



Leerlijn STEM-vaardigheden van kleuterklas t/m 1^o graad secundair onderwijs

PWO Lerend Netwerk STEM-effect

Tine De Bruyn, Sonia De Pauw, Judith Gadeyne, Marleen Van Strydonck & Kristel Vermeiren

Ontstaan – 3 uitgangspunten

- Uit vorige projecten kwam naar voor dat er nood is aan een instrument dat het ontwikkelingsproces van STEM-vaardigheden bij leerlingen in kaart brengt en dat o.a. bij het evalueren kan gebruikt worden.
De **LEERLIJN STEM-VAARDIGHEDEN** komt hieraan tegemoet..
Leerlijnen focussen op het ontstaan en de ontwikkeling van competenties.
Eindtermen geven aan wat de leerlingen aan het eind van een periode zouden moeten beheersen.
- Leerkrachten werken vaak inhoudsgericht bij STEM-projecten en focussen minder op vaardigheden. Deze leerlijn is opgebouwd aan de hand van **VAARDIGHEDEN**, soms aangevuld met attitudes, voor geïntegreerde STEM. Er werden geen vakinhoudelijke concepten noch specifiek vakgebonden vaardigheden opgenomen, die vindt men in de leerplannen voor de specifieke vakken.
- De leerlijn beschrijft (enkel) de vaardigheden die binnen het kader van **geïntegreerde STEM** vallen. (zie verder onder 'Uitwerking').

Het reeds vroeger opgestelde DI²-STEM instrument (<https://www.ap.be/project/co-profs-in-stem>) was eerder gericht op het doorlichten van lessen en projecten om na te gaan hoe STEM'ig ze opgebouwd werden.

Beide instrumenten zijn complementair.

Hoewel de ICT-doelen nauw aansluiten bij STEM werden ze niet in deze leerlijn opgenomen. Wij pleiten voor een aparte leerlijn.

Werkwijze

Voor structuur en inhoud van de eerste versie werden de volgende bronnen geraadpleegd:

- Zin in wetenschappen, wiskunde en techniek. Leerlingen motiveren voor STEM (VLOR)¹
- STEM-kader voor het Vlaams onderwijs²
- onderwijsdoelen.be³
- Leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld (SLO, Nederland). Dit kader werd aangepast aan de Vlaamse context.⁴
- Visieteksten bij STEM-kader en eindtermen STEM⁵
- de Vaan E., Marell, J.: Praktische didactiek voor natuuronderwijs.⁶

Dit raamwerk werd aangevuld met onze jarenlange ervaring met de klaspraktijk. Als lerarenopleiders hebben we vaak contact met het werkveld en begeleiden we studenten bij het realiseren van STEM-projecten in scholen.

De eerste versie werd concreet toegepast op een STEM-project in de 2^{de} graad van het basisonderwijs en een project uit het SO 1^{ste} graad A-stroom. Er werd gekeken naar (praktische) bruikbaarheid en getoetst op volledigheid. Studenten van het 3^{de} jaar educatieve bachelor in het secundair onderwijs gebruikten deze versie bij het uitwerken van hun STEM-project. Een groep experts met o.a. leerkrachten vulden nog aan.

De leerlijn werd ook naast het DI²-STEM gehouden om eventuele contradicties tussen beide instrumenten op te sporen.

De gegenereerde feedback werd geïntegreerd zodat we nu een basisversie van de Leerlijn STEM-vaardigheden van kleuterklas t/m 1^o graad secundair onderwijs kunnen presenteren.

¹ Van Houte H., Merckx B., De Lange J., De Bruyker M. (2013). Zin in wetenschappen, wiskunde en techniek. Leerlingen motiveren voor STEM. Vlaamse onderwijsraad - VLOR

² Departement Onderwijs & Vorming (2015). STEM-kader voor het Vlaams onderwijs.
<https://onderwijskiezer.be/v2/download/STEM-kader-voor-het-Vlaamse-onderwijs.pdf>

³ <https://onderwijsdoelen.be>

⁴ Van Graft M., Klein Tank M., Beker T. (maart 2016). Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs. Richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld. Enschede: SLO nationaal expertisecentrum leerplan-ontwikkeling.

⁵ o.a. STEM. Visietekst van het GO! (2016) http://pro.g-o.be/blog/Documents/STEM_visietekst_DEF.pdf
Visie op STEM-onderwijs. Bijlage 2: Secundair Onderwijs. http://pro.g-o.be/blog/Documents/Bijlage_STEM_in_SO_b.pdf

⁶ de Vaan E., Marell, J. (2012). *Praktische didactiek voor natuuronderwijs*. Bussum: Coutinho

Uitwerking

Het instrument werd in Excel gemaakt, we praten dus over kolommen en rijen.

Zie figuur hieronder + <link> naar PDF en EXCEL document

In de rijen staan de S, T, E, M onderdelen.

Onder de S-lijn komen de onderzoeksvaardigheden. Ze zijn gerangschikt volgens de onderzoekscyclus. Geen inhoudelijke doelen die te maken hebben met bv. ecologie, met organismen, met gezondheid, enz.

Bij de T-lijn horen de ontwerpvaardigheden die te maken hebben met het technisch proces, de ontwerpcyclus komt hier aan bod.

De E-lijn omvat oplossingsvaardigheden, de focus ligt hier op het probleemoplossend leren. In Vlaanderen beschouwen we de E van Engineering als ingenieursvaardigheden: problemen afbakenen, analyseren en oplossen (finding, shaping en solving) met strategieën uit verschillende disciplines. Coördinatie, planning, samenwerking, communicatie...zijn hieraan inherent.

Onder de M-lijn vindt men de typisch wiskundige oplossingsstrategieën.

Figuur: Opbouwstrategie van de Leerlijn STEM-vaardigheden van kleuterklas tot 1^{ste} graad SO

| S: onderzoekend leren | vaardigheid volgt | instapper/starter | op weg | junior | STEM-geletterd | Sec 1ste graad B |
|--|--|---|---|---|---|---|
| 0. Een natuurwetenschappelijk probleem herkennen en de stappen vd natuurwetenschappelijke methode onderscheiden en uitvoeren | | ervaart dat een onderzoeksvraag stapsgewijs (vraag-probeerantwoord-onderzoekje-antwoord) aangepakt wordt | verwoordt dat een onderzoeksvraag stapsgewijs (vraag-probeerantwoord-onderzoekje-antwoord) aangepakt wordt | herkent de stappen van de wetenschappelijke methode binnen een natuurwetenschappelijk thema | past stapsgewijs de natuurwetenschappelijke methode toe (onderzoekszyclus) om een natuurwetenschappelijk probleem te onderzoeken en te begrijpen | |
| T: ontwerpend leren | vaardigheden | instapper/starter | op weg | junior | STEM-geletterd | |
| 2. oplossingen bedenken | voor de ontwerpvrage verschillende oplossingen zoeken, uitwerken en beoordelen en op basis van de eisen een best passende oplossing kiezen | zoekt associatief en vanuit fantasie naar een oplossing OD WO W&T Techniek 2.3 en 2.4 | komt tot minimaal twee mogelijke oplossingen en kiest de beste uit ET lag WO W&T Techniek 2.11 & 2.6 | generiert verschillende mogelijke oplossingen rekeninghoudend met de ontwerpisen en gebaseerd op W&T ervaringen ET lag WO W&T Techniek 2.11 & 2.6 | generiert verschillende mogelijke oplossingen rekeninghoudend met de ontwerpisen en gebaseerd op wetenschappelijke en technische kennis en ervaringen ET sec A 6.39, 6.40 | generiert ideeën voor een uitdaging a.h.v. aangereikte technieken en methodieken ET sec B transv. 15.1 |
| E: probleemoplossend leren | vaardigheden | instapper/starter | op weg | junior | STEM-geletterd | |
| 2. passende oplossingsstrategieën kiezen | passende onderzoekende, ontwerpende of wiskundige oplossingsstrategieën en vaardigheden kiezen om het geïntegreerde probleem aan te pakken | antwoordt op vragen over de aanpak. Wat gaan we nu proberen? Wat willen we (doen, bereiken...)? Hoe kunnen we dit aanpakken? | bedenkt met ondersteuning verschillende oplossingen in de vorm van een onderzoek of een ontwerp. | kiest bewust passende onderzoekende, ontwerpende of wiskundige oplossingsstrategieën en vaardigheden om het geïntegreerde probleem aan te pakken | beargumenteert de keuzes (concepten en oplossingsstrategieën) die ze gemaakt hebben om het geïntegreerd STEM-probleem op te lossen ET sec A 6.50 zie ook ET sec A 15.4 | NVT |
| M: de ruimere betekenis van wiskunde inzien en wiskunde toepassen | vaardigheden | instapper/starter | op weg | junior | STEM-geletterd | |
| 3. Wiskundetail gebruiken (mondeling en schriftelijk) | wiskundige instructies uitvoeren en wiskundige vaktermen en symbolen gebruiken (receptief en productief taalgebruik) | voert eenvoudige wiskundige instructies uit verwoordt eigen wiskundige handelingen onder begeleiding (ook grafisch) mbt hoeveelheden, aantallen, grootheden, vormen, figuren, plaatsbepalingen en tijdsduur (vergelijken, ordenen, seriëren, classificeren, meten, ...) OD Wisk. Init. 1.1, 1.4, 1.5, 2.1, 2.5, 2.7, 2.8, 3.1 | voert eenvoudige wiskundige instructies uit verwoordt eigen wiskundige handelingen met ondersteuning (ook grafisch) mbt hoeveelheden, aantallen, bewerkingen, grootheden, vormen, figuren, plaatsbepalingen en tijdsduur. | voert wiskundige instructies uit verwoordt eigen wiskundige handelingen ET lag Wiskunde getallen 1.3, 1.6, 1.9, 1.14 ET lag Wiskunde meten 2.2, 2.4 ET lag Wiskunde meetkunde 3.2 | verwoordt welke wiskundige redenering of wiskundige eigenschappen hij gebruikt om het probleem op te lossen ET sec A 6.17 | interpreteert en bepaalt courante maatgetallen en eenheden van grootheden in functionele contexten, ... ET Sec B BG 6.3 |

De kolommen geven achtereenvolgens per vaardigheid een opklimmende moeilijkheidsgraad weer.

De 1^{ste} kolom vermeldt de basis/beknopte aanduiding van de vaardigheid, in de 2^{de} kolom wordt ze verder beschreven en soms opgesplitst in deelvaardigheden. De volgende 4 kolommen kan men beschouwen als 4 'ijkpunten' in het ontwikkelingsproces.

- “Instapper/Starter” bevat vaardigheden die aan bod kunnen komen in de kleuterklas en de 1^{ste} graad lager onderwijs,
- “Op weg” die voor de 2^{de} graad lager onderwijs.
- “Junior” bekijkt de vaardigheden op het einde van de lagere school en in de kolom “STEM-geletterd” staan de vaardigheden voor de 1^{ste} graad A-stroom.

Het geheel is te lezen als een continuüm: eenmaal gestart blijven de vaardigheden gelden in de daaropvolgende periodes: ze worden verbreed, verdiept, verfijnd, ... nauwkeuriger, wetenschappelijker, ingewikkelder...

Voor de volledigheid is een kolom "Sec 1ste graad B" toegevoegd. Deze vormt geen vervolg op "STEM-geletterd" maar toont de STEM-vaardigheden in de 1^{ste} graad B-stroom. Ook voor deze leerlingen gelden de kolommen "Instapper/Starter", "Op weg" en "Junior" om te zien welke vaardigheden en attitudes in de lagere school aan bod kwamen in relatie tot de eindtermen van de B-stroom.

Koppeling ET – leerlijn

Bij zoveel mogelijk (deel)vaardigheden staat het/de bijpassend(e) ontwikkelingsdoel of eindterm genoteerd.

In de kolom STEM-geletterd (1^{ste} graad A-stroom) zijn de (nieuwe) eindterm(en) toegevoegd. Vaardigheden en eindtermen stemmen niet altijd volledig overeen. Een eindterm is soms algemener, soms juist concreter dan de vaardigheid geformuleerd.

Een voorbeeld binnen de S-lijn (onderzoekend leren):

De basisvaardigheid is: 'onderzoeksvragen opstellen en voorspellen'.

| Junior | STEM-geletterd | Sec 1ste graad B |
|--|--|---|
| formuleert met hulp v.d. Ik. een voorspelling en stuurt zo de onderzoeksvraag bij <i>ET lag WO W&T Natuur 1.2</i> | formuleert een hypothese die voldoet aan de criteria en op inductieve (ervaringen en experiment) of deductieve basis (voorkennis en theorie) <i>ET sec 13.10</i> | formuleert een hypothese in functie van de onderzoeksvraag aan de hand van aangereikte criteria <i>ET sec B transversaal 13.10</i> |

Hoe kan je de leerlijn STEM-vaardigheden gebruiken in de klaspraktijk? / doelen

- De leerkracht kan de leerlijn als inspiratiebron gebruiken om de activiteiten zo goed mogelijk te laten aansluiten op het leerproces van de kinderen.
- Op deze manier kan hij differentiëren: nagaan en aanbieden wat elke leerling nodig heeft voor zijn/haar ontwikkeling.
- Geïntegreerde STEM-vaardigheden bewust en doelgericht aan bod laten komen tijdens een project/lessenreeks. Tijdens de voorbereiding nagaan welke (verborgen) kansen er zijn om deze vaardigheden expliciet de nodige aandacht en tijd te geven (naast vakspecifieke inhouden en vaardigheden). Het is realistisch om op een beperkt aantal vaardigheden te focussen. Per project een andere set vaardigheden.
- Reeds uitgewerkte activiteiten op deze wijze doorlichten en sterker maken (upgraden).
- De leerlijn geeft ondersteuning bij het concreet uitschrijven van de vaardigheden voor een bepaalde project/lessenreeks.
- Dit is erg nuttig voor het opstellen van een evaluatie-instrument (cf. Rubric – leerlingvolgsysteem – kijkwijzer). Toepasbaar voor diagnose, feedback of beoordeling.
- Het aanduiden van de STEM-vaardigheden van alle activiteiten (per trimester of jaar) in het leerlijn-document geeft een overzicht van hoe en wanneer de STEM-vaardigheden aan bod komen in het curriculum. Jaarplannen en curriculum kunnen in samenspraak op- en bijgesteld worden, zodat de leerlijnen duidelijk worden.
- Het toevoegen van de onderwijsdoelen en eindtermen biedt een ondersteuning aan leerkrachten om zo goed mogelijk aan te sluiten bij wat de overheid vraagt.

Toekomstplannen?

- Testen in het werkveld en integreren van de feedback.
- Link naar denkstrategieën zoals systeemdenken (hiërarchisch, cyclisch, ...) en 21ste – eeuwse vaardigheden.