op inclusie) tonen aan dat iemands resultaten kunnen verbeterd worden, door hem/haar op een andere manier naar hun eigen kunnen te laten kijken (zie inclusie). Tegelijkertijd zijn er ook indicaties dat zelfeffectiviteit kan verbeterd worden via informeel leren¹⁰⁶ of begeleiding in STEM¹⁰⁷ (zie STEM-geletterdheid). Helaas toonde een studie in Vlaamse scholen dat het implementeren van iSTEM (leermethode) een negatief effect had op zelfeffectiviteit¹⁰⁸. Aangezien zelfeffectiviteit een belangrijke indicator is voor het kiezen voor STEM, moet hier voldoende aandacht naar gaan bij het implementeren van leermethoden;
- ▶ **Motivatie:** Inspelen op de autonome motivatie (in tegenstelling tot gecontroleerde motivatie) kan een hefboom zijn voor het (blijvend) kiezen voor STEM¹⁰⁹.

HEFBOMEN GELINKT AAN DE LEEROMGEVING

- ▶ **Leermethoden:** De literatuur bevat zeer veel artikels en vermeldingen over het belang van bepaalde leermethoden. Veel studies geven aan dat specifieke leermethoden, zoals geïntegreerd STEM-onderwijs¹¹⁰, inquiry-based learning (verzamelterm voor verschillende didactische benaderingen om onderzoekskennis en -vaardigheden aan te leren)¹¹¹, problem based/centered learning¹¹², hands-on learning¹¹³, design based learning¹¹⁴ of authentic learning¹¹⁵ positief kunnen zijn voor de attitudes, resultaten en/of keuze voor STEM. Maar tegelijkertijd zijn er ook studies die tonen dat het inzetten van deze methodes niet eenduidig leiden tot de gewenste resultaten. Bijvoorbeeld, een aantal controlled trials en correlatiestudies toont een negatieve effectiviteit van inquiry-based instructions voor het leren van concepten en processen vergeleken met het geven van directe informatie en instructies. Studies die een meer geïntegreerd programma implementeren tonen een positief effect, maar deze zijn meestal een combinatie van inquiry-based en instructies (en andere leermethoden) waardoor je niet kan tonen dat inquiry-based leren (zelf) tot betere leerresultaten komt dan het geven van instructies en informatie¹¹⁶. Ook in Vlaanderen heeft iSTEM, dat op geïntegreerd STEM-onderwijs is gebaseerd, gemengde resultaten voor enerzijds attitudes, resultaten en

¹⁰⁰ Boeve-de Pauw et al. (2022), Cabell et al. (2021), Walan & Gericke (2021), Maiorca et al. (2021), Miller et al. (2017), Mellander & Lind (2021), Crabtree et al. (2019)

¹⁰¹ Boeve-de Pauw et al. (2022), Jackson et al. (2021), LaForce et al. (2017)

¹⁰² Benavent et al. (2020), LaForce et al. (2017), Maiorca et al. (2021), Miller et al. (2017), Blondeel en Coussement (2023)

¹⁰³ Blasko et al. (2018), Boeve-de Pauw et al. (2022)

¹⁰⁴ LaForce et al. (2017), Viarengo (2021), Boeve-de Pauw et al. (2022), De Loof et al. (2021)

¹⁰⁵ Van der Hurk et al. (2018)

¹⁰⁶ Maiorca et al. (2021), Blondeel en Coussement (2023)

¹⁰⁷ Cabell et al. (2021)

¹⁰⁸ De Loof et al. (2021)

¹⁰⁹ De Loof et al. (2021)

¹¹⁰ Jackson et al. (2021), Knipprath et al. (2018), Thibault et al. (2018)

¹¹¹ Boeve-de Pauw et al. (2014), Boeve-de Pauw et al. (2022)

¹¹² LaForce et al. (2017)

¹¹³ Van den Hurk et al. (2018), Thibault et al. (2018), Maiorca et al. (2021)

¹¹⁴ Knipprath et al. (2018), Thibault et al. (2018)

¹¹⁵ Boeve-de Pauw et al. (2022), Jackson et al. (2021)

¹¹⁶ Zang et al. (2021)



zelfeffectiviteit. Voorzichtigheid is dus geboden bij het implementeren van de leermethoden, waarbij ook zeker rekening moet gehouden worden met de wisselende en vaak overlappende definities in de literatuur¹¹⁷;

- ▶ **Leraren:** Voor leraren worden voornamelijk trainingen en opleidingen genoemd om te leren over STEM, over leermethoden¹¹⁸, of over bias en inclusie om de ongelijke participatie aan STEM tegen te gaan (zie inclusie);
- ▶ **Rolmodellen:** Net zoals in de sociale omgeving, heeft de aanwezigheid van (succesvolle) rolmodellen in de leeromgeving (bijvoorbeeld leraren, peers, professionals) een hefboomeffect voor de keuze voor STEM¹¹⁹ (zie ook hefboomen in inclusie, sectie 4.3.2 en Figuur 5);
- ▶ **Curriculum/programma's:** Wat betreft het curriculum worden een aantal zaken aangegeven die de keuze voor STEM meer inclusief kunnen maken (zie inclusie), maar er zijn weinig duidelijke hefboomen vermeld die in het algemeen kunnen werken. Zo zijn er in de bronnen die wij hebben doorgenomen geen indicaties dat STEAM een hefboom kan zijn voor het kiezen voor STEM. Een studie rapporteert wel een positief effect bij het integreren van meer ICT¹²⁰. Ook kunnen flexibele paden of programma's die toelaten om via verschillende (om)wegen een STEM-studie te kunnen volgen een algemene hefboom zijn¹²¹. En een goede basis STEM in het secundair (zoals extra wiskunde of fysica) is bepalend voor het verdere verloop (in de Verenigde Staten)¹²²;
- ▶ **Informeel STEM-activiteiten:** Informeel leren via STEM-stemactiviteiten heeft een positieve impact op STEM-attitudes, interesse voor STEM-opleidingen en -jobs, zelfeffectiviteit en STEM-geletterdheid (zie STEM-geletterdheid);
- ▶ **Informatie over en begeleiding in STEM-studies en STEM-loopbanen:** Tijdig en regelmatig informatie krijgen over STEM-studies en STEM-loopbanen kan de keuze voor STEM positief beïnvloeden¹²³.

4.1.3 STEM-specialisatie in STEM-loopbanen

Cijfermateriaal voor de pijplijn naar en in STEM-loopbanen is jammer genoeg niet beschikbaar, omdat er geen eensgezindheid is over welke jobs onder STEM vallen en welke niet. Deze keuze beïnvloedt uiteraard de algemene cijfers rond instroom, doorstroom en uitstroom uit STEM-jobs, maar ook de cijfers over instroom en retentie van minderheden in STEM. Bij de bepaling van STEM-jobs moeten we ons ervan bewust zijn dat er een toename is van STEM-componenten in alle jobs, ook in niet-STEM-jobs. Voorbeelden hiervan zijn managingposities in STEM-sectoren, maar ook bijvoorbeeld marketeers of financiële analisten in niet-STEM-sectoren die doorgedreven wiskundige modellen gebruiken. Daarnaast ontstaan er ook nieuwe jobs door de toenemende digitalisering, bijvoorbeeld de job van "data scientist".¹²⁴

Verder zijn er enkele belangrijke opmerkingen bij deze pijplijn te maken:

- ▶ De pijplijn van STEM-loopbanen kan niet los gezien worden van de pijplijn van leren. De instroom in STEM-loopbanen begint voor velen namelijk al in het onderwijs¹²⁵, maar ook de latere zij-instromers passeren vaak eerst door de pijplijn leren om de nodige STEM-competenties te vergaren. Daarnaast is levenslang leren van

¹¹⁷ De Loof et al. (2021), Knipprath et al. (2018)

¹¹⁸ Thibault et al. (2018), European Commission (2020)

¹¹⁹ Gladstone & Cimpian (2021)

¹²⁰ Van der Hurk et al. (2018)

¹²¹ Mellander & Lind (2021)

¹²² Bottia et al. (2021)

¹²³ Cabell et al. (2021), Rozenzweig et al. (2021)

¹²⁴ Skrentny & Lewis (2021)

¹²⁵ Blasko et al. (2018), European Schoolnet (2018), LaForce et al. (2017), Maiorca et al. (2021), Okay-Somerville et al. (2022), Viarengo (2021), OESO (2017)



belang voor alle STEM-werknemers om hun competenties up to date te houden, ook als ze geen loopbaantransitie ondergaan¹²⁶;

- ▶ Zoals bij de pijplijn leren, moet er bij het analyseren van het vermeende lek uit STEM-jobs rekening gehouden worden met het feit dat niet alle uitstroom problematisch is. Werknemers kunnen namelijk doorgroeien of promoveren tot eerder leidinggevende functies en daardoor uit STEM-jobs stromen¹²⁷.

4.1.3.1 Factoren die de STEM-pijplijn van STEM-loopbanen kunnen beïnvloeden

Uit de bronnen komen er verschillende factoren die de keuze voor een STEM-job beïnvloeden, en dus effect hebben op de STEM-pijplijn binnen en naar STEM-loopbanen. Het gaat hier zowel over de groep pas afgestudeerden die voor het eerst de arbeidsmarkt betreden, als over de groep werkrachten die voor een keuze staan tijdens loopbaantransities.

De besproken factoren kunnen zowel drempels als hefbomen zijn om voor een STEM-job te (blijven) kiezen. Ook hier delen we de factoren op in 3 categorieën: factoren gelinkt aan de sociale omgeving en cultuur, aan persoonlijke kenmerken, en aan de werkomgeving. Wederom zijn deze factoren nauw met elkaar verweven: voorgaande ervaringen in STEM-jobs hebben een invloed op het al dan niet opnieuw voor een STEM-job kiezen.

FACTOREN GELINKT AAN DE SOCIALE OMGEVING EN CULTUUR

- ▶ **Ouders:** Vooral voor pas afgestudeerden die de arbeidsmarkt voor het eerst betreden, zijn ouders een belangrijke factor tijdens het maken van loopbaankeuzes. Dit kan zowel een positief als negatief effect hebben op het al dan niet kiezen voor STEM. Enerzijds toont onderzoek namelijk aan dat kinderen van ouders die zelf in STEM werken relatief vaker voor een STEM-loopbaan kiezen¹²⁸. Dit is niet enkel te wijten aan het feit dat deze ouders een rolmodel zijn voor hun kinderen, maar ook omdat ze in het algemeen beter in staat zijn om hun kinderen te ondersteunen in hun keuze voor STEM¹²⁹. Deze ondersteuning van ouders heeft een positief effect op de initiële keuze voor een STEM-loopbaan.¹³⁰ Anderzijds kunnen ouders ook (onbewust) gendergerelateerde en andere stereotypen over STEM-carrières doorgeven aan hun kinderen¹³¹, wat de keuze voor STEM dan weer negatief beïnvloedt;
- ▶ **Rolmodellen en mentoren:** Het in aanraking komen met rolmodellen in STEM speelt een belangrijke rol in de initiële keuze voor een STEM-loopbaan.¹³² Ook in loopbaantransities wordt de aanwezigheid van rolmodellen en mentoren op de werkvloer vaak aangegeven als een belangrijke factor, voornamelijk door groepen die typisch minder vertegenwoordigd zijn in STEM¹³³ (zie ook sectie 4.3);
- ▶ **Sociale normen en bias:** Er heerst nog steeds een algemeen vooroordeel dat STEM-sectoren en -jobs eerder voor mannen zijn weggelegd, wat vrouwen kan tegenhouden in de keuze voor een STEM-job¹³⁴. Hetzelfde vooroordeel is aanwezig tegenover andere groepen die vaak minder vertegenwoordigd zijn in STEM (vb. etnische minderheden), en kan er dus ook voor zorgen dat zij zich niet thuis voelen in STEM¹³⁵ (zie ook sectie 4.3). Daarnaast heersen er vooroordelen tegenover handenarbeid, wat een negatief effect kan hebben op de keuze voor een meer technische job¹³⁶;

¹²⁶ SERV (2018), Smith et al. (2022), Commissie Learning Communities (2019), Skrentny & Lewis (2021)

¹²⁷ Skrentny & Lewis (2021)

¹²⁸ Blasko et al. (2018), European Commission (2021)

¹²⁹ Blasko et al. (2018)

¹³⁰ Schwerter & Ilg (2021), Van den Hurk et al. (2018)

¹³¹ Maiorca et al. (2021), Verhoogen & Verhoeven (2020), European Commission (2021), Heyma et al. (2022)

¹³² Maiorca et al. (2021), Blasko et al. (2018), Okay-Somerville et al. (2022)

¹³³ Botella et al. (2019), Schwerter & Ilg (2021)

¹³⁴ De Coen et al. (2019), Benavent et al. (2020), European Commission (2021), Kuchynka et al. (2022), Miriti (2020)

¹³⁵ Kuchynka et al. (2022), Brockman (2021), Miriti (2020)

¹³⁶ Heyma et al. (2022)



- ▶ **Institutionele context:** Beleid dat informeert over STEM, en STEM-carrières aanmoedigt en aantrekkelijk maakt, kan een invloed uitoefenen op het aantal mensen dat kiest voor een STEM-job¹³⁷.
- ▶ **STEM-geletterdheid:** Wel of niet STEM-geletterd zijn, heeft een invloed op de keuze voor een STEM-loopbaan (zie hefbomen).

FACTOREN GELINKT AAN PERSOONLIJKE KENMERKEN

- ▶ **Attitudes en bias:** Onderzoek wijst uit dat de maatschappelijke impact van een STEM-job vaak aangeduid wordt als drijfveer om die carrière te ambiëren¹³⁸, maar tegelijk ook dat STEM door velen niet als maatschappelijk relevant wordt beschouwd¹³⁹. Daarnaast heeft men vaak een verkeerd of slechts vaag beeld van wat STEM inhoudt¹⁴⁰. Ook heerst er bij de minder vertegenwoordigde groepen in STEM het idee dat bepaalde STEM-sectoren (zoals bijvoorbeeld ICT) gedomineerd worden door een groep waar men zichzelf niet mee identificeert¹⁴¹ (zie ook sectie 4.3);
- ▶ **Gepercipieerde inzetbaarheid op de arbeidsmarkt:** Hoe werknemers hun eigen inzetbaarheid op de arbeidsmarkt inschatten, wordt gelinkt aan hun loopbaanuitkomsten¹⁴². Personen die weinig kansen zien op de arbeidsmarkt of zich flexibeler opstellen bij het zoeken naar werk hebben meer kans om in een job te belanden die niet goed aansluit bij hun studierichting of -niveau¹⁴³. Deze factor is sterk verwant aan zelfeffectiviteit¹⁴⁴;
- ▶ **Zelfeffectiviteit:** De mate waarin men in zichzelf en de eigen STEM-competenties gelooft heeft een grote invloed op de interesse in en de keuze voor een STEM-job¹⁴⁵. Zelfeffectiviteit aan de start van de loopbaan wordt mede beïnvloed door schoolresultaten¹⁴⁶. De evolutie van zelfeffectiviteit gedurende de loopbaan of het effect ervan op loopbaantransities wordt in de geanalyseerde documenten niet besproken of gemeten;
- ▶ **Interesse:** Positieve zelfeffectiviteit leidt tot langdurige interesse, wat op zijn beurt de keuze voor een STEM-loopbaan beïnvloedt¹⁴⁷;
- ▶ **Motivatie:** De mate van individuele motivatie is een belangrijke determinant in het al dan niet kiezen voor een STEM-loopbaan¹⁴⁸. Net zoals bij leren wordt motivatie aan de start van de loopbaan mede beïnvloed door schoolresultaten¹⁴⁹. Over het effect en de evolutie van motivatie tijdens de loopbaan bevatten de geanalyseerde documenten geen informatie;
- ▶ **Huidige positie op de arbeidsmarkt:** Tijdens loopbaantransities spelen er vaak ook factoren die te maken hebben met de huidige positie op de arbeidsmarkt. Hierbij horen elementen zoals de reeds verworven competenties en de bereidheid om een bepaalde stap te zetten in de loopbaan, maar ook de eerste job is cruciaal in het bepalen van loopbaanpaden¹⁵⁰. Veel werknemers nemen een initiële mismatch namelijk mee doorheen de rest van de loopbaan. In de onderzoekssector wordt het persoonlijke vermogen om een goede balans te vinden tussen werk en privé vaak aangeduid als een belangrijk element, vaak in combinatie met het hebben of krijgen van kinderen¹⁵¹;

¹³⁷ De Coen et al. (2018)

¹³⁸ Maiorca et al. (2021), Boeve-de Pauw et al. (2014), De Coen et al. (2019), Departement Onderwijs en Vorming (2012)

¹³⁹ Departement Onderwijs en Vorming (2012)

¹⁴⁰ Benavent et al. (2020), CEEMET (2018), Boeve-de Pauw et al. (2022)

¹⁴¹ Botella et al. (2019)

¹⁴² Bennett et al. (2022)

¹⁴³ De Coen et al. (2018)

¹⁴⁴ Bennett et al. (2022)

¹⁴⁵ Maiorca et al. (2021), Benavent et al. (2020), Blasko et al. (2018), European Commission (2021), Van Aalderen-Smeets (2019)

¹⁴⁶ Blasko et al. (2018)

¹⁴⁷ Maiorca et al. (2021), Bennett et al. (2022)

¹⁴⁸ Maiorca et al. (2021), European Commission (2021)

¹⁴⁹ European Commission (2021)

¹⁵⁰ De Coen et al. (2018)

¹⁵¹ Van Belle et al. (2022)



- ▶ **Achtergrondkenmerken:** Zie inclusie (sectie 4.3).

FACTOREN GELINKT AAN DE LEEROMGEVING

- ▶ **Levenslang leren:** Zie hefboomen;
- ▶ **Informeel STEM-activiteiten:** Zie hefboomen in STEM-geletterdheid (sectie 4.2.2).

FACTOREN GELINKT AAN DE WERKOMGEVING

- ▶ **Gepercipieerde jobmogelijkheden:** Tijdens de eerste jobkeuze van pas afgestudeerden en tijdens loopbaantransities van werknemers die zich al op de arbeidsmarkt bevinden, speelt de mate waarin men bekend is met de jobmogelijkheden binnen STEM een rol¹⁵². Ook is de invloed van de vraag naar STEM-competenties in niet-STEM-jobs niet te onderschatten: veel werknemers met een STEM-opleiding ervaren namelijk geen mismatch in niet-STEM-jobs, aangezien ze hun STEM-competenties wel gebruiken¹⁵³;
- ▶ **Arbeidsvoorwaarden:** Ook in STEM beïnvloeden het verwachte inkomen, de doorgroeimogelijkheden en de flexibiliteit van het werk de loopbaankeuze¹⁵⁴. In de onderzoekssector wordt naast het carrièreperspectief en de rol van de organisatiecultuur in het bewaren van de balans tussen werk en privéleven ook het veelvuldig voorkomen van tijdelijke arbeidscontracten aangehaald als reden om een andere job te overwegen¹⁵⁵;
- ▶ **Praktische overwegingen:** Elementen die niet weg te denken zijn in de jobkeuze zijn de praktische overwegingen zoals de mate van werkzekerheid, de pendeltijd en de mogelijkheden tot persoonlijke ontwikkeling in de job¹⁵⁶. In de onderzoekssector worden er vaak nog specifiekere elementen aangehaald zoals de werkgewoonten binnen onderzoek, de hoge mate van competitie in de sector, de werkdruk, de houding van collega's t.o.v. het bewaken van de balans tussen werk en privé, en de persoonsgerichte aspecten van de organisatiecultuur¹⁵⁷;
- ▶ **Beperkte arbeidsmobiliteit:** Tekorten van werknemers zijn vaak eigen aan bepaalde sectoren en regio's, maar door beperkte arbeidsmobiliteit is het moeilijk om werkkrachten uit andere regio's aan te werven om de tekorten op te vullen¹⁵⁸. Daarbij komt dat er soms twijfel heerst over de competenties van buitenlandse werknemers¹⁵⁹;
- ▶ **Snelle veroudering van skills:** De beperkte herinstroom van werknemers met STEM-diploma's die eerst in niet-STEM-jobs werkten, kan te wijten zijn aan de snelle veroudering van heel specifieke STEM-competenties¹⁶⁰.

4.1.3.2 Mogelijke hefboomen voor de STEM-pijplijn van STEM-loopbanen

Ook voor de pijplijn van en naar STEM-loopbanen noemt de literatuur enkele hefboomen die de eerder vermelde factoren kunnen beïnvloeden in het voordeel van een keuze voor STEM. We hebben deze hefboomen georganiseerd per sociale omgeving, persoonlijke kenmerken en leeromgeving. Een opmerking hierbij is dat veel van de literatuur rond hefboomen gelinkt aan de werkomgeving zich specifiek richt op het bevorderen van inclusie op de arbeidsmarkt en de werkvloer. We hebben geen hefboomen teruggevonden die de algemene instroom in STEM-jobs positief kan beïnvloeden via de werkomgeving.

¹⁵² Maiorca et al. (2021)

¹⁵³ Skrentny & Lewis (2021), De Coen et al. (2018)

¹⁵⁴ Viarengo (2021)

¹⁵⁵ Van Belle et al. (2022)

¹⁵⁶ De Coen et al. (2018)

¹⁵⁷ Van Belle et al. (2022)

¹⁵⁸ European Schoolnet (2018), SERV (2018)

¹⁵⁹ European Schoolnet (2018), Grigoleit-Richter (2017)

¹⁶⁰ Smith & White (2022)



HEFBOMEN GELINKT AAN DE SOCIALE OMGEVING EN CULTUUR

- ▶ **Ouders:** Ouders kunnen hun kinderen ondersteunen in de keuze voor een STEM-loopbaan en zorgen voor het verkleinen van vooroordelen¹⁶¹. Daarom loont het de moeite om ouders te informeren over hoe ze hun kinderen het best ondersteunen in de keuze voor een STEM-loopbaan en hun aandacht te vestigen op de vooroordelen die ze hun kind (onbewust) meegeven¹⁶²;
- ▶ **Rolmodellen:** Rolmodellen kunnen helpen om interesse te wekken en de maatschappelijke relevantie van (jobs in) STEM te concretiseren¹⁶³. Ouders en mentoren kunnen een effectief rolmodel zijn;
- ▶ **Inclusie:** Een inclusievere arbeidsmarkt en werkplek kan ervoor zorgen dat bepaalde groepen die nu uit de boot vallen zich meer thuis voelen in STEM. Ook bevorderen gevoelens van inclusie de zelfeffectiviteit, de interesse en de motivatie die nodig zijn om mensen in STEM-gebieden te houden¹⁶⁴. De factoren die invloed hebben op inclusie worden besproken in sectie 4.3;
- ▶ **STEM-geletterdheid:** Studenten met een hogere STEM-geletterdheid kiezen vaker voor een STEM-loopbaan¹⁶⁵. Daarnaast is STEM-geletterdheid, zoals eerder vermeld, een manier om interesse op te wekken en de bevolking bewust te maken van de mogelijkheden binnen STEM (zie sectie 4.2).

HEFBOMEN GELINKT AAN PERSOONLIJKE KENMERKEN

- ▶ **Attitudes en bias:** Aangezien initiële opleidingskeuzes een grote invloed hebben op de uiteindelijke loopbaankeuze, kan er ingezet worden op het introduceren van verschillende STEM-jobs aan kinderen en het in de verf zetten van de maatschappelijke relevantie van de STEM-gebieden, zodat ze al vroeg een beeld vormen van de mogelijkheden binnen STEM¹⁶⁶;
- ▶ **Zelfeffectiviteit:** Zelfeffectiviteit ontwikkelt zich over de tijd, en wordt positief beïnvloed door ervaringen van inclusie. Ook voor STEM-loopbanen is het dus nuttig om al tijdens het leren actie te ondernemen zodat de zelfeffectiviteit van lerenden stijgt. Eén manier om dat te doen is via informele STEM-activiteiten die praktijkgericht zijn en de lerenden actief laten meewerken¹⁶⁷;
- ▶ **Interesse:** Ook interesse in STEM-loopbanen begint voor velen al tijdens het leren, dus geldt hier hetzelfde als voor zelfeffectiviteit: best zo vroeg mogelijk aanwakkeren in het onderwijs¹⁶⁸. Informele STEM-activiteiten hebben ook hier een positieve invloed op de interesse¹⁶⁹, alsook bepaalde leermethoden (zie sectie 4.1.2).

HEFBOMEN GELINKT AAN DE LEEROMGEVING

- ▶ **Levenslang leren:** Inzetten op levenslang leren zodat competenties niet verouderen kan een belangrijke hefboom zijn op de arbeidsmarkt en de werkvloer¹⁷⁰, maar is ook belangrijk voor leraren in het kader van de toenemende digitalisering¹⁷¹;
- ▶ **Informele STEM-activiteiten:** Informele STEM-activiteiten hebben een positief effect op interesse in STEM-loopbanen en het verhogen van STEM-geletterdheid. Zie hefbomen in STEM-geletterdheid (sectie 4.2.2).

¹⁶¹ Blasko et al. (2018), Schwerter & Ilg (2021)

¹⁶² Maiorca et al. (2021)

¹⁶³ Maiorca et al. (2021),

¹⁶⁴ Maiorca et al. (2021)

¹⁶⁵ Blasko et al. (2018)

¹⁶⁶ Maiorca et al. (2021)

¹⁶⁷ Maiorca et al. (2021)

¹⁶⁸ Boeve-de Pauw et al. (2022)

¹⁶⁹ Maiorca et al. (2021)

¹⁷⁰ SERV (2018), Smith et al. (2022), Commissie Learning Communities (2019), Skrentny & Lewis (2021)

¹⁷¹ CEEMET (2018), Departement Onderwijs en Vorming (2020), European Schoolnet (2018)



4.2. STEM-geletterdheid en de brede STEM-competenties

In de bronnen worden er verschillende definities en interpretaties van STEM-geletterdheid gehanteerd. **STEM-geletterdheid** en **brede STEM-competenties** (zie ook sectie 3.2) verwijzen in de bronnen naar competenties die potentieel verworven kunnen worden via:

- ▶ informeel leren (bijvoorbeeld via initiatieven in de vrije tijd, zoals musea, STEM-academies, wetenschapscafés, wetenschappelijk doecentrum als Technopolis, televisieprogramma's, citizen science, kinderuniversiteiten, maakhubs, zomerkampen etc.);
- ▶ (non-)formeel onderwijs buiten de STEM-pijplijn, bijvoorbeeld in niet-STEM-opleidingen in het secundair onderwijs, volwassenenonderwijs of hoger onderwijs (naast de STEM-pijplijn), maar ook in het basis onderwijs (voor de STEM-pijplijn begint);
- ▶ maar voornamelijk via (non-)formeel leren binnen de STEM-pijplijn. In die gevallen is er meer verregaande STEM-geletterdheid en gebruikt men de term STEM-geletterdheid regelmatig om te verwijzen naar de integratie van de 4 disciplines in leeromgevingen.

Wat betreft het verwerven van STEM-geletterdheid via informeel leren of (non-)formeel leren in niet-specialistenopleidingen zijn er globaal gezien weinig monitoringsgegevens over het bereik (behalve indirect de resultaten van TIMMS, en in mindere mate die van PIAAC en PISA) of inclusie. Wel zijn er enkele studies die de impact van deze wegen op interesse, attitudes en keuze voor STEM hebben bestudeerd. In de onderstaande secties gaan we in op de factoren en hefboomen die STEM-geletterdheid kunnen beïnvloeden via informeel leren en (non-)formeel leren buiten de STEM-pijplijn. We moeten hierbij vermelden dat de studies niet altijd duidelijk zijn over het feit of ze aan STEM-geletterdheid werken binnen of buiten de STEM-pijplijn. Indien het duidelijk is nemen we het expliciet op in deze sectie, in de andere gevallen zijn de factoren en hefboomen opgenomen binnen de STEM-specialisatie (zie Sectie 4.1).

4.2.1 Factoren die STEM-geletterdheid kunnen beïnvloeden

Vergeleken met STEM-specialisatie (zie sectie 4.1) hebben we heel wat minder bronnen teruggevonden die spreken over STEM-geletterdheid buiten de STEM-pijplijn en zijn er nog veel minder bronnen die factoren of hefboomen hebben geïdentificeerd voor STEM-geletterdheid buiten de STEM-pijplijn. Ook hier zijn de factoren opgedeeld in categorieën (die elkaar beïnvloeden), namelijk factoren gelinkt aan persoonlijke kenmerken, de leeromgeving, de werkomgeving, de sociale omgeving en het ecosysteem. Deze factoren kunnen zowel drempels als hefboomen zijn voor STEM-geletterdheid.

FACTOREN GELINKT AAN DE SOCIALE OMGEVING EN CULTUUR

- ▶ **Ouders/rolmodellen:** Ouders en rolmodellen spelen ook hier een rol in het informeren over STEM en het laten participeren aan informele STEM-activiteiten¹⁷².
- ▶ **Sociale normen en bias:** Zoals bij STEM-specialisatie kunnen de sociale normen van een maatschappij of land en de stereotypes die leven, STEM-geletterdheid via informele en (non-)formele weg beïnvloeden (zie sectie 4.1 en 4.3 voor meer informatie);
- ▶ **Wetenschapscommunicatie:** Van wetenschapscommunicatie wordt gezegd dat het potentieel heeft om de wetenschappelijke geletterdheid bij de brede lagen van de bevolking te verhogen¹⁷³. Maar tegelijkertijd geven STEM-masters en STEM-PhD's in een studie aan dat ze daarin nog drempels ondervinden zoals het

¹⁷² Drazan (2020), Maiorca (2021)

¹⁷³ Ritchie et al. (2022), Departement EWI (2022)



niet weten van opportuniteiten om hun kennis te delen, niet de juiste expertise hebben of te druk bezig zijn. Ze geven ook aan dat ze training kunnen gebruiken om aan wetenschapscommunicatie te doen (bv. wetenschappen toegankelijk maken, schrijf- en presentatietechnieken...) ¹⁷⁴.

FACTOREN GELINKT AAN PERSOONLIJKE KENMERKEN

- ▶ **Interesse:** Drie op vier leerlingen in Vlaanderen geeft aan dat ze graag les krijgen over STEM, wat volgens de wetenschapsbarometer vooral voor leerlingen uit het basis onderwijs geldt. Tegelijkertijd geeft meer dan de helft van de leerlingen aan dat ze STEM in de vrije tijd leuk vinden of dat ze een beroep willen doen waar STEM belangrijk is. Ongeveer de helft wil later een STEM-richting volgen. Deze zaken worden minder vaak aangegeven in het secundair onderwijs dan in het lager onderwijs ¹⁷⁵. Uit onderzoek blijkt overigens dat participeren aan informele STEM-activiteiten vaak te maken heeft met een reeds bestaande interesse voor STEM, die bijvoorbeeld via ouders is meegegeven ¹⁷⁶;
- ▶ **Attitudes:** De Wetenschapsbarometer 2021 leert ons dat Vlamingen nog overtuigd zijn van het belang van wetenschap in het algemeen, voor economische vooruitgang en een beter leven. Maar 59% ziet het belang van wetenschappen voor een goede job. Verder blijkt dat Vlamingen globaal genomen positief staan t.o.v. wetenschap(pers) en STEM-thema's ¹⁷⁷;
- ▶ **Achtergrondkenmerken:** Achtergrondkenmerken zoals gender, leeftijd, etniciteit, en sociaaleconomische achtergrond hebben een mogelijk effect op STEM-geletterdheid (zie sectie 4.3).

FACTOREN GELINKT AAN DE LEEROMGEVING

- ▶ **Frequentie en duur:** Ook voor informele en formele STEM-activiteiten buiten de STEM-pijplijn zijn er indicaties dat duur en frequentie een rol spelen voor, bijvoorbeeld, interesse en zelfeffectiviteit ¹⁷⁸;
- ▶ **Frameworks:** Een aantal bronnen stellen frameworks of modellen voor om STEM-geletterdheid aan te bieden ¹⁷⁹. Zo'n model toont voor welke aspecten er aandacht moet zijn en geeft indien mogelijk de handvaten om het toe te passen (zie Figuur 4). De precieze impact van het wel of niet gebruiken van de frameworks werd evenwel niet onderzocht. In een studie heeft men wel aangetoond dat het niveau van implementatie (laag, medium, hoog) tot andere effecten leidde bij de leerlingen ¹⁸⁰.
- ▶ **Informele en (non-)formele STEM-activiteiten:** Zie hefboomen.
- ▶ **Peers en mentoren:** Zie hefboomen.
- ▶ **Topic en programma's:** Zie hefboomen.

¹⁷⁴ Ritchie et al. (2022)

¹⁷⁵ Laenen en Verhoeven (2021)

¹⁷⁶ Drazan (2020), Blondeel en Coussement (2023)

¹⁷⁷ Laenen en Verhoeven (2021)

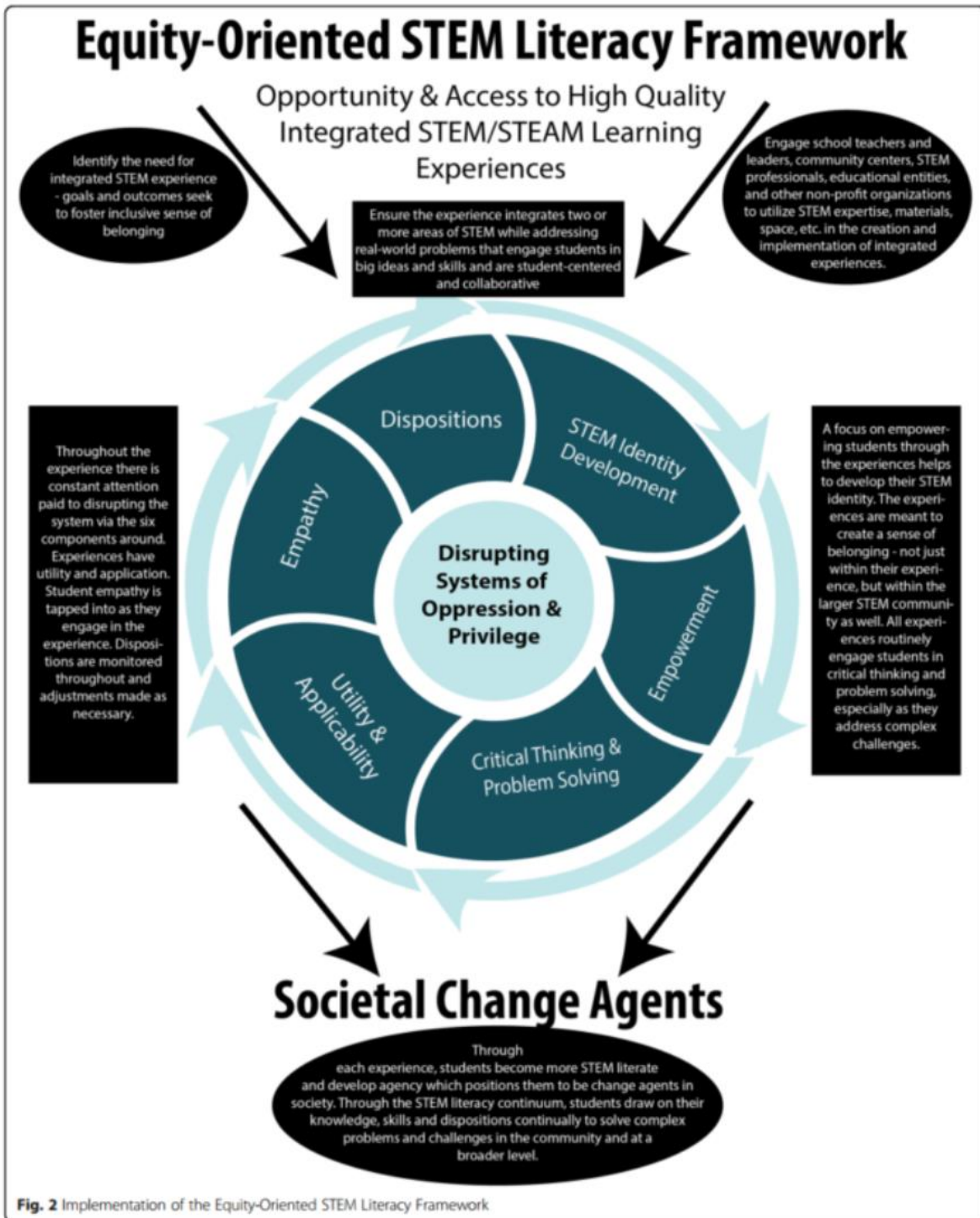
¹⁷⁸ Maiorca (2021), Drazan (2020), Miller et al. (2017), Ahmed et al. (2020)

¹⁷⁹ Clark et al. (2015), Walan & Gericke (2021), Jackson et al. (2021)

¹⁸⁰ Clark et al. (2015)



Figuur 4 Voorbeeld van framework (Jackson et al., 2021)



FACTOREN GELINKT AAN DE WERKOMGEVING

- **Werkpleklers:** Zie hefboomen.

FACTOREN GELINKT AAN HET ECOSYSTEEM OF PARTNERSCHAPPEN

Een ecosysteem bevat over het algemeen samenwerkingen met partners die opereren in de verschillende omgevingen. In het geval van STEM zijn dat partners uit de informele, non-formele en informele leeromgeving, de onderzoek/werkomgeving en de sociale omgeving. STEM-ecosystemen hebben het potentieel om tot betere



financiering te komen, meer jongeren te bereiken via activiteiten (bv. events voor leraren, kampen voor jongeren, mentorschap door STEM-professionals), meer inclusieve toegang te bekomen, leer materiaal te ontwikkelen, meer positieve attitudes t.a.v. STEM te krijgen, meer interesse in STEM-jobs te krijgen, meer jongeren 21^{ste}-eeuwse vaardigheden te laten verwerven, en de kwaliteit van de (informele) STEM-activiteiten te verbeteren¹⁸¹.

- ▶ **Intensieve netwerken:** In ecosystemen die partners uit verschillende sectoren/omgevingen bevatten en die intensieve netwerken hebben, hebben de partners grotere toegang tot elkaars kennis, expertise en resources (bijvoorbeeld leer materiaal en infrastructuur), met verhoogde kans op innovatie en productiviteit. Een centrale hub die een leidende rol opneemt voor het ontwerpen van mechanismes om samenwerkingen en leren van elkaar te faciliteren is hierbij belangrijk¹⁸². In Vlaamse bronnen wordt er evenwel nog verwezen naar versnippering t.a.v. STEM-initiatieven in de sectoren, wetenschapscommunicatie, middelen voor innovatie etc.¹⁸³;
- ▶ **Diverse actoren:** Interacties tussen verschillende opleidingsniveaus kunnen een positieve rol spelen in het ecosysteem zowel voor de leer- als de sociale omgeving¹⁸⁴. Het promoten van partnerschappen tussen ondernemingen en onderwijsactoren leidt tot betere attitudes t.a.v. het leren van wiskunde¹⁸⁵;
- ▶ **Leeractiviteiten:** Leeractiviteiten zoals place-based education overschrijden de grenzen van de leeromgeving, de sociale omgeving en de werk/onderzoeksomgeving, waardoor verschillende actoren met elkaar in contact worden gebracht of samenwerken¹⁸⁶.
- ▶ **Modellen & strategieën:** Voor (STEM-)leerecosystemen zijn er een paar modellen en strategieën opgemaakt om het delen van kennis, expertise en resources te optimaliseren¹⁸⁷.

4.2.2 Mogelijke hefboomen voor STEM-geletterdheid

In de bronnen worden verschillende activiteiten genoemd die STEM-geletterdheid kunnen bevorderen, zoals on site bezoeken bij ondernemingen of technologische centra, competities, conferenties, STEM-kampen in vakanties, bezoeken in de school door of gesprekken met professionals, citizen science, open universities, events, extra curriculaire programma's, stages, samenwerkingen met lokale wetenschappelijke partners etc. Sommige bronnen zijn specifiek over welke activiteiten een positief effect hebben (bv. competities, conferenties, zomerkampen), terwijl andere bronnen meer algemeen spreken over informele STEM-activiteiten als hefboom voor STEM-geletterdheid. De mogelijke hefboomen zijn georganiseerd over 4 categorieën, namelijk de sociale omgeving, leeromgeving, werkomgeving en ecosysteem.

HEFBOMEN GELINKT AAN SOCIALE OMGEVING EN CULTUUR

- ▶ **Ouders en rolmodellen:** Ook voor informele STEM-activiteiten kunnen ouders een hefboom zijn voor participatie, zekers als er ouders of kennissen zijn met STEM-jobs¹⁸⁸;
- ▶ **Bias:** Zie hefboomen in inclusie (sectie 4.3.2).

¹⁸¹ Allen et al. (2020)

¹⁸² Liou en Daly (2021)

¹⁸³ De Coen et al. (2019), Departement Onderwijs en Vorming & Departement Werk en Sociale Economie (2021), VARIO (2020)

¹⁸⁴ Liou en Daly (2021)

¹⁸⁵ Blasko et al. (2018)

¹⁸⁶ Clark et al. (2015)

¹⁸⁷ Allen et al. (2020), Spencer-Keyse et al. (2020), Commissie Learning Communities (2019)

¹⁸⁸ Drazan (2020), Maiorca (2021)



HEFBOMEN GELINKT AAN (INFORMELE) LEEROMGEVING

- ▶ **Informele STEM-activiteiten:** Participeren aan informele STEM-activiteiten hebben een positief effect op competenties, interesse, attitudes en zelfeffectiviteit:
 - Informele STEM-activiteiten zoals de STEM-academies kunnen STEM-geletterdheid verhogen. Uit een bevraging in Vlaanderen gaf een groot aantal deelnemers aan STEM-academies aan dat ze positieve effecten zagen door hun deelname aan activiteiten. 85% van de respondenten had iets bijgeleerd over wetenschap en techniek¹⁸⁹;
 - Participeren aan STEM-activiteiten via informeel leren (bv. competities, zomerkampen, conferenties) leidt tot meer interesse in STEM-opleidingen en STEM-loopbanen bij jongeren (ook na controleren voor bestaande STEM-interesse)¹⁹⁰. Authentieke leerervaringen via informele STEM-activiteiten, on-site bezoeken en observatiestages leiden tot interesse¹⁹¹;
 - Participeren aan STEM-activiteiten via informeel leren heeft een positief effect op STEM-attitudes¹⁹². Ook geven enquêteresultaten aan dat de STEM-academies en initiatieven gericht op wetenschapscommunicatie bijdragen tot de waardering van wetenschap en techniek, en van technische beroepen¹⁹³;
 - Participeren aan STEM-activiteiten via informeel leren heeft een positief effect op zelfeffectiviteit voor STEM-opleidingen, STEM-loopbanen¹⁹⁴ en 21^{ste}-eeuwse vaardigheden¹⁹⁵.
- ▶ **(Non-)formele STEM-activiteiten buiten de STEM-pijplijn:** Participeren aan (non-)formele STEM-activiteiten buiten de STEM-pijplijn hebben een positief effect op competenties, interesse, attitudes en zelfeffectiviteit. Net zoals bij STEM-specialisatie zijn er een aantal leermethoden aangeduid als hefboom voor bijvoorbeeld interesse of zelfeffectiviteit. Enige voorzichtigheid is hier wel geboden, omdat het aantal studies over deze methodes nog niet groot is, en er uit de studies van de STEM-specialisatie gemengde resultaten komen.
 - Participeren aan een interdisciplinaire STE(A)M-geletterdheids cursus voor niet-STEM studenten in hoger onderwijs, leidt tot een hogere zelfeffectiviteit en resultaten t.a.v. STEM-geletterdheid¹⁹⁶. De onderzoekers rapporteren wel dat er tijdens de cursus actief over zelfeffectiviteit werd gesproken en nagedacht met en door de studenten, waardoor er via extra instructies op ingegaan werd. De cursus heeft de volgende kenmerken: project-based learning, collaboratief en buiten de klas, verschillende real life topics, inquiry-based, hands-on;
 - Place-based education in de eerste graad van secundair onderwijs is een soort ervaringsonderwijs dat het leren situeert in een specifieke plaats en cultuur. Indien goed geïmplementeerd, is het een goed instrument om over wetenschappen te leren, de grenzen tussen de schoolomgeving en sociale omgeving te doorbreken, en zo moeilijkere doelgroepen te bereiken. De rol en training van de leraar is hier een belangrijk element¹⁹⁷;
 - Engineering design-based learning, inquiry-based en project based learning in de eerste graad van secundair onderwijs zijn leermethoden waar leerlingen, o.a. een authentiek, real-world problem

¹⁸⁹ De Coen et al. (2019)

¹⁹⁰ Allen et al. (2020), Bottia et al. (2021), Maiorca (2021), Drazan (2020), Miller et al. (2017), Wallan en Gericke (2021), Galant et al. (2020)

¹⁹¹ Maiorca (2021), European Commission (2021), Blondeel en Coussement (2023)

¹⁹² Allen et al. (2020), Blondeel en Coussement (2023)

¹⁹³ De Coen et al. (2019)

¹⁹⁴ Maiorca (2021), Galant et al. (2020)

¹⁹⁵ Allen et al. (2020)

¹⁹⁶ Ahmed et al. (2020)

¹⁹⁷ Clark et al. (2015)



moeten oplossen met hands-on activiteiten. Volgens de bronnen leiden ze tot betere attitudes voor en interesse in STEM¹⁹⁸;

- Volgens een studie gedaan door Council of European Employers of the Metal Engineering and Technology-based industries (CEEMET) is levenslang leren een hefboom voor digitale geletterdheid bij de werkende bevolking¹⁹⁹.
- ▶ **Peers en mentoren:** Informele leeromgevingen geven jongeren de kans om relaties op te bouwen met peers en mentoren²⁰⁰. Een impactonderzoek m.b.t. de Vlaamse STEM-academies geeft aan dat het leuk vinden van de begeleidende STEM-coaches de doorslag kan geven om nog eens deel te nemen²⁰¹;
- ▶ **Topics/programma:** Bij het organiseren van informele STEM-activiteiten zijn de inhoud en relevantie van de topics belangrijk. Ze moeten aansluiten bij het dagelijkse leven (van de kinderen), moeten aangepast zijn aan de leeftijd en gender. Tegelijkertijd geven de kinderen ook aan dat het 'spectaculair' en vernieuwend moet zijn²⁰².

HEFBOMEN GELINKT AAN DE WERKOMGEVING

- ▶ **Werkpleklers:** Ook volgens CEEMET is werkpleklers een effectieve manier om de beroepsbevolking bijvoorbeeld digitale geletterdheid bij te brengen. Een toepassing hiervan is "omgekeerd mentorschap", dat bruggen slaat tussen junior werknemers met een hoge digitale geletterdheid en hun senior collega's die wat hulp kunnen gebruiken²⁰³.

4.3. Inclusie in STEM

Achtergrondkenmerken zoals gender, leeftijd, etniciteit, sociaaleconomische achtergrond, taal en gezondheid hebben een mogelijk effect op de (blijvende) keuze voor STEM-specialisatie en STEM-geletterdheid. Voor gender is er een groot aantal studies dat aantoonst dat meisjes en vrouwen meer drempels ervaren om voor STEM te (blijven) kiezen en zeker voor bepaalde disciplines. Enkele studies zien een gelijkaardige trend voor de LGBTQ+-gemeenschap in de VS. In verschillende Amerikaanse studies zijn er ook duidelijke drempels voor etnische minderheden, maar daar zijn geen of weinig cijfers over in Vlaanderen. Studies specifiek over de sociaaleconomische achtergrond zijn in beperkte mate aanwezig, waardoor de wisselwerking op de verschillende factoren minder goed in kaart zijn gebracht en er nog minder hefbomen zijn geïdentificeerd. Achtergrondkenmerken als taal en gezondheid zijn in de bronnen nauwelijks belicht.

4.3.1 Factoren die inclusie kunnen beïnvloeden

Ook hier zijn de factoren opgedeeld in categorieën (die elkaar beïnvloeden), namelijk factoren gelinkt aan persoonlijke kenmerken, de leeromgeving, de sociale omgeving en de werkomgeving. Deze factoren kunnen zowel drempels als hefbomen zijn.

FACTOREN GELINKT AAN DE SOCIALE OMGEVING EN CULTUUR

- ▶ **Toekomstige jobmogelijkheden:** De perceptie van de toekomstige beroepsmogelijkheden is een belangrijke factor bij de (blijvende) keuze voor STEM. Hierbij neemt men in rekening of een job boeiend is, of er

¹⁹⁸ Jackson et al. (2021)

¹⁹⁹ CEEMET (2018)

²⁰⁰ Drazan (2020), Blondeel en Coussement (2023)

²⁰¹ Blondeel en Coussement (2023)

²⁰² Walan & Gericke (2021)

²⁰³ CEEMET (2018)



voldoende jobs beschikbaar (zullen) zijn, of er work-life balance is, en wat het salaris zal zijn²⁰⁴. Het salaris speelt voor vrouwen minder mee dan voor mannen²⁰⁵, maar voor hen is een goede work-life balance belangrijker in de afweging dan voor mannen²⁰⁶. Of iemand een toekomstige job boeiend vindt is ook gendergevoelig. Vrouwen zijn meer geneigd te kiezen voor jobs die met mensen te maken hebben, terwijl mannen de neiging zouden hebben om te kiezen voor jobs die gefocust zijn op dingen²⁰⁷. Bovendien is er het effect dat vrouwen afgeschrikt zouden zijn van jobs of domeinen die gedomineerd worden door mannen²⁰⁸;

- ▶ **Sociale normen en bias:** De sociale normen van een maatschappij of land kan de keuze voor STEM door bepaalde doelgroepen beïnvloeden²⁰⁹. Welke stereotypen er leven in de maatschappij en in de onmiddellijke omgeving ten aanzien van STEM en ten aanzien van gepaste jobs voor bepaalde doelgroepen heeft impact op de individuele attitudes en keuzes voor STEM²¹⁰.
 - Zo toont een studie aan dat er betere genderverdelingen zijn in STEM, met name in wiskunde (in keuzes en resultaten), in landen waar er meer gelijkheid is tussen mannen en vrouwen²¹¹;
 - Welke jobs de sociale omgeving als geschikt acht voor vrouwen en mannen heeft een impact op de studie- en jobkeuze van vrouwen en mannen²¹²;
 - Het stereotype dat mensen van een bepaalde etnische origine beter of slechter zouden zijn in bepaalde competenties heeft een invloed op hun kans op aanwerving in bepaalde posities. Bijvoorbeeld dat mensen van Aziatische origine automatisch goed zijn in programmeren of dat mensen van Afro-Amerikaanse origine minder academisch aangelegd zouden zijn²¹³;
 - Het vooroordeel dat meisjes of vrouwen niet 'briljant' genoeg zouden zijn voor wiskunde, en mannen wel²¹⁴, heeft impact op de respectievelijke zelfeffectiviteit;
 - Er is discriminatie van de LGBTQ+-gemeenschap in STEM-gerelateerde jobs²¹⁵;
- ▶ **Ouders, peers, rolmodellen:** Ouders, kennissen, peers, maar ook de media, houden deze sociale normen en stereotypes mee in leven²¹⁶. Dat is zeker het geval bij het gebrek aan rolmodellen voor bepaalde doelgroepen²¹⁷. Hoger opgeleide ouders lijken hun kinderen vaker richting STEM (in opleiding of vrije tijd) te sturen²¹⁸;

FACTOREN GELINKT AAN PERSOONLIJKE KENMERKEN

- ▶ **Interesse:** Over het algemeen tonen vrouwen en etnische minderheden minder interesse in STEM-specialisatie en STEM-geletterdheid²¹⁹. De interesse voor STEM lijkt ook af te nemen naarmate de specialisatie groter wordt bij de doelgroepen²²⁰. Uit de wetenschapsbarometer van 2021 leiden we ook af dat de interesse in wetenschappen over het algemeen niet significant verschilt tussen jong en oud, maar

²⁰⁴ Boeve-de Pauw et al. (2014), McNally (2020), Viarengo (2021), Rozenzweig et al. (2021)

²⁰⁵ McNally (2020)

²⁰⁶ Viarengo (2021), Rozenzweig et al. (2021)

²⁰⁷ McNally (2020), Viarengo (2021), Boeve-de Pauw et al. (2014), Botella et al. (2019)

²⁰⁸ Viarengo (2020), Botella et al. (2019)

²⁰⁹ Van den Hurk et al. (2018), Kuchynka et al. (2022), McNally (2020), Viarengo (2021), Blasko et al. (2018), Van der Vleuten et al. (2018)

²¹⁰ Kuchynka et al. (2022)

²¹¹ Viarengo (2020)

²¹² Botella et al. (2019), Kuchynka et al. (2022)

²¹³ Brockman (2021), Kuchynka et al. (2022), Jackson et al. (2021)

²¹⁴ Jackson et al. (2021)

²¹⁵ Freeman (2020)

²¹⁶ Kuchynka et al. (2022), Blasko et al. (2018), European commission (2021), Niepel et al. (2019)

²¹⁷ European Commission (2021), Jayabalan (2021), Schwerter & Ilg (2021)

²¹⁸ Laenen en Verhoeven (2021), Drazan (2020)

²¹⁹ Blasko et al. (2018), Bottia et al. (2021), Crabtree et al. (2019), Drazan (2020)

²²⁰ Gallant et al. (2020), European Parliament (2020)



wel per opleidingsniveau. Hoger opgeleiden hebben meer interesse in wetenschappen. De barometer toont ook aan dat er verschillen zijn in de disciplines tussen mannen en vrouwen (bv. mannen interesseren zich meer in techniek, computers, en vrouwen in geneeskunde en biologie) en dat vrouwelijke leerlingen zich minder interesseren in STEM in de vrije tijd, opleiding of beroep²²¹;

- ▶ **Attitudes:** Een studie vermeldt dat leerlingen met een lagere sociaaleconomische status hogere niveaus van stress en faalangst vertonen bij evaluaties, wat op zijn beurt de resultaten kan beïnvloeden²²²;
- ▶ **Zelfeffectiviteit:** De zelfeffectiviteit van vrouwen t.a.v. STEM is over het algemeen lager dan die van mannen, ook al presteren ze goed genoeg in STEM²²³.
 - Blijkbaar schatten vrouwen hun STEM-competenties consistent lager in dan mannen, en deze verschillen worden groter naarmate ze ouder worden. In de lagere school is dat verschil er nagenoeg niet;
 - Vrouwelijke studenten beoordelen zichzelf wel beter op zelfbewustzijn, zelfregulerend leren en academische zelfredzaamheid dan de mannelijke studenten. In termen van digitale en technologische geletterdheid beoordelen vrouwelijke studenten zichzelf significant lager dan hun mannelijke medestudenten²²⁴;
 - Bovendien spelen de resultaten (of de perceptie daarvan) m.b.t. taalgeletterdheid een rol in de keuze voor STEM door vrouwen. Zij halen over het algemeen ook goede resultaten in geletterdheid (in tegenstelling tot jongens), waardoor zij vaker een keuze maken voor niet-STEM²²⁵;
 - Bij etnische minderheden wordt er ook een verminderde zelfeffectiviteit in STEM opgetekend²²⁶, terwijl dit één van de belangrijkste factoren is voor het behoud van studenten die minder kansen krijgen in STEM²²⁷;
- ▶ **Competitiviteit:** Naast het gebrek aan vertrouwen zouden vrouwen ook minder de wens hebben om te wedijveren dan mannen en kiest men daarom minder voor STEM in hoger onderwijs. Dat zou vooral voorkomen wanneer er ook mannen betrokken zijn in de leeromgeving, terwijl een leeromgeving met exclusief vrouwen wel tot wedijver en competitie leidt bij vrouwen²²⁸;
- ▶ **Beperkte maatschappelijke integratie:** Migranten ervaren vaak heel specifieke drempels op de arbeidsmarkt, en dus ook tot STEM-jobs. Deze drempels includeren het niet volledig beheersen van de taal, een gebrek aan maatschappelijke integratie en een beperkt sociaal netwerk dat steun kan bieden²²⁹;
- ▶ **Imposter syndrome:** In de onderzoekssector specifiek gaf men aan dat imposter syndrome een factor is die jonge onderzoekers kan tegenhouden om de pijplijn te betreden²³⁰;
- ▶ **Taal:** Zowel in STEM-specialisatie als in STEM-geletterdheid wordt taal als een drempel genoemd wanneer de lerenden, ouders of werkenden de taal van de omgeving niet of te weinig machtig zijn²³¹. Twee bronnen vermelden dat het integreren van de moedertaal in de leeromgeving een positieve rol kan spelen²³². Verder geven de bronnen geen specifieke factoren of hefbomen om deze drempel beter te begrijpen of te overwinnen;

²²¹ Laenen en Verhoeven (2021)

²²² Rozek et al. (2019)

²²³ European Parliament (2020), Bennett et al. (2022)

²²⁴ Bennett et al. (2022)

²²⁵ Mostafa (2019), Van den Hurk et al. (2018), McNally (2020), European Parliament (2020)

²²⁶ Bottia et al. (2021)

²²⁷ Jayabalan (2021)

²²⁸ McNally (2020)

²²⁹ Ricci et al. (2021)

²³⁰ Hinton et al. (2020)

²³¹ Brockman (2021), Cabell et al. (2021), Grigoleit-Richter (2017), Hinojosa et al. (2022), Jackson et al. (2021), Ryu & Daniel (2020)

²³² Ryu & Daniel (2020), Jackson et al. (2021)



- ▶ **Gezondheid:** Mensen met een beperking zijn ondervertegenwoordigd in STEM. Verder geven de bronnen weinig specifieke factoren of hefbomen (buiten een vermeld framework en het inzetten van rolmodellen via video's) om deze drempel beter te begrijpen of te overwinnen²³³;
- ▶ **Leeftijd:** Er zijn weinig bronnen die de rol van leeftijd in detail bestuderen. Wel wordt er regelmatig aangehaald dat leeftijd impact heeft op interesse en vaak ook in combinatie met gender (interesse bij meisjes neemt vanaf een bepaalde leeftijd af)²³⁴. 55+'ers doen ook minder aan levenslang leren²³⁵ wat indirect ook een impact kan hebben op STEM-geletterdheid en STEM-specialisatie. Daarnaast wijst een studie erop dat veel bedrijven in opkomende technologische sectoren een voorkeur hebben voor meer seniorprofielen²³⁶, waardoor jonge werknemers uit de boot vallen.

FACTOREN GELINKT AAN DE LEEROMGEVING

- ▶ **Leermethoden:** Volgens sommige onderzoeken hebben de gebruikte leermethoden niet alleen een effect op het begrip over STEM, het leren van STEM-competenties en de attitudes t.a.v. STEM (zie 3.3.2 en 3.4.1), maar ook op inclusie. De resultaten zijn evenwel wisselend, waardoor voorzichtigheid geboden is.
 - Zo zou het traditioneel informatie en instructies geven minder goede resultaten geven voor bepaalde etnische groepen in Amerika²³⁷, in vergelijking met bijvoorbeeld inquiry-based en problem-based learning;
 - Sommige leermethoden zouden ook meer in het voordeel zijn van mannen, terwijl vrouwen meer voordeel zouden halen uit, bijvoorbeeld, coöperatieve leermethoden²³⁸. Gestandaardiseerde testen zouden ook vaker in het nadeel van vrouwen spelen²³⁹;
 - In Vlaanderen had iSTEM, bijvoorbeeld, een positief effect op leerlingen met een lagere sociaaleconomische status wat betreft interesse in wetenschappen, maar een negatief effect in zelfeffectiviteit bij hen en bij meisjes²⁴⁰.
- ▶ **Leraren:** Leraren hebben een mogelijk effect op de keuze voor STEM en het aanleren van STEM-competenties door hun eigen vooroordelen t.o.v. bepaalde doelgroepen²⁴¹. Zo kunnen biased leraren leiden tot minder goede resultaten voor STEM²⁴². Heel specifiek is er ook een bias in het geven van punten voor wiskunde aangetoond via blinde en niet blinde testen bij leraren. De meisjes kregen minder goede punten voor wiskunde in verhouding met de jongens in de niet-blinde test, terwijl dat verschil niet meer significant was bij de blinde testen²⁴³;
- ▶ **Peers:** Peers en de genderverdeling in de klas hebben ook een mogelijk effect op de keuze voor STEM. Zo zorgen vrienden met traditionele gendernormen ervoor dat meisjes minder voor STEM kiezen²⁴⁴, en bij een gemengde verdeling in klassen kiezen vrouwen minder vaak voor STEM²⁴⁵. Ook voor etnische minderheden spelen peers en de verdeling ervan in de leeromgeving een rol, namelijk hoe meer peers in STEM, hoe beter²⁴⁶;

²³³ Lawner et al. (2019), Jackson et al. (2021), Moss-Racusin et al. (2018), Executive office of the president (2018), Benett et al. (2022)

²³⁴ Boeve-De Pauw et al. (2022), Allen et al. (2020), Benavent et al. (2020), Bennet et al. (2022), Botella et al. (2019)

²³⁵ Departement Onderwijs en Vorming & Departement Werk en Sociale Economie (2021)

²³⁶ European Schoolnet (2018)

²³⁷ Handelsman et al. (2022), Bottia et al. (2021)

²³⁸ Van der Hurk et al. (2018)

²³⁹ Kuchynka et al. (2022)

²⁴⁰ De Loof et al. (2018)

²⁴¹ Kuchynka et al. (2022), Viarengo (2021), McNally (2020)

²⁴² Viarengo (2021)

²⁴³ McNally (2020)

²⁴⁴ Van der Vleuten et al. (2021)

²⁴⁵ McNally (2020)

²⁴⁶ Bottia et al. (2021)



- ▶ **Rolmodellen:** De aan- of afwezigheid van rolmodellen in de leeromgeving kan effect hebben op de (blijvende) keuze voor STEM bij vrouwen²⁴⁷ en etnische minderheden²⁴⁸. Vaak hebben deze specifieke rolmodellen voor vrouwen of etnische minderheden geen negatief effect voor mannen of de etnische meerderheid (zie hefboomen);
- ▶ **Curriculum/topics:** De (blijvende) keuze voor STEM bij bepaalde doelgroepen hangt ook af van het leer materiaal en het feit of de lerenden zich kunnen identificeren met de topics, foto's of namen. Vaak vertoont leer materiaal niet voldoende diversiteit in gender of etniciteit²⁴⁹;
- ▶ **Informeel STEM-activiteiten:** Informeel STEM-activiteiten zijn een mogelijke factor om STEM-geletterdheid te verbeteren en interesse voor STEM-specialisatie op te wekken bij etnische minderheden²⁵⁰. Informeel leeromgevingen geven jongeren ook de kans om relaties op te bouwen met peers en mentoren. Dat is zeker belangrijk voor bepaalde doelgroepen die minder kans hebben om in een STEM-netwerk te zitten of rolmodellen te hebben in hun omgeving of familie²⁵¹.
- ▶ **Informatie over en begeleiding in STEM:** Zie hefboomen.
- ▶ **Frameworks:** Zie factoren in sectie 4.2.1 en Figuur 4, hefboomen in sectie 4.3.2.

FACTOREN GELINKT AAN DE WERKOMGEVING

- ▶ **Rolmodellen:** De aan- of afwezigheid van (vrouwelijke) rolmodellen in de werkomgeving kan effect hebben op de (blijvende) keuze voor STEM-loopbanen bij vrouwen²⁵²;
- ▶ **Gender bias op de werkvloer:** Factoren gerelateerd aan gender bias spelen ook nog steeds een rol. Zo is er nog steeds een loonkloof aanwezig tussen mannen en vrouwen, krijgen veel vrouwen te maken met vooroordelen op basis van hun gender, ervaren ze ongelijke groeiopportuniteiten in vergelijking met de mannen in hun bedrijf/sector, en is het werk vaak moeilijk te combineren met privé door de zorg voor kinderen (flexibility stigma)²⁵³;
- ▶ **“Koelheid” van STEM-sectoren:** STEM-sectoren worden gezien als eerder onpersoonlijk, objectief, data-gedreven, emotioneel, apolitiek en non-ideologisch, wat een extra grote negatieve impact heeft op leden van de LGBTQ+-gemeenschap omdat ze zich sneller geïsoleerd voelen²⁵⁴;
- ▶ **Vooroordelen over buitenlandse werkrachten:** Werkgevers zijn soms niet overtuigd van buitenlandse diploma's²⁵⁵. Ook hebben buitenlandse werkrachten het soms moeilijk met integreren in de samenleving²⁵⁶, wat een grote drempel kan zijn om de stap te zetten. Een studie gedaan in verschillende Europese landen (Italië, Griekenland, Hongarije, Zweden en VK) toont dat arbeidsmarktintermediairs (vb. uitzendbureaus) de inzetbaarheid op de arbeidsmarkt laag inschatten voor hoogopgeleide vrouwelijke migranten²⁵⁷.
- ▶ **Gendergelijkheidsplannen:** Zie hefboomen;
- ▶ **Conferenties:** Zie hefboomen;
- ▶ **Institutionele context:** Zie hefboomen;

²⁴⁷ McNally (2020), Viarengo (2021)

²⁴⁸ Handelsman et al. (2022)

²⁴⁹ Kuchynka et al. (2022), European Parliament (2020), Van der Hurk et al. (2018), Kuchynka et al. (2022), Bottia et al. (2021)

²⁵⁰ Jackson et al. (2021), Bottia et al. (2021)

²⁵¹ Drazan (2020)

²⁵² Botella et al. (2019)

²⁵³ Botella et al. (2019)

²⁵⁴ Freeman (2020)

²⁵⁵ European Schoolnet (2018), Grigoleit-Richter (2017)

²⁵⁶ Grigoleit-Richter (2017)

²⁵⁷ Ricci et al. (2021)



- ▶ **Informatie over en begeleiding in STEM-loopbanen:** Zie hefbomen.

4.3.2 Mogelijke hefbomen voor inclusie

Om meer inclusie te verkrijgen moet er zowel op vlak van de sociale omgeving, de leeromgeving als de werkomgeving gewerkt worden, want samen werken ze in op de persoonlijke kenmerken en inclusie²⁵⁸.

HEFBOMEN GELINKT AAN DE SOCIALE OMGEVING EN CULTUUR

- ▶ **Sociale normen en bias:** Gendernormen zien STEM als overeenkomend met mannelijk en niet met vrouwelijk gedrag²⁵⁹. Hetzelfde kan gezegd worden t.a.v. andere doelgroepen. Het is daarom belangrijk om dat beeld bij te stellen door STEM voor te stellen als inclusief met duidelijke link naar de gemeenschap en door de maatschappelijke relevantie van STEM voor de doelgroepen (bv. voor vrouwen, etnische minderheden, mensen met lagere sociaaleconomische status) te duiden. Daarbij moet er ook rekening gehouden worden dat STEM, maar ook de verschillende STEM-disciplines, zeker wordt voorgesteld als georiënteerd op mensen en niet enkel op dingen²⁶⁰. Een voorbeeld van een effectieve strategie om bias te verminderen is video interventions for diversity in STEM (VIDS)²⁶¹.

HEFBOMEN GELINKT AAN PERSOONLIJKE KENMERKEN

- ▶ **Zelfeffectiviteit:** Een aantal studies tonen aan dat iemands resultaten kunnen verbeterd worden, door hem/haar op een andere manier naar hun kunnen te laten kijken:
 - Meisjes bewust maken van hun kunnen in wiskunde t.o.v. hun bredere cohorte i.p.v. enkel de klasgenoten heeft een positief effect op zelfeffectiviteit²⁶²;
 - Oefeningen (als 'expressive writing en 'arousal reappraisal') om om te gaan met faalangst en negatieve emoties te reguleren, leiden tot betere resultaten bij lerenden met een lagere sociaaleconomische status²⁶³;
 - De growth mindset toepassen in de leeromgeving heeft voor vrouwen en etnische minderheden een mogelijk positief effect op hun resultaten. Een studie toonde aan dat de negatieve effecten voor etnische minderheden halveerden in klassen waar de leraar de growth mindset toepaste²⁶⁴.

HEFBOMEN GELINKT AAN DE LEEROMGEVING

- ▶ **Rolmodellen:** Het inzetten van (succesvolle) rolmodellen (in de vorm van peers, leraren of professionals) heeft een hefboomeffect voor de keuze voor STEM²⁶⁵. Maar deze rolmodellen moeten wel gelijkaardige achtergronden hebben (zoals gender, etniciteit, leeftijd en SES), zodat de mensen zich in de rolmodellen kunnen identificeren én dat ze de idee hebben dat het ook haalbaar is voor hen. Indien daaraan niet wordt voldaan, kunnen rolmodellen ook een averechts hebben in de keuze voor STEM (zie Figuur 5)²⁶⁶. Tegelijkertijd tonen verschillende studies aan dat het inzetten van vrouwelijke rolmodellen enerzijds een positief effect

²⁵⁸ Bennett et al. (2022), Benavent et al. (2020)

²⁵⁹ Van de Vleuten et al. (2018)

²⁶⁰ Kuchynka et al. (2022), Freeman (2020)

²⁶¹ Moss-Racusin et al. (2018)

²⁶² McNally (2020)

²⁶³ Rozek et al. (2019)

²⁶⁴ McNally (2020), Kuchynka et al. (2022), Handelsman et al. (2022)

²⁶⁵ Benavent et al. (2020), Moss-Racusin et al. (2018)

²⁶⁶ Gladstone & Cimpian (2021)



heeft voor vrouwen en anderzijds geen negatief effect bij mannen²⁶⁷. Ook blijkt dat moeders steeds vaker een rolmodel zijn voor hun dochter, en zo de jobkeuze beïnvloeden²⁶⁸;

- ▶ **Informeel STEM-activiteiten:** Meedoen aan informele STEM-activiteiten (bv. computer games, zomerkampen, STEM-competities etc.) bevordert de keuze voor en het succes in STEM-geletterdheid voor etnische minderheden en vrouwen²⁶⁹. Er zijn indicaties dat het 'low-stakes' en informele karakter van de activiteiten, waarbij er niet getest wordt, positieve effecten hebben op doelgroepen die bijvoorbeeld angst hebben om te falen²⁷⁰;
- ▶ **Training voor leraar:** Leraren via trainingen bewust maken van bias, en hen informeren over drempels en hefboomen voor bepaalde doelgroepen, heeft een positief effect in STEM voor deze doelgroepen²⁷¹;
- ▶ **Curriculum/programma's:** Sommige studies geven aan dat bepaalde ingrepen in het curriculum of programma's een hefboom kunnen zijn voor bepaalde doelgroepen.
 - Volgens een studie zou het integreren van STEM in sport doelgroepen kunnen aanspreken die anders niet voor STEM kiezen²⁷²;
 - En specifieke (online) training programma's voor meisjes en minderheden kunnen er ook voor zorgen om hen blijvend voor STEM te laten kiezen²⁷³;
 - Informele STEM-activiteiten in de formele leeromgeving (zoals bezoeken aan technologiecenters, STEM-bedrijven, conferenties, bezoeken door professionals) kunnen leiden tot een positief effect t.a.v. STEM voor meisjes en minderheden²⁷⁴.
- ▶ **Informatie over en begeleiding in STEM-studies:** Volgens een studie kan de juiste begeleiding naar en tijdens STEM een verschil maken voor vrouwen en etnische minderheden. Hiervoor moeten de begeleiders ook correct geïnformeerd zijn over bias en de drempels en hefboomen van de doelgroepen²⁷⁵;
- ▶ **Frameworks:** Een aantal bronnen stellen frameworks voor om inclusief STEM-onderwijs aan te bieden. De bedoeling is om aan de hand van het framework aan de verschillende factoren en hefboomen te kunnen werken die mogelijk (samen) een positieve impact hebben²⁷⁶ (zie ook sectie 4.2.1 en Figuur 4);

²⁶⁷ Viarengo (2021), McNally (2020)

²⁶⁸ Schwerter & Ilg (2021)

²⁶⁹ Bottia et al. (2021), Jackson et al. (2021), Kuchynka et al. (2022), Maiorca et al. (2021), Blondeel en Coussement (2023)

²⁷⁰ Kuchynka et al. (2022)

²⁷¹ Handelsman et al. (2022), Kuchynka et al. (2022), Cabell et al. (2021)

²⁷² Drazan (2020)

²⁷³ Van der Hurk et al. (2018)

²⁷⁴ Boeve-de Pauw et al. (2022), Kuchynka et al. (2022)

²⁷⁵ Cabell et al. (2021)

²⁷⁶ Jackson et al. (2021), Clark et al. (2015)



Figuur 5: Aanbevelingen voor STEM-rolmodellen (Gladstone & Cimpian, 2021)



HEFBOMEN GELINKT AAN DE WERKOMGEVING

- ▶ **Gendergelijkheidsplannen:** Bedrijven en instellingen zouden plannen voor gendergelijkheid kunnen implementeren. Deze plannen moeten de zichtbaarheid van vrouwen in de technologiesector vergroten, gelijkwaardig ouderschap bevorderen, flexibele werkregelingen invoeren en de loonkloof tussen mannen en vrouwen verkleinen. Bij het invoeren van deze plannen moet men zich niet alleen richten op korte termijn doelen, zoals het verhogen van het aantal vrouwen in de organisatie, maar ook op het creëren van een gastvrije omgeving die vrouwen ondersteunt, om zo op de lange termijn een verandering in de diversiteitskloof teweeg te brengen²⁷⁷;
- ▶ **Informatie over en begeleiding in STEM-loopbanen:** Rekruteringsprocessen kunnen aangepast worden met behulp van persona's, waarbij de stereotypes van bepaalde STEM-richtingen doorbroken worden en tegelijkertijd het rekruteringsproces aangepast is voor de verschillende persona's²⁷⁸.
- ▶ **Institutionele context:**
 - De huidige institutionele regelingen voor het gezinsleven in verschillende Europese landen blijken vrouwen nog niet voldoende te compenseren voor de gevolgen die ze ondervinden van de

²⁷⁷ Botella et al. (2019)

²⁷⁸ McNally (2020), Motivaction (2019)

genderongelijkheid op de arbeidsmarkt²⁷⁹. Het algemeen invoeren van flexibele werkuren in zoveel mogelijk STEM-sectoren en -jobs kan een positieve invloed hebben op het aantal vrouwen dat die job kiest. Wel moet hier opgelet worden voor de "flexibility stigma"; waarbij werknemers die gebruik maken van de flexibele werkopties worden gezien als minder productief²⁸⁰;

- Institutionele regelingen die de overdraagbaarheid van buitenlandse onderwijsdiploma's bevorderen, discriminatie van migranten verminderen en vrouwen ondersteunen bij het zoeken naar werk en het behoud daarvan door middel van passende gezinsondersteunende diensten zijn belangrijke elementen die kunnen bijdragen tot een grotere inzetbaarheid van de groep vrouwelijke migranten²⁸¹;
- ▶ **Conferenties:** Voor minderheden die niet breed vertegenwoordigd zijn in STEM, kunnen specifieke conferenties een hefboom zijn voor hun retentie in STEM-jobs. Deze conferenties geven hen namelijk de mogelijkheid om te netwerken, mentors te vinden, ervaringen te delen met mensen die zich in een vergelijkbare positie bevinden²⁸²

²⁷⁹ European Parliament (2020)

²⁸⁰ Botella et al. (2019)

²⁸¹ Ricci et al. (2021)

²⁸² Sanchez et al. (2020)





5 / Overzicht van de STEM-inzichten

In dit hoofdstuk geven we eerst een overzicht van de factoren en hefboomen per domein en omgeving, gevolgd door een korte uiteenzetting van welke thema's dominant zijn of ontbreken in de geraadpleegde bronnen.

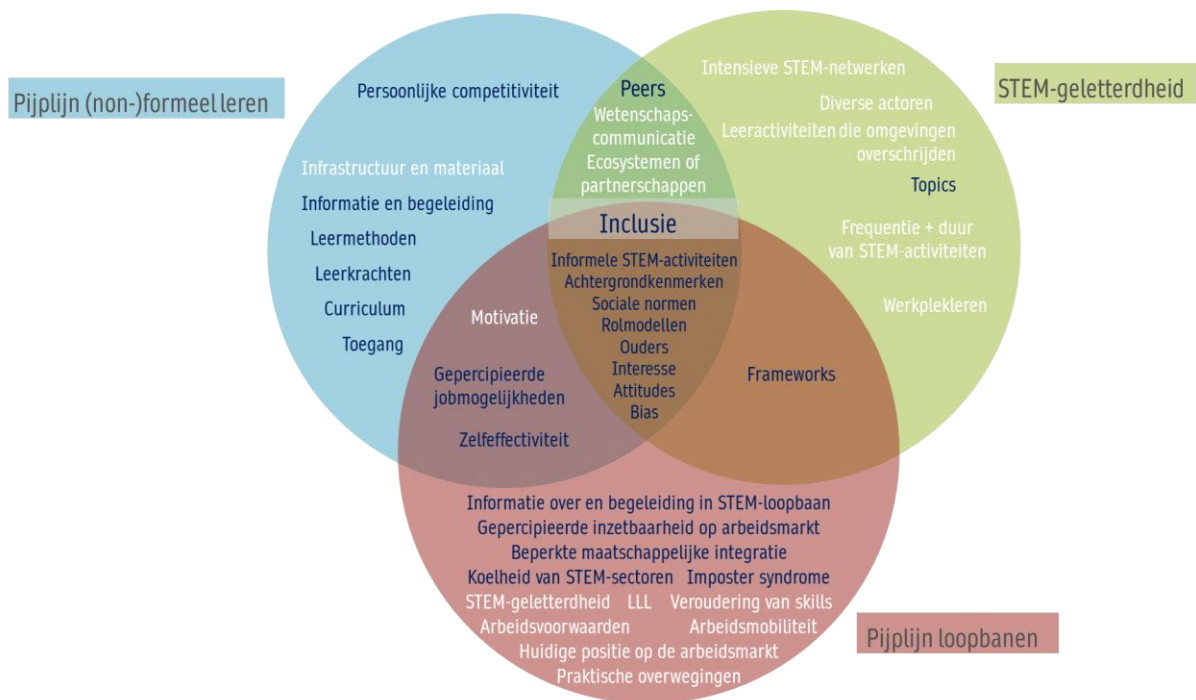
5.1. Overzicht van factoren en hefboomen per domein en omgeving

Deze sectie bevat een overzicht van de factoren en hefboomen voor STEM waarbij de relaties van deze factoren en hefboomen tussen de domeinen duidelijker worden, en hoe ze zich verhouden tot elkaar per omgeving en de persoonlijke kenmerken. In Figuur 6 wordt een overzicht gegeven van alle factoren die een invloed kunnen hebben op STEM. Dat wat hier is opgenomen is wat er als factor (wetenschappelijk) onderbouwd is gevonden in de bronnen. Indien het niet is opgenomen is dat omdat het (1) niet onderzocht is, (2) mogelijk niet in onze selectie is geraakt (dat voornamelijk op STEM-studies is gebaseerd en niet op algemene studies over motivatie of werkplekieren, bijvoorbeeld).

Zoals uit Figuur 6 blijkt is er overlap tussen de factoren over de domeinen heen. De factoren die in de domeinen van STEM-specialisatie voor (non-)formeel leren en STEM-loopbanen en STEM-geletterdheid overlappen staan in het midden. De factoren die te maken hebben met inclusie zijn in het donkerblauw aangeduid. Factoren die in alle domeinen voorkomen zijn voornamelijk factoren die te maken hebben met persoonlijke kenmerken en met de sociale omgeving, bijvoorbeeld rolmodellen, interesse en bias. Ze hebben ook allemaal te maken met inclusie.



Figuur 6 Overzicht van factoren die STEM-specialisatie, STEM-geletterdheid en inclusie beïnvloeden



Als we kijken naar de factoren en hefboomen die gelinkt zijn aan de **sociale omgeving** (zie Tabel 2) zijn er meerdere factoren geïdentificeerd voor de pijplijn leren en loopbanen, en inclusie. Voor STEM-geletterdheid zijn er iets minder geïdentificeerd. Wat betreft inclusie valt het op dat er veel factoren zijn geïdentificeerd die de keuze voor STEM positief of negatief kunnen beïnvloeden, maar dat er zeer weinig hefboomen zijn gevonden. Voor zowel pijplijn leren, loopbanen en STEM-geletterdheid komen ouders, rolmodellen en sociale normen naar boven als factoren die ook als een hefboom kunnen ingezet worden.

Tabel 2: Overzicht van factoren (F) en hefboomen (H) gelinkt aan de sociale omgeving en cultuur

	Pijplijn leren		Pijplijn loopbanen		STEM-geletterdheid		Inclusie	
Ouders	F	H	F	H	F	H	F	
Rolmodellen	F	H	F	H	F	H	F	
Sociale normen/bias/inclusie	F	H	F	H	F	H	F	H
Wetenschapscommunicatie	F	H			F			
STEM-geletterdheid			F	H				
Toekomstige jobmogelijkheden	F						F	
Peers	F						F	
Institutionele context			F					

In tabel 3 worden de factoren en hefboomen opgelijst die we hebben gevonden voor **de persoonlijke kenmerken**. Het valt op dat attitudes, zelfeffectiviteit, interesse en achtergrondkenmerken als factoren zijn aangetoond voor de pijplijn leren, loopbanen en inclusie. Voor zowel loopbanen als inclusie zijn er meerdere overeenkomstige factoren gevonden, ook vooral omdat verschillende onderzoeken rond loopbanen naar inclusie keken. Bij STEM-geletterdheid zijn er in verhouding minder factoren geïdentificeerd en geen enkele hefboom wat betreft de persoonlijke kenmerken, hoewel het volgen van STEM-activiteiten wel duidelijke positieve effecten heeft voor interesse, zelfeffectiviteit en attitudes. Voor inclusie is er ook maar 1 hefboom gevonden, namelijk zelfeffectiviteit.



Tabel 3: Overzicht van factoren (F) en hefboomen (H) gelinkt aan persoonlijke kenmerken

	Pijplijn leren		Pijplijn loopbanen		STEM-geletterdheid		Inclusie	
	F	H	F	H	F	H	F	H
Attitudes	F	H	F	H	F		F	
Zelfeffectiviteit	F	H	F	H			F	H
Interesse	F	H	F	H	F		F	
Motivatie	F	H	F					
Competitiviteit	F						F	
Achtergrondkenmerken	F		F		F		F	
Gepercipieerde inzetbaarheid op arbeidsmarkt			F					
Huidige positie op arbeidsmarkt			F					
Beperkte maatschappelijke integratie							F	
Imposter syndrome							F	

Factoren die gelinkt zijn aan de **leeromgeving** (Tabel 4) zijn regelmatig onderzocht en aangetoond voor de pijplijn leren, STEM-geletterdheid en inclusie, en in mindere mate voor de pijplijn loopbanen. Bij die laatste zijn levenslang leren en informele STEM-activiteiten hefboomen. Bij de andere domeinen zien we dat leraren, rolmodellen, topics en programma's, informatie over en begeleiding in STEM een hefboom kunnen zijn in verschillende domeinen. Een andere opvallende conclusie is dat informele STEM-activiteiten een hefboom zijn voor zowel pijplijn leren, loopbanen, STEM-geletterdheid en inclusie.

Tabel 4: Overzicht van factoren (F) en hefboomen (H) gelinkt aan de leeromgeving

	Pijplijn leren		Pijplijn loopbanen		STEM-geletterdheid		Inclusie	
	F	H	F	H	F	H	F	H
Leermethoden	F	H					F	
Leraren (en training)	F	H					F	H
Peers en mentoren					F	H	F	
Rolmodellen	F	H					F	H
Curriculum/topics/programma's	F	H			F	H	F	H
Informatie over en begeleiding in	F	H					F	H
Levenslang leren			F	H				
Informele STEM-activiteiten	F	H	F	H	F	H	F	H
Formele STEM-activiteiten buiten STEM-pijplijn					F	H		
Frameworks					F		F	H
Infrastructuur	F							
Toegang	F							
Ecosysteem of partnerschappen	F							
Frequentie en duur					F			

In Tabel 5 wordt het snel duidelijk dat er minder factoren zijn onderzocht en geïdentificeerd voor de **werkomgeving**. Deze zijn in feite enkel gevonden voor de pijplijn loopbanen en inclusie, op het werkplekleren na. Werkplekleren is tegelijk een factor en hefboom voor STEM-geletterdheid. Het is niet aangetoond voor de loopbanen, ook niet als mogelijke factor. Behalve voor vier hefboomen voor inclusie zijn er verder geen andere hefboomen geïdentificeerd voor de werkomgeving.



Tabel 5: Overzicht van factoren (F) en hefboomen (H) gelinkt aan de werkomgeving

	Pijplijn leren		Pijplijn loopbanen		STEM-geletterdheid		Inclusie	
Rolmodellen							F	
Bias op werkvloer t.a.v. gender en migratie							F	
Koelheid van STEM-sectoren							F	
Werkplekleren					F	H		
Gendergelijkheidsplannen							F	H
Institutionele context							F	H
Conferenties							F	H
Gepercipieerde jobmogelijkheden			F					
Arbeidsvoorwaarden			F					
Praktische overwegingen			F					
Beperkte arbeidsmobiliteit			F					
Sneller veroudering competenties			F					
Informatie over en begeleiding in STEM-loopbaan							F	H

Ook uit het aantal aspecten aangehaald in Tabel 6 kan er geconcludeerd worden dat er nog niet veel onderzoek is gebeurd naar **partnerschappen** voor STEM, althans niet in de bronnen die wij hebben onderzocht en gevonden. Als er factoren zijn geïdentificeerd is dat enkel voor het domein van STEM-geletterdheid.

Tabel 6: Overzicht van factoren (F) en hefboomen (H) gelinkt aan partnerschappen

	Pijplijn leren		Pijplijn loopbanen		STEM-geletterdheid		Inclusie	
Intensieve netwerken					F			
Modellen & strategieën					F	H		
Diverse actoren					F			
Leeractiviteiten die omgevingen overschrijden					F			

5.2. Dominante en ontbrekende thema's in de bronnen

Gebaseerd op de onderwerpen van de geselecteerde bronnen vallen er een aantal dominante en ontbrekende thema's op. Deze staan opgelijst in Tabel 7. De elementen die in de literatuuranalyse opvallen zijn:

- ▶ Uit de verschillende studies zijn redelijk wat factoren geïdentificeerd die een invloed hebben op (de keuze voor) STEM, maar in verhouding heeft men veel minder duidelijke hefboomen kunnen identificeren;
- ▶ Er zijn over het algemeen veel onderwijsgerelateerde studies, en minder werkgerelateerde studies;
- ▶ Binnen onderwijs is er meer over formeel onderwijs onderzocht, vnl. secundair en hoger onderwijs:
 - Voor de leeromgeving zijn er veel (kwalitatieve) studies gedaan naar verschillende leermethoden, maar over de andere topics zijn er minder inzichten, zoals de rol van leraren, leermateriaal, de rol van STEAM....;
 - Binnen formeel onderwijs zijn er niet veel studies die focussen op beroeps- en technische onderwijs en het verschil met algemeen onderwijs in STEM;
- ▶ Over STEM in levenslang leren of in non-formeel leren zijn er weinig tot geen studies of gegevens (dus ook geen of weinig inzichten over factoren daarbinnen zoals leraren, leermethoden...);



- ▶ Over STEM in loopbanen zijn er wel studies, maar in proportie minder dan in onderwijs. Ook de gegevens over STEM-jobs zijn minder uitgebreid dan die over STEM-onderwijs;
 - De specifieke rol van de werkomgeving voor brede STEM-geletterdheid (en STEM-specialisatie) is onderbelicht;
 - alsook de rol van werkpleklers voor STEM;
 - Er zijn weinig tot geen studies over STEM-ondernemerschap;
- ▶ Wat inclusie betreft zijn er veel studies en inzichten over gender, met name de verschillen tussen mannen en vrouwen in STEM-onderwijs en STEM-loopbanen.
 - Over LGBTQ+, gezondheid, taal en leeftijd zijn er weinig tot geen studies;
 - Aangaande etnische en sociaaleconomische kenmerken zijn er iets meer studies en inzichten, maar dan voornamelijk studies gesitueerd in Amerika;
- ▶ Er zijn vrij veel onderzoeken die de persoonlijke kenmerken hebben bestudeerd in relatie tot de keuze voor STEM(-opleidingen);
- ▶ Er zijn een aantal factoren onder de sociale omgeving bestudeerd, zeker in relatie tot inclusie, maar het aantal onderzochte factoren is er minder groot en het aantal studies die erover rapporteren ook;
- ▶ De rol van ecosystemen en partnerschappen voor STEM-geletterdheid en STEM-specialisatie staat nog in de kinderschoenen, op enkele studies na;
- ▶ STEM-geletterdheid is relatief vaak onderzocht, met name voor STEM-activiteiten in de vrije tijd en welke rol deze activiteiten spelen voor STEM-specialisatie. Een kleiner aantal gaat over het aanleren van STEM-competenties in niet-specialistenopleidingen;
- ▶ De rol van innovatie voor en door STEM is onderbelicht.

Tabel 7: Dominante en ontbrekende thema's in de bronnen

Thema	Frequentie
Formeel onderwijs (vnl. secundair en hoger)	++
Leeromgeving (leermethoden)	+
Leeromgeving (rol van leraren, leermateriaal, STEAM...)	-
Beroeps- en technische onderwijs vs. algemeen onderwijs	--
LLL en non-formeel onderwijs	--
STEM in loopbanen	+
Rol van werkomgeving voor STEM	--
Rol van werkpleklers voor STEM	--
Inclusie	+(+)
Gender	++
Etniciteit en sociaaleconomische kenmerken	+
LGBTQ+, gezondheid, taal, leeftijd	--
Persoonlijke kenmerken en keuze voor STEM	++
Sociale omgeving en keuze voor STEM	+
Rol van ecosystemen en partnerschappen voor STEM	-
STEM-geletterdheid	+
Innovatie & STEM	-





6 / STEM-ecosysteem

Achtereenvolgens behandelen we in dit hoofdstuk de theorie van ecosystemen, welke hefboomen er zijn voor ecosystemen, en hoe het STEM-ecosysteem in Vlaanderen eruitziet.

6.1. Wat is een ecosysteem?

Het begrip '**ecosysteem**' werd in 1986 geïntroduceerd in de sociale wetenschappen door Amos Hawley die het definieerde als "een ordening van wederzijdse afhankelijkheden in een populatie waardoor het geheel als een eenheid opereert en daardoor een levensvatbare relatie onderhoudt in een omgeving" (Hawley, 1986). Er bestaan ondertussen verschillende soorten en definities van ecosystemen, zoals business, innovatie, kennis- en leerecosystemen (Valkokari, 2015; Clarysse et al., 2014, Thomas et al., 2019). Deze ecosystemen vertonen gelijkenissen op vlak van kenmerken, zoals de diversiteit in actoren, samenwerkingen en symbiotische relaties. Maar ze kunnen verschillen in hun eigenlijke doel (bv. producten, kennis of competenties), waardoor ook sommige kenmerken gaan verschillen, bv. type actoren, andere vormen van samenwerking of governance. In het geval van STEM en volgend uit de strategische doelen in de STEM-agenda 2030, bestaat het STEM-ecosysteem mogelijk uit een combinatie van innovatie, kennis- en leerecosystemen.

- ▶ **Innovatie-ecosystemen** worden door de OESO (2022) gedefinieerd als "diverse netwerken van actoren die samenwerken om nieuwe ideeën, producten of diensten te ontwikkelen waarmee gemeenschappelijke doelen worden nagestreefd. Deze ecosysteepartners, die vaak afkomstig zijn uit de particuliere sector, de publieke sector, onderzoeksinstituten en het maatschappelijk middenveld (bekend als de 'quadruple helix'), verbinden zich ertoe samen te werken en middelen te delen om kansen en bedreigingen te identificeren, te begrijpen en erop te reageren";
- ▶ **Kennisecosystemen** verschillen niet zo veel van innovatie-ecosystemen, maar wel in het eigenlijke doel. Bij kennisecosystemen is kennis de belangrijkste output, terwijl "innovatie-ecosystemen nieuwe kennis verkennen en exploiteren voor waardecreatie" (Valkokari, 2015). In businesscosystemen is de economische output en de businessrelaties de focus (Valkokari, 2015);
- ▶ **Leerecosystemen** worden door Spencer-Keyse, Luksha, Cubista (2020) gedefinieerd als "netwerken van onderling verbonden relaties die een leven lang leren organiseren. Ze zijn divers, dynamisch en evoluerend, en verbinden lerenden en de gemeenschap om individuele en collectieve capaciteit te bevorderen. Ze hebben drie doelen, gericht op het gezamenlijk creëren van een bloeiende toekomst voor mensen (bijv.



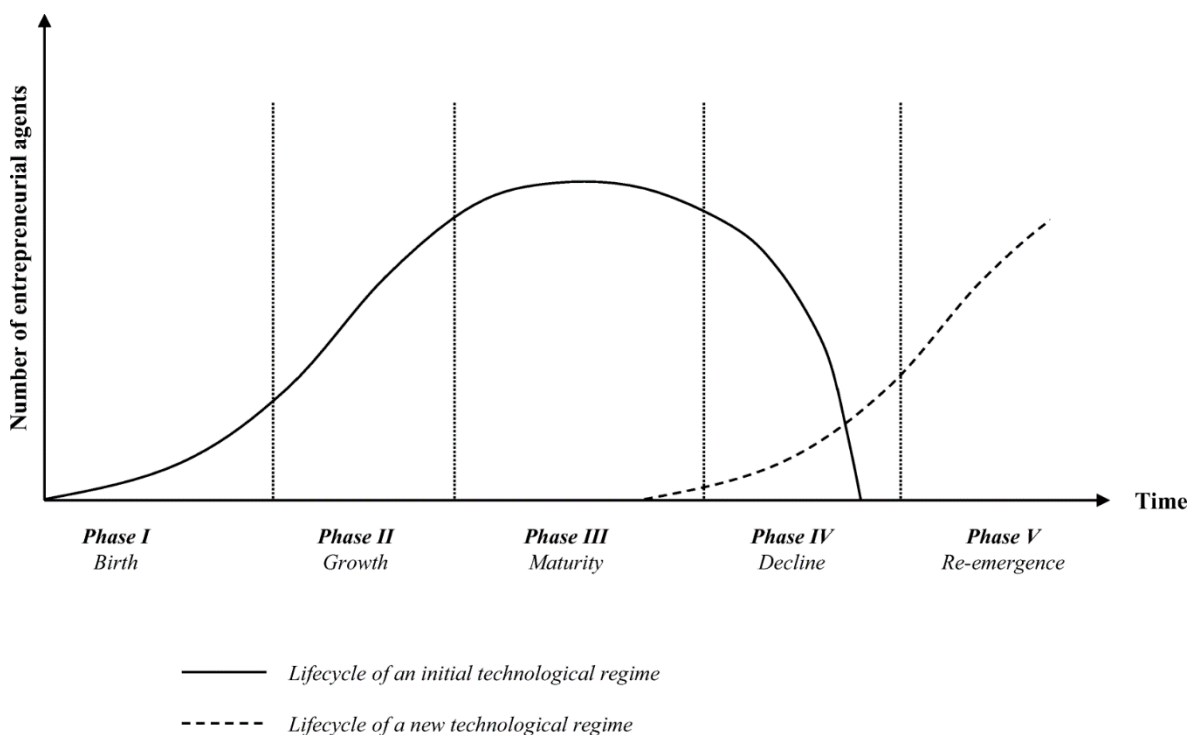
leerdoelen behalen), plaatsen (bijv. groepsgedefinieerde leerdoelen bereiken) en onze planeet (bijv. gelijkheid, inclusiviteit en diversiteit verbeteren)". Zie bijvoorbeeld ook de lokale leerecosystemen van ESF-oproep 545 die gedefinieerd worden als "een beloftevolle praktijk waarbij een ruim partnerschap van lokale actoren samen leeransen creëren en verbinden".

In de voorgaande definities worden ecosystemen regelmatig gekenmerkt als een soort netwerk van organisaties wat voor delen van het STEM-ecosysteem ook van toepassing is. Een **organisatienetwerk** kan gedefinieerd worden als "het verbinden en delen van informatie, middelen, activiteiten en competenties van soevereine en unieke organisaties om samen een resultaat te bewerkstelligen dat geen van de organisaties afzonderlijk tot stand kan brengen" (Kenis & Cambré, 2019). De uitkomsten van netwerken kunnen op drie niveaus bekeken worden: gemeenschapsniveau (bv. uiteindelijke kosten voor de maatschappij), op niveau van de betrokken organisaties, en op niveau van de doelgroepen (Provan & Milward, 2001).

TYPES VAN NETWERKEN

Netwerken kunnen op verschillende manieren gecategoriseerd worden of door verschillende fases gaan. Ecosystemen en netwerken komen er niet plots zomaar. Ze zijn dynamisch en kunnen door verschillende fases gaan, waarbij je kan kijken naar de maturiteit op basis van het aantal en de diversiteit van deelnemers en het aantal connecties tussen de deelnemers (zie Figuur 7).

Figuur 7 Dynamic lifecycle model of an entrepreneurial ecosystem (Cantner et al. 2021)



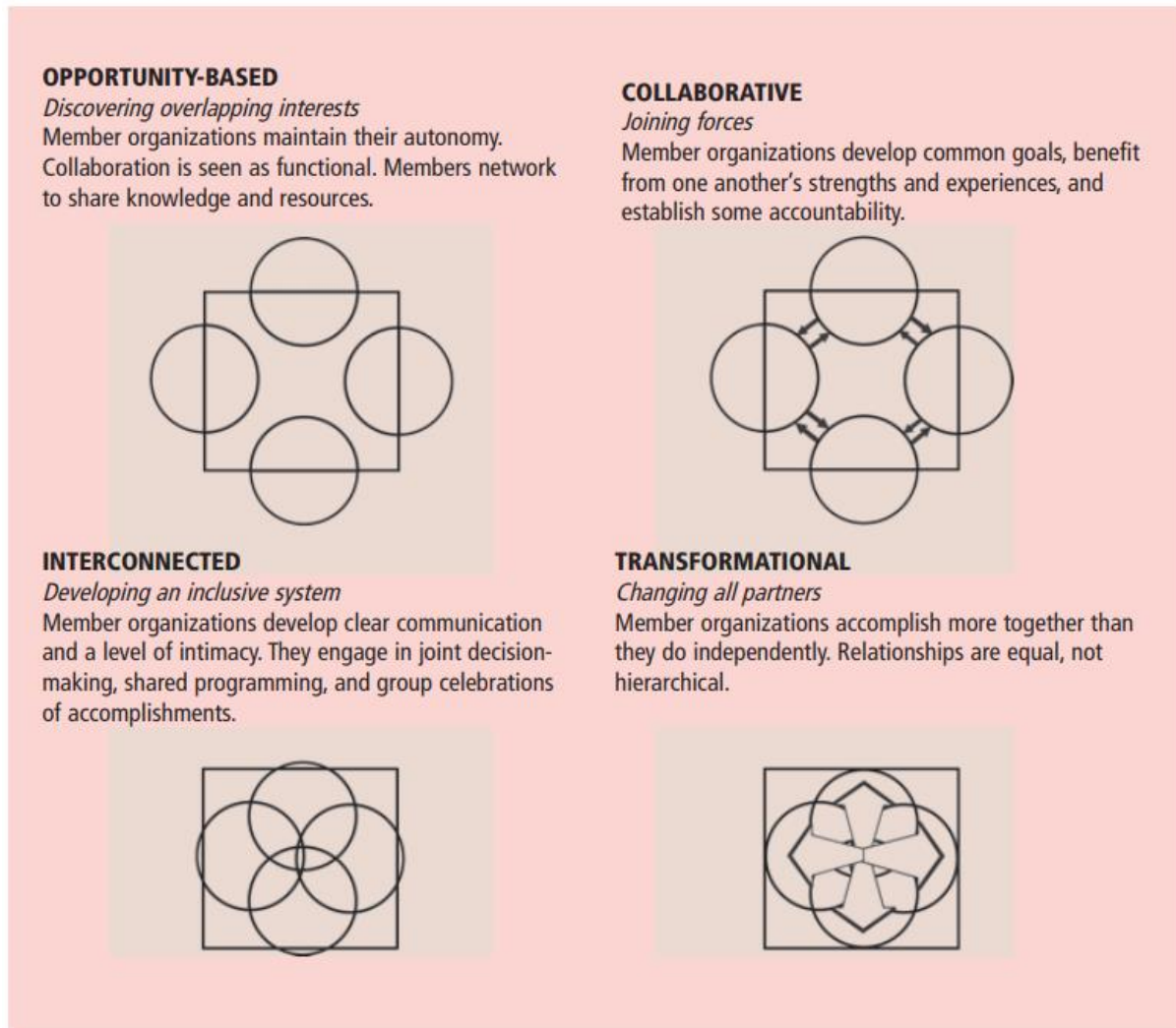
Langs de andere kant kan je de maturiteit van een ecosysteem ook inhoudelijk kenmerken aan de hand van de acties die genomen worden, namelijk van een: (1) visievormingsfase, (2) initiatiefase, (3) experimentatiefase, en (4) een bestendingsfase (Hannon et al., 2019). Ook hoe de partners zich tegenover elkaar verhouden leidt tot een inhoudelijke categorisatie, van gebaseerd op opportuniteiten, naar collaboratief en intergeconnecteerd, en uiteindelijk transformationeel (zie Figuur 8).



Figuur 8 Typologie van partnerschappen (Allen et al. 2020)

Figure 2. Partnership Typology

Source: Noam & Tillingier, 2004



Nog een andere manier van categoriseren is op basis van de diversiteit van de partners in het STEM-netwerk (Liou & Daly, 2021), namelijk:

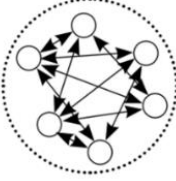

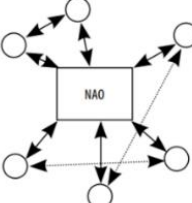
- ▶ **Individu-gebaseerd:** een netwerk van individuen die informeel in het netwerk zitten met een gedeeld doel voor STEM;
- ▶ **Multi-institutioneel:** een netwerk met organisaties van hetzelfde type, bijvoorbeeld allemaal onderwijsinstellingen;
- ▶ **Multi-stakeholder:** een netwerk van organisaties van verschillende sectoren en types, bijvoorbeeld onderwijsinstellingen, beleid, ondernemingen.

Een laatste manier van categoriseren is op basis van netwerk governance. Provan & Kenis (2008) en Kenis & Cambré (2019) beschrijven drie archetypes van netwerk governance (zie Figuur 9). En welk type het meest geschikt is, hangt af van een aantal factoren (zie Tabel 8).

- ▶ **Gedeeld bestuur** (shared governance): gedeeld beheer en gedeelde verantwoordelijkheid door de partners;
- ▶ **Dominant bestuur** (lead governance): beheer door de dominante partner;

- ▶ **Netwerkadministratieve organisatie** (Network Administrative Organisation): centraal beheer door een aparte en neutrale organisatie (NAO), opgericht door de partners.

Figuur 9 Netwerk governance (Kenis en Cambré, 2019)

Netwerk governance	Zelfregulerend netwerk	Leiderorganisatie-netwerk	Netwerk administratieve organisatie (NAO)
Visualisatie			
Principe	Geen administratieve entiteit, participatie in netwerkmanagement door alle partijen	Administratieve entiteit (en netwerkmanager) is een belangrijke netwerkpartij die ook een rol heeft in het primaire proces	Een toegewezen en aparte entiteit is gecreëerd om het netwerk te managen

Tabel 8 Types van governance tegen factoren (Kenis en Cambré, 2019)

Vorm	Vertrouwen	Aantal organisaties	Gedeeld doel	Behoeftte aan netwerkcompetenties
Zelfregulerend	Sterk doorheen het netwerk	Beperkt	Sterk	Laag
Leider	Beperkt (maar sterk naar lead organization toe)	Matig	Eerder beperkt	Middelmatig
NAO	Gematigd (NAO gemonitord door leden)	Matig tot veel	Eerder sterk	Hoog

VERWANTE BEGRIPPEN

Nauw verwant aan lokale ecosystemen zijn de **creative hubs, maker spaces en maakleerplekken**. In de voorbije jaren zijn op heel wat locaties (vaak in een meer stedelijke context) plekken ontstaan die uitnodigen tot 'out-of-the-box' experimenteren, leren en samenwerken. Ze worden gevat onder diverse namen zoals creative hubs, creatieve broedplekken of werkplaatsen, maker spaces of maakleerplekken, maar hebben allemaal volgende kenmerken gemeen:

- ▶ Ze bieden een fysieke ruimte om te experimenteren en dingen uit te testen;
- ▶ Ze vormen een ontmoetingsplek, waar vaak 'ongewone' samenwerkingen ontstaan tussen individuen en organisaties die zich binnen klassieke structuren vaak in gescheiden silo's bevinden;



- ▶ Ze zetten actief in op kruisbestuiving en interdisciplinaire samenwerkingen met focus op verbindingen leggen tussen kunst, cultuur, onderzoek, technologie en onderwijs. Voorbeelden in Vlaanderen zijn bv. de [maakleerplek](#) in Leuven²⁸³, [Timelab](#) in Gent of [BUDA::lab](#) in Kortrijk.

Het samen werken, leren en experimenteren op deze plekken vindt vaak (maar niet altijd) zijn voedingsbodem in complexe maatschappelijke uitdagingen (sociale, ecologische,...) – al dan niet met een directe lokale link, waarrond de krachten worden gebundeld.

Nog verwant aan lokale ecosystemen zijn de **Learning cities**. [UNESCO](#) definieert deze als een stad die:

- ▶ effectief zijn middelen mobiliseert in elke sector om inclusief leren van basis- tot hoger onderwijs te bevorderen;
- ▶ het leren in gezinnen en gemeenschappen revitaliseert;
- ▶ leren voor en op de werkplek faciliteert;
- ▶ het gebruik van moderne leertechnologieën uitbreidt;
- ▶ de kwaliteit en excellentie in leren verbetert; en
- ▶ een levenslange leercultuur bevordert.

Door dit te doen, bevordert de stad individuele empowerment en sociale inclusie, economische ontwikkeling en culturele welvaart, en duurzame ontwikkeling.

6.2. Hefbomen voor een ecosysteem

Samenvattend uit Allen et al. (2020), Kenis & Cambré (2019), Provan & Milward (2021) en Liou & Daly (2021) kunnen de volgende aspecten als hefboom dienen voor ecosystemen, partnerschappen of organisatienetwerken:

- ▶ **Gezamenlijke doelen en strategieën:** Gezamenlijke doel(en) formuleren en strategieën aligneren van in het begin met een focus op partnerschappen maken, hebben een positieve invloed op de maturiteit van ecosystemen. Hiertoe behoort ook het bespreken en toepassen van de gewenste governancestructuren;
- ▶ **Leiderschap:** Een of meerdere organisaties die het leiderschap opnemen hebben een positief effect op ecosystemen. Management van partnerships veronderstelt wel specifieke vaardigheden. In de lijn met Klijn, Koppenjan en Termeer (1993) kunnen we op vier verschillende manieren het 'samenspel' tussen actoren sturen:
 - het management van de actoren: de juiste mensen en partijen mobiliseren op het juiste moment, groepen afhouden die niet relevant zijn, coalities managen;
 - het managen van de interactie: gemeenschappelijke taal en een samenwerkingscultuur ontwikkelen, werken aan een klimaat van vertrouwen, percepties beïnvloeden, verschillen in een aparte werkgroep behandelen;
 - het managen van de context: spelregels afspreken, het koppelen of ontkoppelen van dossiers;
 - het inzetten van 'verruimende' instrumenten: uitdagingen vanuit verschillende invalshoeken benaderen, werken met verschillende tijdshorizonten (wat vandaag nog niet kan, kan in de toekomst wellicht wel), voorbeelden en praktijken aandragen die elders worden toegepast.
- ▶ **Diversiteit in partners:** Ecosystemen staan sterker met een diversiteit aan partners die uit verschillende domeinen of sectoren komen. Voor ecosystemen met onderwijspartners is het voordeliger om

²⁸³ Een ESF-pioniersproject binnen de Vlaamse transitieruimte "leven, leren en werken in 2050"



samenwerkingen op te stellen tussen partners uit de verschillende onderwijsniveaus. Uit recente ontwikkelingen (bijvoorbeeld COVID-19 als katalysator) en onderzoek blijkt dat zowel leren als innovatie wel varen wel bij een ondersteunende, stimulerende en faciliterende culturele sector. Verschillende recente studies wijzen op de toenemende rol van kunst en cultuur bij het begrijpen en aanpakken van klimaat- en milieu-uitdagingen²⁸⁴, uitdagingen in gezondheid en welbevinden van individuen en gemeenschappen²⁸⁵, geopolitieke en demografische uitdagingen²⁸⁶, digitale transitie etc. Kunstenaars en culturele organisaties beschikken immers over een unieke reeks competenties - artistieke vaardigheden, kunstzinnige denkmethode, kunstwerken – om op andere manieren tot leren en innovatie te komen dan traditionele onderwijs-, onderzoeks- en innovatie-actoren.²⁸⁷ Creatieve hubs/broedplaatsen alsook creatieve bruggenbouwers (mediatoren) blijken daarbij vaak een bijzondere rol te vervullen om cross-sectoraal leren en innoveren aan te jagen;

- ▶ **Densiteit in connecties:** Een dicht verbonden netwerk bestaat uit een hoge mate van koppelingen waarin actoren snel met elkaar kunnen verbinden. Actoren in een dicht netwerk hebben meer toegang tot anderen en hebben dus het voordeel dat ze kennis, middelen en cliënten op een efficiëntere manier ontvangen of verspreiden. In een ideale situatie hebben betrokken diensten of organisaties meerdere linken die hen verbinden. Linken evolueren doorheen de tijd: sommige verzwakken of verdwijnen, anderen versterken. In een goed werkend netwerk, verwacht men op de duur sterke linken tussen diverse organisaties i.f.v. meerdere diensten of programma's. Dichte netwerken kunnen hogere productiviteit, hogere niveaus van innovatie en beter functioneren van de organisatie mogelijk maken dan netwerken met schaarse verbindingen. Let wel, deze voordelen kunnen afhankelijk zijn van in welke fase het netwerk zit. Netwerken die starten kunnen hier mogelijk meer van profiteren dan mature netwerken waar er inertia kan ontstaan;
- ▶ **Aanwezigheid van (STEM-)centrale organisaties:** De aanwezigheid van organisaties die centraal staan in het netwerk, met veel connecties naar de verschillende partners, hebben een positieve invloed op ecosystemen. De centrale organisaties zelf hebben zo meer toegang tot middelen en kennis en kunnen meer invloed hebben op de andere partners. Succesvolle centrale organisaties hebben de mogelijkheid om meer te innoveren en die innovatie te verspreiden over het netwerk. Zij kunnen een leidende rol opnemen in het versnellen van samenwerking en leren van elkaar;
- ▶ **Nabijheid/lokaliteit:** Verschillende ecosystemen zijn verbonden aan locaties of infrastructuur waar interactie en samenwerking mogelijk is²⁸⁸. Deze kunnen ecosystemen meer succesvol maken;
- ▶ **Aanwezigheid van 'brokers':** Brokers zijn organisaties die een positie innemen tussen minder geconnecteerde organisaties en kunnen zo informatie delen of zelfs tegenhouden. Andere organisaties zijn afhankelijk van brokers, maar ze zijn ook nodig waar er geen directe connecties zijn met andere partners. Brokers kunnen dus zowel een positieve als negatieve invloed hebben;
- ▶ **Bestendigen wat er is:** Een ecosysteem kan groeien als er gebruik gemaakt wordt van bestaande samenwerkingen en deze te bestendigen tot langeretermijnsamenwerkingen;
- ▶ **Netwerkactiviteiten om te kunnen leren van elkaar:** Ecosystemen hebben baat bij netwerkactiviteiten met de verschillende partners om te brainstormen over oplossingen over gezamenlijke uitdagingen en het delen van best practices;

²⁸⁴ Saratsi 2019, Pereira 2019, Heras 2015

²⁸⁵ Wereldgezondheidsorganisatie, What is the evidence on the role of the arts in improving health and well-being? A scoping review, Health Evidence Network synthesis report 67, 2019

²⁸⁶ Sievers, W. Towards equality: joining forces with arts and culture in the struggle for change in migration societies.

²⁸⁷ Europese Commissie, DG Research and Innovation, Fostering knowledge valorisation through the arts and cultural institutions, Publications Office of the European Union, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/377987>

²⁸⁸ Rissola, G., & Haberleithner, J. Place-Based Innovation Ecosystems. A case-study comparative analysis, EUR 30231 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020.



- ▶ **Menselijk kapitaal:** De aanwezigheid van mensen met competenties en de capaciteit om talent aan te trekken en te behouden in het ecosysteem is belangrijk. Specifiek voor leerecosystemen moeten de leraren en begeleiders competenties blijven ontwikkelen via opleidingen, intersectorale ervaringen en het delen van effectieve methodes of praktijken;
- ▶ **Financiering en tijd:** Onderzoek heeft aangetoond dat het zelfs 10 tot 12 jaar kan duren om een robuust STEM-netwerk op te bouwen, hoewel financiering vaak voor kortere periodes (3-5 jaren) gegeven wordt;
- ▶ **Monitoring en bijsturen:** Het monitoren van data met het oog op bijsturen heeft een positief effect voor de kwaliteit van de activiteiten, maar ook voor het ecosysteem. De datacollectie moet wel intentioneel, transparant en wetenschappelijk gebeuren uit verschillende bronnen en de output moet gemakkelijk en constructief in de praktijk te brengen zijn. Organisaties moeten hierin bijgestaan worden. Daarnaast helpt het om binnen het ecosysteem drempels en opportuniteiten te identificeren om zo het netwerk te versterken.

6.3. Een blik op het STEM-ecosysteem

Afgaande op de definities uit Sectie 6.1. kan er van een STEM-ecosysteem in Vlaanderen gesproken worden omdat de Vlaamse regering met de STEM-agenda over de domeinen en actoren heen aan gezamenlijke doelen wil werken. In de realiteit is het ecosysteem op het Vlaamse niveau geen sterk netwerk, maar bestaat het eerder uit verschillende kleinere ecosystemen of organisatienetwerken die elk binnen hun eigen netwerk aan subdoelen van het actieplan werken, en dat vaak met een ruimtelijke, lokale dimensie (bv. maker spaces, RTC's, scholen, ...).

Zoals gevisualiseerd in Figuur 10, situeert het STEM-ecosysteem zich in verschillende domeinen en verschillende (beleids)niveaus en zijn er in deze domeinen en niveaus meerdere bestaande netwerken actief (zoals bv. STEM-academies, STEM-partnerschappen, STEM-platform, Lerende netwerken, iSTEM,...). De STEM-actoren bevinden zich in dit complexe ecosysteem dus in verschillende domeinen en niveaus, en moeten van daaruit kunnen (samen)werken om bij te dragen aan de gemeenschappelijke doelstellingen van de STEM-agenda 2030.

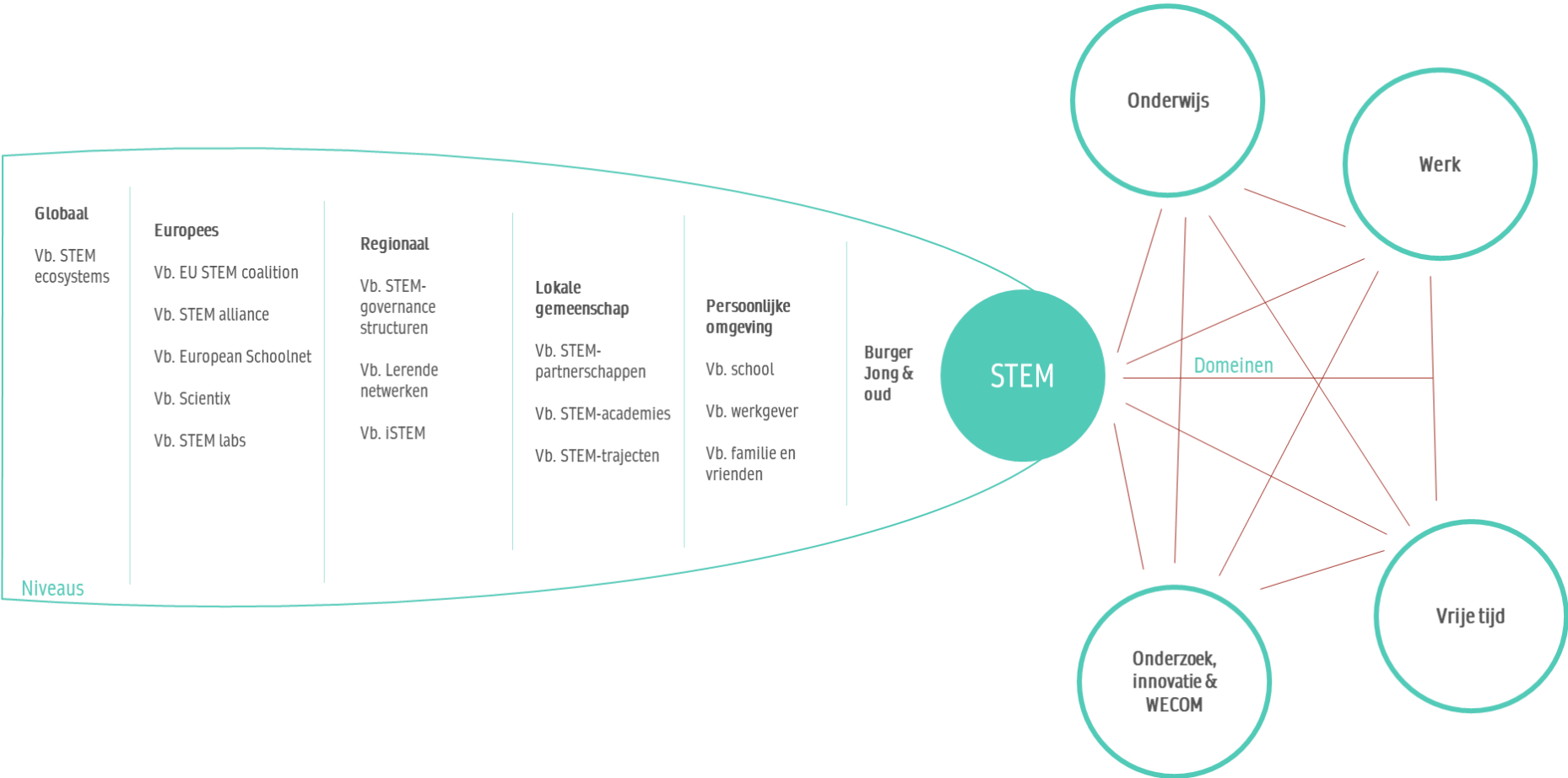
Op **Europees en internationaal** vlak zijn er een aantal organisaties en netwerken actief voor STEM.

- ▶ EU STEM coalition: netwerk van nationale STEM-platformen^{*289};
- ▶ EURAXESS: pan-Europees netwerk dat centra voor onderzoekers ondersteunt*;
- ▶ European Schoolnet: Netwerk van Europese ministeries van onderwijs*;
- ▶ ICSE (International Centre for STEM education): open consortium van universiteiten om STEM-interesse en STEM-competenties te verbeteren bij studenten;
- ▶ Scientix: wetenschapscommunity in Europa voor professionals in STEM-educatie*;
- ▶ STEM alliance: Netwerk van stakeholders uit de industrie en onderwijs met de focus om jongeren warm te maken voor STEM-loopbanen. Dit netwerk is sterk verbonden aan het European Schoolnet*;
- ▶ STEM labs van T³: Cooperation tussen onderwijsinstelling en industrie om in STEM-scholen over Europa goede praktijken uit te wisselen*;
- ▶ STEM ecosystems: Een globale community of practice rond STEM-leerecosystemen.

²⁸⁹ Organisaties of netwerken met * hebben ook Vlaamse organisaties als leden.



Figuur 10 STEM-ecosysteem in niveaus en domeinen



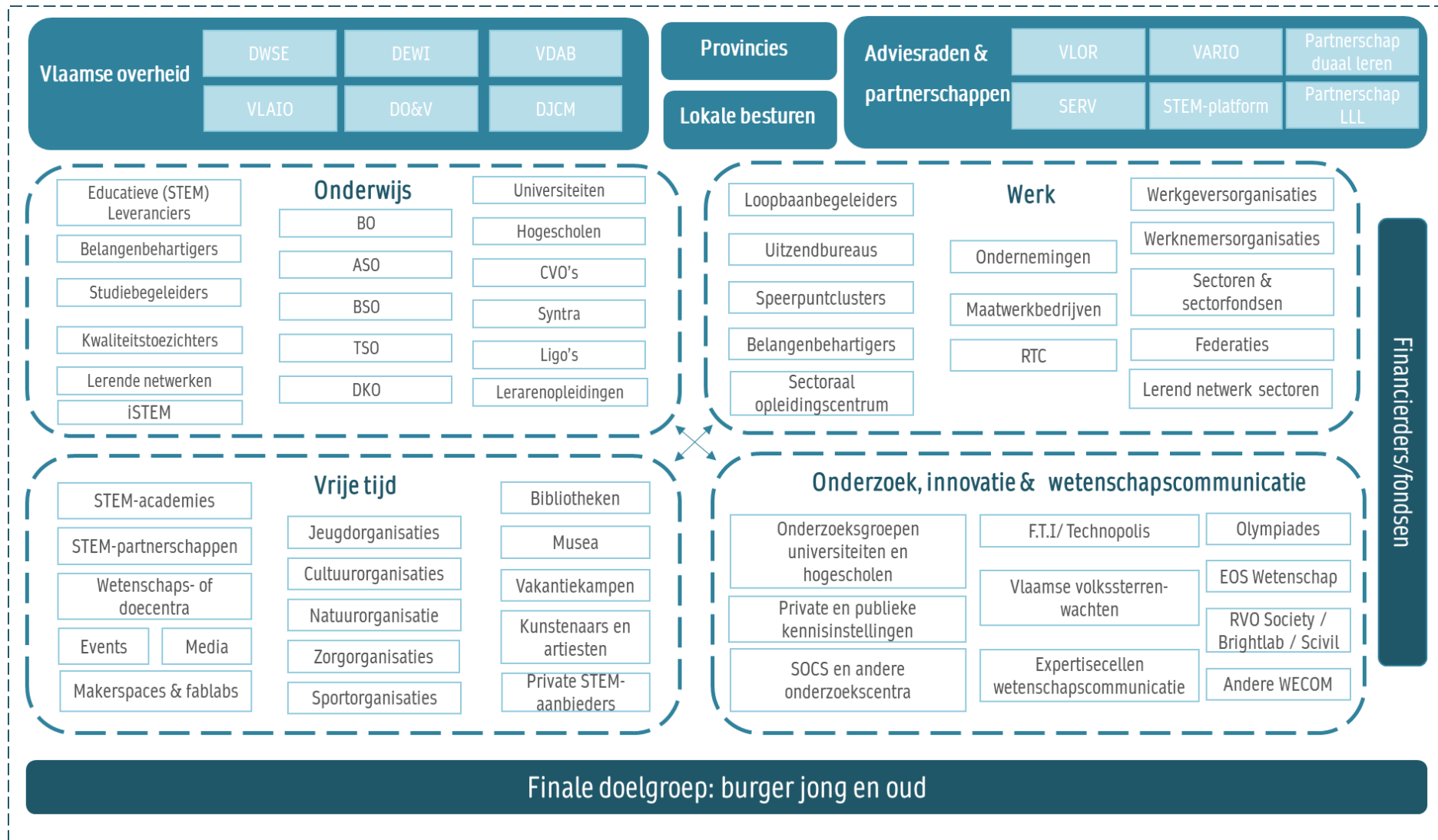
In Vlaanderen zijn er veel en verschillende types actoren actief in STEM in de vier domeinen van werk, onderwijs, vrije tijd en onderzoek en wetenschapscommunicatie (zie Figuur 11)²⁹⁰. Meestal vormen de actoren netwerken binnen het domein en met hun respectievelijke beleidsactoren. Naast de beleidsactoren zoals de Vlaamse overheid, provincies en lokale besturen, zijn er de adviesraden en partnerschappen of platformen die rechtstreeks of onrechtstreeks met STEM verbonden zijn. De Vlaamse overheid is meestal ook een financierder, maar STEM-actoren kunnen ook rekenen op fondsen zoals de Koning Bouwdewijn Stichting, ERASMUS+ of Digital Belgium Skills fund. Via verschillende projecten en initiatieven zijn er ook domeinoverschrijdende netwerken voor STEM. Een goed voorbeeld zijn de STEM-partnerschappen en STEM-trajecten die vaak verschillende actoren van over de vier domeinen in het partnerschap bevatten. Ze hebben bijna altijd actoren uit beleid, onderwijs, werk en vrije tijd. Met actoren uit het domein van onderzoek en wetenschapscommunicatie zijn er minder partnerschappen, hoewel de STEM-partnerschappen en STEM-trajecten vaak getrokken worden door een universiteit of hogeschool waardoor de link met onderzoek onderhouden wordt. De **STEM-partnerschappen en STEM-trajecten** hebben deze type actoren in hun partnerschappen:

- ▶ Beleid: Lokale besturen & provincies;
- ▶ Onderwijs: Universiteiten, hogescholen, basisscholen, secundaire scholen, lerarenopleidingen;
- ▶ Werk:
 - Ondernemingen (vb. Aperam, EEG, Essers, EVONIK Kuka, Logi-technic, Manual.to, Matexpo, Melexis, Niko, Opitec, Siemen, TechnOn, Volvo, Willy Naessens, Zorobotics ...);
 - Sectorale fondsen (vb. Alimento, Constructiv, COBOT, Woodwize, EDUCAM...);
 - Werkgeversorganisatie (vb. VOKA, Unizo);
- ▶ Vrije tijd:
 - Bibliotheken;
 - Fablabs en makerspaces;
 - Cultuurorganisaties (vb. Kapow);
 - Jeugdorganisaties (vb. Beroepenhuis, TAJO vzw, Kras dam, vsw kids, Huis van het kind...);
 - Media (vb. TVL, Belang van Limburg);
 - STEM-academies (vb. Ekoli, das Kunst, AFYA, Fyxilab, Odifiks, Techniekacademie, UCLL Techniekacademie, EYEST, Sapikids, Techniekschuur Lennik, ...);
 - Vakantiekamporganisatoren (vb. Freetime, Kazou, Wakasa);
 - Onderzoek en wetenschapscommunicatie: Technopolis, Brightlab, RVO-Society, Flanders make, ILVO, Innovationlab (KUL).

²⁹⁰ 'Belangenbehartigers' bij Onderwijs zijn bijvoorbeeld de VLIR, VLHORA, onderwijskoepels. 'Andere WECOM' zijn bijvoorbeeld Fonds Pascal Decroos, SciMingo, Breinwijzer, Natuur & wetenschap vzw. Het Beroepenhuis zit onder jeugdorganisaties bij vrije tijd omdat het dezelfde doelgroep en gelijkaardige activiteiten heeft als andere actoren in die groep.



Figuur 11 Actoren in STEM-ecosysteem in Vlaanderen





BIJLAGEN

B.1 Referenties

Ahmed, M. W., Anderson, Y., Gerald-Goins, T., Hollowell, G. P., Saliim, E. T., Sangutei, T., ... & White, S. L. (2020). Promoting STEM-literacy by designing decision-driven interdisciplinary courses for non-science majors. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 21(3).

Allen, P. J., Lewis-Warner, K., & Noam, G. G. (2020). Partnerships to Transform STEM Learning: A Case Study of a STEM Learning Ecosystem. *Afterschool Matters*, 31, 30-41.

Benavent, X., de Ves, E., Forte, A., Botella-Mascarell, C., López-Iñesta, E., Rueda, S., ... & Marzal, P. (2020). Girls4STEM: Gender diversity in STEM for a sustainable future. *Sustainability*, 12(15), 6051.

Bennett, D., Bawa, S., Ananthram, S., & Pitman, T. (2022). Is there a gender difference in STEM students' perceived employability?. *Education+ Training*, (ahead-of-print).

Bianchi, N., & Giorcelli, M. (2020). Scientific education and innovation: from technical diplomas to university STEM degrees. *Journal of the European Economic Association*, 18(5), 2608-2646.

Biewen, M., & Schwerter, J. (2022). Does more maths and natural sciences in high school increase the share of female STEM workers? Evidence from a curriculum reform. *Applied Economics*, 54(16), 1889-1911.

Bijnens, G., & Dhyne, E. (2021). *The return on human (STEM) capital in Belgium* (No. 401). NBB Working Paper.

Blasko, Z., Pokropek, A., & Sikora, J. (2018). *Science career plans of adolescents: patterns, trends and gender divides* (No. JRC109135). Joint Research Centre (Seville site).

Blondeel, A., & Coussement, S. (2023). *Onderzoeksrapport verkennend impactonderzoek STEM-academies*. EC Onderwijsinnovatie VIVES i.o.v. STEM@VLAIO. Geraadpleegd op 22 maart 2023, van <https://lirias.kuleuven.be/4008949?limo=0>



Boeve-de Pauw, J., Ardies, J., Hens, K., Wullemen, A., Van de Vyver, Y., Rydant, T., ... & Verbraeken, H. (2020). Short and long term impact of a high-tech STEM intervention on pupils' attitudes towards technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-19.

Boeve-de Pauw, J., Van Petegem, P., & Lauwers, D. (2014). Vlaamse jongeren en STEM: een kwestie van keuzes maken. *Tijdschrift voor hoger onderwijs.-Deventer, 1983, currens, 32(3)*, 217-230.

Botella, C., Rueda, S., López-Iñesta, E., & Marzal, P. (2019). Gender diversity in STEM disciplines: A multiple factor problem. *Entropy, 21(1)*, 30.

Bottia, M. C., Mickelson, R. A., Jamil, C., Moniz, K., & Barry, L. (2021). Factors associated with college stem participation of racially minoritized students: A synthesis of research. *Review of Educational Research, 91(4)*, 614-648.

Brockman, A. J. (2021). "La creme de la creme": how racial, gendered, and intersectional social comparisons reveal inequities that affect sense of belonging in stem. *Sociological Inquiry, 91(4)*, 751-777.

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. *Professional Counselor, 11(2)*, 143-160.

Cantner, U., Cunningham, J. A., Lehmann, E. E., & Menter, M. (2021). Entrepreneurial ecosystems: A dynamic lifecycle model. *Small Business Economics, 57*, 407-423.

Clark, L., Majumdar, S., Bhattacharjee, J., & Hanks, A. C. (2015). Creating an atmosphere for STEM literacy in the rural south through student-collected weather data. *Journal of Geoscience Education, 63(2)*, 105-115.

Clarysse B. et al. (2014). "Creating value in ecosystems: Crossing the chasm between knowledge and business ecosystems". *Research Policy, Volume 43, Issue 7, Pages 1164-1176*.

Commissie learning communities. (2019). *Advies meerjarig onderzoeksprogramma Learning Communities*. Geraadpleegd op 3 november 2022, van <https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Algemeen/Advies%20meerjarig%20onderzoeksprogramma%20Learning%20Communities.pdf>

Crabtree, L. M., Richardson, S. C., & Lewis, C. W. (2019). The gifted gap, STEM education, and economic immobility. *Journal of Advanced Academics, 30(2)*, 203-231.

De Coen, A., Desmedt, E., Van Hoed, M., & Goffin, K. (2019). STEM in Vlaanderen: Terugblik en ambities voor de toekomst. IDEA Consult i.o.v. VLAIO.

De Coen, A., Van Hoed, Desmedt, E., Vanoeteren, V., & Forrier, A. (2018). Techniek 10 jaar later: Loopbaanpaden en -uitkomsten van STEM-studenten. In *Publicaties Vlaanderen*. Departement Werk en Sociale Economie. Geraadpleegd op 21 oktober 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/techniek-tien-jaar-later-loopbaanpaden-en-uitkomsten-van-stem-studenten>

De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2022). Engaging Students with Integrated STEM Education: a Happy Marriage or a Failed Engagement?. *International Journal of Science and Mathematics Education, 20(7)*, 1291-1313.



Departement Economie, Wetenschap en Innovatie. (2022). Beleidsplan wetenschapscommunicatie 2022-2030. In *Beslissingen Vlaamse Regering*. Geraadpleegd op 24 oktober 2022, van <https://beslissingenvlaamseregering.vlaanderen.be/document-view/61DFD39C364ED900080009C0>

Departement Onderwijs en Vorming & Departement Werk en Sociale Economie. (2021). Actieplan levenslang leren: Koers zetten naar een lerend Vlaanderen. In *Publicaties Vlaanderen*. Geraadpleegd op 24 oktober 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/actieplan-levenslang-leren-koers-zetten-naar-een-lerend-vlaanderen>

Departement Onderwijs en Vorming. (2012). *Actieplan voor het stimuleren van loopbanen in wiskunde, exacte wetenschappen en techniek: 2012-2020*.

Departement Onderwijs en Vorming. (2022). STEM-monitor. In *Publicaties Vlaanderen*. Geraadpleegd op 24 oktober 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/stem-monitor>

Departement Werk en Sociale Economie. (2021). STEM-agenda 2030: STEM-competenties voor een toekomst- en missiegericht beleid. In *Publicaties Vlaanderen*. Geraadpleegd op 16 november 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/stem-agenda-2030-stem-competenties-voor-een-toekomst-en-missiegericht-beleid>

Drazan, J. F. (2020). Biomechanists can revolutionize the STEM pipeline by engaging youth athletes in sports-science based STEM outreach. *Journal of biomechanics*, 99, 109511.

Dries, B., De Coen, A., Desmedt, E., Van Hoed, M. (2020). LEERKR@CHT.NET: Actieprogramma voor professionalisering van leraren voor de digitale School. Idea Consult in opdracht van VLAIO.

Duschl, R. A. (2019). Learning progressions: Framing and designing coherent sequences for STEM education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-10.

European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, (2019). *A compendium of inspiring projects in the area of STEM co-funded under the Erasmus+ programme*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/111701>

European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, (2021). *Girls' career aspirations in STEM*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/52684>

European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Tornasi, Z., Delaney, N. (2020). *Science education : achievements in Horizon 2020 and recommendations on the way forward*, (Z.Tornasi, editor, N.Delaney, editor) Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/461755>

European Commission. (2021). A guide for fostering women's entrepreneurship : Five key actions towards a digital, green and resilient Europe

European Schoolnet. (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Policies in Europe: Scientix Observatory Report. In *European Schoolnet Publications*. Geraadpleegd op 10 november 2022, van <http://www.eun.org/resources/detail?publicationID=1481>

Falloon, G., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A., & Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM education: A framework for developing STEM literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 369-385.



Freeman, J. B. (2020). Measuring and resolving LGBTQ disparities in STEM. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 7(2), 141-148.

Fry, R., Kennedy, B., & Funk, C. (2021). STEM jobs see uneven progress in increasing gender, racial and ethnic diversity. *Pew Research Center*, 1-28.

Gallant, C., Bork, P., Carpenter-Cleland, C., & Good, D. (2020). Examining the impact of a 2-day scientific conference on high school students' interest in STEM and confidence in attending university. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 20, 376-387.

Gladstone, J. R., & Cimpian, A. (2021). Which role models are effective for which students? A systematic review and four recommendations for maximizing the effectiveness of role models in STEM. *International journal of STEM education*, 8(1), 1-20.

Grigoleit-Richter, G. (2017). Highly skilled and highly mobile? Examining gendered and ethnicised labour market conditions for migrant women in STEM-professions in Germany. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 43(16), 2738-2755.

Handelsman, J., Elgin, S., Estrada, M., Hays, S., Johnson, T., Miller, S., ... & Williams, J. (2022). Achieving STEM diversity: Fix the classrooms. *Science*, 376(6597), 1057-1059.

Hannon, V., Thomas, L., Ward, S., & Beresford, T. (2019). Local Learning Ecosystems: Emerging Models.

Hawley, Amos H. *Human ecology: A theoretical essay*. University of Chicago Press, 1986.

Heyma, A., Van Kesteren, J., Bakens, J., Gerards, R., Klinker, I., & Graus, E. (2022). *Arbeidskrapte technici: Ontwikkelingen, verklaringen en handelingsperspectieven*. Geraadpleegd op 28 oktober 2022, van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/09/15/rapport-arbeidsmarktkrapte-technici>

Hinojosa, L., Swisher, E., & Garneau, N. (2021). The organization of informal pathways into STEM: designing towards equity. *International journal of science education*, 43(5), 737-759.

Hinton, A. O., Termini, C. M., Spencer, E. C., Rutaganira, F. U., Chery, D., Roby, R., ... & Palavicino-Maggio, C. B. (2020). Patching the leaks: revitalizing and reimagining the STEM pipeline. *Cell*, 183(3), 568-575.

Hsieh, T. S., Kim, J. B., Wang, R. R., & Wang, Z. (2022). Educate to innovate: STEM directors and corporate innovation. *Journal of Business Research*, 138, 229-238.

Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Bush, S. B., Maiorca, C., Roberts, T., Yost, C., & Fowler, A. (2021). Equity-oriented conceptual framework for K-12 STEM literacy. *International Journal of STEM Education*, 8, 1-16.

Jayabalan, M., Caballero, M. E., Cordero, A. D., White, B. M., Asalone, K. C., Moore, M. M., ... & Bracht, J. R. (2021). Unrealized potential from smaller institutions: four strategies for advancing STEM diversity. *Cell*, 184(24), 5845-5850.

Kenis, P., & Cambre, B. (2019). Organisatienetwerken: de organisatievorm van de toekomst. Pelckmans Pro.

Kenis, P., Cambré, B., & Sannen, J. (2019). Beoordeling van een organisatie netwerk. In *Organisatie netwerken: de organisatievorm van de toekomst*.



- Klijn, E. H., Koppenjan, J., & Termeer, K. (1993). Van beleidsnetwerken naar netwerkmanagement. Een theoretische verkenning van managementstrategieën in netwerken. *Beleid en Maatschappij*, 20(5), 230-243.
- Knipprath, H., Thibaut, L., Buysel, M. P., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., ... & Dehaene, W. (2018). STEM education in Flanders: How STEM@school aims to foster STEM literacy and a positive attitude towards STEM. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 21(3), 36-40.
- Kuchynka, S. L., Eaton, A., & Rivera, L. M. (2022). Understanding and Addressing Gender-Based Inequities in STEM: Research Synthesis and Recommendations for US K-12 Education. *Social Issues and Policy Review*, 16(1), 252-288.
- Laenen, M., & Verhoeven, H. (2021). *Wetenschapsbarometer 2021: Onderzoeksrapport*. iVOX i.o.v. Departement Economie Wetenschap en Innovatie. Geraadpleegd op 24 oktober 2022, van <https://www.wetenschapsbarometer.be/>
- LaForce, M., Noble, E., & Blackwell, C. (2017). Problem-based learning (PBL) and student interest in STEM careers: The roles of motivation and ability beliefs. *Education Sciences*, 7(4), 92.
- Lawner, E. K., Quinn, D. M., Camacho, G., Johnson, B. T., & Pan-Weisz, B. (2019). Ingroup role models and underrepresented students' performance and interest in STEM: A meta-analysis of lab and field studies. *Social Psychology of Education*, 22, 1169-1195.
- Liou, Y. H., & Daly, A. J. (2021). Obstacles and opportunities for networked practice: a social network analysis of an inter-organizational Stem ecosystem. *Journal of Educational Administration*, 59(1), 94-115.
- Lykkegaard, E., & Ulriksen, L. (2019). In and out of the STEM pipeline—a longitudinal study of a misleading metaphor. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1600-1625.
- MacIsaac, D. (Ed.). (2019). US government releases Charting a Course for Success: America's Strategy for STEM Education, report guiding federal agencies that offer STEM funding opportunities. *The Physics Teacher*, 57(2), 126-126.
- Mahadevan, B., & Kumar, K. V. Digitalisation and the World of Skills and Education. *Education on Digital Cultural and Social Media*, 17.
- Maiorca, C., Roberts, T., Jackson, C., Bush, S., Delaney, A., Mohr-Schroeder, M. J., & Soledad, S. Y. (2021). Informal learning environments and impact on interest in STEM careers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 45-64.
- McNally, S. (2020). *Gender differences in tertiary education: what explains STEM participation?* (No. 165). IZA Policy Paper.
- Mellander, E., & Lind, P. (2021). Recruitment to STEM studies: the roles of curriculum reforms, flexibility of choice, and attitudes. *Review of Education*, 9(2), 357-398.
- 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.



Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (2022). Beslisnota: Onderzoek arbeidsmarktkrapte technici ontwikkelingen, verklaringen en handelsperspectieven. In *Rijksoverheid.nl*. Geraadpleegd op 28 oktober 2022, van <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-94d2de7e686fb9192ca48443d806fcc3fc40583b/pdf>

Miriti, M. N. (2020). The elephant in the room: race and STEM diversity. *BioScience*, 70(3), 237-242.

Monitoring Vizier 2030. (z.d.). www.vlaanderen.be. Geraadpleegd op 28 oktober 2022, van <https://www.vlaanderen.be/uw-overheid/beleid/het-vlaamse-beleid-voor-duurzame-ontwikkeling/vlaamse-strategie-duurzame-ontwikkeling/monitoring-vizier-2030>

Morais Maceira, H. (2017). Economic benefits of gender equality in the EU. *Intereconomics*, 52(3), 178-183.

Moss-Racusin, C. A., Pietri, E. S., Hennes, E. P., Dovidio, J. F., Brescoll, V. L., Roussos, G., & Handelsman, J. (2018). Reducing STEM gender bias with VIDS (video interventions for diversity in STEM). *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 24(2), 236.

Mostafa, T. (2019). Why Don't More Girls Choose to Pursue a Science Career? PISA in Focus. No. 93. *PISA in Focus*. <https://doi.org/10.1787/02bd2b68-en>

Motivaction. (2019). *Bèta&TechMentality: Herijking BètaMentality*.

Murray, J. (2019). Routes to STEM: Nurturing science, technology, engineering and mathematics in early years education. *International Journal of Early Years Education*, 27(3), 219-221.

O'Connell, C., & McKinnon, M. (2021). Perceptions of barriers to career progression for academic women in STEM. *Societies*, 11(2), 27.

OESO. (2022). Four principles for Orchestrating innovation ecosystems. OPSI, Observatory of public sector innovation. [Four Principles for Orchestrating Innovation Ecosystems - Observatory of Public Sector Innovation \(oecd-opsi.org\)](https://www.oecd.org/opsi/four-principles-for-orchestrating-innovation-ecosystems-observatory-of-public-sector-innovation/)

Okay-Somerville, B., Allison, I., Luchinskaya, D., & Scholarios, D. (2022). Disentangling the impact of social disadvantage on 'becoming employable': evidence from STEM student university-to-work transitions. *Studies in Higher Education*, 47(3), 545-559.

Provan, K. G., & Kenis, P. (2008). Modes of network governance: Structure, management, and effectiveness. *Journal of public administration research and theory*, 18(2), 229-252.

Provan, K. G., & Milward, H. B. (2001). Do networks really work? A framework for evaluating public-sector organizational networks. *Public administration review*, 61(4), 414-423.

Ricci, A., Crivellaro, F., & Bolzani, D. (2021). Perceived employability of highly skilled migrant women in STEM: Insights from labor market intermediaries' professionals. *Administrative Sciences*, 11(1), 7.

Ritchie, T. S., Rossiter, D. L., Opris, H. B., Akpan, I. E., Oliphant, S., & McCartney, M. (2022). How do STEM graduate students perceive science communication? Understanding science communication perceptions of future scientists. *Plos one*, 17(10), e0274840.

Rodríguez-Pose, A., & Lee, N. (2020). Hipsters vs. geeks? Creative workers, STEM and innovation in US cities. *Cities*, 100, 102653.



Roland Berger. (2021). Skills roadmap voor de Vlaamse klimaattransitie: Focus op de energie-intensieve sectoren 2020-2035. In *Publicaties Vlaanderen*. Departement Werk en Sociale Economie. Geraadpleegd op 21 november 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/skills-roadmap-voor-de-vlaamse-klimaattransitie-focus-op-de-energie-intensieve-sectoren-2020-2035>

Rosenzweig, E. Q., Hecht, C. A., Priniski, S. J., Canning, E. A., Asher, M. W., Tibbetts, Y., ... & Harackiewicz, J. M. (2021). Inside the STEM pipeline: Changes in students' biomedical career plans across the college years. *Science advances*, *7*(18), eabe0985.

Rozek, C. S., Ramirez, G., Fine, R. D., & Beilock, S. L. (2019). Reducing socioeconomic disparities in the STEM pipeline through student emotion regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(5), 1553-1558.

Ryu, M., & Daniel, S. M. (2020). How did we engage resettled Chin youth in critical STEM literacy practices?. *Asia-Pacific Science Education*, *8*(2), 319-345.

Sanchez, M. E., Hypolite, L. I., Newman, C. B., & Cole, D. G. (2019). Black women in STEM: The need for intersectional supports in professional conference spaces. *Journal of Negro Education*, *88*(3), 297-310.

Schwerter, J., & Ilg, L. (2021). Gender differences in the labour market entry of STEM graduates. *European Journal of Higher Education*, 1-19.

SERV. (2018). Visienota: De transitie naar een digitale samenleving: aanzet voor een integrale beleidsagenda. In *Publicaties Vlaanderen*. Geraadpleegd op 16 november 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/de-transitie-naar-een-digitale-samenleving-aanzet-voor-een-integrale-beleidsagenda-visienota-serv>

Skrentny, J. D., & Lewis, K. (2022). Beyond the "STEM pipeline": Expertise, careers, and lifelong learning. *Minerva*, *60*(1), 1-28.

Smith, E., & White, P. (2022). Moving along the STEM pipeline? The long-term employment patterns of science, technology, engineering and maths graduates in the United Kingdom. *Research Papers in Education*, *37*(4), 457-478.

Smith, J. L., Handley, I. M., Zale, A. V., Rushing, S., & Potvin, M. A. (2015). Now hiring! Empirically testing a three-step intervention to increase faculty gender diversity in STEM. *BioScience*, *65*(11), 1084-1087.

Smith, M., Cihlarova, P., Lardot, M., Zell, T., & Williams, R. (2022). Green Skills Roadmap Flanders: Final Report on Green Skills Need in Flanders (Deliverable 2). In *Publicaties Vlaanderen*. Departement Werk en Sociale Economie. Geraadpleegd op 14 november 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/green-skills-roadmap-flanders-final-report-on-green-skills-need-in-flanders>

Soriano, F., & Abello, R. (2015). Modelling the relationships between the use of STEM skills, collaboration, R and D, and innovation among Australian businesses. *Australian Journal of Labour Economics*, *18*(3), 345-374.

Spencer-Keyse, J., Luksha, P., Cubista, J., (2020), "Learning ecosystems: An emerging praxis for the future of education." Moscow School of Management SKOLKOVO & Global education Futures.

Tang, K. S., & Williams, P. J. (2019). STEM literacy or literacies? Examining the empirical basis of these constructs. *Review of Education*, *7*(3), 675-697.



Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., ... & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.

Thomas, L. D. W., and E. Autio (2019), "Innovation ecosystems", Oxford Research Encyclopaedia of Business and Management. Aldag, R. (Editor). UK: Oxford University Press.

Valkokari, K. (2015) Business, Innovation, and Knowledge Ecosystems: How They Differ and How to Survive and Thrive within Them, *Technology Innovation Management Review*, (Volume 5, Issue 8).

van Belle, J., Cloosterman, E., Evers, G., van der Graaf, A., & van de Meulengraaf, J. (2022). Onderzoek naar de uitval van vrouwen in de wetenschap: Eindrapportage. In *Rijksoverheid.nl*. Technopolis Group. Geraadpleegd op 28 oktober 2022, van <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-0115a5cc2a947101957ae7eaa013e403ca60cb0c/pdf>

van den Hurk, A., Meelissen, M., & van Langen, A. (2019). Interventions in education to prevent STEM pipeline leakage. *International Journal of Science Education*, 41(2), 150-164.

van der Vleuten, M., Steinmetz, S., & van de Werfhorst, H. (2018). Gender norms and STEM: the importance of friends for stopping leakage from the STEM pipeline. *Educational Research and Evaluation*, 24(6-7), 417-436.

VARIO. (2020). Naar de top van kennis- en innovatieregio's in 2030. In *Publicaties Vlaanderen*. VARIO - Vlaamse Adviesraad voor Innoveren en Ondernemen. Geraadpleegd op 14 december 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/naar-de-top-van-kennis-en-innovatieregios-in-2030-rapport-en-advies-vario>

VARIO. (2021). STEM agenda 2030: STEM-COMPETENTIES VOOR EEN TOEKOMST- EN MISSIEGERICHT BELEID. In *Publicaties Vlaanderen*. VARIO - Vlaamse Adviesraad voor Innoveren en Ondernemen. Geraadpleegd op 14 december 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/stem-agenda-2030-stem-competenties-voor-een-toekomst-en-missiegericht-beleid-advies-vario>

VARIO. (2022). Beleidsplan wetenschapscommunicatie 2022-2030. Advies VARIO. In *Publicaties Vlaanderen*. VARIO - Vlaamse Adviesraad voor Innoveren en Ondernemen. Geraadpleegd op 14 december 2022, van <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/48725>

Verhoogen, L. & Verhoeven, H. (2020). Wetenschapsbarometer 2020. Door iVOX in opdracht van het Departement Economie, Wetenschap en Innovatie. Geraadpleegd op 24 maart 2023 [Wetenschapsbarometer](#).

Viarengo, M. (2021). *Gender Gaps in Education: Evidence and Policy Implications*. Publications Office of the European Union.

Vlaamse Regering 2014-2019. (2016). Visie 2050. In *Een langetermijnstrategie voor Vlaanderen*. Geraadpleegd op 24 oktober 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/visie-2050-ee-langetermijnstrategie-voor-vlaanderen>

Vlaamse Regering 2014-2019. (2018). Vizier2030: Een 2030-doelstellingenkader voor Vlaanderen. In *Publicaties Vlaanderen*. Geraadpleegd op 3 november 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/vizier2030-ee-2030-doelstellingenkader-voor-vlaanderen>



- Vlaamse Regering. (2019a). QUATERNOTA AAN DE VLAAMSE REGERING betreft Vlaams Beleidsplan Cybersecurity. In *Beslissingen Vlaamse Regering*. Geraadpleegd op 24 oktober 2022, van <https://beslissingenvlaamseregering.vlaanderen.be/document-view/52b504f4-dec1-11e9-aa72-0242c0a80002>
- Vlaamse Regering. (2019b). QUATERNOTA AAN DE VLAAMSE REGERING betreft Vlaams Beleidsplan Artificiële Intelligentie. In *Beslissingen Vlaamse Regering*. Geraadpleegd op 24 oktober 2022, van <https://beslissingenvlaamseregering.vlaanderen.be/document-view/52b502ba-dec1-11e9-aa72-0242c0a80002>
- Vlaamse Regering. (2020). Visienota 'Digisprong': Van Achterstand naar Voorsprong ICT-plan voor een kwalitatief digitaal onderwijs in uitvoering van het relanceplan 'Vlaamse veerkracht.'. Geraadpleegd op 23 maart 2023, van [Digisprong: van achterstand naar voorsprong. ICT-plan voor een kwalitatief digitaal onderwijs. Visienota | Vlaanderen.be](https://www.vlaanderen.be/publicaties/visienota-digisprong)
- Vlaamse Regering. (2021). Visienota "Voorsprongfonds Hoger Onderwijs". In *Beslissingen Vlaamse Regering*. Geraadpleegd op 3 november 2022, van <https://beslissingenvlaamseregering.vlaanderen.be/document-view/6037B2B4339140000800036B>
- Vlaamse Scholierenkoepel. (2014). ADVIES STEM-STUDIEKEUZE: Advies van scholieren over studiekeuze(begeleiding) voor STEM-richtingen. In *Kennisbank VSK*. Geraadpleegd op 22 oktober 2022, van <https://www.scholierenkoepel.be/artikels/waarom-kiezen-jongeren-niet-voor-stem?returnurl=artikels/categorie/kennisbank/categorie/wat-zeggen-scholieren>
- VLOR. (2017). Advies voor praktijkgericht onderwijsonderzoek: bouwstenen voor een stimulerend beleid. In *Publicaties Vlaanderen*. Vlaamse Onderwijsraad. Geraadpleegd op 21 maart 2023, van [Advies over praktijkgericht onderwijsonderzoek: bouwstenen voor een stimulerend beleid | Vlor](https://www.vlaanderen.be/publicaties/advies-over-praktijkgericht-onderwijsonderzoek-bouwstenen-voor-een-stimulerend-beleid)
- VLOR. (2019). Krijtlijnen voor een STEM-actieplan 2020-2030. In *Publicaties Vlaanderen*. Vlaamse Onderwijsraad. Geraadpleegd op 21 oktober 2022, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/krijtlijnen-voor-een-stem-actieplan-2020-2030-advies-vlor>
- VLOR. (2021). Naar een nieuw STEM-beleid: Advies over de STEM-agenda 2030. In *Publicaties Vlaanderen*. Vlaamse Onderwijsraad. Geraadpleegd op 21 oktober 2021, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/naar-een-nieuw-stem-beleid-advies-vlor>
- Walan, S., & Gericke, N. (2021). Factors from informal learning contributing to the children's interest in STEM-experiences from the out-of-school activity called Children's University. *Research in Science & Technological Education*, 39(2), 185-205.
- Wright, R., & Ellis, M. (2019). Where science, technology, engineering, and mathematics (STEM) graduates move: Human capital, employment patterns, and interstate migration in the United States. *Population, space and place*, 25(4), e2224.
- Zacharia, Z. C., Xenofontos, N., & Irakleous, M. M. (2020). Education and employment of women in science, technology and the digital economy, including AI and its influence on gender equality.
- Zhang, L., Kirschner, P. A., Cobern, W. W., & Sweller, J. (2022). There is an evidence crisis in science educational policy. *Educational Psychology Review*, 34(2), 1157-1176.



B.2 Organisaties van deelnemers workshop en bevraging

Deelnemers workshop	
RTC Vlaams Brabant	Syntra-netwerk Syntrum
Katholiek Onderwijs Vlaanderen	RTC Limburg
RVO-Society Brightlab	Technopolis
VIVES	OKO
De Creatieve STEM vzw	STEAMhive
VLIR	Pedagogische begeleidingsdienst GO!
RTC Antwerpen	AP Hogeschool
RTC Oost-Vlaanderen	Thomas More
Hogeschool UCLL	GelijkgeSTEMd (STEM-partnerschap Odisee en HOGent)
Vlaamse STEM Olympiade	Voka
Deelnemers bevraging	
Woodwize	Agoria
Unilin	Intersectoraal adviseur SERV

