

EXECUTIVE SUMMARY

Het letterwoord STEM is in onderwijsmiddelen ondertussen genoegzaam bekend. Maar ook voor andere stakeholders – zoals ondernemingen – is het belangrijk om hier de vinger aan de pols te houden.

De initiële uitdaging is al een paar decennia oud. Toen ontstond het debat naar aanleiding van het dalend aantal leerlingen in de nijverheidstechnische richtingen en de roep van de arbeidsmarkt om meer technisch geschoolden. Deze uitdaging heeft zich ondertussen tot een chronisch gegeven verpopt.

Hoewel er heel wat initiatieven rond STEM worden ontwikkeld, is de oorspronkelijke uitdaging zeker niet van de baan.

Daarom pleiten we voor voldoende regie om de veelheid aan STEM-initiatieven de nodige slagkracht te geven. Ook is er nood aan voldoende financiering. Zonder middelen lukt het niet.

Bovendien zijn er de afgelopen jaren een aantal heikele discussies ontstaan. We gaan dieper in op: STEM binnen ASO en de eerste graad, de T van technologie en/of techniek, en de potentiële vereniging van het algemeen vormende.

Inspiratienota 90 B september 2016

STEM in ons onderwijs, hype of noodzaak?

De jongste jaren beweegt er heel wat in het raakvlak tussen onderwijs en bedrijfsleven. Deze inspiratienota neemt de gelegenheid om een van deze evoluties te duiden, maar ook kritisch onder de loep te nemen: de STEM-opleidingen (Science, Technology, Engineering & Mathematics).

Voor heel wat mensen lijkt het tij gekeerd. Nu de STEM-initiatieven de laatste jaren als paddenstoelen uit de grond schieten, moeten we ons in de toekomst geen zorgen meer maken over een tekort aan technisch geschoolden. Maar is dit wel zo? Is het zo eenvoudig?

1. STEM?

STEM verwijst naar de internationale afkorting voor Science, Technology, Engineering & Mathematics. En slaat dus op een brede waaier aan beroepen en opleidingen. In een onderwijscontext gaat het heel specifiek om schoolvakken, leergebieden, opleidingen en studierichtingen op het gebied van exacte wetenschappen, techniek en technologie, en wiskunde, met inbegrip van ICT. Maar, zowel in de onderwijspraktijk als daarbuiten, dekt STEM een vlag met vele ladingen.

Zo zijn er de STEM-academies die het aanbod clusteren van meer dan 60 buitenschoolse STEM-activiteiten. De Vlaamse regering besliste begin dit jaar om er 160.000 euro in te investeren. De activiteiten van deze STEM-academies variëren van techniek- en programmeerclubs tot initiatieven rond natuurwetenschappen... Kinderen tussen 3 en 18 jaar maken er in hun vrije tijd kennis met technologie, IT en techniek. West-Vlaanderen bijvoorbeeld telt al een techniekacademie in iedere gemeente.

Verder hebben we de Techniekcoaches in het basisonderwijs. Maar er zijn ook de lerende netwerken rond STEM-didactiek in het basisonderwijs (STEM voor de basis) en het secundair (STEM@school). Ook in de lerarenopleiding staat STEM op de agenda.

Sinds dit schooljaar tellen we minstens een 50-tal secundaire scholen die in het eerste jaar met de optie STEM gestart zijn. Ze willen leerlingen aantrekken met een grote interesse voor wetenschappen en techniek. Het nijverheidstechnisch onderwijs vreest echter dat deze nieuwe optie in scholen met ASO-richtingen vooral hún leerlingen vi-seert en onder andere de sterke TSO-richtingen verzwakt.

Los van de potentiële trend of de noodzaak, is het dus verre van allemaal rozengeur en maneschijn. STEM roept heel wat vragen op. De uitdagingen en problemen die aan de basis van het STEM-verhaal liggen, zijn bovendien ook niet nieuw.

Effecten

Ondertussen gebeurde ook een eerste meting van de effecten ter zake. Uit de STEM monitor 2015 (een meting ten opzichte van het referentiejaar 2011-2012) blijkt dat de evoluties rond STEM enorm verschillen volgens onderwijsniveau en –vorm.

Er is een positieve evolutie merkbaar op het vlak van instroom, maar niet overal en niet in dezelfde mate. In het hoger onderwijs neemt het aantal STEM-studenten toe. In het secundair stijgt het aantal leerlingen STEM in ASO. In TSO is het beeld dual en in BSO is de instroom constant of dalend.

Het aandeel meisjes neemt toe, maar blijft over het algemeen lager dan het aandeel jongens. In TSO en BSO blijft het aandeel meisjes in STEM laag. Wel kiezen meer leerlingen met een STEM-studiebewijs voor een STEM-richting in het hoger onderwijs.

Voor conclusies over uitstroom is het nog te vroeg. Maar het is duidelijk dat we nog een lange weg te gaan hebben.

schooljaar	aantal leerlingen	aantal STEM	% STEM	% STEM vrouw
2006-2007	70.312	31.751	45,16%	27,59%
2007-2008	71.682	32.141	44,84%	27,32%
2008-2009	72.074	32.097	44,53%	27,65%
2009-2010	71.209	30.845	43,32%	27,51%
2010-2011	68.805	29.994	43,59%	27,40%
2011-2012	68.043	29.929	43,99%	28,43%
2012-2013	68.021	29.697	43,66%	29,38%
2013-2014	68.560	29.812	43,48%	29,68%

Figuur 1:

Instream leerlingen eerste leerjaar derde graad.

Bron: STEM-monitor-2015-indicatoren.

schooljaar	aantal studiebewijzen	% STEM studiebewijzen
2006-2007	57.235	45,87%
2007-2008	58.764	45,62%
2008-2009	60.033	45,20%
2009-2010	60.735	45,11%
2010-2011	60.230	43,87%
2011-2012	58.529	44,19%
2012-2013	58.084	44,61%

Figuur 2:

Gekwalificeerde STEM uitstroom (Studiebewijzen secundair onderwijs).

Bron: STEM-monitor-2015-indicatoren.

2. Waarom kwam STEM er?

De initiële uitdaging die mee aan de basis van het STEM-actieplan ligt, is al een paar decennia oud. Ruim 20 jaar geleden ontstond het debat naar aanleiding van het dalend aantal leerlingen in de nijverheidstechnische richtingen en de roep van de arbeidsmarkt om technisch geschoolden.

Deze uitdaging heeft zich ondertussen tot een chronisch gegeven verpopt. Door de doorgedreven automatisatie blijft er in alle sectoren een enorme vraag naar technisch geschoolde werknemers. Op de arbeidsmarkt is er momenteel een duidelijk structureel tekort aan exacte wetenschappers en technici. De knelpuntenlijst van 10.000 vacatures in de technische beroepen en bij de ingenieurs blijft al jaren constant. Het aantal afgestudeerde industriële ingenieurs is sinds 1986 zelfs met de helft gedaald. Bovendien zijn er duizenden openstaande vacatures voor digitale experts. Positief is alvast dat sinds 6 jaar het aantal professionele bachelors ICT toeneemt.

In 2014 werden door de VDAB 37.434 vacatures ontvangen voor STEM-beroepen, ten opzichte van 121.654 vacatures voor niet-STEM-beroepen. Eind mei 2015 waren er nog 9.290 openstaande vacatures voor STEM-beroepen, ten opzichte van 19.042 openstaande vacatures voor niet-STEM-beroepen.

Naarmate onze maatschappij, economie en technologie verder evolueerden, kwamen er de afgelopen jaren een aantal pijnpunten bij of werden de bestaande aangescherpt. De problematiek beperkt zich ondertussen niet alleen tot de instroom in het nijverheidstechnisch secundair onderwijs. Ook de wetenschappelijke en technologische richtingen in het hoger onderwijs kregen met dezelfde uitdaging te kampen. Daarnaast merkte men op dat de resultaten van de leerlingen, ook die van de sterkeren, op het vlak van bijvoorbeeld wiskunde, het afgelopen decennium toch een significante achteruitgang kenden. Bovendien toonde internationaal onderzoek aan dat de desinteresse bij jongeren voor wetenschappen en techniek zich voordoet in alle geïndustrialiseerde Europese landen. En in Vlaanderen gebeurt dat zelfs op relatief jongere leeftijd dan in andere landen. De leeftijden tussen 8 en 11 jaar blijken cruciaal voor de houding ten opzichte van STEM.

Het feit dat het STEM-actieplan op een achttal thema's inzet binnen drie duidelijke clusters (onderwijs, samenleving, en studie- en loopbaankeuze) bewijst duidelijk dat het geen eenvoudig verhaal is. Het STEM-gegeven zie je daarom ook opduiken in diverse onderwijsdiscussies: in verband met de mismatch tussen onderwijs en arbeidsmarkt, rond studiekeuze en oriëntering, de hervorming of modernisering van het secundair onderwijs...

3. Enkele heikele discussies toegelicht

Vandaag wordt op heel wat initiatieven de stempel STEM gedrukt. En dit vanaf het ogenblik dat er een component rond wiskunde, techniek of wetenschappen aan verbonden zit. In plaats van transparantie zorgt dat eerder voor meer onduidelijkheid. Graag lichten we een drietal heikele punten toe. Gaande van heel operationeel, praktisch tot meer algemeen beschouwend.

Het STEM-actieplan

De term STEM begon ongeveer vier jaar geleden aan haar inburgeringstraject in Vlaanderen, toen de Vlaamse regering, onder impuls van minister van Onderwijs Pascal Smet, het grootschalige STEM-actieplan of 'Actieplan voor het stimuleren van loopbanen in wiskunde, exacte wetenschappen, techniek en technologie 2012-2020' lanceerde.

Het STEM-actieplan wil volgende acht grote doelstellingen realiseren:

- ✓ het aanbieden van aantrekkelijk STEM-onderwijs;
- ✓ het versterken van leraren, opleiders en begeleiders;
- ✓ het verbeteren van het proces van studie- en loopbaankeuze;
- ✓ meer meisjes in STEM-richtingen en -beroepen;
- ✓ het inzetten op excellentie;
- ✓ het aanpassen van het opleidingsaanbod;
- ✓ het aanmoedigen van sectoren, bedrijven en kennisinstellingen;
- ✓ het verhogen van de maatschappelijke waardering van technische beroepen.

Ondertussen werden een aantal duidelijke, meetbare doelstellingen geformuleerd:

- ✓ Onze leerlingen moeten in de driejaarlijkse PISA-studies opnieuw de topresultaten behalen van enkele jaren geleden.
- ✓ Er is nood aan meer starters en afgestudeerden in STEM-opleidingen en richtingen die kampen met een tekort aan leerlingen/studenten, zowel in het secundair als in het hoger onderwijs.
- ✓ Minstens een derde van de leerlingen/studenten in een STEM-opleiding zijn meisjes.
- ✓ Extra aandacht voor opleidingen waarin meisjes nauwelijks vertegenwoordigd zijn.
- ✓ Meer leerlingen/studenten en arbeidskrachten in het STEM-domein, om beter tegemoet te komen aan de behoeften van de kennis-economie en de arbeidsmarkt.

3.1. STEM binnen ASO & de eerste graad?

Ten eerste blijft de praktische uitbouw van STEM in scholen met ASO-studierichtingen voor de nodige wrevet te zorgen. Het aanbieden van STEM-opties wordt door tegenstanders omschreven als een rekruteringsstool om met STEM enkel en alleen meer leerlingen te lokken. Waarbij na de eerste graad de leerlingen aldus binnen de muren van het ASO worden gehouden.

Sceptici halen aan dat die scholen ouders iets wijsmaken, gezien ze de infrastructuur en de geschikte leraren missen om alle domeinen van STEM op een correcte manier in te vullen. ASO-scholen hebben voldoende leraren wiskunde en wetenschappen in huis, maar missen dikwijls de nodige knowhow op het vlak van technologie en engineering, en is er geen band met de industrie.

Meer specifiek vreest men binnen het TSO voor het verdwijnen van de sterke richting Industriële Wetenschappen. Binnen het huidige studieaanbod combineert enkel deze TSO-studierichting alle facetten van STEM. Ze koppelt wiskunde van een voldoende hoog niveau aan wetenschappen en toegepaste wetenschappen binnen een context, en heeft aandacht voor engineering. Terwijl bijvoorbeeld in de abstraherende wiskundige-wetenschappelijke studierichtingen van het ASO enkel vanaf de 3de graad mechanica en elektriciteit aan bod komen en dan nog niet vanuit een technische probleemstelling.

Ook de Vlaamse Onderwijsraad (VLOR) vindt dat een STEM-optie in de eerste graad te ver gaat. In feite bestaat die niet. STEM wordt aangeboden binnen keuzegedeeltes. Daarom raadt de VLOR aan om in een eerste graad best ook niet te spreken over specialisatie, maar eerder van differentiatie.

Hoewel enkel een doorgedreven hervorming van het secundair onderwijs – waarbij de onderwijsvormen ASO/TSO/BSO grondig worden geherstructureerd – hier een oplossing kan bieden, lijkt momenteel de enige praktische oplossing erin te bestaan om te komen tot een grotere samenwerking tussen ASO- en TSO-scholen. Vooral binnen de eerste graad over deze onderwijsvormen en –besturen heen.

3.2. T van technologie en/of techniek?

Een tweede aandachtspunt is de T van STEM. Ook hier pleit de VLOR voor duidelijkheid. Buiten de officiële definitie om, staat de T soms voor Techniek en soms voor Technologie. De VLOR vraagt om consequent voor Techniek te kiezen en dit in het verlengde van de aanbevelingen van TOS 21.

Hiermee raken we het pijnpunt dat al de kop opstak van bij de publicatie van het actieplan in 2012. Namelijk het feit dat er veel te weinig aandacht gaat naar techniek. Of anders gezegd: er wordt te veel gefocust op technologie. Waardoor ook te weinig aandacht is weggelegd voor lagergeschoolde technische profielen. We moeten opletten niet in de val te trappen als zou STEM enkel maar focussen op jobs die aansluiten

bij de opleidingen in het hoger onderwijs. Focus op beroepsprofielen en technische profielen is en blijft een noodzakelijkheid.

De uitdaging betreffende de modernisering van het secundair onderwijs wordt er niet minder door. Hoe ervoor zorgen dat de sterke STEM-gerichte TSO-richtingen nog aantrekkelijker worden, ook voor meisjes? En hoe STEM aantrekkelijk maken binnen andere TSO-richtingen en BSO?

3.3. Verenging van het algemeen vormende?

Ten slotte is er de onderwijskundige discussie. Wordt STEM niet te veel gedreven door een instrumentele finaliteit (aansluiting vinden op de arbeidsmarkt), aangezwengeld door de noden van de bedrijfswereld (gebrek aan technisch geschoolden), waardoor het algemeen vormende karakter van ons onderwijs verengd wordt?

Natuurlijk moet er altijd vertrokken worden vanuit — samengevat — de vierledige opdracht van ons onderwijs:

- de jongeren leren om zich persoonlijk te ontwikkelen;
- de jongeren leren om deel te nemen aan de maatschappij van morgen;
- de jongeren leren om later aan het werk te kunnen;
- de jongeren meekrijgen om levenslang verder te kunnen leren.

Het is echter een vraag die in het STEM-kader al voor een stuk ondervangen wordt. Ik vat een aantal antwoorden hierop samen uit het STEM-kader.

- Onderwijs moet zo breed mogelijk inzetten op STEM en dit om maatschappelijke, economische en persoonsgebonden redenen. Want of het nu gaat om zorg, energievoorziening, bouw en industrie, ICT of voedselproductie, technologie is niet weg te denken.
- STEM wordt eerst en vooral als belangrijk beschouwd om vat te krijgen op de complexe uitdagingen van de samenleving en op de wetenschappelijke wereld waarin we leven. Want ons dagelijks leven wordt steeds verregaander bepaald door een stroom aan ontwikkelingen. Ons onderwijs moet kinderen toegang geven tot deze evoluties, maar terzelfdertijd ook hun passie en talenten aanwakkeren en hen goesting geven om zelf aan het roer te staan. Slim en dynamisch kunnen omgaan met wetenschap, techniek, engineering en wiskunde zijn onmisbaar om de uitdagingen van morgen aan te kunnen.
- En uiteraard is er een onderwijs-arbeidsmarktverhaal aan gekoppeld. Bedrijven vragen om meer afgestudeerden met een STEM-profiel. In onze snel evoluerende maatschappij vereisen de meeste jobs technische basiscompetenties. Via STEM kunnen meer jongeren gemotiveerd worden voor wetenschappelijke en technische studierichtingen en beroepen.

Maar er is meer. De VLOR wijst erop dat STEM-onderwijs op zichzelf vormend is. Onderzoeken van de National Science Board in de VS en de EU tonen aan dat, naast de invloed op het professionele leven, er ook een positieve invloed is op het persoonlijk functioneren van de jongeren: "STEM-competenties zijn essentieel binnen het 21ste-

eeuws denken en handelen, en STEM heeft een zeer brede finaliteit in het beroepsleven, direct en indirect.”

4. Is er voldoende geld ter beschikking: Nederland als voorbeeld?

De uitvoering van het STEM-actieplan kende niet echt een blitse start. Gelanceerd begin 2012 duurde het tot het najaar van 2013 vooraleer er van het sturend platform een aantal aanbevelingen kwamen. Bovendien waren er ook niet echt veel extra middelen voorzien om de loodzware ambities op een duurzame manier waar te maken. In Vlaanderen doet men het met een herverdeling van wat er is. Maar is dit wel voldoende voor dergelijke ambitieuze doelstellingen? Het verschil met de aanpak van onze noorderburen is groot.

Ook daar merkte men dat, ondanks alle initiatieven en plannen, het aantal technici niet snel genoeg toenam. Uit analyses van het Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt (ROA) bleek dat in Nederland op termijn jaarlijks 30.000 extra technici nodig zijn om in de groeiende behoefte aan technisch personeel te voorzien.

In juni 2012 werd in Nederland de stuurgroep Masterplan Bèta en Technologie aangeesteld. De langetermijnambitie van het masterplan (2025) is dat 40% (tegenover 25% in 2012) van alle afgestudeerden een bèta- en technologische opleiding heeft genoten. Als onderdeel van deze ambitie stelden de topsectoren zich tot doel om gedurende een langere periode minstens 40.000 bètatechnologische mensen per jaar extra aan te trekken door opleiding en zij-instroom.

De besprekingen resulteerden nog geen jaar later in het Nederlandse Techniekpact (13 mei 2013) tussen onderwijsinstellingen, werkgevers, werknemers, jongeren, topsectoren, regio's en de nationale overheid. Het Techniekpact (waarbij techniek ook slaat op technologie en bètawetenschappen) verenigt de ambities uit de bestaande plannen en initiatieven, maar wil die sneller (in 2020) en met meer daadkracht realiseren. Er werden 3 actielijnen uitgezet:

- Kiezen voor techniek: meer leerlingen kiezen voor een techniekopleiding.
- Leren in de techniek: meer leerlingen en studenten met een technisch diploma gaan ook aan de slag in een technische baan.
- Werken in de techniek: mensen die werken in de techniek behouden voor de techniek, en mensen met een technische achtergrond die met ontslag bedreigd worden of al langs de kant staan, elders inzetten in de techniek.

De uitvoering van het Techniekpact bestaat uit enerzijds 22 landelijke acties en anderzijds Techniekpacten en acties per regio. Daarnaast zijn er afzonderlijke beleidsprogramma's van de overheid en initiatieven uit de sector die werken aan de uitvoering van (of onderdelen van) het Techniekpact.

Om dit alles te realiseren werd bij onze noorderburen een investeringsfonds gecreëerd waarin de nationale overheid, de werkgevers en regio's ieder 100 miljoen euro stoppen om meer te kunnen investeren in publiek-private samenwerking in onderwijs in

de regio. Bedrijven doen dat door bijvoorbeeld personeel af te staan voor gastlessen, te investeren in gezamenlijke opleidingen of door technische installaties, werkplaatsen, laboratoria of machines beschikbaar te stellen...

5. De veelheid aan STEM-initiatieven: nood aan regie

Geleidelijk ontwikkelden zich in Vlaanderen de afgelopen jaren een aantal initiatieven. We noemden al de lerende netwerken, STEM-academies die zich buitenschools situeren, en de techniekcoaches voor het basisonderwijs.

5.1. Het bos en de bomen

Maar daarnaast blijven er — verspreid over het Vlaamse land — nog altijd tientallen aparte, niet gecoördineerde acties bestaan rond onder andere de promotie of andere aspecten van STEM. Deze gespreide slagorde komt natuurlijk de slagkracht van het actieplan niet ten goede. Daarom pleit ETION al jaren voor een regie ter zake. Er blijft nood aan een duidelijke focus. Stroomlijning in de wildgroei aan STEM-initiatieven dringt zich echt wel op. Het is voor ouders en leerlingen niet eenvoudig om hun weg te vinden in het zeer gevarieerde aanbod.

Eind vorig jaar is er vanuit het STEM-platform het initiatief genomen om een STEM-charter te lanceren. Dit charter wil iedereen verenigen (STEM-ambassadeurs) die wil getuigen hoe boeiend, zinvol en maatschappelijk belangrijk de STEM-elementen zijn. Het wil alle krachten bundelen uit de economische, sociale, wetenschappelijke, technologische en onderwijswereld om samen een wervend STEM-verhaal te schrijven.

Iedereen die momenteel bij STEM-initiatieven betrokken is, weet dat een versnipperd optreden het effect van acties — die nochtans eenzelfde doel nastreven — kunnen afzwakken. Het STEM-platform probeert dan ook via dit charter dergelijke versnippering tegen te gaan. Dit betekent stroomlijning van de initiatieven, kennisdeling, gezamenlijke communicatie... Het adagio daarbij is ook: "less is more", er is niet zozeer nood aan nieuwe initiatieven, maar wel aan de bundeling en versterking van wat goed loopt.

De ondertekenaars engageren zich om hun initiatieven pro STEM te versterken, te verruimen, te verbreden en te verdiepen, én ze op mekaar af te stemmen.

5.2. STEM-kader

Om tegemoet te komen aan de vele vragen over de toepassing van STEM in het onderwijs, ontwikkelde de Vlaamse Onderwijs Raad (VLOR) een instrument dat leraren en scholen helpt om kritisch te reflecteren over hun lespraktijk, visie en beleid. De VLOR maakte van dit reflectie-instrument een website: www.stemopschool.be.

Het Departement Onderwijs en Vorming publiceerde eind 2015 ook een STEM-kader met duidelijke principes en doelstellingen. Door de recente evoluties was er nood aan

Het STEM-platform

Het STEM-platform is een onafhankelijke groep die de STEM-stuurgroep en de Vlaamse regering adviseert over het STEM-actieplan.

De leden van het STEM-platform zijn aangesteld door de Vlaamse regering op basis van hun expertise en hun potentieel om een breed draagvlak te creëren. Zij zijn dus bereid hun kennis, ervaring en hun netwerk in te zetten om via het STEM-platform de beoogde doelstellingen te bereiken.

De leden van het STEM-platform (onder het voorzitterschap van Martine Tempels, senior vicepresident Telenet Mechelen) delen een gemeenschappelijke bezorgdheid: het te lage aantal jongeren dat interesse betoont voor STEM-opleidingen. Het platform werkt adviezen uit en stelt prioriteiten voor. De stuurgroep bekrachtigt die voor uitvoering.

een richtinggevend kader dat duidelijk maakt wat STEM-onderwijs in z'n verschillende dimensies inhoudt. Het kader wil niet enkel het bestaande enthousiasme rond STEM ondersteunen, maar ook verhelderen en verdiepen.

Het kader is een referentiepunt dat inzet op 'STEM-geletterdheid' (STEM voor iedereen) en op 'STEM-specialisatie', zowel op richtingen die voorbereiden op de arbeidsmarkt als op verdere studies. Het wil in de eerste plaats alle basis- en secundaire scholen die al inzetten op STEM of scholen die er méér over willen weten, een algemene leidraad geven of ervoor zorgen dat ze hun STEM-praktijk kunnen aftoetsen. Voor scholen die met vragen zitten, wil het kader helderheid scheppen en inzicht geven in de verschillende componenten van STEM.

Half april 2016 lanceerde minister Crevits de STEM-didactiek voor het basisonderwijs. Die werd ontwikkeld met de lerarenopleidingen, 60 basisscholen en de pedagogische begeleidingsdiensten. Deze didactiek vormt het fundament voor het Lerend Netwerk STEM van het basisonderwijs. Zo krijgen de leraren niet alleen een didactisch kader om STEM op een aantrekkelijke manier aan te bieden. Er is ook een documentendatabank met praktische tips. Aldus biedt het platform hulp om te werken aan de eindtermen 'Wetenschappen en Techniek'.

Referenties

HUYGHE, S., Onderwijs en arbeidsmarkt, een mismatch?, Beleidsnota 66, Wilrijk, VKW, 2013.

Op zoek naar evenwicht in het STEM-onderwijs voor toekomstige burgers en wetenschappers – aanbevelingen voor STEM curricula in Europa, Secure International Conference, Thomas More University College, Mechelen, 2013.

STEM-actieplan: www.ond.vlaanderen.be/stem/Beleidsdocumenten/STEM-actieplan.pdf

STEM-charter: <http://stemcharter.be>

STEM-initiatieven:

- www.stem-academie.be
- www.stematschool.be
- www.stembasis.be
- www.stemopschool.be

STEM-monitor:

- www.ond.vlaanderen.be/nieuws/2015/doc/STEM-monitor-2015-nota.pdf
- www.ond.vlaanderen.be/nieuws/2015/doc/STEM-monitor-2015-indicatoren.pdf

STEM-kader: www.ond.vlaanderen.be/stem/Beleidsdocumenten/STEM-kader-voor-het-Vlaamse-onderwijs.pdf

STEM-platform: www.ond.vlaanderen.be/STEM/Stem-platform/default.htm

Techniekpact in Nederland: <http://techniekpact.nl>

Auteur: Serge Huyghe
Eindredactie: Isabelle Verlinden
Vormgeving: Lieve Swiggers
Foto: shutterstock.com
E-mail: serge.huyghe@etion.be
Website: www.etion.be
V.U.: ETION Ledenwerking vzw