|  |
| --- |
| TM_cover_template_Word.png |
| STEM-onderwijs in een leerjaardoorbrekende aanpak BOONEN HANNE, BORGHS MAGALI, FLORUS CYNTHIA, HAEST LYNN, PASSTOORS KYTHANA, ROBBEN LAURA, VANBELLINGEN SAKIRA EN VAN DIJCK BO Innovaties in onderwijs ■□ De wereld rondom je onderzoeken Educatieve bachelor in Lager OnderwijsLerarenopleiding Thomas More KempenCampus Vorselaar en TurnhoutAcademiejaar 2019 - 2020 |

Voorwoord

Voor dit project onderzochten wij de mogelijkheden van leerjaardoorbrekend werken binnen STEM-onderwijs (Science, Technology, Engineering en Mathematics). Voor de uitwerking van het project hebben wij samengewerkt met basisschool De Zevensprong te Dessel. Deze school werkt al leerjaardoorbrekend, door verschillende leerjaren samen te brengen in units. De vraag van de school is om werkvormen aan te bieden die leerjaardoorbrekend ingezet kunnen worden om de vakken wetenschappen en techniek, mens en maatschappij en wiskunde zo geïntegreerd mogelijk te geven met als doel de wereld rondom je onderzoekend te leren kennen en begrijpen. Daarom bekijken we in dit onderzoek de mogelijkheden om leerjaardoorbrekend te werken binnen de geïntegreerde aanpak van het STEM-onderwijs.

Om op een onderbouwde manier te kunnen inspelen op de vraag van de school, hebben wij ons verdiept in het leerjaardoorbrekend werken. Ook STEM-onderwijs hebben we grondig onderzocht, met expliciete aandacht voor het onderzoekend leren. We verzamelden achtergrondinformatie over deze thema’s vanuit literatuuronderzoek en door goede praktijkvoorbeelden te bezoeken. Om onze blik te verruimen hebben we ook internationale bronnen geraadpleegd die ons meer uitleg gaven over leerjaardoorbrekend werken. Vanuit dit onderzoek hebben we werkvormen ontwikkeld waarmee scholen leerjaardoorbekend kunnen werken binnen STEM-onderwijs.

Wij willen graag onze begeleidende docent Stien De Groof bedanken voor haar steun en hulp. Daarnaast willen we de andere docenten van ‘Onderzoekslab’ Gie Mertens, Daniëlle Schuurmans en Joke Klaassen bedanken voor alle hulp.

Wij zijn onze partnerschool, De Zevensprong te Dessel, dankbaar voor de mogelijkheid om dit project uit te werken en voor de samenwerking.

Wij willen alle bezochte scholen bedanken: basisschool Sint-Paulus te Sint-Denijs-Westrem, basisschool de Klimboom te Balen en STEAM-basisschool curieuzeneuzen te Balen. Deze bezoeken hebben ons geïnspireerd en gaven ons de kans om de werking van het leerjaardoorbrekend werken en STEM-onderwijs van dichtbij te bekijken. De visie en aanpak van de scholen hebben ons geholpen om ons project verder te ontwikkelen.

Samenvatting

Veel scholen werken volgens het jaarklassensysteem. Daarnaast kan een school ook kiezen om leerjaardoorbrekend te werken. Steeds meer scholen zetten deze stap. Wij onderzochten hoe dit in zijn werk gaat, wat de voor- en nadelen zijn en hoe we dit optimaal kunnen inzetten binnen het STEM-onderwijs.

Dit deden we in samenwerking met onze partnerschool De Zevensprong te Dessel. De Zevensprong behoort tot het gemeenschapsonderwijs. De school werkt al leerjaardoorbrekend en heeft ook een vaste leerkracht binnen STEM. Om in te spelen op de vraag van de school, kwamen we tot de volgende onderzoeksvraag: “We onderzoeken STEM-onderwijs in een leerjaardoorbrekende aanpak, omdat we willen weten welke werkvormen we geïntegreerd kunnen inzetten in een leerlijn STEM met expliciete aandacht voor onderzoekend leren, ten einde een concept te ontwikkelen waarmee scholen leerjaardoorbrekend kunnen werken binnen STEM.”

Om meer te weten te komen over de manieren van leerjaardoorbrekend werken en STEM-onderwijs, bezochten wij verschillende scholen ter inspiratie. Naast het bezoeken van de verschillende scholen, onderzochten we ook nog verschillende andere bronnen. Aan de hand van al deze gegevens, kreeg ons kader vorm.

De verschillende bronnen toonden aan dat er naast enkele negatieve kenmerken van leerjaardoorbrekend werken, er ook heel wat positieve zaken aan dit concept verbonden zijn. Zo leren de leerlingen van elkaar en leren ze om elkaar te helpen bij het leren en maken van opdrachten. Tevens hebben de oudere leerlingen de kans om een mentor te zijn en een leidersrol op zich te nemen. Dit stimuleert de zelfstandigheid bij de leerlingen (Cornish, 2015). Op dit onderdeel van leerjaardoorbrekend werken, spelen we daar in ons ontwerp hard op in. We laten de leerlingen veel samenwerken, elkaar helpen en zaken uitleggen aan elkaar.

We bekeken de verschillende onderdelen binnen STEM en hoe we deze kunnen toepassen in onze partnerschool. Hierbij onderzochten we ook het begrip onderzoekend leren. We bestudeerden de onderzoekscyclus en op basis daarvan maakten we niveaugroepen en besloten we welke stappen van de onderzoekscyclus deze groepen moeten doorlopen.

Om in onze partnerschool te werken rond STEM in een leerjaardoorbrekende context, hebben wij drie verschillende werkvormen uitgewerkt die hiervoor ingezet kunnen worden. Zo kozen wij voor onderzoekboxen, identiteitskaarten en onderzoekseilanden. De opdrachten bij onze werkvormen zijn voor de leerlingen van het eerste, tweede en het derde leerjaar. Dit was onze doelgroep voor ons onderzoek.

Als eerste kozen wij voor onderzoekboxen. Deze boxen bevatten een leerkrachtenhandleiding, gedifferentieerde stappenplannen voor de leerlingen op basis van inhoudelijk niveau m.b.t. STEM, een zelfevaluatie en het nodige materiaal. De onderzoekboxen bestaan uit drie niveaus. Om de leerlingen in te delen in niveaus, dienen er pre-testen afgelegd te worden om de voorkennis van de leerlingen te testen. Deze pre-testen zijn we zelf gaan afnemen in de partnerschool. Nadat de leerlingen de opdrachten bij de boxen hebben uitgevoerd, volgt er een zelfevaluatie per groep. Bij deze zelfevaluatie blikken de leerlingen terug op hun eigen proces en product. We hebben verschillende manieren voorzien, zodat er voldoende afwisseling mogelijk is. Zo kozen we voor een zelfevaluatie op papier. Op die manier kan de leerkracht opvolgen hoe het bij de leerlingen verliep. Daarnaast kozen we ook voor meer actievere vormen van zelfevaluatie. Dit zijn onder andere vragen die we in een dobbelsteen en reflectiestokjes integreren.

Na het doorlopen van de opdrachten en de zelfevaluatie, volgt er een klassikaal synthesegeprek. Dit gesprek heeft als doel de leerstof nog eens vast te zetten. Meteen na de synthese voeren we de post-test uit. Deze is exact dezelfde als de pre-test. De bedoeling hiervan is om de groei in kennis van de leerlingen te testen.  Een test is ook maar een test. Hierop kunnen heel wat factoren een invloed hebben. Observatie door de leerkracht is altijd heel belangrijk om het proces van leerlingen te evalueren.

Als tweede werkvorm kozen wij voor identiteitskaarten waar onze partnerschool al reeds mee werkt. De vraag van de school was of wij hun identiteitskaarten wilden optimaliseren. Aan de hand van deze werkvorm werken de leerlingen aan opzoekend leren. Hierbij moeten de leerlingen informatie opzoeken over een dier. De leerlingen mogen hiervoor gebruik maken van websites, boeken… Nadat de leerlingen alles hebben opgezocht, maken ze een identiteitskaart van hun opgezochte dier. Om de leerlingen in te delen in groepen, mogen ze zelf kiezen over welk dier zij informatie opzoeken. Aan de hand daarvan worden ze per twee gezet. De leerlingen werken samen met iemand van een andere leeftijd. Op die manier komt het leerjaardoorbrekende aspect aan bod. Om te bepalen welke leerling welk niveau van identiteitskaart krijgt, wordt er gekeken naar het taalniveau bij de leerlingen.

Om de identiteitskaarten meer STEMmig te maken, hebben wij een vervolgles voorzien Dit is een les techniek (Technology) waarbij de leerlingen iets ontwerpen om het plastiek te verwijderen uit de zee. Door die les erbij te betrekken, hebben wij rond alle letters van STEM gewerkt.

Als laatste werkvorm kozen we voor onderzoekseilanden. Aan de hand van onderzoekseilanden werken de leerlingen aan onderzoekend, ontwerpend en opzoekend leren. Deze werkvorm spoort de leerlingen aan om de werkelijkheid beter te leren begrijpen door er informatie over op te zoeken. Binnen dit onderzoekseiland hebben wij gewerkt met vier verschillende eilanden. Deze eilanden moeten de leerlingen in leerjaardoorbrekende groepen doorlopen. De leerlingen worden bij deze werkvorm ingedeeld in groepjes volgens hun interesses. Ze stellen een top vier op van de verschillende eilanden binnen dit onderzoekseiland.

Als antwoord op onze onderzoeksvraag zorgden we voor een concept waarin we werken in een cyclus van drie schooljaren. Om de leerplandoelen mens en maatschappij, wetenschappen en techniek en wiskunde te bereiken, werken we binnen de thema’s, water, onderweg en voeding. Elk schooljaar werkt men aan een ander thema. In dit onderzoek hebben wij het thema water verder uitgewerkt.

Met onze concepten willen we vernieuwend zijn op het vlak van STEM-onderwijs binnen het leerjaardoorbrekend werken.

In ons werkstuk kan u meer informatie vinden over bovenstaande gegevens. Hopelijk bent u even overtuigd en enthousiast over dit project als wij.

Inhoudstafel

[Voorwoord 2](#_Toc35504726)

[Samenvatting 3](#_Toc35504727)

[Inhoudstafel 5](#_Toc35504728)

[Inleiding 6](#_Toc35504729)

[1 Situering van het onderzoek 7](#_Toc35504730)

[1.1 Aanleiding voor het onderzoek 7](#_Toc35504731)

[1.2 Onderzoeksvraag 7](#_Toc35504732)

[1.3 Literatuurstudie 8](#_Toc35504733)

[1.3.1 Leerjaardoorbrekend werken 8](#_Toc35504734)

[1.3.2 STEM 12](#_Toc35504735)

[1.3.3 Onderwijs in andere landen 23](#_Toc35504736)

[2 Methode 28](#_Toc35504737)

[2.1 Kader 28](#_Toc35504738)

[2.1.1 Invulling doelen van het GO! leerplan 29](#_Toc35504739)

[2.2 Deelnemers 30](#_Toc35504740)

[2.3 Materialen 31](#_Toc35504741)

[2.3.1 Onderzoekboxen 31](#_Toc35504742)

[2.3.2 Identiteitskaarten 34](#_Toc35504743)

[2.3.3 Onderzoekseilanden 36](#_Toc35504744)

[2.4 Instrumenten 39](#_Toc35504745)

[2.5 Statistische analyses 40](#_Toc35504746)

[2.5.1 Pre-testen 40](#_Toc35504747)

[3 Resultaten 42](#_Toc35504748)

[4 Conclusies 43](#_Toc35504749)

[5 Mogelijkheden tot verder onderzoek 44](#_Toc35504750)

[Literatuurlijst 45](#_Toc35504751)

Inleiding

In dit onderzoek hebben wij een antwoord gezocht op de volgende onderzoeksvraag: “We onderzoeken STEM-onderwijs in een leerjaardoorbrekende aanpak, omdat we willen weten welke werkvormen we geïntegreerd kunnen inzetten in een leerlijn STEM met expliciete aandacht voor onderzoekend leren, ten einde een concept te ontwikkelen waarmee scholen leerjaardoorbrekend kunnen werken binnen STEM.”

In het eerste deel van ons werkstuk gaan we dieper in op het leerjaardoorbrekend werken. We bespreken wat het begrip precies inhoudt. Tevens onderzoeken we verschillende vormen bij leerjaardoorbrekend werken. Als laatste bekijken we de positieve en negatieve kenmerken van deze organisatievorm.

In het volgende deel gaan we verder in op STEM (Science, Technology, Engineering en Mathematics). We onderzoeken wat dit begrip precies omvat. We bestuderen STEM binnen het GO! onderwijs en onderzoeken hoe je een ‘STEMmige leeromgeving’ kan creëren. Tevens brengen we in beeld wat het actieplan van de Vlaamse overheid is ten aanzien van STEM. Als laatste geven we nog een voorbeeld over hoe je STEM kan organiseren in de praktijk.

Binnen het STEM-onderwijs doen de leerlingen aan onderzoekend leren. We bespreken hierbij wat het begrip precies betekent. Bijhorend bestuderen we de verschillende stappen van de onderzoekscyclus.

Na ons onderzoek in de literatuur hebben we deze informatie gebruikt om onderzoekboxen voor onze partnerschool te creëren. We werkten deze uit in het jaarthema water. Zo maakten we een ontwerp voor boxen rond de thema’s ‘drijven en zinken’ en ‘verbindende vaten’.

Voor je een box kan gebruiken, dien je het niveau van de leerlingen te bepalen. Hiervoor maakten we pre-testen. Aan de hand van deze pre-testen konden we de leerlingen in drie verschillende niveaugroepen verdelen.

Naast de onderzoekboxen hebben we nog twee andere samenwerkingsvormen ontworpen die de partnerschool kan inzetten binnen STEM, identiteitskaarten en onderzoekseilanden. Deze zijn ook uitgewerkt binnen het jaarthema water. Hier behandelen we verschillende onderwerpen die tot dit thema behoren.

Tot slot halen we mogelijkheden tot verder onderzoek aan en bespreken we hoe ons kader inzetbaar is in andere leergebieden. Daarnaast bestuderen we of onze onderzoekboxen, identiteitskaarten en onderzoekseilanden toepasbaar zijn in het gewone jaarklassensysteem.

# Situering van het onderzoek

## Aanleiding voor het onderzoek

De Zevensprong te Dessel zoekt naar werkvormen die leerjaardoorbrekend ingezet kunnen worden om de vakken wetenschappen en techniek, mens en maatschappij en wiskunde zo geïntegreerd mogelijk te geven met als doel de wereld rondom je onderzoekend te leren kennen en begrijpen.

De school werkt reeds leerjaardoorbrekend en vertrekkend vanuit de leerplandoelen heeft de school drie units gevormd. In unit één zitten de kleuters, in unit twee zitten het eerste, tweede en derde leerjaar en ten slotte zit het vierde tot en met het zesde leerjaar in unit drie. Aangezien de school enkel vertrekt vanuit leerplandoelen, maakt De Zevensprong geen gebruik van bestaande methodes. Doordat ze de materialen zelf ontwerpen, kunnen ze extra inzetten op de zelfstandigheid van de leerlingen. Ook kunnen ze maximaal inspelen op zaken die leerlingen zelf inbrengen vanuit hun eigen leefwereld. De materialen die wij hebben uitgewerkt stimuleren ook die zelfstandigheid en moet inzetbaar zijn op het moment dat kinderen het onderwerp aanhalen.

We onderzoeken STEM-onderwijs in een leerjaardoorbrekende aanpak, omdat we willen weten welke werkvormen we geïntegreerd kunnen inzetten in een leerlijn STEM met expliciete aandacht voor onderzoekend leren, ten einde een concept te ontwikkelen waarmee scholen leerjaardoorbrekend kunnen werken binnen STEM.

Antwoorden op volgende subonderzoeksvragen kan u vinden in onderstaande literatuurstudie.

* Hoe kunnen we leerjaardoorbrekend werken optimaal inzetten in basisschool De Zevensprong?
* Hoe kan er STEMmig gewerkt worden in leerjaardoorbrekende klassen?
* Welke werkvormen kunnen we leerjaardoorbrekend inzetten in een leerlijn STEM voor basisschool De Zevensprong?

## Literatuurstudie

### Leerjaardoorbrekend werken

###### Wat is leerjaardoorbrekend werken?

De meeste basisscholen zijn georganiseerd volgens het jaarklassensysteem. Dit is een systeem waarbij leerlingen per leeftijd worden gegroepeerd. De achterliggende redenering is dat de leraren de instructie beter kunnen afstemmen op groepen die meer homogeen zijn wat betreft onderwijsbehoeften (Hattie, 2002).

Vandecandelaere (2017) geeft aan dat scholen behoefte hebben aan flexibel onderwijs, zoals bijvoorbeeld het leerjaardoorbrekend werken. Deze manier van werken komt beter tegemoet aan de toenemende diversiteit in het onderwijs. Diversiteit zorgt ervoor dat je meer nood hebt aan differentiatie. In leerjaardoorbrekende klassen is differentiatie makkelijker te realiseren door niveaugroepen.

“Onder leerjaardoorbrekend werken verstaan we dat leerlingen van verschillende leerjaren of leeftijden samen leren en ontdekken. Als scholen leerjaardoorbrekend werken, stemmen ze de doelstellingen, instructies en evaluaties af op het niveau van de individuele leerlingen, aangezien de verschillen tussen de leerlingen onderling te groot zijn.” (Bruyndoncx, et al., 2018, p. 7)

###### Vormen van leerjaardoorbrekend werken

Je kan op verschillende manieren leerjaardoorbrekend werken.

Multileeftijdsklassen

Dit zijn klassen waar leerlingen van verschillende leerjaren of leeftijden samenzitten. Deze klassen krijgen de naam: graadklassen. Sommige scholen kiezen voor een brede leeftijdsspreiding waarbij de leerlingen van drie of meer geboortejaren samen in een klas zitten. Doorgaans combineren deze klassen verschillende soorten differentiatie aan de hand van niveaugroepen voor bepaalde leergebieden. Het grootste voordeel van die klassen is dat leerlingen op hun eigen tempo de lagere school afwerken, zonder dat er leerlingen eventueel moeten blijven zitten (Vandecandelaere, Van den Branden, Juchtmans, Vandenbroeck & De Fraine, 2017).

Een graadklas is een klas waarin leerlingen van twee verschillende leeftijden samenzitten en één klasleerkracht hebben. In de meeste scholen die werken met graadklassen zijn er drie klassen: eerste en tweede leerjaar, derde en vierde leerjaar en vijfde en zesde leerjaar. In sommige scholen splitsen ze de eerste graad in een eerste leerjaar en een tweede leerjaar wegens te grote verschillen.
In een graadklas kan je de leerlingen indelen in homogene[[1]](#footnote-1) of heterogene[[2]](#footnote-2) groepen. De leerlingen leren van elkaar of krijgen instructies op maat. Als leerkracht kan je leerlingen bijwerken, uitdagen of op hun eigen niveau laten ontwikkelen. Zo vermijd je het zittenblijven (Vandecandelaere, Van den Branden, Juchtmans, Vandenbroeck & De Fraine, 2017).
Werken in een graadklas is perfect om de zelfstandigheid van kinderen te bevorderen. De leerkracht kan verschillende werkvormen aanbieden en kansen geven tot duowerk of groepswerk. Tevens kan de leerkracht werken met hoeken- en contractwerk. De leerkracht van een graadklas is flexibel en differentieert[[3]](#footnote-3) de hele dag.

Klas- en leeftijdoverstijgende niveaugroepen

Een andere manier van werken is in niveaugroepen. De leerkrachten groeperen de leerlingen volgens hun niveau. De lessen en doelen worden hierop afgestemd. De leerlingen kunnen flexibel van groep veranderen en zitten op verschillende niveaus voor verschillende leergebieden (Vandecandelaere, Van den Branden, Juchtmans, Vandenbroeck & De Fraine, 2017).

###### Positieve en negatieve kenmerken van leerjaardoorbrekend werken

Leerjaardoorbrekend werken heeft zowel positieve als negatieve kenmerken. Het positieve kenmerk, dat Cornish (2015) en Vandecandelaere, Van den Branden, Juchtmans, Vandenbroeck en De Fraine (2017) het meest aanhalen, is dat de leerlingen leren van elkaar. Jongere leerlingen kunnen leren van hun oudere klasgenoten, maar de oudere leerlingen kunnen ook leren van hun jongere klasgenoten. De leerlingen leren om elkaar te helpen bij het leren en maken van opdrachten. De oudere leerlingen hebben de kans om een mentor te zijn voor de jongere leerlingen en een leidersrol op zich te nemen. Dit stimuleert de zelfstandigheid van de leerlingen. Paternoster (2018) geeft aan dat het zittenblijven door leerjaardoorbrekend werken wordt vermeden. Dit komt doordat de leerlingen met verschillende leeftijden samenzitten. Ze blijven een aantal jaar samen in dezelfde groep, waardoor het zittenblijven niet vergeleken kan worden met het zittenblijven in jaarklassen. In jaarklassen is het heel zichtbaar als dit gebeurt bij een leerling, bij een leerjaardoorbrekende klas is dit niet zo. Een ander positief kenmerk is het feit dat kinderen verschillen tussen elkaar gaan normaliseren. In een jaarklas kunnen verschillen confronterend zijn, omdat men ervan uitgaat dat de leerlingen op eenzelfde niveau horen te zitten.” (Bruyndoncx, et al., 2018) Door leerjaardoorbrekend te werken, hebben de leerkrachten de leerlingen meerdere jaren in hun klas. Hierdoor kennen ze de leerlingen heel goed en kunnen hier beter op inspelen bij differentiatie.

De kloof tussen de verschillende leeftijden kan een negatief kenmerk vormen. Dit probleem zou opgelost kunnen worden door het inzetten op niveaugroepen (Cornish, 2015). Dit wordt ook beaamd in het artikel van Vandecandelaere, et al (2017): “Een andere, mogelijke valkuil is de draagkracht van het lerarenteam.” Vervolgens stelt zowel Vandecandelaere, et al (2017) als Bruyndoncx et al (2018) vast dat deze schoolorganisatie veel inzet en overleg van de leerkrachten vraagt. Zij moeten openstaan voor een groei op vlak van de leerjaardoorbrekende schoolorganisatie, anders bestaat er de kans dat de organisatie mislukt.

###### Inspirerende praktijkvoorbeelden leerjaardoorbrekend werken

Sint-Paulus, Sint–Denijs-Westrem

Sint-Paulus is een school te Sint-Denijs-Westrem die sinds kort klasoverschrijdend werkt. Tijdens het schoolbezoek leerden we dat de school heeft gekozen voor een werking met verschillende nesten. In de school zijn er tien verschillende nesten, die ze gebruiken om de klassen aan te duiden. Een aantal nesten samen vormen een familie. Zo zijn er vier families: de regenbogen, de sterrenberen, de ruimtetuigen en de planeten. In deze families kunnen de nesten leerjaardoorbrekend werken. De leerkrachten bepalen samen wanneer ze dit doen en voor welke leergebieden. Niet alle leergebieden kunnen volgens de school leerjaardoorbrekend gegeven worden. Sint-Paulus heeft ervoor gekozen om godsdienst, wereldoriëntatie en muzische vorming leerjaardoorbrekend aan te bieden. Dit doen ze aan de hand van een hoekenwerk. De hele namiddag gaan de leerlingen van hoek naar hoek om opdrachten te maken over een bepaald leergebied.

###### Inspirerende voorbeelden uit het basisonderwijs (literatuur)

Sint-Camillus, Sint-Niklaas: Differentiëren en talentgericht werken

Sint-Camillus is een katholieke basisschool te Sint-Niklaas. Door een sterke toestroom van allochtonen en kansarme leerlingen is het leerlingenaantal in de afgelopen vijftien jaar verdrievoudigd. Hierdoor had de school nood aan differentiatie om zo alle leerlingen met hun eigen talenten goed te kunnen begeleiden in hun schoolse ontwikkeling.

Voor taal en rekenen richtte de school klasoverstijgende niveaugroepen in voor de volledige lagere school. Van het eerste leerjaar tot en met het vierde leerjaar zijn er voor rekenen en taal een A-groep en een B-groep. De B-groepen zijn kleiner en daar wordt op een trager tempo met meer materiaal gewerkt. Om de zes weken wordt het traject van elke leerling geëvalueerd, zo kan eventueel een leerling geheroriënteerd worden. De school ziet deze werkvorm als een meerwaarde. De leerinhouden worden beter afgestemd op elkaar en de leerlingen krijgen de kans om hun achterstand in te halen. Leerlingen kunnen door deze werking niet blijven zitten maar maken wel slalombewegingen door de niveaugroepen.

Bij de andere leergebieden gebruikt de school een systeem van leeftijdsheterogene talenteneilanden. Doordat leerlingen samenzitten met verschillende leeftijden, wordt de zelfstandigheid bevorderd waardoor meer kansen gecreëerd worden tot coöperatief leren. De school biedt zes talentengroepen aan: één groep van het eerste leerjaar dat een aparte groep blijft omwille van specifieke vaardigheden. Daarnaast zijn er nog twee groepen voor het tweede en derde leerjaar en nog drie groepen voor het vierde, vijfde en zesde leerjaar. In deze groepen werken de leerlingen projectmatig aan de overige leergebieden. Ze kunnen zelf aangeven wat ze graag doen op een eiland en wat ze er nog zouden willen doen (Vandecandelaere, et al, 2017).

Basisschool Atheneum Denderleeuw: GOVA-onderwijs

Basisschool Atheneum Denderleeuw is een basisschool van het gemeenschapsonderwijs.

De school wordt verdeeld in graadklassen en niet meer in het leerstofjaarklassensysteem. Binnen elke graadklas geeft de leerkracht instructies aan de hele groep en wordt er geen onderscheid gemaakt tussen de twee leerjaren. Bij de verwerking van de leerinhouden differentieert de leerkracht op vijf niveaus. De leerlingen worden per les in een niveaugroep geplaatst waarbij ze het beste aansluiten. De vijf niveaus worden als volgt verdeeld:

* niveau 1: zwakke presteerders leerjaar 1/ leerjaar 3/ leerjaar 5
* niveau 2: gemiddelde presteerders leerjaar 1/ leerjaar 3/ leerjaar 5
* niveau 3: sterke presteerders leerjaar 1/ leerjaar 3/ leerjaar 5 + zwakke presteerder leerjaar 2/ leerjaar 4/ leerjaar 6
* niveau 4: gemiddelde presteerders leerjaar 2/ leerjaar 4/ leerjaar 6
* niveau 5: sterke presteerders leerjaar 2/ leerjaar 4/ leerjaar 6

Deze vijf niveaus hebben een positief effect op de motivatie en het welbevinden van de leerlingen. Doordat iedereen op zijn eigen niveau is geplaatst, is er minder sprake van frustratie en verveling. Hierdoor zijn het aantal gedragsproblemen sterk afgenomen. De leerlingen zetten zich ook meer in.

In de derde graad werken ze met vakankers voor rekenen, taal, Frans, muzische vorming en wereldoriëntatie. Dit wil zeggen dat iedere leerkracht gespecialiseerd is in zijn vak. In de eerste en tweede graad krijgen de leerlingen les van focusleerkrachten. De leerkrachten geven alle vakken zelf maar bereiden maar één vak voor. Deze voorbereidingen worden doorgegeven aan andere leerkrachten (Vandecandelaere, et al, 2017).

Mijn School, Hasselt: Individuele trajecten in een open curriculum

Mijn School is een nieuwe basisschool van de KT-scholengroep te Hasselt. De school telt 52 leerlingen. Ze typeert zich aan de kleinschaligheid, de flexibele groepering en het open curriculum.

De school wordt verdeeld in twee multileeftijdsklassen. In leergroep één zitten leerlingen van tweeënhalf tot ongeveer zeven jaar. In leergroep twee zitten leerlingen van zeven tot twaalf jaar. De leerlingen waarderen de leeftijdsheterogene groepering omdat ze veel van en met elkaar leren. De talenten van leerlingen vullen elkaar aan. De leerlingen leren om te gaan met verschillende karakters en leeftijden.

Om de vorderingen van de leerlingen te kunnen opvolgen, werden domeinspecifieke mijlpalen opgesteld. Deze komen van de eindtermen en leerplandoelen. Deze mijlpalen vormen de basis voor een indeling in vijf niveaus voor taal en rekenen. Elke mijlpaal start en eindigt met een test om zo de beginsituatie van de leerlingen goed in te schatten en bij te sturen.

De school ervaart bij deze werkvormen enkele voordelen:

* oud-leerlingen doen het beter in het secundair onderwijs;
* bij deze vorm van werken, wordt het zittenblijven vermeden;
* doordat alle leerlingen een individueel traject volgen, vraagt het van de leerkrachten veel pedagogische en didactische inzichten. Er wordt van hen verwacht dat ze de eindtermen en de leerinhouden zeer goed beheersen omdat ze geen handleidingen gebruiken (Vandecandelaere, et al, 2017).

### STEM

##### STEM als concept

###### Algemeen kader

Aangezien onze partnerschool De Zevensprong te Dessel deel uitmaakt van het gemeenschapsonderwijs, volgen wij de definitie die vanuit dit onderwijsnet gegeven wordt voor STEM. Hun omschrijving luidt als volgt: Het letterwoord STEM staat voor ‘Science, Technology, Engineering & Mathematics’. Dit begrip wordt gebruikt om te verwijzen naar inhouden en structuren maar ook naar aspecten van didactiek en benadering\*. STEM-didactiek brengt inzichten, concepten en praktijken op wetenschappelijk, technisch en wiskundig vlak aan (GO! onderwijs, 2020).

Het begrip ‘Science’ bevat de exacte wetenschappen: fysica, chemie en biologie. ‘Technology’ doelt op het ontwerpende aspect. Hier gebruik je de informatie die je leerde om iets te ontwerpen en eventueel te bouwen. ‘Engineering’ gaat voornamelijk over het probleemoplossend denken en het in handen nemen van je eigen proces. ‘Mathematics’ gaat over het wiskundige aspect van alles wat je in de andere aspecten gebruikt.

Uit ons bezoek aan de STEAM-basisschool Curieuzeneuzen te Balen, concluderen we dat STEM-onderwijs vooral draait om de samenhang van de verschillende aspecten van het STEM-letterwoord. Je geeft geen aparte lessen techniek, wiskunde of wetenschappen, maar verbindt de inhouden voor een geïntegreerde aanpak. STEM-lessen volgen zo goed mogelijk het STEMMOOV-model. Dit model wordt bij ‘voorbeelden uit de praktijk’ aangehaald.

*\*STEM-onderwijs gaat niet enkel om het geven van de verschillende aspecten, maar ook om de manier waarop je het geeft. STEM-onderwijs draait evenzeer om het samenwerken en leren van elkaar en het zien van de samenhang van de verschillende aspecten. Zo heeft het STEM-onderwijs zijn eigen didactische principes.*

Didactiek binnen STEM

Zoals in ons algemeen STEM-kader is beschreven, wordt er een groot belang gehecht aan samenwerken en leren van elkaar. Daarom reiken wij enkele manieren aan om de leerlingen te groeperen en samen te laten werken.

Hoe leerlingen groeperen?

Leerlingen groeperen kan op verschillende manieren. Je kan ze samen zetten volgens niveau: hoge presteerder, lagere presteerder en middelmatige presteerder. (Deze groepering gebruikten we bij onze onderzoekboxen.) Ook is het mogelijk om ze samen te zetten volgens hun motivatie: een leerling met hoge motivatie en/of doorzettingsvermogen bij een leerling met lage motivatie en/of doorzettingsvermogen. Een ander voorbeeld is het samen zetten van leerlingen vanwege het besef van beurtrollen om zo leerlingen met specifieke noden beter te ondersteunen. Ook een willekeurige selectie kan zorgen voor een betere discussie aangezien je dan verschillende denkbeelden samen hebt. De verschillende samenwerkingsvormen hebben elk zijn voor- en nadelen afhankelijk van de gekozen doelen.

Hoe leerlingen laten samenwerken?

Er zijn verschillende vormen van samenwerken die je kan toepassen in het STEM-onderwijs. Hieronder sommen we enkele voorbeelden op.

Think-pair-share methode

Leerlingen denken eerst zelfstandig na over het onderwerp en bespreken dit daarna in kleine groepen bij elkaar. Op het einde bespreken ze hun ideeën met de rest van de klas.

Ik-jij-wij methode

Dit bestaat uit drie fases en is heel vergelijkbaar met het systeem hierboven. Allereerst bekijkt de leerling zelf de taak die men gekregen heeft en zoekt zijn eigen oplossingsmethode.
Ten tweede zal de leerling in kleine groep (twee, drie of vier leerlingen) zijn eigen oplossingsmethode uitleggen. Daarna zoeken de leerlingen in groep naar de meest juiste en efficiënte oplossingsmethode. Zo werken ze naar hun uiteindelijke groepsoplossing toe.
De allerlaatste stap is om alle resultaten van de groepjes samen te leggen en te vergelijken.

Howe-methode

Deze aanpak is extra nuttig binnen wetenschappelijke vakken aangezien het de conceptuele (inzicht op het concept/begrip) en procedurele (uitvoeren van het experiment) vaardigheden combineert.

Deze methode bestaat uit twee luiken. Het eerste deel bestaat uit verschillende puntjes:

* de eigen voorspellingen formuleren;
* met de groep komen tot een gemeenschappelijk besluit;
* waarnemingen doen om feedback te krijgen over de voorspelling;
* in groep bekijken wat de factoren zijn die het resultaat beïnvloeden en deze rapporteren aan de klasgenoten;
* de gegevens neerschrijven.

Daarna gaan ze over naar het tweede deel:

* bekijken wat ze hebben neergeschreven;
* kijken hoe ze hun apparaten moeten gebruiken om het te testen;
* bij beslissingen bekijken of deze gevaarlijk zijn voor de test;
* het testen zelf;
* in groep conclusies nemen uit testresultaten.

Jigsaw-methode

Leerlingen worden eerst in groep samen gezet om expert te worden in een bepaald onderwerp. Nadien worden nieuwe groepen gevormd waarin minstens één expert van elk onderwerp zit. In deze groepen bespreken de leerlingen hun eigen verworven kennis.

Peer tutoring

De ene leerling helpt een andere. De leerlingen hebben een ongelijke rol. Dit is dus het verschil met de jigsaw-methode.

Probleemoplossend denken

Er zijn verschillende soorten probleemoplossend denken, die allemaal op een andere manier kunnen worden gestimuleerd. Er zijn vijf verschillende vormen van denken: redeneerproblemen, onderzoekend denken, creatief denken, kritisch denken en beslissend denken.

* Redeneerproblemen zijn problemen waar er door logisch na te denken informatie kan worden afgeleid.
* Onderzoekend denken doe je door hypotheses op te stellen, deze te toetsen en te evalueren.
* Creatief denken gaat over het zoeken naar andere manieren om het probleem op te lossen.
* Kritisch denken houdt in dat je zorgvuldig gaat afwegen om een doordachte conclusie te vormen.
* Beslissend denken gaat om het maken van een keuze.

Evaluatievormen

Verschillende vormen van formatieve evaluatie zijn mogelijk om STEM-kennis te testen. Enkele voorbeelden zijn:
mindmapping, portfolio, concept cartoons (een tekening waar verschillende mensen hun mening geven, hier zitten juiste en foute mogelijkheden bij), discussiekaarten (waar of niet waar, stellingen), tekeningen, whiteboarding...

###### Voorbeelden in de praktijk

De Zevensprong, te Dessel (partnerschool)

De school heeft per unit twee lokalen. Zo hebben ze een STEM-lokaal en een lokaal voor taal en expressie. Wij bekeken het STEM-lokaal, aangezien dat voor ons project het belangrijkste is. In het midden van het lokaal is er een zithoek en de banken staan er in groepjes rond.

De lessen STEM worden gegeven door één leerkracht. Hier wordt dus niet gewerkt aan co-teaching. In het lokaal van taal/expressie is dit wel het geval.

Tijdens onze eerste observatie hebben we opgemerkt dat de vakken van STEM nog niet erg geïntegreerd aangeboden werd. Zo kregen de leerlingen eerst rekenen en daarna wereldoriëntatie. Het was dan ook de vraag van de school om de vakken van STEM meer geïntegreerd aan te bieden, met behulp van bepaalde werkvormen aan te reiken. Tijdens onze observatie hebben we gezien dat de leerlingen vaak zelfstandig werken, maar dat er ook klassikale lessen aangeboden worden.

De STEMpel, te Brugge

Een school in Brugge, genaamd de STEMpel, werkt rond STEM en onderzoekend leren. Ze hebben er zes verschillende ruimtes gemaakt waar kleuters en kinderen van de lagere school kunnen werken. De kinderen krijgen telkens een probleem of uitdaging rond een thema. In de ruimtes staat het materiaal dat ze nodig hebben om te kunnen ontwerpen en om hun ontwerp uit te testen.

Het is een ontmoetingsplaats waar iedereen welkom is (ook externen). De school moedigt het samenwerken tussen leerkrachten erg aan. Het vertrekpunt bij elke les is voor de school verwondering. Ze stellen daaruit een onderzoeksvraag waar de leerlingen rond gaan werken.

Er is ook een ruimte gecreëerd waar kinderen met LEGO aan de slag kunnen gaan. De intrinsieke motivatie van de kinderen is daarom enorm groot. Deze plaats is voor leerkrachten die zich niet zeker voelen bij STEM een hulp, waardoor ze zich misschien meer gaan openstellen naar lessen rond STEM. Er is ook een donkere kamer gemaakt waar er binnen wetenschap wordt gewerkt rond filosofie. De leerlingen gaan discussiëren, ideeën samenleggen en tot inzichten komen. Hun antwoord roept telkens een aantal vragen op.

De directeurs zeggen hierbij dat leraren geen schrik moeten hebben om te falen. Telkens wanneer de leerkrachten iets nieuws gaan proberen, is dat ook onderzoeken. Je moet als leerkracht kunnen experimenteren en uit je fouten leren.

*De Klimboom, te Balen*

Op de Klimboom te Balen starten ze de ochtend met een warm onthaal. De leerlingen mogen hier iets vertellen waarvan zij denken dat de anderen iets kunnen leren. Tijdens dit onthaal krijgen de leerlingen de kans om iets belangrijks te vertellen en hun emotie te scoren. Aan de hand van sommige verhalen worden er leervragen gesteld. Deze leervragen gaan de leerlingen in een bepaalde periode onderzoeken. Wat de leerlingen vertellen, wordt opgeschreven in een schrift en daar worden dan leerplandoelen aan gekoppeld.

Na het onthaal start de klas met het bekijken van de planning. Er wordt overlopen wat ze gaan doen en wat ze al gedaan hebben. Daarna wordt er een eigen planning opgemaakt, dat kan gaan van een tekening maken tot een toneeltje. Wanneer een leerling geen plan heeft, neemt die een kijkje in de kast. Daar staan allerlei boxen die ze kunnen uitvoeren. De bedoeling is dat de leerlingen alleen en in stilte werken en de leerkracht neemt dan de rol als coach op.

In deze school werken ze ook met duowerk. De leerlingen kiezen per twee een box en werken deze samen uit voor een lange periode. Al het materiaal en de stappenplannen zitten in de box. Het stappenplan bestaat uit open vragen maar ook uit geleide opdrachten. De leerlingen moeten zelf een plan bedenken om daarna te gaan schetsen, al het materiaal te verzamelen en als laatste de schets te maken. De opdrachten in de boxen zijn voor de leergebieden wereldoriëntatie en muzische vorming. De leerlingen moeten zo een knikkerbaan, kompas, een stoel voor een beer en een toren maken. Er zijn ook boxen rond beroepen, diersoorten en drijven en zinken. Deze boxen zijn voor de leerlingen van de derde graad. De leerlingen van de eerste graad hebben boxen rond: mijn stamboom, mijn eigen levenslijn, van baby tot bejaarde en de dikke darm. Wanneer de leerlingen een probleem hebben en hier samen niet uit geraken, wordt dit probleem besproken in de leerkring met de ganse klas. Op het einde van de box moeten de leerlingen hun werk voorstellen. Dat kan aan de hand van een filmpje of ze presenteren hun eindresultaat.

De opdrachten worden gekozen aan de hand van de leerplandoelen, de ‘wat nieuwsronde’ en het eigen plan. De leerplandoelen van wetenschappen en techniek en van mens en maatschappij hangen in de klas tegen de deur. De leerlingen kunnen zo zien wat ze al kunnen en waar ze nog aan moeten werken.

De school werkt regelmatig met paspoorten. Deze paspoorten gaan over landen en dieren. Ze worden niet op vaste momenten gebruikt maar enkel als het van de leerling zelf komt. Wanneer de leerling graag informatie wil over een dier of een land kan de leerling zo een paspoort invullen. De leerlingen zoeken de informatie op in boeken en op het internet.

*Curieuzeneuzen, te Balen*

Curieuzeneuzen te Balen is een school dat een visie heeft waarin zes componenten zitten: actief, zelfontdekkend, zelfregulerend, betekenisvol, sociaal en zelfreflecterend leren. De school wil inzetten op onderzoekend leren.

De missie van de school is modern onderwijs waar elke leerling vanuit nieuwsgierigheid zich kan ontwikkelen tot een zelfstandige, kritische jongere die initiatief durft te nemen, vlot kan samenwerken en voorbereid is op een job (STEAM-Basisschool Curieuzeneuzen, 2019). De school maakt gebruik van iPads, extra grote digitale borden en robots.

De school is veel bezig met onderzoekend leren. Vanuit de verwondering formuleren de leerlingen een vraag om te verkennen. Ze gaan een onderzoeksvraag opstellen en het onderzoek opzetten. De onderzoeksvraag wordt eerst in het vragenmachientje gestoken. Het vragenmachientje bekijkt de onderzoeksvraag van de leerlingen. Zo kan het zijn dat de leerlingen meermaals een nieuwe onderzoeksvraag moeten opstellen. Wanneer de leerlingen een goede onderzoeksvraag hebben, zetten ze het onderzoek op. Eerst plannen ze het onderzoek om het daarna te kunnen uitvoeren. Na het uitvoeren wordt er een antwoord geformuleerd. Als alles klaar is, presenteren de leerlingen hun onderzoek. In de laatste stap gaan ze zich verdiepen of verbreden. Wat willen de leerlingen nog meer weten?

Daarnaast wil de school ook inzetten op ontwerpend leren. Vanuit een probleem of behoefte gaan ze ontwerpen. Daarna gaan ze dit ontwerp maken en in gebruik nemen om als laatste te evalueren. Bij het evalueren komen de leerlingen tot een nieuw probleem of nieuw onderzoek.



Figuur 3: het STEMOOV-model

Het STEMOOV-model is het hart van de werking van de school. Ze gebruiken dit model, omdat dit model de onderzoekcyclus verbindt met de ontwerpcyclus. Nadat je iets onderzocht hebt, kan je deze informatie gebruiken in uw eigen ontwerp. Indien je dan je ontwerp af hebt, kan je de onderzoekscyclus terug doorlopen indien je moet bijsturen of om verder te gaan met verder onderzoek.

De ‘Arts’ van STEAM wordt op de school ingevuld door een externe leerkracht van een academie. Deze leerkracht komt zes uur per week kunstvakken geven op elke maandag, dinsdag en donderdag in de namiddag. Bij deze lessen moeten de leerlingen out of the box denken. Ze zitten per graad samen en worden dan in kleinere groepjes verdeeld. Tijdens deze lessen krijgen de leerlingen beeld, drama en muziek. De leerlingen doen hier impulsen op voor STEM-activiteiten.

Voor wiskunde stapt de school af van de vijfstructuur. Zij gaan over op de tienstructuur. De school stapt dus af van de methodes die er nu op de markt zijn en gebruikt de ijsberg methode. Ze werken vooral op het concrete en picturale niveau dat zich onder het water bevindt. Enkele leerlingen werken op het abstracte niveau dat zich boven water bevindt. Zo worden de maaltafels aangeleerd in het tweede en derde leerjaar.

Al van kleins af aan wordt er op deze school aan STEAM gedaan. In de kleuterschool werken ze met STEAM LEGO trein en park. De kleuters krijgen een verhaal en moeten dit met de LEGO STEAM maken. Zo maken ze bijvoorbeeld een draaimolen met allerlei tandwielen.

*Wiweterboxen*

We bekeken ook de Wiweterboxen aangezien deze gericht zijn op leerlingen van het lager onderwijs. De meeste zijn gemaakt voor leerlingen van het vijfde en zesde leerjaar en dus voor leerlingen die ouder zijn dan ons doelpubliek. Er zijn ook sessies voor kleuters op de Thomas More campus Kruidtuin te Mechelen. Hierdoor geloven we dat de werking ook interessant is voor ons. De wiweterboxen voor de oudere leerlingen hebben telkens een andere invalshoek uit het STEM-spectrum: aardrijkskunde, biologie, fysica, technologie, informatica of wiskunde. Er zijn zes reeksen uitgewerkt die allemaal in een thema staan met een wetenschappelijke naam, bv. Newton of Bar. Hun fases hebben een vaste naam: fase één; Wist ik niet!, fase twee; We onderzoeken!, fase drie; Test je mee!, fase 4; Reflecteer! Deze fases zijn geen vast gegeven en er kan nog eens fase twee komen nadat fase drie al een keer is geweest.

De gebruikte fases zijn ook terug te vinden in onze werkstukken, dit alleen in een andere vorm. Fase één komt overeen met onze probleemstelling, fase twee komt overeen met onze fase “onderzoek”, fase drie zit verwerkt in onze fase “maak” en fase vier zit in kleinere maten verwerkt in onze fase “antwoord”, maar voornamelijk in het synthesegesprek.
Differentiatie hebben wij ook toegevoegd door middel van moeilijkere en meer oefeningen te geven aan de hoogste groep van onze onderzoekboxen. Een andere soort voorwaarden bij de hoogste groep van de identiteitskaarten is een presentatie en peer tutoring bij de onderzoekseilanden.

##### 1.3.2.2 STEM in het leerplan

###### Algemene informatie

Binnen de visie van het GO! maken ze gebruik van het STEM-kader van de Vlaamse overheid. Er worden wel eigen accenten gelegd door middel van het pedagogisch project van het GO! (PPGO).



Figuur 4: Visie van het GO! op STEM

Op het niveau van de leerlingen: (GO! onderwijs, 2020)

* werkt STEM algemeen vormend, verhoogt de betrokkenheid en scherpt de kritische zin aan;
* fungeert STEM als hefboom bij het verwerven van vaardigheden van een hogere orde, door via natuurwetenschappen, techniek, engineering en wiskunde te creëren, te evalueren en te analyseren in een multidisciplinaire omgeving;
* speelt STEM in op interesses en ervaringen, voortbouwend op wat leerlingen al weten, voorziet hen van nieuwe ervaringen en betrekt hen bij de toepassingen en het maatschappelijk/praktisch belang van de natuurwetenschappen;
* heeft STEM oog voor diversiteit en gelijke kansen, zet actief in op rolmodellen en werkt daardoor emancipatorisch;
* begint STEM vanaf de kleuterschool en zorgt voor een verfijning van de vaardigheden in een context van een leven lang leren.

De Vlaamse overheid

De Vlaamse Regering wil leerlingen warmer maken voor STEM-richtingen en de aandacht voor STEM versterken. Om dit te kunnen realiseren heeft de Vlaamse Regering een STEM-actieplan uitgewerkt in 2012, zowel voor het secundair onderwijs als het basisonderwijs. Het actieplan trad in werking in 2012 en de scholen zouden tegen 2020 acht doelstellingen moeten realiseren: (GO! onderwijs, 2020)

1. STEM-onderwijs aantrekkelijker maken;
2. leraren, opleiders en begeleiders ondersteunen;
3. het proces van studie- en loopbaankeuze verbeteren;
4. meer meisjes in STEM-opleidingen en -beroepen;
5. inzetten op excellentie;
6. het opleidingsaanbod aanpassen;
7. sectoren, bedrijven en kennisinstellingen aanmoedigen;
8. de maatschappelijke waardering van technische beroepen verbeteren.

###### Leergebieden waar STEM aan bod komt

GO! leerplan

Het GO! verdeelt wereldoriëntatie in vijf domeinen: mens en maatschappij, natuur, ruimte, techniek en tijd. Wiskunde wordt verdeeld in vijf onderdelen: getallen, meten, meetkunde, problemen oplossen en attitudes. Elk domein is onderverdeeld in verschillende subcategorieën waaronder dan nog eens verschillende thema’s zitten.

Uit deze vijf domeinen en onderdelen hebben we enkele subthema’s geselecteerd die een plaats krijgen in het product dat we voor de partnerschool ontwikkelen. Deze keuze hebben we gebaseerd op de beginsituatie van de partnerschool en op basis van onderzoekgegevens uit de literatuur. Dit staat verder uitgeschreven in het onderdeel ‘Methode’ in ons werkstuk.

###### *Wereldoriëntatie*

Visie op wereldoriëntatie

De visie op wereldoriëntatie van het GO! is gebaseerd op tien bouwstenen. Vier van deze bouwstenen hebben te maken met algemene doelstellingen en zes bouwstenen met algemene pedagogisch-didactische werken.

De algemene doelstellingen

Leerlingen verwerven kennis en inzicht in zichzelf, hun omgeving en in hun relatie tot die omgeving. Ze verwerven vaardigheden om in interactie te treden met de omgeving, ook worden ze gestimuleerd tot een positieve houding t.o.v. zichzelf en hun omgeving.

De vier bouwstenen die hieronder staan vermeld, staan in volgorde van belangrijkheid.

* Bouwsteen 1: wereldoriëntatie is opvoedend van aard.
* Bouwsteen 2: wereldoriëntatie brengt algemene vaardigheden bij.
* Bouwsteen 3: wereldoriëntatie brengt specifieke vaardigheden bij.
* Bouwsteen 4: wereldoriëntatie brengt kennis van zichzelf en de wereld bij.

De algemene pedagogisch-didactische werken

* Bouwsteen 5: beleving en verwondering centraal stellen.
* Bouwsteen 6: vragen, interesses en talenten als uitgangspunt nemen.
* Bouwsteen 7: actief, interactief en constructief leren mogelijk maken.
* Bouwsteen 8: bewust kiezen voor thematisch en systematisch leren.
* Bouwsteen 9: samenhang garanderen.
* Bouwsteen 10: ‘mens en maatschappij’ als centraal referentiepunt nemen.

Wiskunde

De algemene doelstelling

“We willen bereiken dat kinderen situaties uit hun eigen leefwereld in een wiskundetaal kunnen beschrijven. Dat kunnen feiten, begrippen, structuren, regels en wetmatigheden zijn. We moeten kinderen begeleiden bij het zelf ontdekken van een brede waaier van denk- en oplossingsmethodes, zodanig dat ze in een gegeven probleemsituatie een passende methode kunnen aanwenden. We moeten de kinderen niet alleen leren leren; door onze pedagogische benadering moeten we ze ook sociaalvaardigmaken.” (Creyf, et al., s.a. p. 3)

Didactische en methodologische oriënteringspunten

“In het onderwijsleerproces gaat het meestal niet om het aanleren van vaste procedures, maar om het leren redeneren, onderzoeken en oplossen van problemen. Hierbij is de leerkracht geen autoriteit die de goede antwoorden kent, maar een begeleider die de leerlingen helpt bij het vinden van oplossingen en bij het leren redeneren.” (Creyf, et al., s.a. p. 47)

Vanuit de vraag van onze partnerschool zijn we gaan kijken naar de doelen die tot het domein “natuur – niet-levende natuur – natuurlijke verschijnselen” behoren. Hieronder citeren we de doelen uit het leerplan GO!.

Eerste leerjaar en tweede leerjaar:

* sneeuw smelt, water bevriest, een magneet trekt ijzer aan… (bereiken)
* natuurlijke verschijnselen m.b.t. temperatuur beschrijven: uitzetten en krimpen, smelten en stollen, verdampen en condenseren. (aanzetten)

Derde leerjaar:

* natuurlijke verschijnselen m.b.t. temperatuur beschrijven: uitzetten en krimpen, smelten en stollen, verdampen en condenseren. (bereiken)
* natuurlijke verschijnselen m.b.t. vloeistoffen beschrijven: druk, opwaartse kracht, verbonden vaten, drijven en zinken, oplosbaarheid. (aanzetten)
* natuurlijke verschijnselen m.b.t. magnetisme en licht beschrijven: kompasnaald, licht en schaduw. (aanzetten)
* van minstens één natuurlijk verschijnsel dat ze zelf waarnemen in eigen bewoording een hypothese formuleren en deze via een eenvoudig proefje toetsen en hierover verslag uitbrengen aan de groep. (aanzetten)

##### 1.3.2.3 Onderzoekend leren binnen STEM

###### Algemeen kader

Wat is onderzoekend leren?

Onderzoekend leren is een werkvorm die leerlingen aanspoort om de wereld rondom hen te ontdekken en te onderzoeken. Bij onderzoekend leren worden de leerlingen uitgedaagd om vragen te stellen over alles wat ze zien rondom hen (Klapwijk, R. & Holla, E., 2018).

De aanpak is open en het eindresultaat is nog niet bekend. De leerlingen gaan op onderzoek uit door verschillende stappen te doorlopen die beschreven staan in een onderzoekscyclus (Gynzy, 2009)

Er zijn verschillende cycli ontwikkeld om aan onderzoekend leren te doen in het basisonderwijs. In dit project zullen wij gebruik maken van de onderzoekscyclus van Klapwijk, R. & Holla, E., (2018) die in basisschool De Zevensprong gebruikt wordt.

“Belangrijk is een onderscheid te maken tussen onderzoekend leren en leren onderzoeken. Onder het laatste wordt verstaan dat leerlingen leren onderzoek doen en dus kennis en vaardigheden opdoen over het proces. Om het onderscheid duidelijk te maken, verstaan we onder onderzoekend leren dat de leerlingen met behulp van een proces (onderzoekend) leren over een vakgebied. Bij ‘onderzoekend leren’ is onderzoeken een middel; bij ‘leren onderzoeken’ is onderzoeken een doel*.*” (Graft & Kemmers, 2007)

Onderzoekscyclus

Bij onderzoekend leren gaan de leerlingen zelf op onderzoek uit. Dit doen ze aan de hand van onderzoeksvragen. In hun onderzoek doorlopen ze verschillende stappen zoals hieronder weergegeven in de onderzoekscyclus.

De onderzoekscyclus bestaat uit zes verschillende stappen: (Klapwijk, R. & Holla, E., 2018).

Stap 1: verwonderen
Bij deze stap maken de leerlingen kennis met het onderwerp of het probleem.

Stap 2: verkennen
Na het verwonderen zullen de leerlingen kennismaken met het onderwerp. Ze wisselen ook ideeën uit rond het onderzoeksonderwerp. Dit kan zowel klassikaal als in groepjes. Elk ingebracht idee kan dienen als een goed startpunt voor verder onderzoek. In deze fase wordt ook hun onderzoeksvraag opgesteld.

Stap 3: onderzoek opzetten
In deze fase van het onderzoekend leren gaan de leerlingen onderzoek opzetten vanuit een (eigen) vraag. De leerlingen gaan systematisch experimenteren en een onderzoeksplan opstellen. Je kan op verschillende manieren onderzoek opzetten.
De eerste manier is exploratief onderzoek. Hierbij wordt het onderwerp van het onderzoek vastgesteld en omschreven. Tevens bedenken de leerlingen hoe ze informatie over het onderwerp gaan verzamelen. Dat kan met verschillende zintuigen en met verschillende meetinstrumenten (Klapwijk, R. & Holla, E., 2015).
Daarnaast heb je een toetsend onderzoek. Hierbij is het onderwerp van het onderzoek specifieker en nog meer afgebakend. Het startpunt hierbij zijn door leerlingen geformuleerde verwachtingen over mogelijke uitkomsten. De leerlingen bedenken een test om te kijken of de verwachting uitkomt of niet. De test moet zo in elkaar zitten dat er na afloop antwoord gegeven kan worden op de onderzoeksvraag (Klapwijk, R. & Holla, E., 2018).

Stap 4: onderzoek uitvoeren
Hier gaan de leerlingen het betreffende onderzoek uitvoeren. Hierbij is het belangrijk om waar te nemen en gegevens meteen te noteren. Na het verzamelen van deze gegevens, worden ze geordend en in beeld gebracht. Dit kan met tekeningen, in woorden en tabellen (Klapwijk, R. & Holla, E., 2018).

Stap 5: concluderen
Na het onderzoeken zullen de leerlingen conclusies formuleren. De leerlingen bedenken wat hun gegevens nu eigenlijk betekenen. Samenwerken is tijdens deze stap erg belangrijk. Niet alle leerlingen zijn betrokken geweest bij alle facetten van het onderzoeksproces. Iedereen heeft weer iets anders gezien waardoor er verschillende conclusies mogelijk zijn. Leerlingen hebben elkaar nodig om elkaar aan te vullen. Bij het trekken van conclusies is het de bedoeling dat de leerlingen proberen om een antwoord te geven op de onderzoeksvraag (Klapwijk, R. & Holla, E., 2018).

Stap 6: presenteren
De antwoorden die de leerlingen gevonden hebben, worden doorgegeven aan anderen. In deze stap wordt ook vaak het hele onderzoek gepresenteerd. Voor leerlingen is het een mooie oefening om in begrijpelijke taal toe te lichten welke stappen zij hebben genomen en waarom.

*Tot slot*
Tot slot wordt het onderzoeksproces en de presentatie beoordeeld. Daarnaast wordt er ook nagegaan wat goed ging en wat je een volgende keer anders wil aanpakken.



Figuur 5: Onderzoekscyclus

De rol van de leerkracht bij onderzoekend leren

De rol van de leerkracht bij het onderzoekend leren is anders dan bij het traditionele lesgeven. De leerkracht neemt bij onderzoekend leren vooral de rol op van procesbegeleider terwijl hij bij het traditionele lesgeven vooral functioneert als kennisbron.

De leerkracht heeft bij het onderzoekend leren heel wat vaardigheden nodig. Zo moet hij overzicht hebben over het hele proces. Daarnaast moet de leraar het onderzoekend leerproces begeleiden door middel van het stellen van sturende vragen. De leerkracht moet bovendien het proces controleren en afbakenen. Hij moet ook de tijd in de gaten houden, nadenken over de uitvoerbaarheid van het onderzoeksplan, kijken naar de leerlingen die meer sturing nodig hebben en de leerlingen helpen focussen op hun plan (Klapwijk, R. & Holla, E., 2018).

Verschillende vormen van onderzoekend leren

Jonkman & Bakker (2011) omschrijven verschillende vormen van onderzoekend leren:

Literatuuronderzoek
Bij dit onderzoek zoeken de leerlingen naar antwoorden op een vraag in teksten, boeken, kranten… Vaak wordt deze manier gebruikt bij wereldoriëntatie.

Praktijkonderzoek
De leerlingen zoeken naar een antwoord door het bevragen van iets of iemand in de werkelijkheid. Dit kan je doen door middel van interviews of observaties. Het wordt gebruikt binnen het thematisch werken op de basisschool, wanneer er bijvoorbeeld naar beroepen wordt gekeken.

Experimenteel onderzoek
Er wordt gezocht naar antwoorden op een vraag door het maken van een vergelijking, door iets uit te proberen.

Ontwerponderzoek
De leerlingen ontwerpen iets om echt te gaan gebruiken, bijvoorbeeld een apparaat. Dit wordt vooral gebruikt bij techniek.

Wat is ontwerpend leren?

Bij het ontwerpend leren gaat het om het oplossen van een probleem. Het resultaat is een concreet ontwerp of product. Het te doorlopen proces is vergelijkbaar met dat bij onderzoekend leren, maar het vertrekpunt is een geconstateerd probleem of een behoefte waarvoor de leerlingen een oplossing zoeken. Ook dit proces begint met een ongerichte fase waarin de kinderen zo veel mogelijk oplossingen en informatie verzamelen. Daarna focussen de leerlingen zich op één oplossing of product en maken daar een ontwerp voor. Dat doen ze eerst schetsmatig, nadat ze de schets hebben besproken met de leerkracht maken ze een definitieve ontwerptekening met meer detail (Klapwijk, R. & Holla, E., 2018).

*Ontwerpcyclus*



Figuur 6: Ontwerpcyclus

Verschil tussen onderzoekend en ontwerpend leren

Zowel voor onderzoekend als ontwerpend leren heb je vergelijkbare vaardigheden nodig, zoals: creativiteit en kritisch denken. Toch zijn ze niet helemaal hetzelfde. De uitkomsten en ook de manier waarop de uitkomst wordt verkregen, zijn verschillend. Onderzoeken is meer gericht op het vermeerderen van kennis en begint altijd met een vraag waar je antwoord op wil krijgen. Vervolgens start het onderzoeksproces. Ontwerpen begint met een probleem of behoefte en is gericht op het ontwikkelen van een oplossing. Hiervoor gebruik je het ontwerpproces (Klapwijk, R. & Holla, E., 2018).

###### Voorbeelden van concrete aanpak

De Zevensprong, te Dessel (partnerschool)

De school is binnen STEM vooral bezig rond het opzoekend leren. De leerlingen krijgen hierbij een identiteitskaart over een bepaald onderwerp. Op deze identiteitskaart staan verschillende vragen. De leerlingen zoeken antwoorden op deze vragen door informatie op te zoeken in de bibliotheek van de school of op het internet. Bij deze vorm werken de leerlingen zelfstandig. De identiteitskaarten zijn aangepast aan het niveau van de leerlingen.

Hidrodoe, te Herentals

In het belang van ons onderzoek hebben we Hidrodoe bezocht. Hier kregen we veel informatie en ook inspiratie. Zo hebben wij de film ‘Teruggespoeld’ bekeken. Via deze film konden we het hele proces van drinkwaterproductie volgen. Voor kinderen is deze film heel amusant. Als de leerlingen de film nog niet helemaal begrepen hebben, kunnen ze de informatieruimte bezoeken. In deze ruimte kunnen ze de drinkwaterproductie nogmaals stap voor stap bekijken. Dit kan aan de hand van maquettes, informatiekiosken, overzichtsschema’s, filmpjes… Dit deel van de ruimte noemen ze ‘watermaker’. Nadat we de ruimte ‘watermaker’ hebben bezocht, zijn we overgegaan naar de zaal ‘waterwereld’. In deze zaal kunnen de leerlingen zelf experimenteren. Hier kunnen de leerlingen de volgende zones bekijken: belevingsgang, wat is de waterzone, geschiedenisgrot, de landschapszone en aquastation. Per zone kunnen de leerlingen verschillende experimenten uitvoeren, die specifiek zijn per zone. Zo kan je bijvoorbeeld in ‘De landschapszone’ verschillende delen van de rivier benoemen. In de ‘Geschiedenisgrot’ kan je niet experimenteren. Deze zone is informatief. De leerlingen kunnen hier de geschiedenis van water ontdekken door middel van leuke video- of geluidsfragmenten.

Hidrodoe is bestemd voor mensen van alle leeftijden. Voor speciale schoolbezoeken worden er dagen gereserveerd per leeftijdsgroep. Zo zullen er nooit kleuters rondlopen terwijl er jongeren uit het secundair onderwijs aanwezig zijn. Uiteraard worden de rondleidingen en de informatie per leeftijdsklassen bepaald. Zo zijn er ook verschillende werkbundels en mappen aanwezig voor de leerlingen, maar ook voor de leerkrachten.

Uit ons bezoek aan Hidrodoe nemen we een aantal dingen mee. Er is een stand aanwezig waar ze verbindende vaten uitleggen. Dit was echter te moeilijk uitgelegd volgens ons. In dezelfde zone is er een proef over ‘drijven en zinken’. Hier is duidelijk te zien leerlingen wat drijven en zinken juist inhoud. Ook bekeken we een stand over het maken van bellen en hoe de vorm van de bellen beïnvloed kan worden. Ze mogen experimenteren met verschillende materialen waarbij de uitkomsten duidelijk zichtbaar zijn. Wij zouden zeker aanraden dat de school eens op bezoek gaat bij Hidrodoe. Dit sluit perfect aan bij onze onderzoekboxen. De leerlingen kunnen er zelfstandig experimenteren en kunnen de gekregen informatie omzetten naar de praktijk.

### Onderwijs en STEM in andere landen

##### TIMSS

TIMSS of Trends in International Mathematics and Science Study is een studie die de prestaties van leerlingen op vlak van wiskunde en wetenschappen om de vier jaar internationaal onderzoekt en in kaart brengt. Dit doen ze sinds 1995. Bij deze testen worden de kennis en inzichten van begrippen, denkprocessen en beheersing van vaardigheden getoetst. IEA of International Association for the Evaluation of Educational Achievement brengt de resultaten van de verschillende landen in kaart.

De resultaten die wij gebruiken voor ons onderzoek, zijn de resultaten van 2015. We hebben voor ons onderzoek gekeken naar de resultaten voor wiskunde en die voor wetenschappen. Na het bekijken van de TIMSS merkten we dat Vlaanderen op vlak van wiskunde hoog scoorde. We behaalden hierbij de elfde plaats van de 49 landen. Op dit vlak scoorden we ruim boven het TIMSS-gemiddelde. Dit is niet zo op het vlak van wetenschappen. We behaalden de 31ste plaats van de 49 landen. We liggen hierbij net boven het TIMSS-gemiddelde. Wat we ook zagen, was dat Singapore en Korea op beide vlakken in de top drie staan. Ze behaalden de hoogste scores. Finland behaalde de 17de plaats bij wiskunde. Bij wetenschappen behaalden ze de zevende plaats. Het onderwijs in Finland hebben we ook onderzocht, omdat ze leerjaardoorbrekend werken op sommige scholen. Op deze manier konden we dit vergelijken met elkaar.

##### 1.3.3.2 The Global Competitiveness Index

The Global Competitiveness Index is een lijst waarop alle landen van de wereld vermeld staan. De plaats die je als land op deze lijst krijgt, heeft te maken met de kwaliteit van het onderwijs in dat land. Hoe hoger je op de lijst staat, hoe hoger de kwaliteit is van onderwijs in dat land. Op de lijst van 2019 kunnen we waarnemen dat Singapore op nummer één staat (World Economic Forum, 2019). In de lijsten van de voorbije jaren merken we dat er steeds meer verschuivingen zijn, maar hierbij staat Singapore steeds hooggeplaatst (World Economic Forum, 2017-2018). Onderaan de lijst kunnen we de minder ontwikkelde landen terugvinden. Deze landen hebben minder kwaliteitsvol onderwijs. Dit komt doordat ze niet de infrastructuur en middelen hebben zoals andere landen deze hebben (World Economic Forum, 2019). België konden we in 2019 terugvinden op de 22ste plaats. Hieruit kunnen we concluderen dat wij als Belgen nog goed presteren (World Economic Forum, 2019). Maar toch niet zoals voorheen. In de voorbije jaren kon je ons hoger op de lijsten terugvinden. Dit zou eventueel te maken kunnen hebben met de voortdurende hervormingen van ons onderwijs van de afgelopen jaren (World Economic Forum, 2017-2018).

###### Singapore, Korea en Finland

Uit bovenstaande onderzoeken kunnen we afleiden dat Singapore en Korea hoog scoorden op wiskunde en wetenschappen. Ook Finland behaalde een hoge score voor wetenschappen bij TIMSS. We hebben dan ook verder onderzocht hoe deze landen hun onderwijs organiseren. In het kader van ons onderzoek is het interessant om te weten of ze leerjaardoorbrekend en/of ze STEM-onderwijs geïntegreerd aanbieden.

“Scholen in Singapore streven naar inclusief onderwijs[[4]](#footnote-4). Kinderen met ontwikkelingsproblemen of leerachterstanden volgen ook les in het gewone onderwijs. Voor kinderen waarbij dit niet mogelijk is, zijn er een twintigtal scholen die aangepaste programma’s aanbieden. Ze werken echter niet leerjaardoorbrekend. In het basisonderwijs ligt de nadruk op de leergebieden taal en rekenen. Alle leerlingen volgen Engels en een andere taal: Maleis, Chinees of Tamil. Voor leerlingen die niet de mogelijkheid hebben om een extra taal te kunnen verwerven, wordt een speciaal programma ingericht (Sirelo.nl).” (Bruyndoncx, et al., 2018) In Singapore is het onderwijs heel disciplinair. De leerlingen hebben te maken met stress omdat falen voor hen geen optie is. De maatschappij verwacht veel van de leerlingen, ze moeten zeer goede punten halen. Als dit niet zo is of ze gehoorzamen niet, krijgen ze van hun ouders een pedagogische tik met een stok. Dit is al twee jaar verboden in het onderwijs. Doordat er zulke prestatiedruk op de leerlingen rust, hebben veel leerlingen last van een laag zelfbeeld of faalangst (VRT, 2018).

Het basisonderwijs in Korea duurt zes jaar. Prestaties, discipline en hard werken zijn heel belangrijk in Korea. Ze werken hierbij in verschillende graden, ‘grade’ één tot zes, deze zijn bedoeld voor leerlingen van zes tot twaalf jaar. Vanaf ‘grade’ drie wordt er in Korea Engels aangeboden. In deze scholen gebruiken ze niet dezelfde benamingen voor vakken als wij doen. Zo hebben ze vakken als gedisciplineerd leven, gevoelig leven en plezierig leven. Wiskunde wordt vanaf ‘grade’ één gegeven, terwijl wetenschap vanaf ‘grade’ drie gegeven wordt. Na de schooluren gaan de leerlingen vaak naar de naschool. Hier kunnen ze huiswerk maken, culturele activiteiten uitvoeren of sporten. De scholen in Korea werken niet leerjaardoorbrekend. Ze werken met zes verschillende klassen voor de leerlingen in de scholen.

In Finland kent men al vele jaren ‘multi-grade teaching’. Het Finse schoolsysteem bestaat uit negen jaar verplicht onderwijs en Finse kinderen gaan vanaf zeven jaar naar school.

Het Finse schoolsysteem kent naast ‘multi-grade teaching’ ook ‘tripartite supporting system’ dit geven wij de naam inclusieonderwijs[[5]](#footnote-5). Het heeft de intentie dat elke leerling die hulp nodig heeft, dit zo snel mogelijk krijgt in hun eigen klas en school.

‘Multi-grade teaching’ vind je in kleinere scholen omdat ze willen vermijden dat de school moet sluiten, maar ook om de grootte van de klassen stabieler te houden wanneer er weinig geboortes zijn. De leerkrachten vinden zelf dat ‘multi-grade teaching’ wel veel van hen vraagt omdat ze het curriculum en de werkboeken van meerdere jaren moeten bekijken om zo gelijkenissen te zoeken. Als deze niet gevonden worden, moet de leerkracht alles zelf maken. Dit heeft als voordeel dat er meer kansen gecreëerd worden en dat er veel verschillende onderwerpen aan elkaar gelinkt kunnen worden.

Eén van de moeilijkste taken is het differentiëren. In ‘multi-grade teaching’ is het noodzakelijk om individuele differentiatie aan te bieden omdat er zoveel verschillen zijn. Dit wordt in Finland wat verholpen door veel te remediëren. Dit gebeurt voor of na de schooldag en soms ook tijdens de pauzes.

###### Nederland

In een aantal scholen binnen het unitonderwijs worden de jaarklassen vervangen door units. Deze units zijn groepsoverstijgend of groepsdoorbroken. Dit kan op twee manieren.
Zo kunnen bijvoorbeeld meerdere klassen van hetzelfde leerjaar (bv. 5A, 5B en 5C) of verschillende leerjaren (bv. eerste leerjaar tot en met vierde leerjaar) samengevoegd worden. In Nederland wordt dit ook wel SlimFit genoemd.

De leerkrachten in de scholen werken samen met andere mensen, zowel intern als extern. Ze merken zelf op dat de onderwijskwaliteit verbeterd. Er wordt dankzij dit systeem meer onderwijs op maat aangeboden en het sluit meer aan bij de talenten en de leerbehoeften van de leerlingen.

Voor de leerlingen zijn er een aantal positieve kenmerken. Zo leren ze samenwerken en van elkaar leren. Het vak ICT wordt ook aangeboden. Op deze manier krijgen de leerlingen een betere kennis van ICT en leren ze presenteren via ICT-vaardigheden.

De ouders waren over dit systeem in het begin wat kritisch, maar uiteindelijk waren ze wel positief. Voor de school is het ook nog belangrijk om te weten dat deze vorm ook wat eisen stelt. Zo moeten er een aantal aanpassingen gebeuren aan de indeling van de school, zowel aan de lokalen als aan de ICT-infrastructuur.

##### 1.3.3.4 Engelstalige landen: Schotland, VSA, Nieuw-Zeeland en Engeland

###### Verschillende vormen van leerjaardoorbrekend onderwijs

Tijdens ons onderzoek bekeken we ook enkele Engelstalige bronnen. Wanneer je op de term ‘Mixed-Graded’ onderwijs zoekt, merk je op dat er verschillende vormen van leerjaardoorbrekend onderwijs zijn. De verschillende termen die we vonden zijn: ‘multi-age’, ‘composite’, ‘multigrade’, ‘stage’ en ‘nongraded’. De verschillende vormen zetten leerlingen van verschillende leeftijden bij elkaar. De manier van groeperen en redeneren is in de verschillende vormen verschillend. Hierdoor hebben de verschillende vormen ook hun eigen voor- en nadelen. (Cornish, 2015) (Graham & Miller, 2002)

‘Multi-age’

In deze klassen worden leerlingen van verschillende leeftijden samen gezet, ongeacht het jaar waar ze normaal zouden moeten starten. De leerlingen worden per onderwerp verdeeld in groepen. Dit gebeurt volgens de mogelijkheden van de leerlingen of hun interesses. (Wikipedia, s.a.) (Familyeducation, s.a.) (Graham & Miller, 2002)

‘Composite’

Er waren heel wat verschillende bronnen te vinden over ‘composite classes’. De meningen waren erg verdeeld over de invulling van deze klassen. Bij het vergelijken van de bronnen komt het erop neer dat verschillende klassen heel vaak uit noodzaak bij elkaar worden gezet. De redenen hiervan kunnen heel uiteenlopend zijn zoals een te kleine leerlingenpopulatie, een schoolgebouw met een beperkt aantal lokalen, pedagogische redenen zoals het bevorderen van de sociale ontwikkeling en een bepaalde visie van de school. Het is niet zo dat je altijd in zo’n klas terechtkomt. Soms kan het zijn dat je maar voor de helft van de tijd in deze ‘composite classes’ zit. Wanneer het niet noodzakelijk is om klassen samen te nemen, wordt er terug gebruikgemaakt van het gewone jaarklassensysteem. (Wikipedia, s.a.) (Education department Dundee City Council, s.a.) (Graham & Miller, 2002)

‘Multigrade’

‘Multigrade’ klassen zijn te vergelijken met de units in Nederland. Verschillende leerjaren vormen samen één klas. De leerlingen zitten altijd met hun leeftijdsgenoten samen en kunnen niet eenvoudig naar een klas hoger gaan. Het verschil met graadklassen is dat hier bijvoorbeeld het vierde en het vijfde leerjaar, een klas kunnen vormen. (Familyeducation, s.a.) (Graham & Miller, 2002)

‘Stage’

Een ‘stage’ heeft dezelfde betekenis als het Nederlandse woord ‘graad’. Deze werking is gelijkaardig aan onze graadklassen. Leerlingen van het eerste en tweede leerjaar, leerlingen van het derde en vierde leerjaar en leerlingen van het vijfde en zesde leerjaar zitten samen in de klas. (Graham & Miller, 2002)

‘Nongraded’

Leerlingen van verschillende leeftijden zitten bij elkaar in de klas ongeacht het leerjaar waar ze normaal gezien instapte. Ze zijn daarnaast niet bij elkaar gezet vanwege hun kunnen en mogelijkheden. Het zijn dus allemaal heterogene groepen. (Cotton, 1993) (Graham & Miller, 2002)

*Voor- en nadelen van ‘Mixed classes’*

Waarom niet per jaar groeperen?

De leeftijd van een kind vertelt weinig tot niets over de ontwikkeling van het kind. Ook zijn kinderen niet in alles even sterk. Wanneer je een kind uit een klas vergelijkt met leeftijdsgenoten, zal het op sommige gebieden uitblinken en op sommige gebieden achterlopen. De ontwikkeling van kinderen is ook afhankelijk van hun opvoeding en van hun bagage. Dit alles maakt dat kinderen groeperen op leeftijd zorgt voor hele grote verschillen, waar niet altijd even makkelijk mee kan worden omgegaan. (Cornish, 2015)

Zowel de jongste als de oudste leerlingen uit een groep hebben er baat bij leerjaardoorbrekend te werken. De jongste zijn heel beïnvloedbaar en nemen alles goed op, de oudste leren heel veel van het uitleggen aan de jongere leerlingen. Leerlingen leren hier de leiding nemen, organiseren, delen… Dit komt doordat ze vaker zelfstandig bezig zullen zijn. Ook zullen ze vaker werken aan probleemoplossend denken, hogere denkwijzen en leren leren. Ook naar de sociale componenten zijn er verschillende onderzoeken gebeurd. Leerlingen blijven langer bij dezelfde leerkracht en bouwen zo een betere band op. Dit komt doordat ze bij de leerlingen blijven tot ze doorgaan naar de volgende groep (‘stage’ en ‘multi-grade’). Sommige leerkrachten worden vrijgemaakt doordat er klassen worden samengevoegd. Deze leraren kunnen ze dan op andere plaatsen in de school inzetten. (Edusys, S.a) (Graham & Miller, 2002) (Cornish, 2015)

Er zijn ook gevaren als je verschillende leeftijden bij elkaar zet. Dit kan leiden naar ‘social insecurity’: er zijn minder kinderen van jouw leeftijd in de klas en dus heb je minder kans op ‘same-age friendships’. Niet alle soorten van ‘mixed-graded classes’ bv. ‘multi-grade classes’ zijn gemakkelijk in te voeren in grote scholen met veel leerlingen. (Cornish, 2015) (Edusys, S.a)

# Methode

## Kader

Basisschool De Zevensprong organiseert het leerjaardoorbrekend werken door middel van verschillende units. Zo heb je unit één voor de kleuters, unit twee voor de leerlingen van het eerste, tweede en derde leerjaar en unit drie voor het vierde, vijfde en zesde leerjaar. In elke unit zijn er twee klasleerkrachten en een ondersteunende leerkracht. De leerkrachten specialiseren zich in één of meerdere leergebieden die aansluiten bij hun eigen talenten en expertise. Elke unit heeft twee lokalen die ingericht zijn als krachtige leer- en leefomgevingen. In deze lokalen is er ruimte om instructielessen te geven, om in dialoog te gaan en om begeleid zelfstandig te werken. Voor de lessen STEM werken de leerlingen in de klas van juf Liene. Zij is de STEM-leerkracht binnen unit twee. De onderdelen van STEM worden gegeven op verschillende manieren. Zo kan er zelfstandig of klassikaal gewerkt worden. Het materiaal van de lessen maakt juf Liene zelf, er wordt dus geen gebruik gemaakt van bepaalde handleidingen. De school werkt vanuit de leerplannen van het GO! om de lessen te maken. Daarnaast maken de leerkrachten bij de STEM-lessen gebruik van kaders van wetenschapsknooppunten. Momenteel werken ze vooral met klassikale lessen of de identiteitskaarten binnen wereldoriëntatie. Wij hebben verschillende werkvormen, zoals identiteitskaarten, onderzoekboxen en onderzoekseilanden uitgewerkt die de school kan gebruiken om STEMmig te werken in een leerjaardoorbrekende klas.

In het concept dat wij voorstellen, werkt een unit per schooljaar in een ander jaarthema. Omdat een unit uit drie leerjaren bestaat, voorzien we drie jaarthema’s. Wij gaan ervan uit dat de thema’s in een doorschuifsysteem opvolgen, beginnend bij jaar A: thema water, jaar B: thema onderweg en jaar C: thema voeding. Deze thema’s zijn voorbeelden die wij aanreiken, ze zouden kunnen veranderd worden indien scholen dit wensen.

Elk jaarthema krijgt een inhoudelijke invulling vanuit de leerplandoelen wetenschappen en techniek, mens en maatschappij en wiskunde. We selecteren algemene doelen die binnen een thema vervolgens geconcretiseerd kunnen worden per niveaugroep.

Om te bepalen in welke niveaugroep een leerling start, voorzien we bij sommige werkvormen pre-testen. In deze testen komen vragen voor die gaan over de doelen die we willen bereiken in de les. In onderstaande bijlagen (bijlage A) kan er een voorbeeld gevonden worden. Aan de hand van de pre-testen gaan we de leerlingen in groepen verdelen op basis van hun niveau. Op deze manier kunnen de leerlingen in niveaugroepen werken voor de les.

Bij andere werkvormen wordt er gewerkt met niveaugroepen op basis van interesse.

De evaluatie kan in de verschillende werkvormen op drie verschillende manieren gebruikt worden, zelfevaluatie, zelfcorrectie en de synthese. Deze komen alle drie aan bod in onze werkvormen. Het is belangrijk dat ze allemaal doorlopen worden. De leerlingen gaan na het maken van de opdrachten deze zelf verbeteren. Een zelfcorrectie zorgt voor autonomie bij de leerlingen en het inzien van hun eigen fouten. Zelfcorrectie stimuleren wij zo veel mogelijk, maar bij niet alle werkvormen is dit de beste keuze aangezien STEMmig werken soms heel brede antwoordmogelijkheden heeft. Na het maken van de opdrachten gaan de leerlingen een zelfevaluatie invullen. Dit hebben we gedaan, omdat de leerlingen hierdoor tot bewustwording komen en de verantwoordelijkheid van de leerlingen wordt aangewakkerd. Deze zelfevaluatie kan op verschillende manieren gebeuren. Op het einde van de les wordt er ook een synthesegesprek gehouden. Hierin wordt de essentie van de les nog eens vastgezet. Er vindt dan een klasgesprek plaats waarin de samenwerking wordt besproken, wat de leerlingen hebben geleerd, de manier van aanpak en wat ze in de toekomst anders of hetzelfde zouden doen. In onderstaande toepassing staan voorbeelden van zelfcorrectie, zelfevaluatie en synthese. (bijlage A)

Om op te volgen of leerlingen alle leerplandoelen bereikt hebben na afronding van onze werkvorm gebruiken we verschillende mogelijkheden: een quiz, de identiteitskaart met bijhorende presentaties of een post-test.Deze test is hetzelfde als de pre-test. Op deze manier kunnen we kijken wat de leerlingen hebben bijgeleerd en of ze de doelen bereikt hebben door de testen te vergelijken.

Om de doelstellingen per thema te realiseren, hebben wij werkvormen geselecteerd die aansluiten bij criteria die belangrijk zijn als we leerjaardoorbrekend aan STEM willen werken. We kozen voor samenwerkingsvormen omdat je hierdoor van en door elkaar kan leren. Dit wordt in ons werkstuk ook besproken als positief kenmerk van leerjaardoorbrekend werken. Hieronder beschrijven we de verschillende samenwerkingsvormen die we inzetten en voegen we toe aan welke criteria ze voldoen.

Aan de hand van de post-testen, quizresultaten en identiteitskaarten die de leerlingen hebben ingevuld na elke box, wordt er een portfolio gemaakt. Zo wordt er bijgehouden welke doelen de leerlingen al bereikt hebben en welke boxen ze al hebben gedaan. Doordat de leerlingen drie jaar les krijgen van dezelfde STEM-juf kunnen de doelen per leerlingen zo beter bijgehouden worden. Zo moet niet elke jaar het portfolio doorgegeven worden aan een andere leerkracht.

Identiteitskaarten

Aan de hand van identiteitskaarten werken de leerlingen aan opzoekend leren. Bij deze werkvorm moeten de leerlingen informatie opzoeken over een dier. De leerlingen mogen hiervoor gebruik maken van websites, boeken… . Nadat de leerlingen alles over hun dier hebben opgezocht, maken ze er een identiteitskaart van. Op die manier hebben ze een goed overzicht over hun dier. Wij hebben het principe van de identiteitskaarten die de school gebruikt, meer STEMmig gemaakt. Dit hebben we gedaan door een techniekles toe te voegen. Op die manier werken wij binnen onze identiteitskaarten aan alle onderdelen van STEM. Zo werken we bij de identiteitskaarten aan Science en Mathematics. Bij onze vervolgles komen de onderdelen Engineering en Technology aan bod. Het is de bedoeling dat de leerlingen in deze les iets ontwerpen om het afval uit de zee te verwijderen. Doordat de leerlingen een probleem hebben gekregen en iets moeten ontwerpen om dit probleem op te lossen, werken we hierbij aan Engineering. (bijlage B)

Onderzoekboxen

Aan de hand van onderzoekboxen werken de leerlingen aan onderzoekend leren. Deze werkvorm spoort de leerlingen aan om de wereld rondom hen te ontdekken en te onderzoeken. Onderzoekboxen zijn een voorbeeld van experimenteel onderzoek. Hierbij maken we gebruik van de stappen van de onderzoekscyclus. Bij het begin van een lesactiviteit start de leerkracht met een probleemstelling. Deze probleemstelling is voor alle niveaugroepen hetzelfde en zal achteraf per groep gespecificeerd worden naargelang hun onderwerp. De probleemstelling zal voor een context zorgen waar de leerlingen inzien dat het gegeven probleem voorkomt in het dagelijks leven. Nadien laat je de leerlingen zelfstandig aan de slag gaan. Dit hoort bij de eerste stap van de onderzoekscyclus, verwonderen. Aan de hand van de boxen gaan de leerlingen het thema ontdekken, onderzoek opzetten en onderzoek uitvoeren. De leerlingen doen dit in groep. In elke box zit een stappenplan met opdrachten die de leerlingen gaan volgen. Aan de hand van het stappenplan willen we de zelfstandigheid van de leerlingen stimuleren. Het concluderen gaan de leerlingen eerst in groep doen en op het einde van de les wordt dit gezamenlijk gedaan aan de hand van een synthesegesprek. (Klapwijk, R. & Holla, E., 2018) (bijlage A)

Onderzoekseilanden

Aan de hand van onderzoekseilanden werken de leerlingen aan onderzoekend, ontwerpend en opzoekend leren. Deze werkvorm spoort de leerlingen aan om de wereld rondom hen heen te ontdekken en te onderzoeken. Het thema van het onderzoekseiland dat wij uitwerkten, is water. Binnen ons onderzoekseiland, zijn er vier eilanden. De bedoeling is dat de leerlingen de verschillende eilanden in leerjaardoorbekende groepen doorlopen. Deze groepen worden op voorhand ingedeeld op basis van de leerlingen hun interesses. De leerlingen stellen hun top vier op van de eilanden. Ze kiezen hierbij uit de vier verschillende onderwerpen van de eilanden: water in derdewereldlanden, water in het lichaam, maak een bellenblazer en de bever. Doordat we de leerlingen indelen in leerjaardoorbrekende groepen, kunnen de leerlingen elkaar goed helpen om de opdrachten tot een goed einde te brengen. Elke leerling krijgt in het begin van de les een sticker van de leerkracht. Deze sticker is roos, blauw of geel. Deze kleur bevindt zich ook op de stappenplannen van de leerlingen. De bollen op de stappenplannen staan voor de groep die hier de hoofdverantwoordelijkheid heeft. Deze groep neemt de leiding op in deze opdracht. Zo kunnen de oudere leerlingen, de jongere helpen, maar hebben ook de jongere leerlingen soms de verantwoordelijkheid in handen.

Daarnaast zorgen we voor een takenverdeling. Het is hierbij belangrijk dat de oudste leerlingen de taken met de meeste verantwoordelijkheid krijgen. Zo zijn een taakkapitein, een verslaggever en aanmoediger vooral taken die de oudste leerlingen op zich moeten nemen. De tijdsbewaker en materiaalmeester zijn taken die de jongste leerlingen voor hun rekening kunnen nemen. (bijlage C)

### Invulling doelen van het GO! leerplan (eerste, tweede en derde leerjaar)

Hieronder staat een invulling die wij hebben gegeven aan verschillende doelen van het GO! leerplan. Deze invulling omvat lesideeën die binnen het thema water passen. Op deze manier vormt onderstaande opsomming een idee voor vervolglessen op onze samenwerkingsvormen.

##### Doelen thema water

###### Wereldoriëntatie

Mens en maatschappij

* Ik en de anderen
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen werken in groep samen.
* Ik en de samenleving
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen leren over samenlevingen waar minder water is.
* Ik als consument
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen ontdekken waar we water voor nodig hebben en waar er water in zit.

Natuur

* Levende natuur
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen leren over het waterpercentage in het menselijk lichaam.
* Gezondheidseducatie
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen leren dat water noodzakelijk is om te overleven.
* Milieueducatie
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen leren over waterverspilling en hoe dit zelf tegen te gaan.

Ruimte

* Ruimtebeleving, ruimtelijke oriëntatie en kaartvaardigheid
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen ontdekken het symbool van water in de legende van een wereldkaart.
* Topografische kennis
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen kunnen de zeeën aanduiden op een landkaart.
* Landschappen – ruimtelijke ordening
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen leren dat er landschappen zijn met veel wateren en met weinig wateren.

Techniek

* Techniek begrijpen
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen ontdekken de werking van een dam.
* Techniek hanteren – technische systemen maken
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen bouwen zelf een watermolen.
* Techniek hanteren – technische systemen gebruiken
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen kunnen een waterpomp gebruiken.

Tijd

* Dagelijkse tijd
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen leren dat bij bepaalde momenten in de dag er meer water verbruikt wordt.
* Historische tijd
	+ Bijvoorbeeld: de leerlingen leren hoe water vroeger gebruikt werd.

###### Wiskunde

Meten

* Bijvoorbeeld: de leerlingen meten de temperatuur van verschillende waterbadjes, zoals: ijswater, warm water en gewoon leidingwater.

Meetkunde

* Bijvoorbeeld: de leerlingen benoemen de verschillende vormen van plassen water.

Problemen oplossen

* Bijvoorbeeld: de leerlingen berekenen de oppervlakte van een plas water.

## Deelnemers

Wij werken in ons onderzoek, zoals eerder vermeld, samen met de Zevensprong te Dessel uit de provincie Antwerpen. De school behoort tot de scholengemeenschap Fluxus en het GO! onderwijs. De Zevensprong is een kleine school met een kleine populatie leerlingen. In de lagere school zijn er twee units. In elke unit heb je twee verschillende klassen. Zo heb je een STEM-klas en een klas voor de taalvakken en muzische vorming. Wij werken samen met unit twee voor ons onderzoek. Dit zijn de leerlingen van het eerste, tweede en derde leerjaar. Voor ons onderzoek werken wij ook samen met de STEM-leerkracht van unit twee, juf Liene.

Het eerste leerjaar bestaat uit twee leerlingen, het tweede leerjaar telt zeven leerlingen en het derde leerjaar dertien leerlingen. In totaal zitten er in unit twee dus tweeëntwintig leerlingen waarvan vijftien jongens en zeven meisjes. In unit twee zitten veel anderstalige leerlingen, waardoor het taalniveau redelijk zwak is. Daardoor hebben deze leerlingen nood aan duidelijkheid, afbeeldingen en makkelijke woordenschat.

## Materialen

In onderstaande tekst geven wij een toelichting van de verschillende materialen die wij hebben ontworpen voor onze samenwerkingsvormen. In totaal hebben wij drie verschillende samenwerkingsvormen gecreëerd, onderzoekboxen, identiteitskaarten en onderzoekseilanden.

### Onderzoekboxen

Wij zijn voor het maken van onze onderzoekboxen eerst onderzoek gaan doen naar de thema’s die we in onze onderzoekboxen aanhalen. Het materiaal dat we gemaakt hebben voor de onderzoekboxen hebben we zelf ontwikkeld. We hebben ons echter wel gebaseerd op de onderzoekcyslus uit de handleiding van Mikado (Kussé, Van Den Bosch, Van Hove, Van Steenbergen, 2010). Onze inspiratie hebben we vooral gehaald uit websites, Mikado, experten, schoolbezoeken en uitstappen.

Voor de onderwerpen van de onderzoekboxen hebben wij gekozen voor een onderwerp dat in de leefwereld van de kinderen ligt (drijven en zinken) en een onderwerp dat niet echt in de leefwereld van de kinderen ligt (verbindende vaten). Op deze manier kunnen we bekijken in welke mate de leerstof bij de leerlingen blijft hangen en/of het mogelijk is om abstractere concepten te onderzoeken met jongere leerlingen.

##### Onderzoekbox 1: Drijven en zinken

Voor de aanvang van de lesactiviteiten per box wordt er een pre-test gehouden om te bepalen in welke niveaugroep een leerling start. In deze testen komen vragen voor die gaan over de doelen die we willen bereiken in de les. Via deze pre-test kunnen de leerkrachten de leerlingen makkelijker in groepen verdelen. Wij zien vier leerlingen per groep als het ideale aantal. De groepen worden verdeeld in drie niveaus. Wij verdelen de niveaus via een kleurcode. Per box worden deze kleurcodes gewisseld, zodat er zeker geen connotatie bij de leerlingen aanwezig is. De kleuren die we gebruiken zijn: roze, blauw en geel. Per kleur krijgen ze een bepaald aantal criteria.

**Groep roze:**

* Alles wordt visueel ondersteund.
* Er wordt weinig abstractie verwacht.
* Er zijn meer tussenstappen om de opdrachten uit te voeren.
* Ze krijgen enkel het materiaal dat nodig is.

**Groep blauw:**

* In deze groep is er meer tekst aanwezig, die minder visueel ondersteund wordt.
* Er wordt een beperkte mate van abstractie verwacht.
* Er zijn minder tussenstappen om de opdrachten uit te voeren.
* Ze krijgen materialen die overbodig zijn voor de opdracht.

**Groep geel:**

* In deze groep is er het meeste tekst aanwezig, met weinig visuele ondersteuning.
* Er wordt een hoge mate van abstractie verwacht.
* Er zijn veel minder tussenstappen om de opdracht uit te voeren.
* Ze krijgen een overvloed aan materialen, deze zijn nuttig en overbodig.

We beginnen de leeractiviteit van deze onderzoekbox met een probleemstelling. De leerlingen krijgen de tijd en het materiaal om een oplossing te bedenken voor het probleem. Er is een basisprobleemstelling die geldt voor alle leerlingen. Dit is geformuleerd in een verhaal. Daarnaast krijgt elke niveaugroep verschillende criteria. Ze zijn aangepast aan het niveau en per niveau zijn er meer of mindere criteria. Hieronder staat een voorbeeld van een probleemstelling. Deze hoeft niet gebruikt te worden. Een ervaring, filmpje of vraag van een leerling kan ook een probleemstelling vormen voor het begin van de les.

Voorbeeld probleemstelling:

*Marcel is aangespoeld op een onbewoond eiland ergens in de zee. Om er weg te geraken wil hij iets bouwen, maar hij is bang van water en zou er graag op willen drijven. Op het eiland waar Marcel gestrand is, spoelt heel veel afval aan doordat de mens de zee vervuilt.*

De leerlingen gaan werken met een onderzoekbox. Dit geeft de leerlingen de kans om zelfstandig en onderzoekend te leren. Deze box omvat het nodige materiaal om de les te kunnen uitvoeren. In de box zit telkens een stappenplan op het niveau dat de leerlingen gaan volgen. Hierop staan verschillende opdrachten die de leerlingen gaan uitvoeren in groep. Naast het stappenplan zitten er in de box ook evaluatievormen en een leerkrachtenhandleiding. Deze kunnen gevonden worden in bijlage A.

Op de box staat een overzicht van het materiaal dat erin zit. We maken gebruik van een druppel om aan te duiden welk materiaal vervangen moet worden na het gebruiken van de box. Dit materiaal wordt gebruikt door de leerlingen om een concept te ontwerpen en te bouwen.

Bij deze box zitten er drie verschillende manieren van evaluatie, zelfevaluatie, zelfcorrectie en de synthese. Een zelfcorrectie zorgt voor autonomie bij de leerlingen en het inzien van hun eigen fouten. Na het maken van de opdrachten gaan de leerlingen een zelfevaluatie invullen. Dit hebben we gedaan, omdat de leerlingen hierdoor tot bewustwording komen en de verantwoordelijkheid van de leerlingen wordt aangewakkerd. Deze zelfevaluatie kan op verschillende manieren gebeuren.

Op het einde van de les wordt er een synthesegesprek gehouden. Hierin wordt de essentie van de les nog eens vastgezet. Er vindt dan een klasgesprek plaats waarin de samenwerking wordt besproken, wat de leerlingen hebben geleerd, de manier van aanpak en wat ze in de toekomst anders of hetzelfde zouden doen. (bijlage A)

Om op te volgen of leerlingen alle leerplandoelen bereikt hebben na afronding van onze werkvorm gebruiken we een post-test. Deze test is hetzelfde als de pre-test. Op deze manier kunnen we kijken wat de leerlingen hebben bijgeleerd en/of ze de doelen bereikt hebben door de testen te vergelijken.

###### Leerplandoelen thema water: natuurlijke verschijnselen

Hieronder worden de leerplandoelen aangehaald waarrond wij werken bij de onderzoekbox van drijven en zinken.

Natuur

* Natuurlijke verschijnselen m.b.t. vloeistoffen beschrijven: druk, opwaartse kracht, verbonden vaten, drijven en zinken, oplosbaarheid. (aanzetten)
* Van minstens één natuurlijk verschijnsel dat ze zelf waarnemen in eigen bewoording een hypothese formuleren en deze via een eenvoudig proefje toetsen en hierover verslag uitbrengen aan de groep. (aanzetten)

Wiskunde

* 1.2.01 Inzien dat de lengte onafhankelijk is van:
	+ de aard van het materiaal, de stand in de ruimte;
	+ het al of niet rechtlijnig zijn;
	+ het al dan niet gesloten zijn.
* 1.2.02 De begrippen (groot, groter, grootst, even groot, lang, langer, langst, even lang, kort, korter, kortst, even kort, hoog, hoger, hoogst, even hoog, laag, lager, laagst, even laag, breed, bredere) en hun onderling verband kunnen gebruiken bij het vergelijken van lengte door:
	+ globaal vergelijkend schatten;
	+ te verplaatsen;
	+ een derde object te gebruiken;
	+ een natuurlijke maat te gebruiken;
	+ een conventionele maat te gebruiken.
* 1.3.01 Een aantal essentiële ruimtelijke begrippen zoals in, op, boven, onder, voor, achter, tussen, naast, rondom, binnen, buiten, rechts, links, … correct in een betekenisvolle context kunnen gebruiken.
* 1.3.03 De plaats van een object ten opzichte van een ander object kunnen situeren in:
	+ de verkleinde of vergrote ruimte;
	+ de werkelijke ruimte;
	+ het horizontale vlak.
* 1.3.09 Figuren uit de omgeving naar de vorm kunnen indelen. Inzien dat de vorm onafhankelijk is van grootte, kleur, gebruikt materiaal of stand in de ruimte.

Overkoepelend

* 1.4.03 Het kunnen hanteren van algemeen bruikbare oplossingsmethodes en houdingen, waarvan de toepassingsmogelijkheden niet beperkt blijven tot de wiskunde zoals:
	+ de vraag centraal stellen;
	+ hypothese formuleren en controleren;
	+ materialiseren of schematiseren;
	+ de gegevens chronologisch ordenen;
	+ samenhorende gegevens ordenen;
	+ omstructureren;
	+ elimineren van overtollige gegevens in functie van de vraag;
	+ het probleem opdelen in deelproblemen;
	+ gericht zijn op het zoeken van partiële problemen;
	+ gericht zijn op controle;
	+ ...

Techniek

* 3.33.09 Ideeën voor een ontwerp van een eenvoudig technisch systeem bedenken via “trail and error”.
* 3.33.16 Een eenvoudig technisch systeem al dan niet aan de hand van een stappenplan realiseren.
* 3.33.17 Een eenvoudige werktekening of handleiding stap voor stap uitvoeren.

###### Eindtermen thema water: natuurlijke verschijnselen

Hieronder worden de eindtermen aangehaald waarrond wij werken bij de onderzoekbox van drijven en zinken.

Wiskunde - meten

* 2.1. De leerlingen kennen de belangrijkste grootheden en maateenheden met betrekking tot lengte, oppervlakte, inhoud, gewicht(massa), tijd, snelheid, temperatuur en hoekgrootte en ze kunnen daarbij de relatie leggen tussen de grootheid en de maateenheid.

Natuur

* 1.1 De leerlingen kunnen gericht waarnemen met alle zintuigen en kunnen waarnemingen op een systematische wijze noteren.
* 1.2 De leerlingen kunnen, onder begeleiding, minstens één natuurlijk verschijnsel dat ze waarnemen via een eenvoudig onderzoek toetsen aan hypothese.
* 1.14 De leerlingen kunnen van courante materialen uit hun omgeving enkele eigenschappen aantonen.

Techniek

* 2.3 De leerlingen kunnen onderzoeken hoe het komt dat een zelf gebruikt technisch systeem niet of slecht functioneert.
* 2.6 De leerlingen kunnen illustreren hoe technische systemen onder meer gebaseerd zijn op kennis over eigenschappen van materialen of over natuurlijke verschijnselen.
* 2.7 De leerlingen kunnen in concrete ervaringen stappen van het technisch proces herkennen (het probleem stellen, oplossingen ontwikkelen, maken, in gebruik nemen, evalueren).
* 2.10 De leerlingen kunnen bepalen aan welke vereisten het technisch systeem dat ze willen gebruiken of realiseren, moet voldoen.
* 2.11 De leerlingen kunnen ideeën genereren voor een ontwerp van een technisch systeem.
* 2.12 De leerlingen kunnen keuzen maken bij het gebruiken of realiseren van een technisch systeem, rekening houdend met de behoefte, met de vereisten en met de beschikbare hulpmiddelen.
* 2.13 De leerlingen kunnen een eenvoudige werktekening of handleiding stap voor stap uitvoeren.

### Identiteitskaarten

Naast onderzoekboxen kozen we er ook voor om de identiteitskaarten die onze partnerschool De Zevensprong gebruikt bij hun lessen wereldoriëntatie te optimaliseren. We hebben hierbij het thema ‘water’ verder doorgetrokken zodat alles een mooi geheel vormt. Het precieze thema van onze identiteitskaarten is ‘dieren in de onderwaterwereld’. Wij kozen ervoor om onze identiteitskaarten ‘STEMmig’ te maken.

De leerlingen mogen bij aanvang van het opzoeken van informatie, zelf het dier kiezen waarover zij informatie te weten willen komen. Ze hebben hierbij de keuze uit: een haai, een dolfijn of een goudvis. Nadat de leerlingen dit gekozen hebben, worden ze door de leerkracht per twee gezet. Ze mogen dus bij het opzoeken en het invullen van de identiteitskaarten per twee werken. Hierbij is het de bedoeling dat de leerlingen met iemand van een andere leeftijd gaan samenwerken. Op die manier komt het leerjaardoorbrekende aspect mooi aan bod.

Er is wel een onderscheid gemaakt in niveau tussen de verschillende identiteitskaarten. Wij hebben gekozen voor drie niveaus. Bij niveau één moeten de leerlingen niet veel schrijven, maar vooral dingen aanduiden. Ook is er gezorgd voor pictogrammen zodat alles heel visueel is. Bij niveau twee moeten de leerlingen al meer schrijven en wordt er al minder gewerkt met pictogrammen. In het laatste niveau zijn alle pictogrammen weg en moeten de leerlingen meer schrijven. Ook wordt er gedifferentieerd op vlak van inhoud. Zo heeft niveau twee en drie af en toe meer uitdagende oefeningen.

Het is niet zo dat leerlingen van het derde leerjaar altijd niveau drie krijgen van identiteitskaart. Als blijkt dat het taalniveau van een leerling nog niet ver reikt, kan men evengoed een identiteitskaart krijgen van niveau één of twee. Dit is iets wat de leerkracht zelf bepaalt. Andersom kan natuurlijk ook. Een leerling van het eerste leerjaar kan evengoed een identiteitskaart van niveau twee of drie invullen.

We beginnen deze leeractiviteit van de identiteitskaarten met een prentenboek. De leerkracht leest een prentenboek voor dat past bij het onderwerp van de identiteitskaarten ‘onderwaterwereld’. Op die manier wordt het thema duidelijk gemaakt. We hebben in de leerkrachtenhandleiding enkele suggesties gegeven van prentenboeken die je als leerkracht hierbij kan gebruiken. (bijlage B)

Na het verhaal mogen de leerlingen per twee aan de slag. Ze zoeken samen informatie op over hun onderwaterdier maar ze vullen wel elk een eigen identiteitskaart in, naargelang hun niveau. Ze mogen hierbij gebruik maken van websites die de leerkracht aanbiedt en informatieve boeken.

Nadat de leerlingen per twee alles hebben opgezocht en hun identiteitskaarten hebben ingevuld, mogen de leerlingen hun dier voorstellen aan twee andere leerlingen. De leerkracht bepaalt welke leerlingen gaan samenzitten. De uitwisseling in groep gebeurt volgens de ‘jigsaw-methode’. In elke groep is er dus van elk onderwaterdier één expert. Ze vertellen in groep aan elkaar wat ze gevonden hebben over hun onderwaterwezen. De leerlingen van het laagste taalniveau mogen hierbij gebruik maken van hun paspoort. Ze kunnen elke vraag van het paspoort overlopen. De leerlingen van het taalniveau tweede leerjaar kunnen hun paspoort gebruiken als ze het even niet meer weten wat ze moeten vertellen over hun dier. De leerlingen van het taalniveau derde leerjaar gebruiken hun paspoort niet.

Omdat wij kozen om binnen de identiteitskaarten STEMmig te werken, hebben wij een vervolgles voorzien. Dit is een les techniek (Technology) waarbij de leerlingen iets ontwerpen om het plastic te verwijderen uit de zee. Daarnaast werken we hierbij ook rond Engineering. De leerlingen hebben een probleem gekregen en moeten iets ontwerpen om dit probleem op te lossen. Hierdoor moeten zij probleemoplossend denken wat een groot component is bij de ‘E’ van STEM.

De andere onderdelen van STEM, Science en Mathematics hebben we verwerkt in onze identiteitskaarten zelf.

###### Leerplandoelen

Hieronder worden de leerplandoelen aangehaald waarrond wij werken bij de identiteitskaarten.

Natuur

* 3.2.3.01 Veel voorkomende dieren uit hun omgeving herkennen en benoemen (bijv. huisdieren, vogels, boerderijdieren …).

ICT

* 7.3.1 Technische vaardigheden ontwikkelen ifv het hanteren van media.
* 7.3.7 Informatie in aangereikte bronnen zoeken.7.3.8 Met behulp van mediainformatie vinden door een zoekstrategie te gebruiken.

Wiskunde

* 1.2.02 De begrippen (groot, groter, grootst, even groot, lang, langer, langst, even lang, kort, korter, kortst, even kort, hoog, hoger, hoogst, even hoogst, laag, lager, laagst, even laag, breed, breder …) en hun onderling verband kunnen gebruiken bij het vergelijken van lengten door:
	+ globaal vergelijkend schatten; te verplaatsen; een derde object te gebruiken; een natuurlijke maat te gebruiken; een conventionele maat te gebruiken.
* 1.2.03 en 2.2.02 Lengten kunnen meten door een aangepast meetinstrument te gebruiken en het resultaat kunnen verwoorden en noteren met de meest aangewezen maat (m, dm, cm).
* 1.2.13 De begrippen licht, lichter, het lichtst, zwaar, zwaarder, het zwaarst kunnen gebruiken bij het vergelijken van gewichten.

Techniek

* 3.3.3.10 Ideeën voor een ontwerp van een eenvoudig technisch systeem verzamelen via een probleemoplossende denkwijze.

###### Eindtermen

Hieronder worden de eindtermen aangehaald waarrond wij werken bij de identiteitskaarten.

Mens en maatschappij

* 5.1. De leerlingen kunnen op hun niveau verschillende informatiebronnen raadplegen.

ICT

* De leerlingen hebben een positieve houding tegenover ICT en zijn bereid ICT te gebruiken om hen te ondersteunen bij het leren.
* De leerlingen gebruiken ICT op een veilige, verantwoorde en doelmatige manier.
* De leerlingen kunnen zelfstandig oefenen in een door ICT ondersteunde leeromgeving.
* De leerlingen kunnen met behulp van ICT voor hen bestemde digitale informatie opzoeken, verwerken en bewaren.

Wiskunde

* Wiskundetaal
	+ 2.3 De leerlingen kunnen veel voorkomende maten in verband brengen met betekenisvolle situaties.
* Wiskunde meten
	+ 2.1 De leerlingen kennen de belangrijkste grootheden en maateenheden met betrekking tot lengte, oppervlakte, inhoud, gewicht (massa), tijd, snelheid, temperatuur en hoekgrootte en ze kunnen daarbij de relatie leggen tussen de grootheid en de maateenheid.

Wetenschappen en Techniek

Techniek

* 2.11. De leerlingen kunnen ideeën genereren voor een ontwerp van een technisch systeem.

Natuur

* 1.4. De leerlingen kennen in hun omgeving twee verschillende biotopen en kunnen er enkele veel voorkomende organismen in herkennen en benoemen.

Sociale vaardigheden

* 1.2 De leerlingen kunnen in omgang met anderen respect en waardering opbrengen.
* 1.3 De leerlingen kunnen zorg opbrengen voor iets of iemand anders.
* 1.4 De leerlingen kunnen hulp vragen en zich laten helpen.
* 3. De leerlingen kunnen samenwerken met anderen, zonder onderscheid van sociale achtergrond, geslacht of etnische origine.

### Onderzoekseilanden

De leerlingen beginnen de les met een top vier te maken van de eilanden aan de hand van interesse. Zo worden de leerlingen in de verschillende eilanden ingedeeld. Bij elk eiland ligt er een stappenplan klaar. Dit stappenplan is gemaakt aan de hand van de onderzoekcyclus. Bij elk eiland starten de leerlingen met een probleemstelling. De probleemstelling zal voor een context zorgen waar de leerlingen inzien dat het gegeven probleem voorkomt in het leven. Ze werken 20 minuten in elk eiland. De leerlingen gaan in elk eiland het thema ontdekken en onderzoeken. Op het einde concluderen de leerlingen even in groep. Wanneer de leerlingen alle eilanden hebben doorlopen, volgt er een quiz om te kijken hoe goed de leerlingen de leerstof verwerkt hebben. Na deze quiz kan er ook een synthesegesprek volgen met de klas om terug te blikken op het proces.

Aan de hand van stickers zijn de leerlingen opgedeeld in niveaus. Alle leerlingen doorlopen de verschillende opdrachten. Bij enkele opdrachten is er wel een bepaalde kleur verantwoordelijk. Zo wordt er gedifferentieerd aangezien de leerlingen die nog niet zo goed mee zijn zo begeleid kunnen worden door de sterkere, zonder dat alles een te laag niveau is voor de sterkste.

Bij eiland één bekijken de leerlingen een filmpje over een kind in een ontwikkelingsland. Ze kijken heel goed hoe het kind water moet vervoeren. Daarna gaan de leerlingen zelf een systeem ontwerpen waarbij het water tot bij het huis geraakt. Ze werken hier aan onderzoekend en ontwerpend leren.

De leerlingen bekijken in eiland twee uit hoeveel water een persoon bestaat en met hoeveel water voedsel is gemaakt. Hierbij doen de leerlingen aan onderzoekend leren.

Bij eiland drie maken de leerlingen een eigen bellenblazer. Hierbij doen ze aan onderzoekend leren. Het laatste eiland gaat over de bever. De leerlingen zoeken eerst informatie op over het dier. Daarna moeten de leerlingen zelf een dam maken. De leerlingen doen in dit eiland aan onderzoekend, ontwerpend en opzoekend leren.

###### Leerplandoelen

Wereldoriëntatie

Natuur

* 3.2.3.12. Met voorbeelden illustreren hoe dieren soms nuttig, soms schadelijk kunnen zijn voor de mens.
* 3.2.5.9 De lichaamsdelen bij zichzelf en anderen aanduiden en benoemen.

Techniek

* 3.3.2.5 Van veel voorkomende en zelf vaak gebruikte technische systemen of van hun onderdelen aangeven of ze gemaakt zijn uit metaal, steen, hout, glas, papier, textiel of kunststof.
* 3.3.3.10 Ideëen voor een ontwerp van een technisch systeem verzamelen via een probleemoplossende denkwijze.
* 3.3.3.16 Een eenvoudig technisch systeem al dan niet aan de hand van een stappenplan realiseren.
* 3.3.5.3 Aangeven dat een technisch systeem dat ze gebruiken nuttig, gevaarlijk en/of schadelijk kan zijn.

Tijd

* 3.4.5.38 De leerlingen tonen belangstelling voor het verleden, heden en toekomst, hier en elders.

Maatschappij

* 3.1.3.69 Verschillen en overeenkomsten tussen eigen leefwijze en leefwijze van mensen in ontwikkelingslanden verwoorden.
* 3.1.3.70 Zich inleven in de leefwereld van leeftijdsgenoten in ontwikkelingslanden.

Ruimte

* 3.5.5.34 Plaatsen lokaliseren op een kaart van Europa/de wereld.

Wiskunde

* 1.3.13 Veelhoeken en niet-veelhoeken kunnen herkennen en benoemen.
* 1.3.15 Driehoeken, vierhoeken, vijfhoeken… kunnen herkennen en benoemen.
* 1.2.10 Inhouden kunnen meten met een aangepast toestel en het resultaat in een aangepaste maat kunnen uitdrukken (l).
* 1.1.21 Via materialisaties om: breuken te kunnen vergelijken; gelijke breuken kunnen ontdekken.
* 2.2.10 Inhouden kunnen meten met een aangepast toestel en het resultaat in een aangepast maat kunnen uitdrukken (l, dl, cl).
* 1.2.11 De conventionele inhoudsmaten aan inhouden uit hun ervaringswereld kunnen koppelen en ze kunnen gebruiken bij het schatten van inhouden (l)

###### Eindtermen

Mens en maatschappij

* 3.8 De leerlingen kunnen aan de hand van een voorbeeld illustreren dat een actuele toestand, die voor kinderen herkenbaar is, en die door de geschiedenis beïnvloed werd, vroeger anders was en in de loop der tijden evolueert.
* 3.9 De leerlingen tonen belangstelling voor het verleden, heden en de toekomst, hier en elders.
* 5.1 De leerlingen kunnen op hun niveau verschillende informatiebronnen raadplegen.

Wetenschappen en techniek

* 2.1. De leerlingen kunnen van technische systemen uit hun omgeving zeggen uit welke materialen of grondstoffen ze gemaakt zijn.
* 2.2. De leerlingen kunnen specifieke functies van onderdelen bij eenvoudige technische systemen onderzoeken door middel van hanteren, monteren of demonteren;
* 2.5. De leerlingen kunnen illustreren dat technische systemen evolueren en verbeteren;
* 2.10. De leerlingen kunnen bepalen aan welke vereisten het technisch systeem dat ze willen gebruiken of realiseren, moet voldoen;
* 2.11. De leerlingen kunnen ideeën genereren voor een ontwerp van een technisch systeem.

Wiskunde

* 1.4 De leerlingen herkennen in voorbeelden dat breuken kunnen uitgelegd worden als: een stuk (deel) van, een verhouding, een verdeling, een deling, een vermenigvuldigingsfactor (operator), een getal (met een plaats op een getallenlijn), weergave van de kans. De leerlingen kunnen volgende terminologie hanteren: stambreuk, teller, noemer, breukstreep, gelijknamig, gelijkwaardig.
* 1.5 De leerlingen kunnen natuurlijke getallen van maximaal 10 cijfers en kommagetallen (met 3 decimalen), eenvoudige breuken, eenvoudige procenten lezen, noteren, ordenen en op een getallenlijn plaatsen
* 2.1 De leerlingen kennen de belangrijkste grootheden en maateenheden met betrekking tot lengte, oppervlakte, inhoud, gewicht(massa) tijd, snelheid, temperatuur en hoekgrootte en ze kunnen daarbij de relatie leggen tussen de grootheid en de maateenheid.
* 2.1 De leerlingen kennen de belangrijkste grootheden en maateenheden met betrekking tot lengte, oppervlakte, inhoud, gewicht(massa), tijd, snelheid, temperatuur en hoekgrootte en ze kunnen daarbij de relatie leggen tussen de grootheid en de maateenheid.
* 3.4 De leerlingen kunnen de verschillende soorten hoeken classificeren en de verschillende soorten vierhoeken classificeren op grond van zijden en hoeken.

Sociale vaardigheden

* 3. De leerlingen kunnen samenwerken met anderen, zonder onderscheid van sociale achtergrond, geslacht of etnische origine.

## Instrumenten

Onderzoekboxen

We meten verschillende aspecten van onze manier van werken. Hieronder valt de cognitieve kennis en de samenwerking van de leerlingen tijdens het werken met boxen.

Allereerst willen we de voorkennis van de leerlingen in kaart brengen om een zo goed en specifiek mogelijk zicht te krijgen van de beginsituatie van de leerlingen. Met de post-testen bekijken we of de cognitieve kennis van de leerlingen is gestegen na het werken met onze onderzoekboxen. Aangezien de pre- en post-testen voor het merendeel overeenkomen, kunnen we zo objectief mogelijk bekijken of de leerlingen iets hebben bijgeleerd over het onderwerp. Deze gegevens zetten we dan om in een grafiek om te vergelijken hoeveel vooruitgang de leerlingen hebben geboekt.

De samenwerking tussen de leerlingen zouden we evalueren aan de hand van een observatie. We zouden kijken hoe de leerlingen elkaar helpen en in welke mate ze samen aan de opdracht kunnen werken.

De zelfevaluatie die de leerlingen invullen, zorgt voor verschillende soorten feedback voor ons. We kunnen hierin bekijken of de leerlingen zichzelf kunnen inschatten. Dit is een belangrijk facet van onderzoekend leren. Daarnaast bekijken we hoe het samenwerken is verlopen aangezien dit een voorwaarde is om goed STEMmig te kunnen werken.

Voordat wij de boxen zouden uittesten, waren wij van plan om een bevraging te doen bij de STEM-leerkracht. Dit om na te gaan of de materialen aansluiten bij de beginsituatie en verwachtingen van de school. Deze bevraging zouden we doen in de vorm van een interview.

Doordat scholen gesloten werden in de bestrijding tegen het coronavirus hebben wij enkel de pre-testen kunnen afnemen bij de partnerschool. Wij hebben hierdoor helaas geen verder onderzoek kunnen doen naar onze samenwerkingsvormen. Dit maakte dat we de leerlingen en leerkrachten niet meer konden bevragen na de invoer van de coronamaatregelen. Alle communicatie vanuit de school in functie van het project viel immers stil omdat ze zich moesten richten op andere prioriteiten.

Identiteitskaarten

Bij deze werkvorm kiezen de leerlingen zelf over welk dier zij informatie opzoeken. Aan de hand daarvan worden ze per twee gezet. De leerlingen werken samen met iemand van een andere leeftijd. Om te bepalen welke leerling welk niveau van identiteitskaart krijgt, wordt er gekeken naar het taalniveau bij de leerlingen. Dit zouden we doen door de taalleerkracht te ondervragen aan de hand van een interview. Daarnaast zouden we ook kijken naar het lees- en schrijfniveau van de leerlingen.

De samenwerking tussen de leerlingen zouden we evalueren aan de hand van een observatie. We zouden kijken hoe de leerlingen elkaar helpen en in welke mate ze samen aan de opdracht kunnen werken.

Tijdens het slot gaan de leerlingen terugblikken op hun proces aan de hand van een presentatie. De leerlingen gaan hun werk presenteren aan de anderen. De leerkracht luistert mee naar de presentaties om eventueel bij te sturen en aan te vullen.

Onderzoekseilanden

Bij de onderzoekseilanden worden de leerlingen ingedeeld op basis van wat hun interesses zijn. De leerlingen stellen een top vier op van hun favoriete eilanden. Dit wordt gedaan voordat de les gegeven wordt.

De samenwerking tussen de leerlingen zouden we evalueren aan de hand van een observatie. We zouden kijken hoe de leerlingen elkaar helpen en in welke mate ze samen aan de opdracht kunnen werken.

Op het einde van deze les volgt een quiz om zo te testen of de leerstof goed binnengekomen is bij de leerlingen en/of ze het begrepen hebben.

## Statistische analyses

Het algemeen kader (zoals besproken in 2.1 Kader) dat we na het onderzoeken van de verschillende bronnen hebben gevormd, hebben we niet kunnen uitvoeren op onze partnerschool omdat dit een driejaarlijkse werking is. Voor een correcte analyse zouden we de leerlingen die volgend jaar in het eerste leerjaar starten moeten opvolgen voor drie jaar terwijl ze dit systeem doorlopen om te zien of ze op het einde van de drie jaren alle doelen hebben bereikt.

### Pre-testen

We namen de pre-testen op 9 maart 2020 af op basisschool De Zevensprong te Dessel. Met de testen wilden we het taal- en wereldoriëntatie-niveau van de leerlingen op het gebied van de onderwerpen van de boxen meten. Tijdens deze afname merkten we dat het taalniveau van de testen te hoog lag voor deze leerlingen. Dit zorgde ervoor dat de testen langer duurden dan verwacht. Om dit op te lossen hebben we de testen ingekort en aparte versies gemaakt voor taalzwakkere leerlingen. De studenten die tijdens het afnemen van de testen aan het observeren waren, merkten op dat een aantal leerlingen afkeken of leken te gokken. Met behulp van deze resultaten die vooral gericht zijn op hun eigen wereldoriëntatie-niveau maken we de groepen die samenwerken aan de onderzoekboxen. Deze groepen zijn heel gemengd in leeftijd.

Drijven en zinken



Op de verticale as staat het procent dat een leerling heeft behaald op zijn toets en dit toont dus zijn wereldoriëntatie-niveau omtrent dat onderwerp (in dit geval drijven en zinken). Op de horizontale as staan de leerlingen. De eerste letter is zijn of haar initiaal en daarna staat zijn 'klas'. L1 is een leerling die normaal in het eerste zou zitten, L2 het tweede, en L3 het derde.

De leerlingen maakten de testen over drijven en zinken in het algemeen goed. We denken dat dit komt omdat drijven en zinken vaker voorkomt in de leefwereld van de leerlingen.

Verbindende vaten



Op de verticale as staat het procent dat een leerling heeft behaald op zijn toets en dit toont dus zijn wereldoriëntatie-niveau omtrent dat onderwerp (in dit geval verbindende vaten). Op de horizontale as staan de leerlingen. De eerste letter is zijn of haar initiaal en daarna staat zijn 'klas'. L1 is een leerling die normaal in het eerste zou zitten, L2 het tweede, en L3 het derde.

Bij de testen van verbindende vaten merken we dat er veel verschillen zijn tussen de leerlingen. Er zijn weinig leerlingen die echt goed scoorden. We denken dat dit komt omdat de theorie achter verbindende vaten veel moeilijker is. Deze komt ook minder opvallend voor in de leefwereld van de kinderen.

Verder onderzoek

Omwille van het coronavirus hebben wij jammer genoeg geen verder onderzoek kunnen doen naar onze onderzoekboxen. Normaal gezien hadden we de grafieken van de pre-testen vergeleken met de grafieken van de post-testen om te zien of er duidelijke verschillen waren en de leerlingen dus effectief iets hadden bijgeleerd.
We zouden de zelfevaluaties (op papier) van de leerlingen hebben bekeken om te bekijken hoe de leerlingen de opdracht hebben ervaren. Hier hadden we weer een grafiek voor kunnen opstellen. Hieronder een fictief voorbeeld van hoe die grafiek er had kunnen uitzien.

Op de verticale as staan de categorieën waar de leerlingen zichzelf op moesten scoren. De onderste drie gaan over competenties die de leerlingen moeten verwerven in verband met samenwerken. Deze zijn voor de leerkracht om te zien of de leerlingen vooruitgegaan op het gebied van samenwerken. De twee bovenste zijn voor ons het belangrijkst. Hieruit kunnen wij halen of de leerlingen de onderwijsvorm leuk vinden om te doen en/of we het niveau te hoog of te laag hebben ingeschat.

We hadden dan na het bekijken van de resultaten nog een keer terug kunnen gaan om met individuele leerlingen te bespreken waarom ze op sommige gebieden zo lage punten gaven en deze feedback van de leerlingen kunnen bundelen om zo meer ideeën voor verder onderzoek op te stellen of onze boxen beter af te stellen.

# Resultaten

Wij hebben ons ontwerp niet kunnen toetsen in de praktijk aangezien de scholen tijdens onze testperiode gesloten waren vanwege de Corona-maatregelen. Hierdoor hebben we enkel de pre-testen kunnen afnemen. We hebben deze dus niet kunnen vergelijken met onze post-testen. Tevens hebben we ook de zelfevaluatie van de leerlingen niet kunnen bekijken. De feedback van de leerkracht op het eindproduct hebben we ook niet gekregen.

Ons ontwerp is gebaseerd op de verschillende bronnen die wij hebben onderzocht. Daardoor gaan wij er wel van uit dat het een kwaliteitsvol ontwerp is.
Een van de meest positieve kenmerken van leerjaardoorbrekend werken, is het feit dat leerlingen van elkaar kunnen leren. Jongere leerlingen leren van oudere leerlingen en andersom.

Hier hebben wij dan ook optimaal op ingezet door verschillende samenwerkingsvormen te kiezen en leerlingen van verschillende leerjaren samen te zetten.
Voor het groeperen, werkten we met verschillende groeperingsvormen zodat de leerlingen met verschillende personen moeten samen werken. Voor de onderzoekboxen kozen we voor niveaugroepen en voor de identiteitskaarten en de onderzoekseilanden kozen we een pseudo-willekeurige selectie op basis van hun interesse.

We kozen ook verschillende samenwerkingsvormen om zo het samenwerken te stimuleren en verder te ontwikkelen. Bij de onderzoekboxen werkten we met een aangepaste versie van de Howe-methode. Bij de identiteitskaarten gebruikten we de jigsaw-methode. Peer tutoring zit in alle drie de werkvormen verwerkt, aangezien we altijd uitgaan van het principe dat de oudere leerlingen de jongere kunnen helpen als zij het moeilijk hebben met iets. Ook de ik-jij-wij methode hebben wij in verkorte versie toegepast. Dit deden we aan de hand van een synthesegesprek waar alles nog eens besproken kan worden. We verwerkten in onze werkvormen zoveel mogelijk verschillende soorten van probleemoplossend denken*.* In de onderzoekboxen zit voornamelijk onderzoekend en creatief denken. In de vervolgles van de identiteitskaarten zit creatief en kritisch denken en in de onderzoekseilanden zitten alle vijf de soorten. Zo vind je redeneerproblemen terug in eiland twee, onderzoekend denken in eiland drie en vier, creatief denken in eiland één, drie en vier, kritisch denken in eiland één en beslissend denken in eiland twee.

Uit de visies van de GO! leerplannenhaalden we ons focuspunt. Een focus waar we in groep mee aan de slag gingen om ervoor te zorgen dat we zo doelgericht mogelijk werkten voor onze partnerschool. Het wereldoriëntatie-onderwijs steunt op enkele bouwstenen. Wij leggen de focus op bouwstenen vijf, zes, zeven, acht en negen. Bij bouwsteen vijf wordt de beleving en verwondering centraal stellen. Dit merk je doordat de leerlingen altijd zelf aan de slag gaan en alles zelf ontdekken wat voor verwondering zal zorgen. Bij bouwsteen zes worden vragen, interesses en talenten als uitgangspunt genomen. Dit is verwerkt doordat de leerlingen bij de identiteitskaarten en de eilanden mogen aanhalen waar ze het liefst aan werken en zo op interesse worden gegroepeerd. Bij bouwsteen zeven worden actief, interactief en constructies leren mogelijk gemaakt. Dit vind u terug in het feit dat al onze werkvormen opgebouwd zijn volgens het principe dat de leerlingen zelf moeten uitzoeken wat ze moeten kennen. De leerkracht biedt hier geen leerstof aan. Bij bouwsteen acht moet er bewust gekozen worden voor thematisch en systematisch leren. Dit vind u terug in ons algemeen kader aangezien we met jaarthema’s werken. Bij bouwsteen negen zit samenhang garanderen in het STEM-onderwijs. De verschillende delen van het wereldoriëntatie-onderwijs worden hier aan elkaar verbonden. In onze onderzoekseilanden hebben we STEM opengetrokken en daarnaast verbonden met domeinen uit Mens en Maatschappij.

Het wiskundeonderwijs heeft als belangrijk focuspunt dat de leerlingen moeten leren samenwerken. Aangezien dit nog eens vertelt hoe belangrijk samenwerken is in het onderwijs, hebben wij samenwerken als ons focusdoel gekozen. Ook staat er in de didactische en methodologische oriënteringspunten dat de leerkracht een begeleider is bij het vinden van de oplossingen en bij het leren redeneren dus hebben wij ook gekozen om de leerkracht een begeleidende rol te geven.

De onderzoekscyclus was onze houvast bij het opstellen van ons algemeen stappenplan wat terug te vinden is in de verschillende werkvormen. Stap één “verwonderen”, dit is opgenomen in onze verschillende probleemstellingen. Deze zijn zo opgesteld om de leerlingen te prikkelen. Stap twee “verkennen”, dit zit bij ons verwerkt in ‘Onderzoek!’. Stap drie “onderzoek opzetten”, dit kan je vinden onder de naam “maak”. Stap vier “onderzoek uitvoeren”, hierbij kozen we opnieuw voor “onderzoek”. Stap vijf “concluderen”, dit bevindt zich bij “antwoord”. Als laatste hebben we nog stap zes “presenteren”, dit bevindt zich in onze synthesegesprekken. Ook hier wordt weer vermeld dat het belangrijk is dat de leerkracht een procesbegeleider is en geen traditionele kennisbron.

We verwerkten de verschillende soorten onderzoek, buiten praktijkonderzoek. Literatuuronderzoek is de basis van de identiteitskaarten.

Experimenteel onderzoek en ontwerpend onderzoek wisselt zich af in de onderzoekboxen en onderzoekseilanden drie en vier. Literatuuronderzoek en ontwerponderzoek wisselen elkaar af in de techniekles van de identiteitskaarten en onderzoekseiland één. Onderzoekeiland twee is vooral experimenteel onderzoek.

# Conclusies

We onderzoeken STEM-onderwijs in een leerjaardoorbrekende aanpak omdat we willen weten welke werkvormen we geïntegreerd kunnen inzetten in een leerlijn STEM met expliciete aandacht voor onderzoekend leren, ten einde een concept te ontwikkelen waarmee scholen leerjaardoorbrekend kunnen werken binnen STEM.

In onze literatuurstudie hebben we onderzocht wat leerjaardoorbrekend werken, STEM-onderwijs, onderzoekend leren en ontwerpend leren inhouden. Aan de hand van deze informatie hebben we een concept ontwikkeld, onderzoekboxen en onderzoekseilanden. Daarnaast hebben we de identiteitskaarten die de school gebruikt, geoptimaliseerd. Deze drie werkvormen kunnen binnen STEM gebruikt worden in een leerjaardoorbrekende werking.

We kunnen een antwoord formuleren op onderstaande deelvragen:

*Hoe kunnen we leerjaardoorbrekend werken optimaal inzetten in basisschool De Zevensprong?*

Basisschool De Zevensprong werkt met drie units. Unit één zijn de kleuters. Unit twee zijn het eerste, tweede en derde leerjaar. Unit drie zijn de kinderen van het vierde tot en met het zesde leerjaar. Zoals reeds vermeld, heeft de school een aparte STEM-leerkracht.
Bij de werkvormen die wij ontwikkeld hebben, werken we leerjaardoorbrekend met leerlingen van het eerste, tweede en derde leerjaar (unit twee). In elke groep moeten leerlingen van deze verschillende leerjaren samenwerken. Het voordeel is dat leerlingen van het derde leerjaar die van het eerste leerjaar kunnen helpen waar nodig. Leerlingen van een hoger leerjaar kunnen echter ook leren van leerlingen van een lager leerjaar en andersom. Doordat ze elkaar moeten ondersteunen om tot een goed resultaat te komen. Een ander voordeel is dat de oudere kinderen een mentor kunnen zijn voor de jongere kinderen en zo een leidersrol opnemen, waardoor de zelfstandigheid bij hen gestimuleerd wordt. De kinderen zitten meerdere jaren bij dezelfde leerkracht. Hierdoor kennen de leerkrachten de leerlingen heel goed en kunnen ze beter differentiëren. Andere voordelen kunnen gevonden worden in het onderdeel 1.3.1 Leerjaardoorbrekend werken. Meer informatie over de school kan u vinden in 2.2 Deelnemers.

*Hoe kan er STEMmig gewerkt worden in leerjaardoorbrekende klassen?*

Er kan STEMmig gewerkt worden in leerjaardoorbrekende klassen door verschillende activiteiten uit te voeren zoals: onderzoekboxen, identiteitskaarten en onderzoekseilanden. Naast deze activiteiten zijn er nog enkele mogelijkheden die men kan doen.
Enkele (concrete) activiteiten die nu al in enkele scholen te vinden zijn, kan je terugvinden bij 1.3.2.1 STEM als concept. De meeste activiteiten hiervan kunnen leerjaardoorbrekend ingezet worden.

*Welke werkvormen kunnen we leerjaardoorbrekend inzetten in een leerlijn STEM voor basisschool De Zevensprong?*

Voor basisschool De Zevensprong hebben we twee nieuwe concepten uitgewerkt. Hierbij hebben we rekening gehouden met de verwachtingen die in de literatuur terug te vinden zijn in verband met STEM. Concept één zijn de onderzoekboxen met de thema’s ‘drijven en zinken’ en ‘verbindende vaten’. De leerlingen worden ingedeeld in leerjaardoorbrekende groepen per niveau. Het idee van de onderzoekboxen kwam vanuit de school. Wij hebben hierin onderzoekend leren verwerkt. De school heeft dit aangereikt en wij zijn daarmee verdergegaan. Ons tweede concept zijn de onderzoekseilanden. Hierbij worden de leerlingen verdeeld in groepen aan de hand van hun interesses. De leerkracht maakt dan de groepsverdeling en zorgt ervoor dat er in elke groep iemand van een leeftijd zit, zodat het leerjaardoorbrekende aspect aan bod komt.

Als laatste hebben we de identiteitskaarten die de school al gebruikt, geoptimaliseerd. De leerlingen vullen per twee de identiteitskaarten in. Ze worden leerjaardoorbrekend bij elkaar gezet. Om die identiteitskaarten te kunnen invullen gaan ze informatie opzoeken. Nadien gaan ze samen met de kinderen die hetzelfde dier hadden een ontwerp maken waarmee ze hun dier kunnen redden van het plastiek in de zee.

Aan de hand van de post-testen die de leerlingen hebben ingevuld na elke box, wordt er een portfolio gemaakt. Zo wordt er bijgehouden welke doelen de leerlingen al bereikt hebben en welke boxen ze al hebben gedaan. Doordat de leerlingen drie jaar les krijgen van dezelfde STEM-juf kunnen de doelen per leerling zo beter bijgehouden worden. Zo moet niet elk jaar het portfolio doorgegeven worden aan een andere leerkracht.

# Mogelijkheden tot verder onderzoek

Wij hebben ons project uitgewerkt voor een kleine school. In de unit waar wij mee gewerkt hebben, zaten in totaal 22 leerlingen. Bij het uittesten van de onderzoekboxen merkten we dat ons project haalbaar is met het leerlingenaantal van onze unit. In onderstaande tekst bespreken we een aantal voor- en nadelen van het werken met een kleine school.

Een eerste voordeel is de verdeling van de groepen die vlot verloopt omdat ze met niet al te veel leerlingen zijn. De groepen zijn hierdoor niet zo groot, waardoor de leerlingen kunnen werken in groepen van twee of drie. Werken op het individuele niveau van de leerlingen is makkelijker met kleine groepen. Dit zorgt ervoor dat de leerkracht de leerlingen goed kan observeren en begeleiden. Doordat we werken op het niveau van de individuele leerling hebben de leerlingen meer succeservaringen tijdens de les.

Dit heeft natuurlijk ook zijn nadelen. Zo zijn er niet al te veel leerlingen van elk leerjaar waardoor we niet in elke groep een leerling hebben van een hogere/lagere klas. We hebben dit dus niet op grote schaal kunnen uittesten.

Wij zijn van mening dat ons kader ook toepasbaar is in een grote school, omdat de opdrachten ook uitvoerbaar zijn in grotere groepen. Bij scholen met grote leerlingenaantallen per klas is het niet mogelijk om dezelfde werking als onze partnerschool te hanteren. Het is echter wel mogelijk om groepen te maken binnen twee of drie verschillende klassen, zodat de leerjaren wel gemengd zijn. Op deze manier kunnen grote scholen ook leerjaardoorbrekend werken. In zo een kleinere groep kunnen de boxen dan gehanteerd worden. Voor de identiteitskaarten en de onderzoekseilanden is dit ook het geval. Een extra leerkracht maakt het bij onze manier van onderzoeken wel makkelijker om de leerlingen te kunnen ondersteunen.

Er zou ook verder onderzoek gedaan kunnen worden naar de verschillende werkvormen. Zo kunnen onze samenwerkingsvormen vergeleken worden met het klassikaal lesgeven. Op deze manier kan er gekeken worden of deze samenwerkingsvormen invloed hebben op de resultaten van de leerlingen.

De onderzoekboxen zijn enkel uitgewerkt binnen de doelen van ‘niet-levende natuur – natuurlijke verschijnselen’. In verder onderzoek zou het systeem verder uitgewerkt kunnen worden naar andere gebieden binnen wereldoriëntatie. We denken dat het concept van de boxen ook naar andere leergebieden doorgetrokken kan worden.

De partnerschool werkt al met identiteitskaarten. Op vraag van de school hebben we deze geoptimaliseerd. We hebben niet de mogelijkheid gehad om deze in de praktijk uit te testen. Ook zou er onderzocht kunnen worden of het realistisch is om de identiteitskaarten te maken voor elk onderwerp of elke les. Wij hebben deze kaarten gemaakt voor drie verschillende dieren. We hebben geprobeerd zo algemeen mogelijk te werken zodat er al een sjabloon is dat gebruikt kan worden voor andere dieren. Specifieke kenmerken moeten dan wel aangevuld worden.

Als laatste werkvorm hebben we voor onderzoekseilanden gekozen. We hebben niet de mogelijkheid gehad om deze in de praktijk uit te testen. Wij zijn van mening dat deze onderzoekseilanden in elke school gebruikt kunnen worden. Men kan verschillende leerjaren door elkaar mengen om op die manier de leerlingen aan de eilanden te laten werken. Het thema van de eilanden is perfect aanpasbaar. Er kunnen dus verschillende onderwerpen behandeld worden binnen de onderzoekseilanden.

Wat wij hebben onderzocht is het begin van een waaier aan mogelijkheden die verder uitgewerkt kunnen worden. Wij zijn ervan overtuigd dat er nog zoveel meer mogelijkheden zijn om STEMmig te werken in leerjaardoorbrekende klassen.

Literatuurlijst

Bruyndoncx, C., Goossens, J., Hoeyberghs, J., Laureys, E., Pauwels, L., Vandeplas, C. et al. (2018). *Leerjaardoorbrekend werken.* Turnhout en Vorselaar: Thomas More, Bachelor in het onderwijs: Lager Onderwijs. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://thomasmore.instructure.com/courses/9863/pages/leerjaardoorbrekend-werken-schriftelijk-werkstuk-iio-2018-2019?module_item_id=252021>

Cornish, L. (2015). *Are mixed-grade classes any better or worse for learning?.* Op Theconversation.com. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://theconversation.com/are-mixed-grade-classes-any-better-or-worse-for-learning-38856>

Cotton, K. (1993) *Nongraded Primary Education.* Office of Educational Research and Improvement, Department of Education. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via<https://educationnorthwest.org/sites/default/files/NongradedPrimaryEducation.pdf>

Creyf L., De Herdt P., Demeestere R., Demuydt E, De Paepe W., Eeckman E. et al (s.a.). *Leerplan wiskunde*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via: <https://pro.g-o.be/blog/Documents/Wiskunde%20-%20LO.pdf>

STEAM-Basisschool Curieuzeneuzen. (2020) *Missie van de school.* Geraadpleegd op 11 maart 2020 via <https://curieuzeneuzen.school/wie-we-zijn/missie-van-de-school/>

STEAM-Basisschool Curieuzeneuzen. (2020) *Visie op onderwijs.* Geraadpleegd op 11 maart 2020 via <https://curieuzeneuzen.school/wie-we-zijn/visie-op-onderwijs/>

De Vlaamse Overheid. (2015). *Het Vlaams lager onderwijs in TIMSS 2015*. Op Onderwijs.vlaanderen.be. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://onderwijs.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/VLAAMS%20RAPPORT%20TIMSS%202015%2029%20november%202016_0.pdf?fbclid=IwAR2FEsILNuOiakJcOajijbUeGsa5ALstF9usF9cylGlf5PHopZIRkKG08Mc>

De Vlaamse Overheid. (2016). *Peiling wereldoriëntatie, natuur en techniek in het basisonderwijs*. Op Vlaanderen.be. Geraadpleegd op 25 februari 2020.

Degrie, K., Didden, J., Emmers, H., Thys, M., Verhenne, M., Stemoov. Geraadpleegd op 11 maart 2020 via <https://stemoov.weebly.com/>

Educatie en school. (2018) *Leerkracht: verschillende didactische werkvormen op Educatie en school*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via: <https://educatie-en-school.infonu.nl/methodiek/181946-leerkracht-verschillende-didactische-werkvormen.html>

Education department Dundee City Council. (s.a.) *Composite Classes A guide for Parents. Dundee*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via<https://www.dundeecity.gov.uk/sites/default/files/publications/Composite%20Class%20Leaflet.pdf>

Edusys. (s.a.) *What are Multi-Grade classroom Advantages & disadvantages?* Geraadpleegd op 25 februari 2020 via:<https://www.edusys.co/blog/what-are-multi-grad-classroom-advantages-disadvantages>

Encyclo. (s.a.) *Betekenissen en definities*. Geraadpleegd op 28 februari 2020 via <https://www.encyclo.nl/>

Familiyeducation (s.a.) *Multi-age and multi-grade school*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via<https://www.familyeducation.com/school/experimental-education/multi-age-multi-grade-school>

Freepik. (s.a.) *Téléchargez Psd Eau Bleu Goutte Icône gratuitement*. Geraadpleegd op 27 februari 2020 via: <https://nl.pinterest.com/pin/237213105349172606/>

GO! Onderwijs. (2010). *Leerplan wereldoriëntatie*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via: <https://pro.g-o.be/pedagogische-begeleiding-leerplannen-nascholing/leerplannen/leerplannen-bao/algemeen>

GO! Onderwijs. (2020). *STEM*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://www.g-o.be/stem/>

GOK. (s.a.) *Zelfevaluatie*. Geraadpleegd op 26 februari 2020 via <http://www.steunpuntgok.be/downloads/evaluatiefiche_zelfevaluatie.pdf>

Graft, M., Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend leren en ontwerpend leren bij Natuur en Techniek*. Stichting Platform Bèta Techniek.

Graham, L. & Miller, J. (2002) *Bush Tracks: The Opportunities and challenges of rural teaching and leadership*. History and context of our research, p. 15.

Groen, V. (s.a) *Motiekaart 7*. Geraadpleegd op 28 februari 2020 via <https://www.pinterest.com/pin/529876712380212795/?lp=true>

Gynzy. (s.a.) *Onderzoekend leren*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://www.gynzy.com/nl/leerstijlen/onderzoekend-leren/#_ftn1>

Hyry-Beihammer, E. & Hascher, T. (2015). *Multi-grade teaching practices in Austrian and Finnish primary schools.* Geraadpleegd op 26 februari 2020 via <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035515000749?fbclid=IwAR0Qouxmsqb72gZ_8kWUswftCbNBmoWt0RsdXpxC2Wtuhbp4Txvyv4YSHAw>

Inspectie van het Onderwijs. (2016). *Wereldoriëntatie in de kijker: de huidige praktijk, met voorbeelden en vragen ter inspiratie*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Jonkman, T. & Bakker, P. (2011). *Lesopbouw onderzoekend leren. Wetenschap in het basisonderwijs*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://www.uu.nl/sites/default/files/ubd_wkku_routekaart_onderzoekend_leren.pdf>

Klapwijk, R & Holla, E. (2018). *Wetenschapsknooppunt Zuid Holland: Leidraad onderzoekend en ontwerpend leren*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://www.wetenschapsknooppuntzh.nl/uploads/Leidraad-onderzoekend-en-ontwerpend-leren-Wetenschapsknooppunt-ZH-2018-1.pdf>

Kussé P., Van Den Bosch J., Van Hove L., & Van Steenbergen, J. (2010). *Stappen van onderzoekend leren*. Kapelllen: Pelckmans.

Onderwijs met stijl (s.a.) *Leerkrachtcompetenties bij onderzoekend leren*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://www.onderwijsmetstijl.nl/wetenschap-en-techniek-basisonderwijs/leerkrachtcompetenties/>

Onderzoekend leren. (s.a.) *Onderzoekend leren*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://www.c3.nl/onderzoekend-leren/>

Ons wereldje. (s.a.). *De werking in graadklassen*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://onswereldje.be/index.php/visie/zorgvisie/werken-in-graadklassen>

Pastoor, JHB. (2020) *Zinken en Drijven.* Op inask.nl Geraadpleegd op 2 maart 2020 via <https://inask.nl/index.php/13-Onderwerpen/Materialen/94-zinken-en-drijven>.

Pidpa. (S.a.). *Hidrodoe.be*. Geraadpleegd op 3 maart 2020 via <https://www.hidrodoe.be/>

Pinterest. (s.a.). Geraadpleegd op 27 februari 2020 via <https://nl.pinterest.com/pin/586382813969977892/>

Schrijvers, B. (s.a.) *Pictogram Orthopedagoog 1*. Geraadpleegd op 28 februari 2020 via <https://www.pinterest.dk/pin/109141990949218807/>

Schwab, K. (2017). *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. Geraadpleegd op 26 februari 2020.

Sint-Paulus. (2020). *Sint-Paulus sdw*. Geraadpleegd op 9 maart via <https://www.sintpaulussdw.be/praktische-info/>

Tanis, M. , Dobber, M., Zwart, R. & Oers, B. (2014). *Beter leren door onderzoek.* Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/2014_oers_onderzoekendleren.pdf>

Theconversation. (s.a.) *Are mixed-grade classes any better or worse for learning?* Geraadpleegd op 25 februari 2020 via:<https://theconversation.com/are-mixed-grade-classes-any-better-or-worse-for-learning-38856>

Thomas More (s.a.) *#academie*. Geraadpleegd op 23 maart 2020 via <https://wiweter.be/academie-volwassen/>

Universiteit Leiden. (s.a.) *Onderzoekscyclus*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://www.universiteitleiden.nl/loket-profielwerkstukken/aanbod/pws-schrijven/onderzoekscyclus>

University of Twente. (s.a.) *Opdracht onderzoekend leren*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via: <https://www.utwente.nl/onderwijs/pre-university/pre-u-junior/Downloads/onderzoek-project-e-water-onderzoeken.pdf>

Van Houte, H.; Merckx, B.; De Lange, J. & De Bruyker M. (2013) *Zin in wetenschappen, wiskunde en techniek.*

Vanbuel, V. (2018). *De STEMpel: het toppunt van STEM.* Geraadpleegd op 26 februari 2020 via: <https://www.klasse.be/129826/de-stempel-stem-basisonderwijs/>

Vandecandelaere, M., Van den Branden, N., Juchtmans, G., Vandenbroeck, M., & De Fraine, B. (2017). *Flexibele leerwegen in het basisonderwijs: wat kan en hoe begin je eraan?.* School- en klaspraktijk, 58(232), 13-25.

VRT. (2018). *Op één: onderwijs*. Geraadpleegd op 26 februari 2020 via <https://onderwijs.hetarchief.be/media/op-%C3%A9%C3%A9n-onderwijs/Z1OfJkWVXhjfMPkXME1fKwgu?fbclid=IwAR2u0Cyzh0j6OQlg-LdOrTN_EuKpZIPZBiaHkyrmynRUZB43fxZDFRERmZ0>

Wij leren. (2018). *Zijn er verschillen in leeropbrengsten en de ontwikkeling van leerlingen in unitonderwijs ten opzichte van klassikaal onderwijs?* Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://wij-leren.nl/leeropbrengsten-unitonderwijs-klassikaal-onderwijs.php>

Wiki (s.a.) *Education in South Korea*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via<https://nl.qwe.wiki/wiki/Education_in_South_Korea>

Wikipedia. (2014). *Peilglas*. Op Wikipedia.org. Geraadpleegd op 4 maart 2020 via <https://nl.wikipedia.org/wiki/Peilglas>

Wikipedia. (2018). *Communicating vessels.* Op Wikipedia.org. Geraadpleegd op 4 maart 2020 via <https://en.wikipedia.org/wiki/Communicating_vessels>

Wikipedia. (2020). *Atmospheric pressure*. Op Wikipedia.org. Geraadpleegd op 4 maart 2020 via <https://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric_pressure>

Wikipedia. (2020). *Blaise Pascal.* Op Wikipedia.org. Geraadpleegd op 4 maart 2020 via <https://en.wikipedia.org/wiki/Blaise_Pascal#Contributions_to_the_physical_sciences>

Wikipedia. (2020). *Hydrostatische druk*. Op Wikipedia.org. Geraadpleegd op 4 maart 2020 via <https://nl.wikipedia.org/wiki/Hydrostatische_druk>

Wikipedia. (2020). *Simon Stevin*. Op Wikipedia.org. Geraadpleegd op 4 maart 2020 via <https://en.wikipedia.org/wiki/Simon_Stevin#Geometry,_physics_and_trigonometry>

Wikipedia. (s.a.) *Multi-age classroom*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via<https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-age_classroom>

World Economic Forum. (2020). *Competitiveness Rankings.* Geraadpleegd op 26 februari 2020 via <https://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/competitiveness-rankings/?fbclid=IwAR1NTSAFYOj_VAo2bHGYkjdRxj-KPyLtPJFxfr5GKJqtwQ9z-VKH3o9uDmM>

Zevensprong. (2019). *Zevensprong Dessel*. Geraadpleegd op 25 februari 2020 via <https://www.zevensprongdessel.be/contact/>

1. Overal gelijk, overal hetzelfde. [↑](#footnote-ref-1)
2. Samengesteld uit elementen die verschillend zijn van soort of afkomst. [↑](#footnote-ref-2)
3. Onderscheid maken in leerstof, werkvormen… [↑](#footnote-ref-3)
4. Inclusief onderwijs houdt in dat gewone onderwijsinstellingen openstaan voor alle leerlingen, zowel hoogbegaafden als leerlingen met leermoeilijkheden en/of een belemmering. [↑](#footnote-ref-4)
5. Inclusief onderwijs houdt in dat gewone onderwijsinstellingen openstaan voor alle leerlingen, zowel hoogbegaafden als leerlingen met leermoeilijkheden en/of een belemmering. [↑](#footnote-ref-5)