

Memorandum voor de Vlaamse Regering 2024-2029

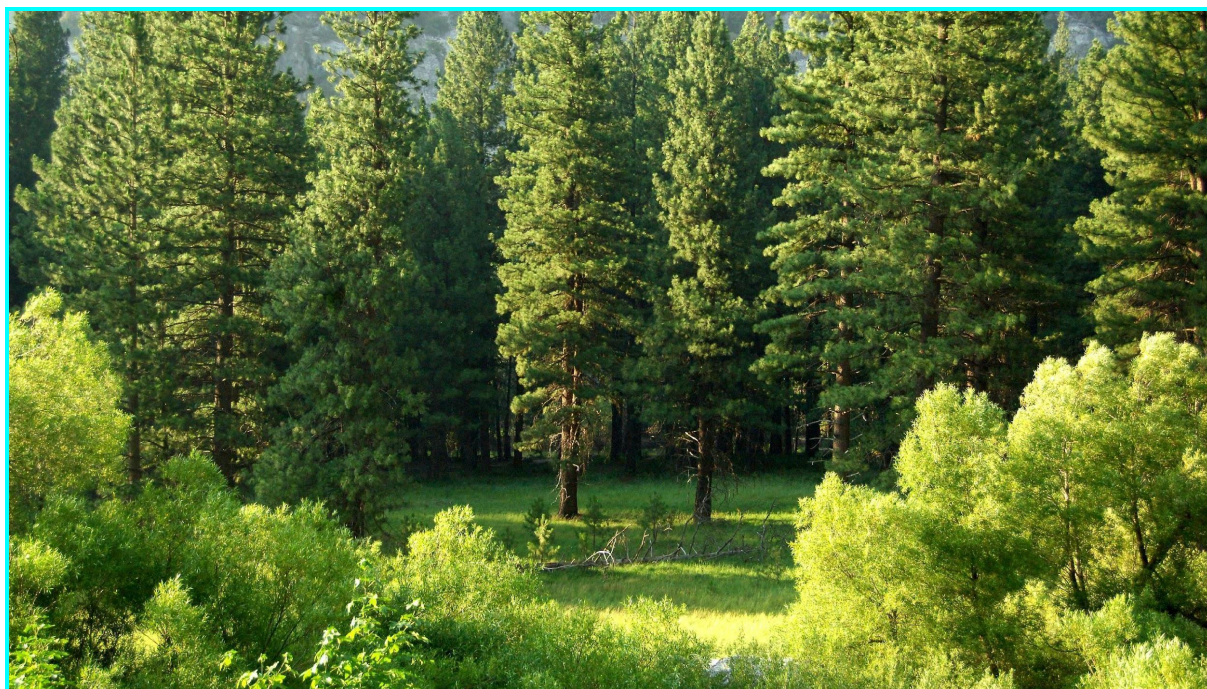
namens het [STEM-platform](#)

Françoise Chombar, voorzitter (fch@melexis.com)

Rita Dunon, ondervoorzitter (rita.dunon@gmail.com)

Patrick Van der Niepen, stafmedewerker (patrick.vanderniepen@vlaio.be)

15 december 2023



Inhoud

Samenvatting	3
Aanbevelingen infographics	4
Wat is STEM?	5
Waarom investeren in STEM?	6
• STEM4EXPERTS	6
• STEM4SOCIETY	7
• STEM4ALL	7
• STEM4LIFE	7
De 4 basisprincipes	9
• Maatschappelijke relevantie van STEM	9
• De STEM-connectiviteit	9
• Inter/Multidisciplinariteit	10
• Inclusie	10
Aanbevelingen	11
• STEM2GETHER	11
• Vertellen – van 0 tot 100 jaar	11
• Verwonderen – STEM gebeurt niet alleen op school	12
• Verankeren – STEM begint in de kleuterklas	14
• Verwortelen – STEM in economie en samenleving	16
Wat verwachten we van de politiek?	18
Bibliografie	19



Samenvatting

Net zoals wij ieder jaar onze verjaardag vieren, krijgen bomen ieder jaar een ring erbij. De groeiringen staan in dit memorandum symbool voor hoe we in elke levensfase **de kracht van STEM** kunnen laten openbloeien.

Vele bomen maken een levendig bos, een “**Wood Wide Web**” waar het goed toeven is. Het bos symboliseert onze samenleving en onze economie. Als de bomen gezond zijn en goed groeien wordt het bos sterker en veerkrachtiger, ze geven zuurstof aan alle leven.

Maar het bos is (nog steeds) in nood en heeft onze aandacht nodig. De doelstellingen bij de lancering van het STEM-platform in 2012 blijven actueel. Tegelijk is de wereld enorm veranderd en onze langetermijndoelstellingen evolueren mee op dat nieuwe ritme:

STEM4EXPERTS

Er was en is al een tekort aan pure STEM-mensen, vooral van [vaklui tot ingenieurs](#), voor onze economie en onze bedrijven en de supertechnologische activiteiten waarin we zo goed willen zijn.

STEM4SOCIETY

Nieuw is dat er nu een almaar groter tekort ontstaat aan mensen in de zorgsector, in de milieusector, in cultuur, onderwijs en overheid die naast hun discipline ook STEM-competenties nodig hebben. We gaan de uitdagingen rond milieu en klimaat niet oplossen zonder STEM. We kunnen onze grootse culturele producties niet meer aan zonder STEM. Taaltechnologie in tijden van generatieve kunstmatige intelligentie (genAI) wint aan belang. Diagnoses en therapieën worden sneller en preciezer met digitale modellen. Gezondheidspreventie wordt steeds beter met micro-elektronica en data, hetzelfde geldt voor sportprestaties. Alle wetenschapsdisciplines moeten over het eigen muurtje kijken en interdisciplinair samenwerken om tot maatschappelijk relevante oplossingen te komen.

STEM4ALL

Bovendien groeit de groep mensen die met de evoluties van technologie, digitalisering en AI niet mee kan en die we dringend horen te versterken.

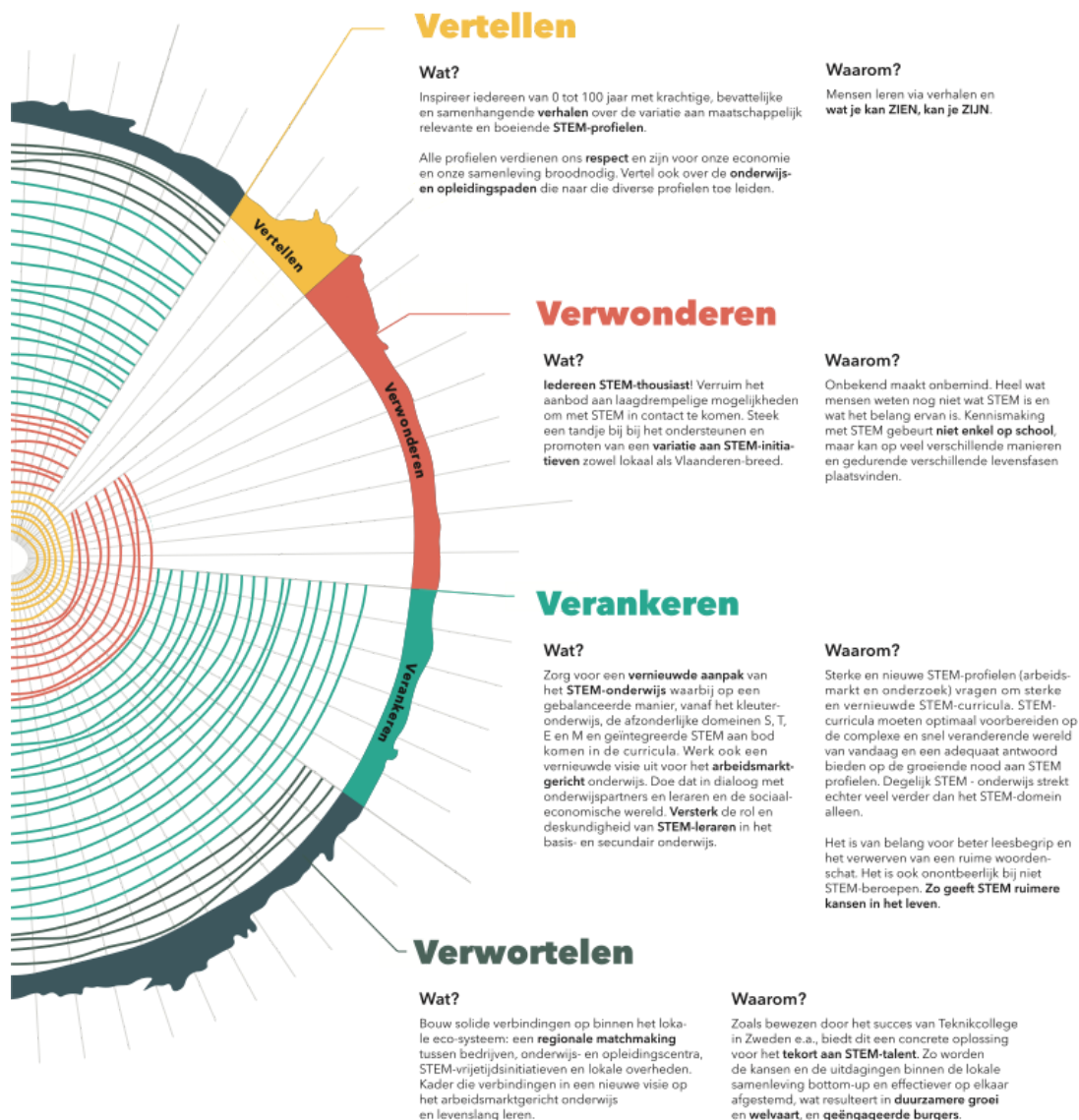
STEM4LIFE

En al het voorgaande moet ondersteund worden door voortdurend bij te leren en dat hoeft niet saai of moeilijk te zijn.

STEM2GETHER

Laat ons dat vooral samen aanpakken. Zo zijn ook onze aanbevelingen te kaderen: hoe helpen we de bomen en dus ook het bos floreren? Wie kan daar concreet aan bijdragen? De 4 aanbevelingen (zie beknopt op de volgende pagina en uitgebreid vanaf pagina 11) pakken elk een systeemfout aan. Elke aanbeveling voedt het weefsel van de bomen en laat ze groeien, ring per ring.

De STEM-boom



Scan de QR-code voor ons
uitgebreid STEM-advies.



Wat is STEM?

STEM is een [internationaal erkend acroniem](#) dat staat voor Science, Technology, Engineering & Mathematics (wetenschap, technologie, techniek en wiskunde, ook [bètawetenschappen](#) genoemd en de integratie ervan). Het is een containerbegrip voor een resem aan vakgebieden, het behelst een waaier aan profielen, van abstract tot praktisch en alles ertussenin. Ook biomedische wetenschappen, meet- en regeltechniek of informatica zijn STEM-disciplines.

“Wat hebben een fietshelm, een geneesmiddel of oplossingen voor de klimaatverandering met elkaar gemeen?

*Allemaal zijn ze het resultaat van wetenschap en techniek.
Van meisjes en jongens die hun STEMpel drukken op de toekomst.
Onze toekomst en die van de volgende generaties.”*

Frank Deboosere

Peter van de [Dag van de Wetenschap](#)



Waarom investeren in STEM?

Dit zijn onze doelstellingen op lange termijn:

1) STEM4EXPERTS

Het tekort aan STEM-profielen wordt steeds nijpender voor onze economie. Dit brengt zowel onze welvaart als ons welzijn in het gedrang. In de [internationale statistieken](#) bengelt Vlaanderen steevast aan het staartje wat betreft het aantal STEM-afgestudeerden. We lopen ook achterop wat betreft het percentage vrouwen versus mannen in STEM-profielen. Bovendien krijgen praktisch gerichte technische beroepen niet de waardering die ze verdienen.

Over het [artikel “Die van beroeps” van Hanne Rosius](#):

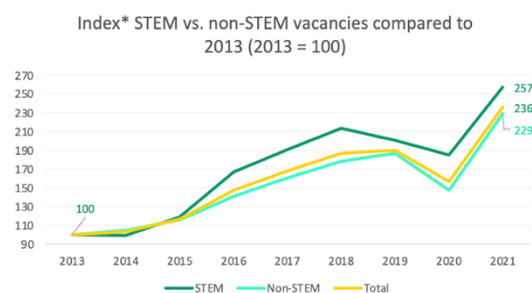
“Ook een paar keer met ASO-leerlingen op klasbezoek geweest bij BSO-leerlingen die ons vol trots in hun atelier rondleidden.

Conclusie?

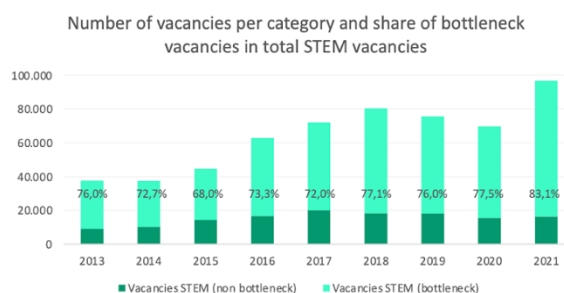
*‘Amai, mevrouw, wat wij doen is echt saai in vergelijking met wat zij allemaal kunnen.’
Heel zinvol en zalig om te doen!’*

*Mitte Schroeven
ExCEL Thomas More*

Nochtans stijgen de [noden](#) in onze bedrijven, in onderzoek, in de zorg, in het onderwijs exponentieel. En de [klimaatverandering](#) doet daar nog een flinke schep bij. Niet alleen jongeren & leerkrachten, vooral ook ouders hebben er baat bij beter te begrijpen hoe STEM-experten bijdragen tot een bloeiende samenleving en hoe STEM kan leiden tot een boeiende toekomstgerichte job. Volgens de VDAB stijgt het aantal STEM-vacatures beduidend sneller dan de niet-STEM en zijn er vandaag van de 5 knelpuntberoepen 4 STEM-gerelateerd:



* Index calculated compared to 2013, 2013 = 100



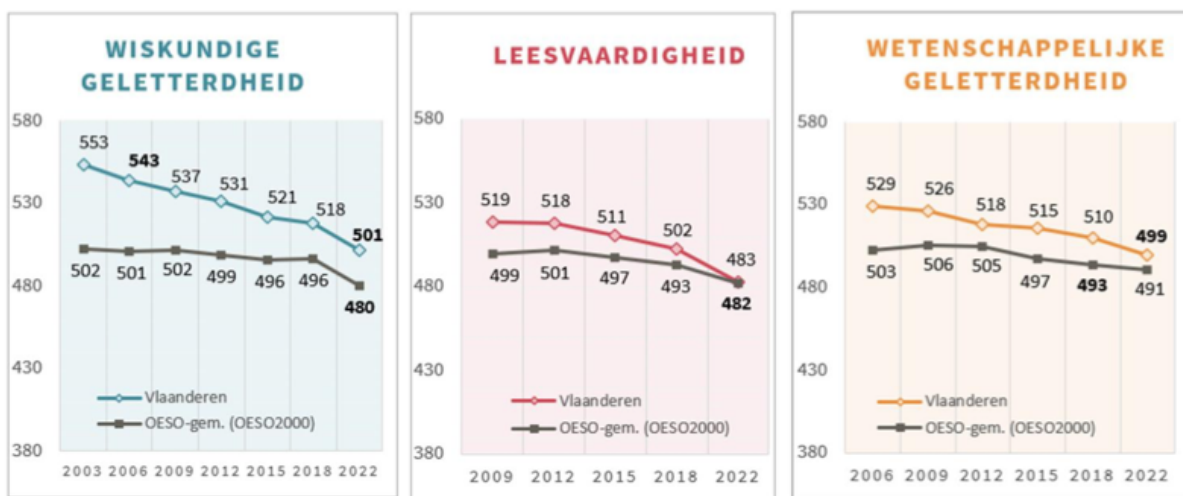
Willen we vanuit Vlaanderen een ernstige bijdrage leveren om Europa minder afhankelijk te maken van andere landen en werelddelen wat betreft energievoorziening, halfgeleiders, cybersecurity, kunstmatige intelligentie, [pharma](#), e.d., willen we in Vlaanderen strategisch relevant blijven in een [almaar meer technologische wereld](#), dan moeten we excellentie nastreven en hebben we exponentieel meer STEM-profielen nodig.

2) STEM4SOCIETY

In elke activiteit, of het nu over taal, zorg, economie, politiek of sport gaat, neemt STEM een steeds grotere plaats in. Zonder linguïsten, geen generatieve AI. In de gezondheidszorg kunnen digitale modellen (digital twins) als virtuele kopieën van patiënten, weefsels, organen en fysiologische processen ervoor zorgen dat diagnoses en therapieën sneller en preciezer worden. Zonder inzicht in data en een minimaal begrip van bvb. de hoofdwetten van de thermodynamica kan er geen gedegen energie-beleid worden ontwikkeld. Ook [alfa](#)- en [gamma](#)-experten hebben dus meer kennis van STEM nodig dan vroeger.

3) STEM4ALL

Basis-STEM-competenties zijn cruciaal voor iedereen om in onze technologische wereld maatschappelijk mee te kunnen. Toch zien we dat Vlaanderen in de rankings zoals [PISA](#) en [TIMMS](#) stelselmatig achteruit boert.



4) STEM4LIFE

De technologische evolutie gaat razendsnel, iedereen heeft er baat bij levenslang de STEM-competenties aan te scherpen. Generatieve kunstmatige intelligentie is maar een van die evoluties. We mogen niemand achterlaten.

*“The excitement of learning separates youth from old age.
As long as you’re learning, you’re not old.”*

[Rosalyn Yalow](#)

Nobelprijswinnaar Geneeskunde 1977



Op 30 november 2022 luidde OpenAI een nieuw tijdperk van kunstmatige intelligentie (AI) in met de introductie van ChatGPT.

De AI-chatbot verbaasde gebruikers met zijn mensachtige en grondige reacties. ChatGPT kon verschillende vragen begrijpen en beantwoorden, suggesties doen, onderzoeken, essays en briefings schrijven, en zelfs grappen vertellen.

Veel van deze vaardigheden worden door werknemers gebruikt, wat de vraag oproept: welke banen zullen worden getransformeerd of zelfs vervangen door generatieve AI in de nabije toekomst?

Deze [infografiek](#) van Harrison Schell van maart 2023 visualiseert de potentiële impact op de arbeidsmarkt van grote taalmodellen (LLM's) en verschillende toepassingen van generatieve AI, waaronder ChatGPT.

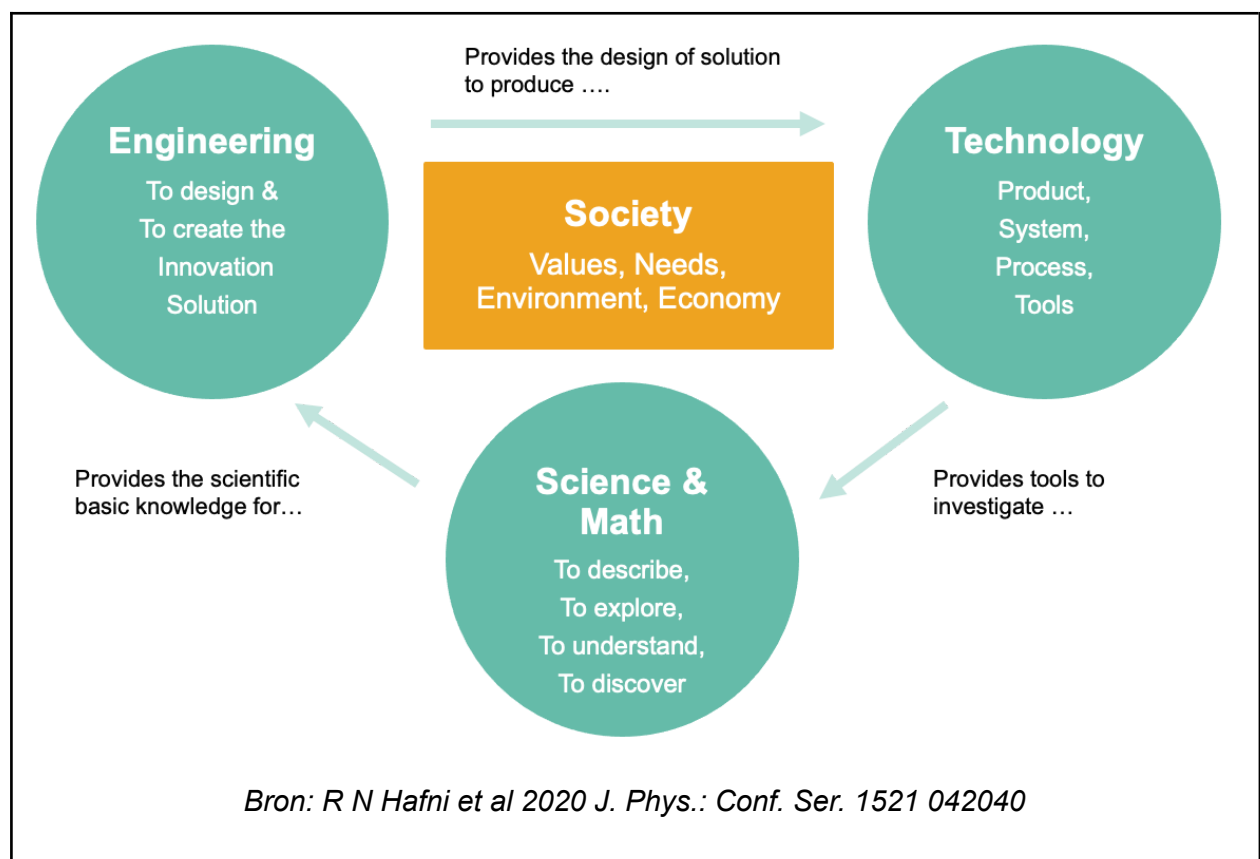
De 4 basisprincipes

1) De **maatschappelijke relevantie** van STEM kan niet voldoende worden benadrukt (bvb. de rol van STEM in de twin transition = digitale en duurzaamheidstransities).

*“Ons oplossingsvermogen moet gelijke tred houden
met de moeilijkheidsgraad van de uitdagingen die we moeten overwinnen.
STEM is vandaag de zwakste schakel.”*

*Hans van der Loo,
adviseur Europese Commissie en initiatiefnemer EU STEM Coalition*

2) De **STEM-connectiviteit**: wetenschap & wiskunde zorgen voor de basiskennis voor techniek en engineering, die op hun beurt oplossingen creëren en met technologische innovatie nieuwe tools bezorgen die wetenschap & wiskunde weer voortstuwten, enz. STEM genereert dus een virtueuze cirkel (het omgekeerde van een vicieuze cirkel).



3) **Multi-/interdisciplinariteit**, niet alleen tussen de 4 letters van STEM, maar evenzeer met de [alfa](#)- en [gamma](#)-wetenschappen, is de koppeling van principes 1 en 2.

*"If our small minds, for some convenience, divide this universe, into parts
— physics, biology, geology, astronomy, psychology, and so on —
remember that nature does not know it!"*

[Richard P. Feynman](#)
Nobelprijs Natuurkunde

4) **Inclusie**, zowel van mensen (gender, afkomst, ...) als van profielen (waaier van academische tot vocational profielen) is essentieel als we een wereld willen die voor en met iedereen moet werken.

*"We've arranged a society exquisitely dependent on science and technology,
in which hardly anyone knows anything about science and technology.
This is a prescription for disaster.
We might get away with it for a while, but sooner or later
this combustible mixture of ignorance and power is going to blow up in our faces."*

[Carl Sagan](#), astrofysicus en wetenschapscommunicatiepionier



"Een waaier aan mogelijkheden, geen ladder waar je op moet klimmen"

[Robbert Dijkgraaf](#)
demissionair Nederlands minister

"Diversity is being invited to the party. Inclusion is being asked to dance"

[Verna Myers](#), veranderingsexperte

Aanbevelingen

Wat is het belangrijkste NU?

Hoe helpen we de bomen en dus ook het bos te floreren? Wie kan daar concreet aan bijdragen? Elke aanbeveling voedt het weefsel van de bomen en laat ze groeien, ring per ring.

De aanbevelingen hebben allen 1 iets gemeen: **STEM2GETHER**. We kunnen alleen vooruitgang boeken als we samenwerken (quadruple helix: overheid, onderwijs- en bedrijfswereld, burgers) en samenwerking belonen. Dat betekent verbinden en versterken over de domeinen (lees: ministers en departementen), sectoren, netten en onderwijsniveaus heen, zowel professioneel als in de vrije tijd.

Onze 4 aanbevelingen zijn opgebouwd langs de levenslijn. Ze focussen telkens op 1 aspect van het eco-systeem en pakken elk een systeemfout aan.

1) Vertellen – van 0 tot 100 jaar

Verhalen zaaien zaadjes.

Wat en waarom?

Mensen leren via verhalen en wat je kan ZIEN, kan je ZIJN. Van 0 tot 100 jaar kan iedereen geïnspireerd worden met krachtige, bevattelijke en samenhangende verhalen over de variatie aan maatschappelijk relevante en boeiende STEM-profielen, die allemaal ons respect verdienen en die onze economie en onze samenleving nodig hebben. Die verhalen moeten ons ook vertellen welke onderwijs- en opleidingspaden naar die profielen toeleiden. Alle STEM-communicatie (ook de wetenschapscommunicatie) heeft een duidelijker “storytelling” kader waar de 4 basisprincipes (zie hierboven) stevast afgevinkt moeten worden:

- Verheldert ze de maatschappelijke relevantie?
- Legt ze de onderling versterkende samenwerking bloot tussen de 4 letters van STEM?
- Duid ze het belang van multi-/interdisciplinariteit, én tussen de 4 letters van STEM en/of met de alfa- en gamma-wetenschappen?
- Is ze inclusief in bewoording en beeldvorming?

Welke systeemfout?

Er is weinig consistentie in de communicatie rond STEM. Er wordt vaak gezondigd tegen de 4 basisprincipes.

Wie?

Iedereen in het STEM-veld die communiceert naar jongeren en burgers: het beleid (EWI, Jeugd en Media, DOV, Kanselarij, Binnenlands Bestuur), de politiek, alle onderwijsnetten en -niveau's, RTC's, onderzoekscentra, werknemers- en werkgeversorganisaties, sociale & mainstream media (omroepen, Universiteit van Vlaanderen, ...), uitgeverijen, vrijetijdsorganisatoren (musea, STEM-academies, ...), enz.

Concrete suggesties:

- Ontwerp een gemeenschappelijk kader voor ALLE (wetenschaps)communicatie rond STEM met 4 onderling verbonden **basisprincipes** (zie hierboven) EN toets die bij elke communicatie af.
- Richt een **ambassadeursnetwerk** op naar het model van [Dit Doe Ik](#), [Da's Geniaal](#) of [STEM Learning UK](#). Werk samen met organisaties zoals [InspiringFifty Belgium](#) en [Widsworldwide](#). Vooral ondervertegenwoordigde groepen en [rolmodellen die tegen gangbare stereotypes ingaan](#) moeten in beeld EN [in de klas](#).
- Maak STEM-opleidingspaden en -jobs **zichtbaar en tastbaar**, zodat jongeren en hun ouders en ook volwassen leerders STEM als een reële, toekomstrijke optie zien. Zorg vooral voor beeldverbredende loopbaanoriëntatie en -begeleiding. Talent voor STEM ontwikkelt zich gaandeweg. Nieuwsgierigheid en interesse zijn minstens zo belangrijk.
- Ga voor echte dialoog en uitwisseling van kennis en aanpak tussen de wetenschapscommunicatoren en zorg voor een meer **structurele en systematische STEM-communicatie**. Zonder STEM zou elke wetenschap veel tragere vooruitgang boeken.

"... the exposure to women with successful professional and personal experience in STEM fields is associated with increases in girls' self-reported mathematics enjoyment, the importance they attach to maths and their beliefs that they can be successful in STEM fields, and thus raises their likelihood of choosing a STEM career."

Martina Viarengo
European Expert Network on Economics of Education
Analytical Report No. 46 August 2021
[Gender Gaps in Education: Evidence and Policy Implications](#)

2) Verwonderen – STEM gebeurt niet enkel op school

De verwondering doet alle bomen, groot en klein, naar de hemel reiken.

Wat en waarom?

Kennismaking met STEM kan op veel verschillende manieren en gedurende verschillende levensfasen plaatsvinden. Reeds als baby kunnen ouders, grootouders en [crèches](#) divers speelgoed en leuke STEM-spelletjes aanreiken die laten groeien en voorbereiden op de schoolloopbaan. Reeds als peuter kunnen fascinerende voorleesboeken, doe-musea en STEM-evenementen boeien en goesting geven naar meer. Vrijtijdsinitiatieven zoals STEM-academies, maakbibs, zaterdagsscholen of STEM-onderzoek door burgerwetenschappers kunnen kinderen, jongeren en ouderen toegang geven tot STEM. Om iedereen STEM-thousiast te maken, moet de variatie aan STEM-initiatieven zowel lokaal als Vlaanderen-breed verder en sterker worden ondersteund en gepromoot.

Welke systeemfout?

De invloed van vrijtijdsinitiatieven en activiteiten buiten de school wordt onderschat.

Wie?

Beleidsdomeinen binnen de Vlaamse gemeenschap in het bijzonder het Departement EWI en Departement Jeugd & Media moeten versterkt inzetten op het ondersteunen van lokale partnerschappen zoals STEM-academies, bibliotheken, scholen en naschoolse opvang, fablabs, onderzoeksinstellingen, industrie en ondernemingen, jeugdverenigingen, ... in samenwerking met lokale besturen.

Betrek de gaming-, boeken-, media- en evenementensector hierbij, alsook musea en centra voor natuurwetenschappen en techniek.

(Groot)ouders en crèches kunnen evenzeer een bijdrage leveren.

Concrete suggesties:

- Maak binnen elke lokale gemeenschap één of meerdere veilige en toegankelijke plekken waar iedereen laagdrempelig toegang heeft tot info, onderzoek, technieken, materialen en gereedschappen. We denken hier aan **STEM-academies**, STEM-clubs, STEM-verenigingen maar ook maakbibliotheken, makerspaces & fablabs.
- Initieer, faciliteer en verruim de mogelijkheden voor **STEM-evenementen** zoals [STEM-festivals](#), een jaarlijks [STEM-gala](#), een STEM-eindejaarsconferentie, zaterdagsscholen zoals [TADA](#), [TALim](#) en [TAJO](#)... als inspirerende initiatieven voor [jong](#) en oud. Doe dit in samenwerking met tv-zenders, theaters en vakpers zoals EOS, New Scientist, Engineering Net en bestaande STEM-instellingen zoals Technopolis.
- Verruim de mogelijkheden om op alle leeftijden aan **STEM-onderzoek** te doen zoals een verdere opschaling van het initiatief rond '[Citizen Science](#)' of een nieuw initiatief rond 'Citizen Technology'.
- Verruim en herbekijk het aanbod van wetenschaps- en technologiecentra en musea voor **kinderen tussen 3 en 6 jaar**.
- Ga in gesprek en maak afspraken met uitgeverijen voor toegankelijke STEM-uitgaven voor alle leeftijden en overweeg het toekennen van een **STEM-boekenprijs**.
- Verruim het aanbod aan **STEM-games** voor jong en oud in samenwerking met de gaming sector en de gaming opleidingen in het hoger onderwijs.
- Maak (groot)ouders en crèches bewust dat **speelgoed** de interesse van kinderen stuurt. Bied dus zoveel mogelijk divers speelgoed aan op een niet-stereotype manier.
- Zorg voor **structurele en systematische communicatie**. Duid daarvoor een verantwoordelijke aan die de leiding neemt.
- Bepaal **duidelijke criteria en parameters** waaraan initiatieven moeten voldoen wanneer financiële incentives worden toegekend.

*“... Er zijn slechts twee manieren om te leven.
Een alsof niets een wonder is, de ander alsof alles een wonder is.”*

[Albert Einstein](#)

3) Verankeren – STEM begint in de kleuterklas

Een boom verankert het best in de bodem als hij geregeld voeding, water en zon krijgt.

Wat en waarom?

De afgelopen decennia is er een significante verschuiving opgetreden in de focus van onderwijscurricula, met een toenemende nadruk op de zogenaamde 21e-eeuwse vaardigheden. Deze verschuiving is onder andere ingegeven door veranderende arbeidsmarktbehoeften en steeds sneller evoluerende technologische ontwikkelingen. STEM-onderwijs speelt een belangrijke rol in het antwoord op die vraag.

Er is echter vastgesteld dat de nadruk op generieke vaardigheden ten koste kan gaan van de noodzakelijke domeinspecifieke kennis. De kritiek richt zich voornamelijk op de veronderstelling dat vaardigheden zoals kritisch denken en probleemoplossend vermogen los staan van inhoudelijke kennis, en dus losstaand aangeleerd kunnen worden. Recente consensus in onderwijspsychologie leert dat dergelijke vaardigheden grotendeels vakspecifiek zijn, moeilijk te transfereren en voortbouwen op solide kennis- en vaardigheidsfundamenten. We pleiten daarom voor een **vernieuwde aanpak van STEM onderwijs** waarbij op een gebalanceerde manier de afzonderlijke domeinen S, T, E en M en geïntegreerde STEM aan bod komen: **interdisciplinaire integratie met respect voor de eigenheid van de disciplines**. Dat zal leiden tot de juiste mix van domeinspecifieke, geïntegreerde en generische kennis en vaardigheden. Deze harmonieuze balans moet tot uiting komen in de bijhorende curricula.

Goed uitgebouwde **'Teacher Design Teams'** in alle scholen zijn een sleutelfactor daarvoor. In een geïntegreerde aanpak is het ook niet langer zinvol de benoeming van leerkrachten te koppelen aan één specifiek vak. Leerkrachten worden op die manier breder en op basis van hun eigen expertise interdisciplinair inzetbaar.

STEM-curricula bouwen niet alleen domeinspecifieke kennis op, ze versterken ook de generieke vaardigheden. Een solide basis in wiskunde, wetenschappen en techniek is cruciaal voor het ontwikkelen van geavanceerde vaardigheden en het begrijpen van complexe concepten en dat op alle niveaus van abstractie. Het is evident dat een systematisch opgebouwde kennisbasis het fundament vormt voor het ontwikkelen van kritisch denkvermogen en probleemoplossende vaardigheden. Het werkt motiverend dat **leerlingen hun groeiende kennis kunnen plaatsen in een bredere, meestal meer toegepaste context**. Omgekeerd kan **toepassing ook stimulerend werken om tot abstractie te komen**. Dit vereist een doordachte, spiraalvormige integratie van theoretische concepten en praktische toepassingen, waarbij leerlingen worden uitgedaagd om hun kennis toe te passen in realistische contexten, en dit vanaf onze kleuters. Omgekeerd kan een praktische uitdaging ook als aanleiding en motivatie gebruikt worden om meer fundamentele kennis en vaardigheden op te bouwen. Recent onderzoek onderlijnt ook het **belang van een sterke STEM-kennisbasis als factor voor [beter leesbegrip en verminderde kansenongelijkheid](#)**. Degelijk STEM-onderwijs strekt dus veel verder dan het STEM-domein alleen. Het is ook onontbeerlijk bij niet-STEM-beroepen. **Zo geeft STEM ruimere kansen in het leven.**

De rol van de leraar is cruciaal in dit proces. Vooral het omgaan met het interdisciplinaire aspect van STEM-onderwijs vereist voortdurende **professionalisering**. Dit memorandum beveelt daarom aan om te investeren in professionaliseringstrajecten, gericht op het versterken van zowel **vakkennis, didactische als interdisciplinaire vaardigheden**. Door leraren te voorzien van de nodige hulpmiddelen en kennis, en samenwerkingskansen, kunnen zij op hun beurt een stimulerende leeromgeving creëren die leerlingen voorbereidt op de uitdagingen van de toekomst. We brengen leraren zelf in een interdisciplinaire samenwerkende context. De kennis en vaardigheden die ze daarin verwerven, kunnen ze dan zelf verder uitdragen.

Om hun leerlingen beter te inspireren, is het opdoen van **praktijkervaring buiten de schoolmuren** voor alle leraren essentieel. Het opzetten van samenwerkingsverbanden met bedrijven en andere partners biedt niet alleen waardevolle inzichten en expertise, maar

versterkt ook de relevantie van het STEM-onderwijs en de toekomstige carrièremogelijkheden voor studenten. Het vergroot de horizon en kennis van zowel leraren als studenten en draagt bij aan een beter voorbereide en gemotiveerde generatie toekomstige professionals. Scholen moeten gestimuleerd worden om vlot in te spelen op lokale samenwerkingsverbanden en opportuniteiten die de kwaliteit van de leeromgeving naar een hoger niveau tillen. **Werkplekieren, gastleraren en andere soorten samenwerkingsverbanden** tussen bedrijven en scholen zijn de bouwstenen hiervoor. Om dit mogelijk te maken moet de overheid in soepele wettelijke kaders voorzien.

Welke systeemfouten?

Het concept STEM wordt niet eenduidig geïnterpreteerd. Vaak wordt de integratie stiefmoederlijk - of helemaal niet - meegenomen. Ofwel ontbreekt de S en de M, ofwel de T en de E.

De logische leerlijn en de interdisciplinaire integratie, van kleuterklas naar einde secundair zijn onvoldoende verankerd.

Het arbeidsmarktgericht onderwijs zit in het slop.

Het statuut van de leerkracht en de wettelijke kaders voor samenwerking tussen scholen en de buitenwereld laten onvoldoende ruimte voor de noodzakelijke vernieuwde aanpak.

Wie?

We verwachten dat scholen (zowel directies als leerkrachten), lerarenopleidingen, vakverenigingen, curriculumontwerpers, overheid/DO&V en AHOVOKS (minimumdoelen), onderwijsnetten en vakbonden zich gezamenlijk en constructief hierover buigen.

Concrete suggesties:

- Zorg voor een evenwichtige benadering van STEM-curricula, met zowel generieke als domeinspecifieke kennis en vaardigheden. Zorg ervoor dat de afzonderlijke domeinen S, T, E en M en geïntegreerde STEM aan bod komen: **interdisciplinaire integratie met respect voor de eigenheid van de disciplines**. In Vlaanderen is veel kennis en ervaring hierrond opgebouwd ([STEM voor de Basis](#), [iSTEM](#), [Big Ideas Great STEM](#), [Expertisecentrum Onderwijs en Leren](#)).
- Ontwikkel **logische leerlijnen**, onderbouwd door wetenschappelijke kaders en praktijkervaring.
- Installeer goed uitgebouwde **'Teacher Design Teams'** in alle scholen of in een scholengroep als een sleutelfactor voor meer harmonieuze schoolcurricula.
- Zet STEM-leraren in op basis van hun expertise ipv in functie van slechts 1 vak. Dat vraagt een **versoepeling van de regelgeving** rond inzetten en benoemen van leraren.
- Investeer meer in **professionaliseringstrajecten** voor STEM-leraren gericht op het versterken van zowel vakkennis, didactische als interdisciplinaire vaardigheden. Praktijkervaring buiten de schoolmuren voor alle leraren is essentieel. **Samenwerkingsverbanden** met bedrijven en andere partners bieden waardevolle inzichten en expertise, en versterken de relevantie van het STEM-onderwijs en de toekomstige carrièremogelijkheden voor leerlingen.
- Ontwikkel een **vernieuwde visie op arbeidsmarktgericht onderwijs**. Gebruik de kennis en ervaring die we vandaag in Vlaanderen al hebben opgebouwd. Kijk ook naar modellanden, zoals Zwitserland en Duitsland, en naar initiatieven in landen zoals Zweden ([Teknikcollege](#)) en Nederland ([Practoraten](#)) waar momenteel een omslag wordt gemaakt waaruit veel te leren valt.
- Stimuleer scholen om vlot in te spelen op lokale samenwerkingsverbanden en opportuniteiten die de kwaliteit van de leeromgeving naar een hoger niveau tillen. Werkplekieren, gastleraren en andere soorten samenwerkingsverbanden tussen bedrijven en scholen zijn de bouwstenen hiervoor. Om dit mogelijk te maken zijn **soepele wettelijke kaders** nodig.

4) Verwortelen – STEM in economie en samenleving

De symbiose van een gezond “Wood Wide Web”.

Wat en waarom?

Regionale matchmaking binnen het lokale ecosysteem, tussen bedrijven, onderwijs- en opleidingscentra, STEM-vrijtijdsinitiatieven en lokale overheden kan vraag- en aanbod beter op elkaar afstemmen. Die verbindingen kunnen ook in de nieuwe visie op het arbeidsmarktgericht onderwijs (zoals aangegeven in aanbeveling 3) en levenslang leren worden gekaderd.

Zoals bewezen door het succes van modellanden zoals Duitsland, Zwitserland of Zweden, biedt dat een concrete oplossing voor het tekort aan STEM-talent. Zo worden de kansen en de uitdagingen binnen de lokale samenleving bottom-up en effectiever op elkaar afgestemd, wat resulteert in duurzamere groei en welvaart, en geëngageerde burgers.

Welke systeemfout?

Er is (nog steeds) een structureel tekort aan STEM-talent in economie en samenleving.

Wie?

Quadruple helix:

- Economische actoren en vertegenwoordigers: bedrijven, sectorfederaties, vakbonden, ...
- Onderwijs- en vormingsactoren: scholen (netoverschrijdend!), universiteiten en hogescholen, opleidingscentra, CLB's, RTC's, CVO's, ...
- Overheden: gemeentebesturen
- Burgermaatschappij en vrijetijdsactoren: STEM-academies, maakbibs, fablabs en makerspaces, ...

Concrete suggesties:

- Richt op een **holistische aanpak**. Maak maximaal gebruik van bestaande structuren, bvb. lokaal actieve werkgevers- en werknemersorganisaties, RTC's e.d.
- Gebruik **bestaande succesvolle modellen** zoals [Teknikcollege](#) die via regionale matchmaking lokale overheid, onderwijsactoren en werkgevers/werknemers met elkaar verbindt en zo de vraag- en aanbodzijde op elkaar afstemt. Andere inspirerende voorbeelden zijn het [Neteland-initiatief](#) dat een STEM-partnerschap met vrije-tijdsinitiatieven, scholen, bedrijven en lokale overheden creëert; stages voor leerkrachten in bedrijven zoals [STint Ierland](#); teach the teacher-aanpak zoals [Dwengo](#).
- Erken het **belang van KMO's** in deze samenwerking en behandel ze met evenveel, zo niet meer, prioriteit als grotere bedrijven.
- Ontwikkel samen met onderwijs- en opleidingscentra **curricula en trainingsmodules afgestemd op de specifieke behoeften van de regio**.
- Stel een **robuust feedbackmechanisme** in om de effectiviteit van de matchmaking en samenwerkingsinitiatieven te meten.
- Stimuleer en **beloon samenwerking** met structurele incentives (bvb. O&O vrijstelling, kaderconvenanten, bedrijfsinfrastructuur voor scholen, ...).
- Investeer in **structurele en systematische communicatie** aan de hand van inspirerende voorbeelden om bewustzijn te creëren en de boodschap van 'Verwortelen' ingang te doen vinden, bvb. door ze te koppelen aan de [duurzame ontwikkelingsdoelstellingen van de VN](#) of de [transitiedomeinen](#). Think global, act local!
- Benader elke regio op basis van zijn unieke behoeften; de behoeften van een landbouwregio zullen verschillen van die van een havenregio. Wees **soepel** in benadering, wat werkt voor één regio is mogelijk niet geschikt voor een andere.

*"In nature, those that resist evolution become extinct.
If we cannot evolve ourselves, our businesses and our institutions,
we will end up like the dinosaurs.
And we cannot transform our systems unless we transform our mindsets."*

Leen Gorissen
[Natural Intelligence](#)



Wat verwachten we van de politiek?

Voor de Vlaamse regeerperiode 2024-2029:

1. **Communiqueer** stelselmatig over de grote nood aan / kansen voor STEM-profielen, STEM-leraren, STEM-opleidingen, ... ondersteund door een **campagneplan** (cfr. taalactieplan) en verwerk die nood in uw beleid met oog voor de vermelde **4 basisprincipes**.
2. **Koppel** het STEM-beleid systematisch **aan maatschappelijke uitdagingen** zoals circulaire economie, milieu, klimaat, energie, mobiliteit, gezondheid en digitalisering. Een goed voorbeeld is de vraag naar 'green skills' en 'digitale vaardigheden' in jobs en opleidingen.
3. **Versterk initiatieven** zoals STEM-academies, Technopolis, de wetenschaps- en technologievoorlichting, en betrek de gaming-, boeken-, media- en evenementensector hierbij.
4. Stimuleer een **vernieuwde aanpak** van het **STEM-onderwijs** in onze scholen, incl. een vernieuwde visie - die van onderuit moet groeien - op het **arbeidsmarktgericht** onderwijs, met daarin een belangrijke rol voor de leraren via **Teacher Design Teams** e.d. Gebruik daarbij de kennis en ervaring die we vandaag in Vlaanderen al hebben opgebouwd en gebruik ook de kennis en ervaring van modellanden, zoals Zwitserland, Duitsland, Zweden (Technikcollege) en Nederland (Practoraten). **Versoepel** daarvoor het **statuut van de leraren** en de regelgeving rond samenwerking onderwijs - bedrijven.

SENSE OF URGENCY!

- Hoe het tekort aan technici en IT'ers aanpakken?
- Jobat 21 juni 2023
- Het lerarentekort in Vlaanderen blijft sterk groeien. "Het zijn nog altijd de vakken Frans, Nederlands, wiskunde en technische vakken waar het tekort het scherpst is", klinkt het bij VDAB.
- VRT NWS 9 oktober 2023
- Vlaming vertrouwt de wetenschap, maar wantrouwt wetenschappers
- De Standaard 22 april 2023
- Wetenschap en techniek minder populair in onderwijs
- De Tijd 11 april 2023
- "Als Vlaamse tekort aan technisch geschoolden blijft, gaan bedrijven naar het buitenland trekken"
- Business AM 13 april 2023
- Wachtlijsten voor technisch en beroepsonderwijs
- De Tijd 23 augustus 2023
- "Te weinig leerkrachten voor STEM-onderwijs? Laat bedrijven zelf het initiatief nemen"
- Knack 26 augustus 2023

Bibliografie

Waarom investeren in STEM?

STEM4EXPERTS

7 Transformaties. (z.d.). Agoria. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.agoria.be/nl/7-transformaties>

Coen, A. D. (2018). *Techniek 10 jaar later: Loopbaanpaden en –uitkomsten van STEM-studenten*. IDEA Consult.

Knelpuntberoepen 2023. (z.d.).

Populariteit STEM-richtingen neemt af: ‘Bedrijven kijken naar het buitenland, ze vinden bij ons het talent niet meer’. (2023, april 11). De Tijd.

<https://www.tijd.be/politiek-economie/belgie/vlaanderen/populariteit-stem-richting-en-neemt-af-bedrijven-kijken-naar-het-buitenland-ze-vinden-bij-ons-het-talent-niet-meer/10459751.html>

Skills roadmap voor de Vlaamse klimaattransitie. Focus op de energie.... (z.d.).

[www.vlaanderen.be](https://www.vlaanderen.be/publicaties/skills-roadmap-voor-de-vlaamse-klimaattransitie-focus-op-de-energie-intensieve-sectoren-2020-2035). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.vlaanderen.be/publicaties/skills-roadmap-voor-de-vlaamse-klimaattransitie-focus-op-de-energie-intensieve-sectoren-2020-2035>

Statistics | Eurostat. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/EDUC_UOE_GRAD04/default/table?lang=en

Verkennd onderzoek en aanbevelingen rond de talentnoden van de farmaceutische industrie—Februari 2023. (2023, juni 6). FOD Economie.

<https://economie.fgov.be/nl/publicaties/verkennd-onderzoek-en-0>

Wilde, B. D. (2023, mei 31). *“Die van beroeps”*. Klasse.

<https://www.klasse.be/633961/die-van-beroeps/>

STEM4SOCIETY

De nieuwe EDUbox Gezondheid neemt je mee op reis door d. (2022, september 28).

<https://www.itg.be/en/health-stories/press-releases/edubox-gezondheid-reis-door-de-gezondheidszorg>

Gezond op reis. (2023, december 12). <https://www.wanda.be/nl/>

WikiTropica. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://wikitropica.org/>

STEM4ALL

Barometer Digitale Inclusie 2022. (z.d.). Koning Boudewijnstichting. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://kbs-frb.be/nl/barometer-digitale-inclusie-2022>

PISA 2022. (z.d.). Vakgroep onderwijskunde, PISA. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.pisa.ugent.be/resultaten/pisa-2022>

TIMSS studies | Trends in International Mathematics and Science Study | Universiteit Antwerpen. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van

<https://www.uantwerpen.be/nl/projecten/timss-vlaanderen/studies/2019-repeat/>

Vlaamse resultaten. (z.d.). Vakgroep onderwijskunde, PISA. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.pisa.ugent.be/resultaten/pisa-2018/vlaamse-resultaten>

STEM4LIFE

Schell, H. (2023, april 30). *Which Jobs Will Be Most Impacted by ChatGPT?*

<https://www.visualcapitalist.com/cp/which-jobs-artificial-intelligence-gpt-impact/>

De 4 basisprincipes

Maatschappelijke relevantie van STEM

- European Year of Skills 2023.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-year-skills-2023_en
- Hey That's Me.* (z.d.). Agoria. Geraadpleegd 14 december 2023, van <http://https%253A%252F%252Fheythatsme.be%252F>
- McKinsey Technology Trends Outlook 2023 | McKinsey.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech>
- STEM | Umicore België.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.umicore.be/nl/jobs/stem/>
- Tekort aan arbeidskrachten: 'Aan handen en voeten ontbreekt het niet'.* (z.d.). Radio 1. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://radio1.be/luister/select/de-ochtend/tekort-aan-arbeidskrachten-aan-handen-en-voeten-ontbreekt-het-niet>
- The twin green & digital transition: How sustainable digital technologies could enable a carbon-neutral EU by 2050 - European Commission.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/twin-green-digital-transition-how-sustainable-digital-technologies-could-enable-carbon-neutral-eu-2022-06-29_en
- Twijfels rondom profiel- en studiekeuze: Een onderzoek naar essentiële factoren.* (z.d.). Jet-Net. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://jet-net.nl/kennisbank/twijfels-rondom-profiel-en-studiekeuze-een-onderzoek-naar-essentielle-factoren/>
- VUB-rector Jan Danckaert: 'Ik voel me soms verweesd zonder Pauwels en De Knop'.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.bruzz.be/onderwijs/vub-rector-jan-danckaert-ik-voel-me-soms-verweesd-zonder-pauwels-en-de-knop-2023-08-07>

De STEM-connectiviteit/ Inter/multidisciplinariteit

- Hafni, R. N., Herman, T., Nurlaelah, E., & Mustikasari, L. (2020). The importance of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education to enhance students' critical thinking skill in facing the industry 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 042040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042040>
- Wemel, D., Vandekerckhove, W., & Vrijssen, H. (2019). *Onderwijs voor interdisciplinair samenwerken. Een kader voor VIVES*. Retrieved October 28, 2019, from VIVES website: [https://www.ino2.be/presentaties/2019/LNO2_\(congres_2019_VIVES_David_Wemel_Interdisciplinair_samenwerken.pdf\)](https://www.ino2.be/presentaties/2019/LNO2_(congres_2019_VIVES_David_Wemel_Interdisciplinair_samenwerken.pdf))
- Davies, M., & Devlin, M. (2007). *Interdisciplinary higher education: Implications for teaching and learning*.
- Holley, K. A. (2017). Interdisciplinary Curriculum and Learning in Higher Education. *Oxford Research Encyclopedia of Education*. https://www.academia.edu/33279067/Interdisciplinary_Curriculum_and_Learning_in_Higher_Education_Oxford_Research_Encyclopedia_of_Education

Interdisciplinair onderwijs aan Hogeschool VIVES - Ontwerpkader voor opleidingen, praktijkvoorbeelden en succesfactoren/uitdagingen. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van https://www.themahogeronderwijs.org/110-2827_h1-Interdisciplinair-onderwijs-aan-Hogeschool-VIVES-h1

Jones, C. (2009). *Interdisciplinary Approach—Advantages, Disadvantages, and the Future Benefits of Interdisciplinary Studies.* 7.

Spelt, E. J. H., Biemans, H. J. A., Tobi, H., Luning, P. A., & Mulder, M. (2009). Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review. *Educational Psychology Review*, 21(4), 365-378. <https://doi.org/10.1007/s10648-009-9113-z>

Street, F. (2014, maart 7). *The Universe in a Glass of Wine.* Farnam Street. <https://fs.blog/richard-feynman-universe-wine/>

van Wessel, T., & Kleinhans, M. G. (z.d.). *Wetenschappelijk onderzoek en technologie vertalen naar onderzoekend en ontwerpend leren.*

Verbindende STEMOOV-concepten. (z.d.). STEMOOV. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://stemoov.weebly.com/verbindende-stemoov-concepten.html>

Inclusie

Buhnova, B. (z.d.). *Beyond Classroom: Making a Difference in Diversity in Tech.*

Corbett, C. (2015). *Solving the equation: The variables for women's success in engineering and computing.* AAUW.

Decolonising AI. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <http://lcfi.ac.uk/projects/ai-narratives-and-justice/decolonising-ai/>

Ella the Engineer in The Big Hack. (z.d.). The Ella Project. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.theellaproject.com/thebighack>

Ending workplace isolation for women | McKinsey. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.mckinsey.com/featured-insights/gender-equality/one-is-the-loneliest-number>

Geldof, D. (2013). *Superdiversiteit: Hoe migratie onze samenleving verandert /.* Acco., *Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests | Science.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aah6524>

Houtte, M. V., & Bouwen, I. B. (z.d.). *SAMENSPEL TUSSEN GEZIN EN SCHOOL.* <https://www.vhto.nl/>. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.vhto.nl/>

Interview cocky booi. (z.d.). Dag van de Vrouwen. Geraadpleegd 14 december 2023, van <http://www.dagvandevrouwen.nl/interviews/cocky-booi-vhto/>

Invisible Women | Caroline Criado Perez. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://carolinecriadoperez.com/book/invisible-women/>

Keynotes | Elke Jeurissen. (z.d.). Elkejeurissen. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.elkejeurissen.com>

Outputs – Gender SensED. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://gendersensed.eu/outputs/>

Reglement – Girls leading in science. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://girlsleadinginscience.be/nl/voorselectie/>

- Robbert Dijkgraaf: 'Iedereen moet ruimte krijgen om een eigen pad te bewandelen'* | NWO. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.nwo.nl/robert-dijkgraaf-iedereen-moet-ruimte-krijgen-om-een-eigen-pad-te-bewandelen>
- Statistics | Eurostat*. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_sks_itps/default/table?lang=en
- Televisie en sociale media met vrouwen in niet-stereotiepe beroepen spelen positieve rol bij beeldvorming jongeren*. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.mediapuntvlaanderen.be/onderzoekfiches/roldoorbrekende-beroepen-mannen-vrouwen-sterke-invloed-adolescenten-sociale-media-televisie>
- The Early Catastrophe*. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://expertisecentrumkinderopvang.nl/bibliotheek/bronnen/the-early-catastrophe>
- Tyler-Wood, T., Ellison, A., Lim, O., & Periathiruvadi, S. (2012). Bringing Up Girls in Science (BUGS): The Effectiveness of an Afterschool Environmental Science Program for Increasing Female Students' Interest in Science Careers. *Journal of Science*, 21, 46-55. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9279-2>
- Women in tech in Europe | McKinsey*. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/women-in-tech-the-best-bet-to-solve-europes-talent-shortage#/>
- European Commission. Directorate General for Education, Youth, Sport and Culture. & European Expert Network on Economics of Education (EENEE). (2021). *Gender gaps in education: Evidence and policy implications*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/40099>
- Visie 2050. Een langetermijnstrategie voor Vlaanderen. Geraadpleegd 5 januari 2024, <https://www.vlaanderen.be/publicaties/visie-2050-een-langetermijnstrategie-voor-vlaanderen>

Aanbevelingen

Vertellen – van 0 tot 100 jaar

- BOEKEN*. (z.d.). ANGELIQUE VAN OMBERGEN. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.angeliquevanombergen.com/boeken.html>
- Da's Geniaal!* (z.d.). Da's Geniaal! Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://dasgeniaal.be/>
- Dit Doe Ik*. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.ditdoeik.nl/>
- Grissmer, D., White, T., Buddin, R., Berends, M., Willingham, D., DeCoster, J., Duran, C., Hulleman, C., Murrah, W., & Evans, T. (2023). A Kindergarten Lottery Evaluation of Core Knowledge Charter Schools: Should Building General Knowledge Have a Central Role in Educational and Social Science Research and Policy? In *EdWorkingPapers.com*. Annenberg Institute at Brown University. <https://edworkingpapers.com/ai23-755>
- Homepage—Women in Data Science*. (z.d.). WiDS Worldwide. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.widsworldwide.org/>

InspiringFifty Belgium. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://tmt.knect365.com/eql-her/inspiringfifty-belgium/>

STEM Ambassadors. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.stem.org.uk/stem-ambassadors>

STEM Ondernemers voor de Klas editie 2023. (2023, december 14). *Vlaamse Jonge Ondernemingen*. <https://www.vlajo.org/evenementen/2023/03/20/1420-stem-ondernemers-voor-klass-editie-2023>

Televisie en sociale media met vrouwen in niet-stereotiepe beroepen spelen positieve rol bij beeldvorming jongeren. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.mediapuntvlaanderen.be/onderzoekfiches/roldoorbrekende-beroepen-mannen-vrouwen-sterke-invloed-adolescenten-sociale-media-televisie>

Unesco | Een pleidooi voor inclusieve wetenschapscommunicatie. (2022, juli 11). <https://www.unesco.nl/nl/artikel/een-pleidooi-voor-inclusieve-wetenschapscommunicatie>

Word jij een van onze STEMfluencers. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <http://www.stemfluencers.be/>

Verwonderen – STEM gebeurt niet alleen op school

Amai! (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://amai.vlaanderen/>

België-Vlaamse-gemeenschap:Educatieve richtlijnen voor kinderen jonger dan 2.5 jaar. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/nl/national-education-systems/belgium-flemish-community/belgie-vlaamse-gemeenschapeducatieve>

Coollest Projects Belgium – Coolest Projects Belgium. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://coolestprojects.be/en/home-en/>

EOS Wetenschap. (z.d.). EOS Wetenschap. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.eoswetenschap.eu/>

Expertisecentrum Kinderopvang. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://expertisecentrumkinderopvang.nl/onderwerpen/bs>

Full proof—Over Full Proof. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://hetklokhuis.nl/dossier/91/full-proof>

Gala van de Wetenschap 2023. (z.d.). Internationaal Theater Amsterdam. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://ita.nl/nl/voorstellingen/gala-van-de-wetenschap-2023/3456942/>

Hét verschil voor meer dan 1800 kwetsbare ketjes. (z.d.). TADA. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.tada.brussels/>

Home | Engineeringnet. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://engineeringnet.be/nl/>

Kennis- en netwerkorganisatie voor maakplaatsen. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://maakbib.be/>

Module: Engaging Children in STEM. (z.d.). Resources for Early Learning. Geraadpleegd 14 december 2023, van <http://resourcesforearlylearning.org/educators/module/20/16/>

Nerdland Festival. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.nerdlandfestival.be/nl/>

New Scientist | Science news, articles, and features. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.newscientist.com/>

Open Education: Interdisciplinary learning-working projects. (z.d.). OnePlanet Research Center. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.oneplanetresearch.nl/doelgroep/open-education/>

Pedagogische kaders & curriculum. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://expertisecentrumkinderopvang.nl/bibliotheek/pedagogische-kaders>

Robocup Junior. (z.d.). Robocup Junior. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.robocupjunior.be/>

Scivil |. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.scivil.be/>

STEM-academies | VLAIO. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.vlaio.be/nl/vlaio-netwerk/stemvlaio/stem-academies/stem-academies>

TALim—Talenten Academie Limburg. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.talim.be/>

Vervoort, Y. (z.d.). *Crèche is meer dan 'handige opvang'.*

Verankeren – STEM begint in de kleuterklas

Een kader voor het STEM onderwijs. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://bigideasgreatscience.wordpress.com/>

Brod, G. (2021). Toward an understanding of when prior knowledge helps or hinders learning. *Npj Science of Learning*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00103-w>

Building Background Knowledge in Science Improves Reading Comprehension | Harvard Graduate School of Education. (2023, maart 31). <https://www.gse.harvard.edu/ideas/usable-knowledge/23/03/building-background-knowledge-science-improves-reading-comprehension>

De 7 werelden van techniek. (z.d.). Platform Talent voor Technologie. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.ptvt.nl/artikel/de-7-werelden-van-techniek>

Does Explorify support better primary science teaching? (2020, september 21). Wellcome. <https://wellcome.org/reports/primary-science-teaching-improving>

Early Years and Explorify. (z.d.). Explorify. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://explorify.uk/blog/early-years-and-explorify>

Evidence-based Solutions to Teacher Shortages. (z.d.). EENEE. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://eenee.eu/en/resources/library/tackling-teacher-shortages/>

För svensk industris framtid | Teknikcollege. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://teknikcollege.se/>

General Council. (z.d.). Antwerp Management School. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.antwerpmanagementschool.be/en/about-ams/general-council>

iSTEM • Jouw partner voor STEM in het secundair onderwijs. (z.d.). iSTEM. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.istem.be/>

Kim, J. S., Burkhauser, M. A., Relyea, J. E., Gilbert, J. B., Scherer, E., Fitzgerald, J., Mosher, D., & McIntyre, J. (2023). A longitudinal randomized trial of a sustained content literacy intervention from first to second grade: Transfer effects on students' reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 115(1), 73-98. <https://doi.org/10.1037/edu0000751>

Lieke, L. (z.d.). *Professionaliseren en innoveren via Teacher Design Teams.*

Ondernemend Onderwijs | VLAIO. (2023, december 8). <https://www.vlaio.be/nl/vlaio-netwerk/ondernemend-onderwijs>

- Onderwijs en Leren | Thomas More.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://thomasmore.be/nl/expertisecentrum-onderwijs-en-leren>
- Practoraten.nl – Platform voor praktische innovatie.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.practoraten.nl/>
- Renkl, A. (2018). *Scientific Reasoning and Argumentation* (pp. 194-200). <https://doi.org/10.4324/9780203731826-11>
- Scheerens, J., van der Werf, G., & de Boer, H. (2020). *Soft skills in education: Putting the evidence in perspective.* Springer International Publishing, part of Springer Nature 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-54787-5>
- Stem voor de basis.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.arteveldehogeschool.be/stemvoordebasis/>
- STEM-concepten • iSTEM. (z.d.). *iSTEM.* Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.istem.be/evenement/stem-concepten/>
- Teacher Design Teams.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.teacherdesignteam.be/>
- The Early Catastrophe.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://expertisecentrumkinderopvang.nl/bibliotheek/bronnen/the-early-catastrophe>
- Tricot, A., & Sweller, J. (2013). Domain-Specific Knowledge and Why Teaching Generic Skills Does Not Work. *Educational Psychology Review*, 26. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9243-1>
- VUB lanceert 7de ASO jaar op campus voor scholieren met STEM-talent.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://press.vub.ac.be/vub-lanceert-7de-aso-jaar-op-campus-voor-scholieren-met-stem-talent>
- Wan, Z. H., Jiang, Y., & Zhan, Y. (2021). STEM Education in Early Childhood: A Review of Empirical Studies. *Early Education and Development*, 32(7), 940-962. <https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1814986>
- Willingham, D. T. (z.d.). *Occasional Paper Series: How to Teach Critical Thinking.*

Verwortelen – STEM in economie en samenleving

- Be The Change.* (z.d.). Agoria. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.agoria.be/nl/diensten/expertise/talent/be-the-change/be-the-change>
- Campus 19.* (z.d.). 19. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://campus19.be/nl/homepage-nl/>
- Competentieprognoses: Het resultaat van 3 oproepen van Europa WSE.* (z.d.). www.vlaanderen.be. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.vlaanderen.be/kennisplatform-departement-werk-en-sociale-economie/nieuws/competentieprognoses-het-resultaat-van-3-oproepen-van-europa-wse>
- Dekocker, V. (2022, februari 25). *Duaal leren: “Niet noodzakelijk meer middelen, wel meer flexibiliteit en minder strenge regelgeving nodig”.* Agoria. <https://www.agoria.be/nl/standpunten/vlaanderen/duaal-leren-niet-noodzakelijk-meer-middelen-wel-meer-flexibiliteit-en-minder-strenge-regelgeving-nodig>
- Dwengo vzw.* (z.d.). Dwengo website for teachers. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.dwengo.org/>
- ENLIGHT.* (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://enlight-eu.org/university-about-us/about-enlight>

FAQ | *Teknikcollege*. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://teknikcollege.se/faq>

För svensk industris framtid | *Teknikcollege*. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://teknikcollege.se/>

Infrastructuuraanbod Onderwijs. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://infrastructuuraanbod-onderwijs.vdab.be/index.html>

Maniquet, F. (2022, juni 28). *Industrie tevreden met oprichting STEM-loket voor bedrijven* [Text]. Fevia. <https://www.fevia.be/nl/pers/industrie-tevreden-met-oprichting-stem-loket-voor-be-drijven>

Natural Intelligence. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.goodreads.com/book/show/54383076-natural-intelligence>

NETELAND "STEM-land" – Neteland. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://regioneteland.be/strategie-en-organisatie/stem/>

Olgati, J. (z.d.). STEM project CanSat—In detail. *ESERO Belgium*. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://eserobelgium.be/index.php/nl/met-cansat-wordt-u-een-ruimtewetenschapper-of-ingenieur/>

Open Education: Interdisciplinary learning-working projects. (z.d.). OnePlanet Research Center. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.oneplanetresearch.nl/doelgroep/open-education/>

Oproep: Excellentiefonds. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://onderwijs.vlaanderen.be/nl/onderwijspersoneel/van-basis-tot-volwassenen/onderwijs/lespraktijk/excellentiefonds/oproep-excellentiefonds>

Rodrik, D. (2023, juli 7). *Focus on Productivity, Not Technology* | by Dani Rodrik. Project Syndicate. <https://www.project-syndicate.org/commentary/ai-technological-innovation-does-not-necessarily-raise-productivity-living-standards-by-dani-rodrik-2023-07>

Stem teacher internships. (z.d.). STEM Teacher Internship Programme. Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://stemteacherinternships.ie/>

STEM-leerkracht—Micro-credential | *Erasmushogeschool Brussel*. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.erasmushogeschool.be/nl/opleidingen/stem-leerkracht>

THE 17 GOALS | Sustainable Development. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://sdgs.un.org/goals>

Välkommen till Industrirådet! • Industrirådet. (z.d.). Industrirådet. Geraadpleegd 14 december 2023, van <http://industriradet2.bishop.se/>

Wat | VLAIO. (z.d.). Geraadpleegd 14 december 2023, van <https://www.vlaio.be/nl/vlaio-netwerk/clusterprojecten-de-transitieprioriteiten/>

SELFIE WBL scoping study: a potential role in linking companies and regional innovation with VET schools. Geraadpleegd 13 november 2023, van <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC134782>