

Stephanie Vervaet

STERK 
STEM

*Inspiratiegids voor
het kleuteronderwijs*

Acco Leuven / Den Haag

INHOUD

DANKWOORD	7
INLEIDING	9
HOOFDSTUK 1	
MEERWAARDE VAN STEM	13
1.1 Maatschappelijke drijfveren	15
1.1.1 STEM en de arbeidsmarkt	15
1.1.2 STEM en maatschappelijk engagement	16
1.2 STEM voor het kind	17
1.2.1 STEM-geletterdheid	17
1.2.2 STEM maakt concreet	18
1.2.3 STEM als hefboom	19
1.2.4 STEMMige kleuters	22
1.3 Samengevat: STEM bereidt voor op de toekomst	23
HOOFDSTUK 2	
STEM ONTRAFELD	25
2.1 De fysische wereld	27
2.1.1 Brede ervaringsbasis	28
2.2 Vier disciplines	34
2.2.1 (Exacte) wetenschappen (S)	35
2.2.2 Techniek (T)	50
2.2.3 Ingenieurswetenschappen (E)	62
2.2.4 Wiskunde (M)	73
2.3 iSTEM	79
2.3.1 Toepassen van 3 O's en wiskunde	79
2.3.2 Geïntegreerd ≠ één model	82
2.4 Meer dan de optelsom	86
2.4.1 21e-eeuwse competenties	86
2.4.2 Nog meer ontwikkelingsdoelen	95
2.5 Samengevat: STEM is een oplossend samenspel van disciplines	108

HOOFDSTUK 3**STEM VORMGEVEN**

	109
3.1 Attitudes van de leerkracht als succesfactoren	111
3.2 Vier didactische pijlers	113
3.2.1 Betekenisvolle contexten	116
3.2.2 Denk- en doevragen	138
3.2.3 Systematisch proces	151
3.2.4 Interactie en reflectie	168
3.3 Samengevat: leerkracht moet bouwen op vier pijlers	187

SLOTBESCHOUWING

191

BIJLAGEN

1. STEM-praktijkvoorbeeld	193
2. Overzicht praktijkvoorbeelden	197

LITERATUUR

200



HOOFDSTUK 1
MEERWAARDE VAN STEM

Een inspiratiegids over STEM in de kleuterschool vraagt om enige duiding. STEM is alomtegenwoordig, maar daarom is het nog niet voor iedereen duidelijk wat dat vierletterwoord precies betekent en wat de meerwaarde is van STEM-onderwijs.

1.1 Maatschappelijke drijfveren

1.1.1 STEM en de arbeidsmarkt



STEM staat voor de combinatie van vier disciplines, namelijk: wetenschappen (*science*), techniek (*technology*), ingenieurswetenschappen (*engineering*) en wiskunde (*mathematics*). Overgewaaid vanuit de Angelsaksische wereld groeide in Vlaanderen de voorbije jaren de aandacht voor STEM door de maatschappelijke nood aan meer jongeren die kiezen voor wetenschappelijk en technisch georiënteerde studierichtingen en beroepen. Jongeren blijken STEM-opleidingen onvoldoende te smaken. De overheid wil hier werk van maken en formuleerde in 2012 het STEM-actieplan (Vlaamse Overheid, 2012). Specifiek voor het basisonderwijs werden de ontwikkelingsdoelen en eindtermen 'wereldoriëntatie' opgesplitst in ontwikkelingsdoelen en eindtermen voor 'mens en maatschappij' enerzijds en 'wetenschappen en techniek' anderzijds. Op die manier wou de overheid meer ruchtbaarheid geven aan het leergebied 'wetenschappen en techniek' en zo ijveren voor een prominenter plaats in de klaspraktijk (Departement Onderwijs & Vorming, 2014).

In 2015 volgde een STEM-kader dat specifiek gericht is op de organisatie van STEM in het kleuter- tot en met het hoger onderwijs. De overheid stimuleert STEM-onderwijs om tegemoet te komen aan de behoeften van de kenniseconomie en de bijbehorende arbeidsmarkt die onze maatschappij kenmerkt (Vlaamse overheid, 2012). STEM biedt immers een sterk antwoord: enerzijds vanwege de inhoudelijke invalshoek van de vier disciplines, maar anderzijds ook vanwege de aansluiting bij de zogenaamde 21e-eeuwse competenties. Dit laatste is belangrijk aangezien steeds meer wordt gesteld dat we de jobs die de kleuters van nu in de toekomst zullen beoefenen, nog niet kennen.

Via nieuwe ontwikkelingsdoelen en eindtermen voor onder andere wiskunde, exacte wetenschappen en technologie wil de overheid deze zienswijze de komende jaren verder kracht bijzetten.

1.1.2 STEM en maatschappelijk engagement

Maatschappelijk gezien is STEM niet alleen belangrijk vanuit een economisch oogpunt. STEM kan ook een belangrijke bijdrage leveren aan de vele uitdagingen die onze samenleving momenteel kenmerken, zoals mobiliteit, klimaatverandering, gezondheidszorg, ... Deze brede maatschappelijke meerwaarde van STEM wordt vaak over het hoofd gezien, ook door kinderen en jongeren. Ze zien het verband niet tussen STEM-disciplines en het oplossen van problemen in de wereld (Van Houte, Merckx, De Lange, & De Bruycker, 2013).

De relevantie van STEM blootleggen en hierop inzetten in de klas via kleinere en grotere uitdagingen vanuit de maatschappij, of de eigen leefwereld: dat kan kinderen sterk motiveren, in het bijzonder meisjes (Van Houte, Merckx, De Lange, & De Bruycker, 2013). Deze probleemoplossingsgerichte werkwijze blijkt bijvoorbeeld ook een belangrijke trigger voor betrokkenheid bij vraagstukken in verband met duurzame ontwikkeling (Ostman, 2019). STEM is toepassingsgericht op basis van wiskunde, techniek, ... maar deze toepassingen houden verband met mensen die beter willen kunnen begrijpen, die hun leven en dat van anderen willen verbeteren, die problemen willen aanpakken, ...



Een mooi en begrijpelijk voorbeeld hiervan zijn de 'makers' (ingenieurs, technici, programmeurs, wetenschappers, ...) in het tv-programma 'Team Scheire': zij stellen alles in het werk om het dagelijkse leven van bijvoorbeeld mensen met een beperking aangenamer te maken. We mogen dus niet uit het oog verliezen dat STEM sterk aansluit bij 'mens en maatschappij'. Je hiervan bewust zijn, is belangrijk om kinderen en jongeren niet alleen inhoudelijk te versterken, maar hen ook warm te maken voor STEM en voor de maatschappij en de wereld in het algemeen.

1.2 STEM voor het kind

In dit inspiratieboek ligt de focus op de meerwaarde van STEM voor de totaalontwikkeling van ieder kind, ongeacht zijn latere studie- of beroepskeuzes. In de eerste plaats gaat het over emancipatie en maatschappelijke participatie van ieder kind. Het is noodzakelijk dat kinderen en jongeren kunnen uitgroeien tot STEM-geletterde burgers, maar er is meer. Praktijkervaringen leren ons dat STEM kinderen kan laten groeien in hun welbevinden, betrokkenheid en zelfs hun eigenwaarde.

1.2.1 STEM-geletterdheid



Maatschappelijk gezien is er nood aan kinderen en jongeren die op latere leeftijd kiezen voor een STEM-beroep. Er wordt dan gesproken over STEM-specialisatie. Maar in dit boek wordt gefocust op STEM-geletterdheid. We kunnen er namelijk niet omheen dat wetenschappen, techniek, ... een belangrijke rol spelen in onze maatschappij en in het leven van ieder

individu. Ieder kind is bijgevolg gebaat bij het verwerven van een zogenaamde STEM-geletterdheid (Departement Onderwijs & Vorming, 2015).

Dat betekent dat je inzichten en praktijken (vaardigheden) uit wetenschappen, techniek, wiskunde en ingenieurswetenschappen begrijpt en hiermee aan de slag kan om weloverwogen beslissingen te nemen en problemen op te lossen. Het houdt ook in dat je een kritisch bewustzijn ontwikkelt over de rol die STEM speelt in de maatschappij, bijvoorbeeld de invloed op milieu, zorg, ... (Departement Onderwijs & Vorming, 2015). STEM kan immers een bijdrage leveren tot het oplossen van problemen in de wereld, maar het creëert ook vaak uitdagingen. Denk maar aan het leren omgaan met nieuwe technologieën.

Het is cruciaal voor ieder kind (en de maatschappij) dat het zich uit de slag kan trekken, ook in "(...) een toekomst die nog niet goed te voorzien is, maar die naar verwachting steeds sneller zal veranderen en die in een steeds hoger tempo aanpassing van mensen verwacht" (Kennisnet, 2018). Dat toont aan dat STEM-geletterdheid de disciplines van STEM overstijgt en ook gaat over het ontwikkelen van 21e-eeuwse competenties, zoals innovatief denken, flexibiliteit en verantwoordelijkheid (STEM voor de basis, 2016a).

1.2.2 STEM maakt concreet



Het verwerven van STEM-geletterdheid houdt in dat kinderen zich inhouden eigen maken die vaak abstract zijn, bijvoorbeeld wetenschappelijke en wiskundige inzichten, zoals krachten, drijven en zinken, massa, volume, ... Kinderen (en volwassenen) ondervinden vaak moeilijkheden om het geleerde vanuit STEM-disciplines diepgaand te verwerven en toe te passen (in nieuwe situaties). Er wordt hiervoor gewezen op het ontbreken van een expliciete koppeling tussen een abstract inzicht en een concrete voorstelling of ervaring (Dejonckheere, et al., 2015). Deze koppeling

blijkt erg belangrijk, aangezien inzichten vaak achterwege blijven wanneer ze niet gelinkt of ontdekt worden vanuit concrete ervaringen (Van Houte, Merckx, De Lange, & De Bruycker, 2013). Denk maar hoe moeilijk je het zelf vindt om wetmatigheden vanuit natuurkunde te herkennen in het dagelijkse leven, zoals communicerende vaten in de werking van een gieter, toilet, ...



De kracht van STEM-onderwijs ligt in het creëren van de koppeling tussen inzicht en ervaring: STEM maakt inhouden vanuit wetenschappen, wiskunde en techniek concreet en betekenisvol door kinderen vanuit levensechte situaties aan de slag te laten gaan met zaken zoals energie, snelheid, druk, tijd, ... Dat onderschrijft ook het belang van STEM vanaf de kleuterschool. In de kleuterklas wordt namelijk sterk de nadruk gelegd op concrete ervaringen. De ontwikkeling van een ruime ervaringsbasis is noodzakelijk om kinderen en jongeren in staat te stellen om tot een dieper inzicht te komen en zich uiteindelijk abstracte inzichten en praktijken op latere leeftijd eigen te kunnen maken.

STEM helpt ook om het verband te zien tussen leerinhouden, zowel binnen als tussen de verschillende disciplines. Het oplossen van problemen, dat centraal staat in STEM, vereist namelijk een geïntegreerde aanpak, waarbij verschillende inzichten met elkaar in verband kunnen worden gebracht in betekenisvolle situaties. Bijvoorbeeld het zuiveren van water stimuleert ervaringen en waarnemingen omtrent stroming, scheiding van stoffen (bv. doorlaatbaarheid en fijnmazigheid van een filter, zeef, ...), fasen van stoffen (bv. vast en vloeibaar), ...

en de relatie tussen deze verschillende inzichten (bv. door een waterdoorlaatbare filter stroomt het water, terwijl vaste deeltjes die groter zijn dan de gaatjes in de filter, achterblijven in de filter).



Aangezien STEM steunt op probleemgecentreerd leren worden ook heel wat domeinoverstijgende vaardigheden en attitudes, zoals plannen, concluderen, aandachtig blijven, ... ingezet, en dat gebeurt in concrete, betekenisvolle situaties (Knipprath, De Cock, Dehaene, & Van Petegem, 2018). Dat blijkt bijzonder zinvol, vooral voor kinderen die cognitief meer moeite ervaren (Dejonckheere, Vervae, & Van De Keere, 2016). Ook 21e-eeuwse competenties kunnen via STEM op een betekenisvolle manier worden ingezet, zoals de competenties gericht op digitale geletterdheid (computationeel denken, mediawijsheid, ICT- en informatievaardigheden (SLO, 2019) (zie 2.4.1)). Voor het oplossen van problemen wordt immers soms technologie gebruikt, bijvoorbeeld om informatie op te zoeken, om een ontwerp vorm te geven, om verslag uit te brengen, ... "STEM wil ervoor zorgen dat leerlingen in staat zijn om na te gaan welke technologieën nodig of bruikbaar zijn om een bepaald probleem aan te pakken" (Departement Onderwijs & Vorming, 2015).

Via STEM kun je leerinhouden op een betekenisvolle wijze in de klas brengen. Dat kan helpen om kinderen cognitief te ondersteunen. Maar het kan hen ook prikkelen voor deze inhouden door de relevantie ervan te tonen in dagelijkse, levensechte speel- en leercontexten. Op die manier kan een kind niet alleen STEM-geletterdheid verwerven, maar ook een positieve houding ontwikkelen tegenover wetenschappen, techniek, ...

1.2.3 STEM als hefboom

In dit boek willen we ook de mogelijkheden van STEM in de verf zetten voor kinderen om zichzelf ten volle te kunnen ontwikkelen en 'tonen'. Dat gaat verder dan STEM-geletterd zijn en gemotiveerd zijn voor STEM. STEM-onderwijs kan worden beschouwd als een hefboom voor de ruime onderwijskansen van kinderen (Van De Keere & Vervae, 2018). STEM-onderwijs gaat namelijk niet alleen over meer aandacht voor techniek, wiskunde, ... maar is vooral geassocieerd met een verschuiving in de manier waarop kinderen leren, een verschuiving van het leren van geïsoleerde losstaande feiten en vaardigheden naar het werken en leren zoals wetenschappers, wiskundigen,

ingenieurs, ontwerpers, programmeurs, technici, ... (Dejonckheere, Vervaeet, & Van De Keere, 2016).

Zoals in 1.2.2 werd geschetst, wordt STEM-onderwijs niet alleen gekenmerkt door een inhoudelijke eigenheid, maar ook door een specifieke aanpak: STEM krijgt vorm op basis van actief leren waarbij concreet-aanschouwelijk wordt gewerkt vanuit betekenisvolle situaties, zoals de levensechte realiteit. Op basis van deze didactische aanpak ontstaat een krachtige speel- en leeromgeving voor STEM-geletterdheid, maar kan STEM ook meer kinderen kansen geven tot bevestiging van hun eigen kunnen, wat hun totaalontwikkeling een boost kan geven (STEM voor de basis, 2016b).



In de eerste plaats zorgt STEM-onderwijs ervoor dat bepaalde eigenschappen van kinderen die tot nu toe eerder onderbelicht bleven, zoals technisch vernuft, een onderzoekende houding of een oplossingsgerichte aard, een plaats krijgen op school. Op die manier draagt STEM-onderwijs bij aan een rijker en meer divers gamma van ontwikkelingskansen voor kinderen. Een grotere groep kinderen kan op school worden bereikt, gemotiveerd en gestimuleerd om te groeien! Dat houdt verband met het stimuleren van kinderen tot het kiezen voor STEM-specialisatie op latere leeftijd. Maar veel meer heeft het te maken met het (h)erkennen van de eigenheid, interesses en sterktes van kinderen, ... om kinderen vandaaruit 'op te tillen' tot meer plezier, zelfvertrouwen, eigenwaarde, ...

Ervaringen vanuit de praktijk leren ons dat STEM bepaalde kleuters eruit kan laten springen, bijvoorbeeld kleuters met veel verbeelding of een ruime technische bagage. Vaak leidt de introductie van STEM ook tot verrassingen binnen een klasgroep. Bijvoorbeeld een kleuter die cognitief als minder sterk wordt beschouwd, kan tijdens een STEM-praktijkvoorbeeld sterk op de voorgrond treden vanuit zijn of haar creativiteit om naar oplossingen te zoeken.

Binnen STEM is er geen sprake van slechts één juist of fout antwoord of oplossing. Kinderen krijgen de kans om bij te sturen, te verbeteren, ... opdat ze een zo goed mogelijk resultaat bekomen. Deze werkwijze kan voor de ene kleuter een 'bevrijding' betekenen, waardoor hij of zij zich ten volle kan geven, terwijl deze werkwijze voor een andere kleuter net heel bedreigend kan

overkomen vanuit de wens om het 'juist' te doen, de 'juiste' oplossing te vinden. STEM-onderwijs is dan ook bijzonder rijk en overstijgt de doelen van wetenschappen, techniek en wiskunde.

STEM staat ook niet los van andere disciplines, zoals taal, beweging, ... In de werkelijkheid, de leefwereld van het kind, komen deze disciplines ook samen voor. "Oog hebben voor deze relatie helpt kinderen enerzijds om deel te nemen aan STEM-onderwijs en anderzijds kan STEM-onderwijs ook optreden als hefboom voor andere disciplines, zeker door de concreet-aanschouwelijke aanpak die centraal staat" (STEM voor de basis, 2016b). STEM draagt met andere woorden bij tot andere disciplines, net zoals deze disciplines kunnen bijdragen tot STEM.

Als leerkracht is het belangrijk om je hiervan bewust te zijn, maar bovenal ook keuzes te maken. Doelen vanuit bijvoorbeeld beweging kunnen impliciet aan bod komen, maar dat kan ook explicieter gebeuren op voorwaarde dat het zinvol is (Tallir, Devlieger, Remerie, Vandorpe, & Gentier, 2018).



Opvallend is de wisselwerking tussen STEM en taal. Taal speelt een belangrijke rol binnen STEM, maar tegelijkertijd biedt STEM kansen om de taalontwikkeling van kleuters te stimuleren. Bijvoorbeeld: wanneer kinderen verslag uitbrengen tijdens een STEM-praktijkvoorbeeld, kan hun woordenschat worden uitgebreid, kribbelen ze hun eerste notities, kunnen ze verbanden leggen met eerdere woorden, leren ze argumenteren, ... en dat gebeurt vanuit concrete waarnemingen en ervaringen.

In wat volgt in dit boek, wordt grote aandacht besteed aan STEM en taal, waarbij de focus ligt op het vermijden dat taal een struikelblok kan vormen om deel te nemen aan een STEM-praktijkvoorbeeld. Kleuters met weinig spreekdurf of kleuters die de Nederlandse taal slechts beperkt beheersen, worden soms onterecht als cognitief minder sterk beschouwd. STEM kan deze kleuters helpen om te 'tonen' wat ze kunnen als het gaat over bijvoorbeeld logisch of creatief denken. In STEM gaan denken en doen namelijk hand in hand, waarbij kleuters al handelend - bijvoorbeeld via het manipuleren van materialen - hun gedachten kenbaar kunnen maken. Als kleuterleid(st)er moeten we hier bewust op inzetten, zodat alle kleuters kunnen deelnemen aan STEM, en STEM bovendien kan bijdragen aan een verhoogd gevoel van eigenwaarde doordat kinderen hun sterktes, interesses, ... kunnen ontdekken, tonen en ontplooiën.

Op die manier kan STEM dus een hefboom zijn voor de totaalontwikkeling van kinderen (Van De Keere & Vervaeke, 2018).

1.2.4 STEMMige kleuters



Tot slot is er nog de eigenheid van de kleuters zelf die naadloos aansluit bij STEM-onderwijs. STEM ligt in het verlengde van de natuurlijke manier van leren van kinderen. Kleuters zijn bezig met een wereld om zich heen op te bouwen. De klemtoon ligt op ervaringen opdoen. De kleuters leggen daarbij een onderzoekende houding aan de dag, waarbij ze de wereld verkennen met hun handen, met hun gehele lichaam. Hierbij staat geen resultaat voorop, het proces van verkennen staat centraal. Kleuters verzamelen graag, zomaar, zonder reden. Ze gebruiken ongeremd hun verbeelding en ze nemen waar vanuit een natuurlijke nieuwsgierige aard. Ze observeren de reacties van hun acties. Ze laten bijvoorbeeld een voorwerp meermaals vallen om na te gaan of telkens hetzelfde gebeurt.

Dat alles maakt dat kleuters een zeer ontvankelijke doelgroep zijn voor STEM-onderwijs, maar tegelijkertijd ook een erg uitdagende doelgroep. Verbanden kunnen leggen, keuzes kunnen maken en oplossingen kunnen bedenken bouwen immers verder op ervaren, waarnemen, ... en vragen bijvoorbeeld om het kunnen onderscheiden van fantasie en werkelijkheid, het kunnen koppelen van oorzaak en gevolg, ... (Van Houte, et al., 2010). Ook voor STEM geldt uiteraard dat er tussen kinderen onderling grote verschillen kunnen bestaan. Zoals in de voorgaande subparagraaf werd verduidelijkt, spreekt STEM vaak bepaalde kinderen in het bijzonder aan.



1.3 Samengevat: STEM bereidt voor op de toekomst

De aandacht voor STEM vloeit voort vanuit maatschappelijke noden. Onze samenleving steunt op een kenniseconomie en kent talrijke uitdagingen die STEM-professionals vereisen. Maar STEM integreren in de kleuterklas gaat in de eerste plaats om het stimuleren van de brede ontwikkeling van de kleuters. Iedere kleuter moet kunnen uitgroeien tot een STEM-geletterde burger die in staat is om op een kritische én creatieve wijze vragen te stellen, antwoorden te zoeken, overwegingen te maken, beslissingen te nemen, problemen op te lossen, ... Bovendien biedt STEM kansen om leerinhouden concreet te maken, om kinderen hun sterktes en interesses te laten ontdekken, ontplooiën en tonen, ... Op die manier kan STEM een meerwaarde betekenen voor het ruimere schoolsucces van kinderen.

STEM-onderwijs heeft een belangrijke meerwaarde voor kleuters op voorwaarde dat we goed begrijpen waarvoor STEM staat en hoe we het vorm kunnen geven in de kleuterklas. In hoofdstuk 2 wordt hiervoor eerst dieper ingegaan op de inhoudelijke betekenis van STEM, waarbij de specifieke doelen van STEM-onderwijs worden toegelicht, om vervolgens de didactische benadering van STEM te bespreken in hoofdstuk 3.



De theoretische toelichting in hoofdstukken 2 en 3 gebeurt aan de hand van allerhande praktijkvoorbeelden waarin STEM met kleuters vorm krijgt. Belangrijk om voor ogen te houden, is dat het beschreven verloop van ieder praktijkvoorbeeld een mogelijk verloop weergeeft, waarbij dat verloop telkens werd gekozen om bepaalde theoretische inzichten te illustreren en te verduidelijken. Ieder praktijkvoorbeeld is zo uitgewerkt dat een bepaald kenmerk van STEM-onderwijs in de kijker staat. Ieder praktijkvoorbeeld zou ook een ander verloop kunnen kennen op basis van diverse factoren, zoals de klasgroep, tijd, materialen, ... Het is steeds belangrijk om een praktijkvoorbeeld af te stemmen op de eigen onderwijscontext. Het toegevoegde beeldmateriaal is vaak louter illustratief, en niet steeds afkomstig uit de reële klaspraktijk.

