

Wetenschap & technologie geïntegreerd in het rekenonderwijs op de basisschool

**Annelies Naber
Studentnummer: 377090**

Stenden Hogeschool Emmen

**1^e begeleider: Arjen Klomp
2^e begeleider: Mieke van den Bosch**

**Praktijkschool:
School X.**

Jaargang: 2017/2018

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Hoofdstuk 1: Inleiding	4
Hoofdstuk 2: Probleemanalyse	5
Hoofdstuk 3: Theoretisch kader	7
Inleiding	7
Wetenschap & technologie	7
W&T benadering	9
Wetenschap & technologie in groep 3	10
Meten in groep 3	11
Wereld in Getallen en meten	12
Hoofdstuk 4: Probleemstelling	13
Onderzoeksdoel.....	13
Onderzoeksvraag.....	13
Operationaliseren van deelbegrippen.....	13
Deelvragen	14
Hypothese	14
Betrokkenen	15
Hoofdstuk 5: Onderzoeksaanpak	16
Onderzoeksgroep	16
Methode van dataverzameling	16
Onderzoeksactiviteiten	17
Literatuurstudie.....	17
Uitvoering van activiteiten	17
Observeren	17
Bevragen.....	18
Tijdsplanning	18
Ethische kwestie.....	19
Hoofdstuk 6: Resultaten.....	20
Theoriegerichte deelvragen	20
Praktijkgerichte deelvragen	21
Hoofdstuk 7: Conclusie, aanbevelingen en discussie.....	24
Conclusies.....	24
Aanbevelingen.....	24



Discussie	25
Bibliografie	26
Bijlage 1: Procesverslag	1
Bijlage 2: Tussendoelen rekenen-wiskunde domein Meten & Meetkunde voor eind groep 3	2
Bijlage 3: Aantal lessen meten in de methode 'Wereld in Getallen'	4
Bijlage 4: Tussendoelen voor meten in methode 'Wereld in Getallen'	5
Bijlage 5: Tussendoelen voor het onderzoek	7
Bijlage 6: Format nul- en eindmeting	8
Bijlage 7: Observatieformulier	15
Bijlage 8: Format Ballonauto	17
Bijlage 9: Format Brug voor Haas	21
Bijlage 10: Format Muzikale Waterglazen	25
Bijlage 11: Format Katapult	29
Bijlage 12: Format Zandloper	33
Bijlage 13: Format Toren bouwen	37
Bijlage 14: Format Inhoudsdoosjes	42
Bijlage 15: Format Waterklok	46
Bijlage 16: Format Gewichtbootjes	50
Bijlage 17: Format Waterraket	54
Bijlage 18: Resultaat nul- en eindmeting	58
Bijlage 19: Observaties	62



Samenvatting

Vanaf 2020 zal wetenschap & technologie verplicht op de basisschool moeten worden opgenomen in het curriculum (Techniekpact, 2013). Veel leerkrachten vragen zich af, hoe ze aan het volle onderwijsprogramma wetenschap & technologie kunnen toevoegen. Één van de redenen waarom leerkrachten het moeilijk vinden om wetenschap & technologie op te nemen in het onderwijsprogramma is de hoge werkdruk die zij nu al ervaren binnen een vol onderwijsprogramma. Wetenschap & technologie is echter geen nieuw vak. Het is een vakoverstijgende benadering, waardoor je tijdens een wetenschap & technologie activiteit binnen verschillende vakgebieden werkt (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016).

Tijdens het onderzoek staat de volgende onderzoeksvraag centraal:

“Op welke wijze kunnen de leerkrachten van groep 3 van de School X wetenschap & technologie integreren in het rekenonderwijs, om zo de tussendoelen van meten, zoals beschreven door het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009), in de periode februari tot en met mei 2018 in groep 3 te behalen?”

Het doel van dit onderzoek is om te onderzoeken op welke manier wetenschap & technologie en meetonderwijs geïntegreerd kunnen worden. Dit naar aanleiding van het eindadvies van Platform Onderwijs2032 (Platform Onderwijs2032, 2016), waarin wordt gepleit voor onderwijs met een vaste basis in taal- en rekenonderwijs en daarnaast meer verdieping en verbreding met meer samenhang tussen vakken (Platform Onderwijs2032, 2016).

Om te onderzoeken of wetenschap en technologie kan worden geïntegreerd met rekenen meetonderwijs zijn er tien W&T activiteiten ontworpen en gegeven. Voorafgaand aan het onderzoek is er een nulmeting gedaan, tijdens het onderzoek zijn er observaties uitgevoerd en aan het eind van het onderzoek is er een eindmeting gedaan. Uit de resultaten hiervan bleek dat wetenschap & technologie succesvol kan worden geïntegreerd met rekenen meetonderwijs. Het is namelijk gebleken dat W&T geschikt is om doelen voor meten te behalen en dat de leerlingen door het meedoen aan de W&T activiteiten allemaal een grote ontwikkeling hebben doorgemaakt met betrekking tot hun meetontwikkeling. Leerkrachten kunnen tussendoelen van meten met leerlingen behandelen en behalen, door W&T activiteiten te ontwerpen en te geven waarbij gericht wordt gekeken naar de doelen voor rekenen en wetenschap & technologie.

Waar sommige leerlingen aan het begin van het onderzoek amper een vaardigheid met betrekking tot meten voor groep 3 hadden behaald, is er aan het eind van het onderzoek een duidelijke groei te zien in het aantal behaalde vaardigheden. Hieruit kan worden geconcludeerd dat leerlingen door wetenschap & technologie doelen van andere vakken kunnen behalen.



Hoofdstuk 1: Inleiding

In dit onderzoek wordt gekeken hoe wetenschap & technologie kan worden geïntegreerd in rekenonderwijs in groep 3. Aanleiding voor dit onderzoek is de vraag, hoe wetenschap & technologie een plek in het onderwijs op de basisschool kan krijgen, zonder dat dit door de leerkrachten als ‘weer een extra belasting’ gevoeld zal worden. Zo werd deze vraag ook gesteld op de School X.. ‘Hoe kunnen we de leerlingen van groep 3 wetenschap en technologie onderwijs geven, zonder dat het gevoel ontstaat dat er weer een extra vak wordt toegevoegd aan het al zo volle rooster’.

Deze vraag is ontstaan omdat vanaf 2020 wetenschap & technologie verplicht op de basisschool moet worden opgenomen in het curriculum (Techniekpact, 2013). Veel leerkrachten vragen zich af hoe ze aan het volle onderwijsprogramma wetenschap & technologie kunnen toevoegen. In de praktijk zien we dat in groep 3 de meeste onderwijstijd wordt besteed aan taal, rekenen en schrijven. De tijd die over blijft wordt besteed aan oriëntatie op jezelf en de wereld, kunstzinnige vorming en bewegingsonderwijs. Wetenschap & technologie zou hier ook nog bij moeten komen. Veel leerkrachten zien hierdoor het probleem dat ze niet meer toekomen aan alle vakken.

De maatschappij van Nederland verandert in een kennisintensieve samenleving. Deze veranderende maatschappij vraagt om onderwijs waarin leerlingen hierop worden voorbereid. Door middel van wetenschap en technologie wordt de onderzoekende en nieuwsgierige houding van leerlingen ontwikkeld. Iets wat belangrijk is in deze toekomstige maatschappij. Leerlingen moeten over houding, vaardigheden en kennis beschikken om deel te kunnen nemen aan deze kennisintensieve samenleving. In dit onderzoek zal daarom worden gekeken naar de mogelijkheden om wetenschap & technologie te onderwijzen, waarbij doelen van andere vakken worden geïntegreerd.

Door het volgen van een profilering en een keuzeminor wetenschap & technologie is mijn persoonlijke kennis en interesse op dit gebied van wetenschap & technologie gegroeid. Dit heeft ook geleid tot een grotere motivatie om mee te werken aan een verandering van het onderwijs om daarmee leerlingen beter voor te bereiden op een veranderende maatschappij. Daarnaast wil ik kennis verwerven over hoe wetenschap & technologie kan worden gegeven op de basisschool, omdat ik in mijn toekomstige beroepspraktijk wetenschap & technologie structureel zal moeten geven. Door de keuzeminor is mijn enthousiasme over wetenschap & technologie gegroeid en ben ik nieuwsgierig geworden over hoe ik wetenschap & technologie structureel kan opnemen in het onderwijs. Ik wil onderzoeken of wetenschap & technologie in groep 3 geschikt is voor integratie met rekenonderwijs, om zo rekendoelen te behalen. Hierbij hoop ik dat het onderzoek handvaten gaat bieden over hoe wetenschap & technologie kan worden aangeboden om doelen van andere vakken te behalen. Deze kennis kan waardevol zijn voor mijn eigen latere onderwijspraktijk, maar ook om de opgedane ervaring en kennis door het onderzoek in te zetten bij het vormgeven van wetenschap & technologie op de basisschool.



Hoofdstuk 2: Probleemanalyse

De maatschappij in Nederland verandert. De industriële economie die we eens waren omvat nu nog maar een relatief klein deel van onze economie. Nederland gaat over in een kenniseconomie. We worden een kennisintensieve samenleving, waarin in een rap tempo nieuwe kennis wordt opgedaan (Oetelaar, 2012). ‘Denkwerk’ zal een groot deel van het werk van de toekomst zijn (NTO-Effekt). Dit vraagt om onderwijs dat mee verandert. De huidige basisschoolleerlingen moeten kennis en vaardigheden opdoen om in die toekomstige samenleving te kunnen participeren. Staatssecretaris van Onderwijs, Sander Dekker, heeft opdracht gegeven om te kijken hoe we leerlingen in ons onderwijs kunnen voorbereiden op die maatschappij. Het Platform Onderwijs2032 heeft daarom in opdracht van de staatssecretaris een visie opgezet en een eindadvies gegeven met daarin de richting waarin verandering en aanpassingen in het onderwijs zouden moeten gaan (Platform Onderwijs2032, 2016).

Een manier om tot deze veranderingen en aanpassingen in het onderwijs te komen, zou kunnen zijn door meer aandacht te besteden aan wetenschap & technologie. Al jarenlang wordt geprobeerd techniekonderwijs meer onder de aandacht te brengen in het basisonderwijs. Techniek is immers overal in de maatschappij en onderwijs hierin laat kinderen de betekenis van techniek inzien. Toch zagen we dat na al die pogingen nog steeds weinig aandacht voor techniek in het basisonderwijs is (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Daarnaast wordt al jarenlang geprobeerd leerlingen zich te laten ontwikkelen in hun 21st Century Skills. Als we terug kijken naar de vraag die de staatssecretaris heeft gesteld over hoe we de huidige basisschoolleerlingen kunnen voorbereiden op de toekomst is dit hier ook een onderdeel van. Door de leerlingen zich te laten ontwikkelen in die 21st Century Skills, worden zij al voorbereid op de toekomst. Veel basisscholen lukt het echter op dit moment nog niet om aan alle vaardigheden te werken die daartoe behoren. Bij wetenschap & technologie gaat het om onderzoekend en ontwerpend leren, waarmee 21st Century Skills worden ontwikkeld. Bij wetenschap & technologie is er ruimte om aan alle vaardigheden die tot de 21st Century Skills behoren te werken (Verkenningcommissie, 2013).

Tot nu toe wordt nog een groot gedeelte van de huidige onderwijstijd besteed aan taal en reken-wiskundeonderwijs. Aan deze vakken wordt een groot belang gehecht. Dit is ook niet zo gek als je bedenkt dat de kwaliteit van scholen wordt afgemeten aan de taal- en rekenprestaties en niet aan wetenschap & technologie (Verkenningcommissie, 2013). Het ministerie, bedrijven die mee hebben gewerkt aan het Techniekpact en het PlatformOnderwijs 2032 vinden dat hier verandering in moet komen en dat er naast taal en reken-wiskundeonderwijs ook ruimte moet zijn voor wetenschap & technologie. Vanaf 2020 is het daarom verplicht om wetenschap & technologie op te hebben genomen in het curriculum van de school (Techniekpact, 2013). Dit betekent dat wetenschap & technologie (W&T) structureel zal moeten worden aangeboden. Bij veel scholen is hierdoor de vraag ontstaan hoe zij dit kunnen realiseren binnen hun huidige onderwijs. Veel leerkrachten voelen zich niet bekwaam in het geven van wetenschap & technologie, omdat zij niet tijdens hun opleiding hebben geleerd hoe ze dit moeten geven. Daarnaast bestaat een groot gedeelte van de leerkrachten uit vrouwen. In de huidige onderwijspraktijk zien we dat zij zich vaak niet bekwaam voelen om techniekonderwijs te geven en ook andere onderwerpkeuzes maken dan mannen (Verkenningcommissie, 2013). Een gevolg hiervan is dat leerlingen op de basisschool niet in contact worden gebracht met techniek en zij later ook niet voor een technische opleiding kiezen, waardoor op dit moment een tekort aan technisch geschoolde mensen is ontstaan (Techniekpact, 2013).

Een andere reden waarom leerkrachten het moeilijk vinden om wetenschap & technologie op te nemen in het curriculum is dat de huidige basisschoolleerkrachten een hoge werkdruk ervaren en dat een vol dagprogramma daar één van de oorzaken van is. Ze zitten, kort samengevat, niet te wachten op nog een extra vak waar ze tijd aan moeten besteden. Uit het onderzoek van TIMSS werd duidelijk dat Nederlandse leerkrachten tussen 2008 en 2011 steeds minder tijd besteden aan wetenschap &



technologie door de prestatiedruk op het gebied van taal en rekenen (Van Keulen & Oosterheert, 2016). Wetenschap & technologie is echter geen nieuw vak. Het is een vakoverstijgende benadering, waardoor je tijdens een wetenschap & technologie activiteit binnen verschillende vakgebieden werkt (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Op de School X. is naar aanleiding van dit gegeven de vraag ontstaan hoe ze wetenschap & technologie kunnen integreren met andere vakken. Deze vraag is gesteld om ervoor te zorgen dat wetenschap & technologie niet als een extra vak wordt gezien dat wordt toegevoegd, maar om te kijken of er wellicht tijdswinst kan worden behaald door alle vakken in samenhang aan te bieden.

De School X. heeft afgelopen jaar (schooljaar 2016/2017) schoolbreed geprobeerd om het rekenonderwijs te veranderen. De bestaande rekenmethode voldeed niet meer aan de wensen van de leerkrachten en de school. De leerkrachten wilden betekenisvol onderwijs bieden, waarin elke leerling op zijn eigen niveau kon werken. Schoolbreed werd gepersonaliseerd leren ingevoerd. In de hogere groepen werd dit gedaan door het programma M4th. In groep 3 en 4 vonden de leerkrachten dat de hoge zelfstandigheid die in de methode van M4th wordt gevraagd van de leerlingen niet passend is en daarom hebben ze in groep 3 en 4 zelf steeds hun lesactiviteiten samengesteld, passend bij de doelen van M4th. Door eerst concreet, daarna schematisch en dan pas formeel te werk te gaan hebben zij geprobeerd de rekendoelen te behalen. Tijdens de februari toetsing van het CITO is gebleken dat de leerlingen onder de norm hebben gepresteerd. De leerkrachten zijn daarna toch weer teruggevallen op de voormalige rekenmethode, omdat ze het houvast van de methode zelf ook misten en dit terugzagen in de resultaten van de leerlingen. De vraag die als gevolg hiervan is ontstaan, is hoe zij wel effectief, betekenisvol rekenonderwijs kunnen geven zonder vast te zitten aan de lessen uit de rekenmethode. Naar aanleiding hiervan en van het opnemen van wetenschap & technologie in het curriculum vanaf 2020 willen zij graag weten hoe ze wetenschap & technologie kunnen integreren in het rekenonderwijs.



Hoofdstuk 3: Theoretisch kader

In het theoretisch kader zal relevante theorie met betrekking tot het onderwerp van het onderzoek worden besproken en zullen theoretische deelvragen, hieronder beschreven in de probleemstelling, worden beantwoord.

Inleiding

Het rapport Ons Onderwijs2032 (Platform Onderwijs2032, 2016) geeft een visie op het toekomstige Nederlandse onderwijs. Het onderwijs moet mee veranderen met de veranderende maatschappij van Nederland. Nederland verandert van industriële economie naar kenniseconomie. We worden een kennisintensieve samenleving, waarin in rap tempo nieuwe kennis wordt opgedaan (Oetelaar, 2012). Kinderen moeten kennis en vaardigheden worden bijgebracht voor die toekomstige maatschappij en de nieuwsgierige houding van kinderen zal hiervoor moeten worden behouden en verder ontwikkeld. Er moet balans zijn tussen persoonlijke ontwikkeling en voorbereiding op de maatschappij van de toekomst. Leerlingen moeten leren vragen te stellen en strategieën ontwikkelen om deze vragen te beantwoorden. Het onderwijs zal daarom hierop moeten worden gericht. Door creativiteit en nieuwsgierigheid in te zetten kunnen houding, kennis en vaardigheden worden ontwikkeld (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Onderwijs in wetenschap & technologie helpt daarbij. Kinderen komen in hun dagelijkse leven op allerlei manieren in contact met wetenschap & technologie. In de huidige maatschappij kom je het overal tegen. Dit is een geschikt uitgangspunt om wetenschap & technologie te geven. Daarnaast zullen kinderen interesse blijven houden in wetenschap & technologie als hier aandacht voor is in het onderwijs. Dit zou het probleem van het grote tekort aan technisch geschoolde mensen kunnen oplossen (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016, p. 23). In de visie van Ons Onderwijs2032 wordt gepleit voor een vaste basiskennis van vaardigheden, in taal- en rekenonderwijs, Engels, burgerschap en digitale vaardigheden, met daarnaast een verdieping en verbreding door meer samenhang tussen vakken te creëren. Door de verdieping en verbreding zullen de leerlingen vakkennis verwerven die hen in staat stelt vakoverstijgend te denken en werken. De gedachte hierachter is niet van alles een beetje, maar meer van minder (Platform Onderwijs2032, 2016). Vaardigheden waarover kinderen moeten beschikken zijn onder andere de 21st Century Skills. Dit zijn competenties waarover kinderen moeten beschikken om zich te kunnen redden in de maatschappij van de toekomst. Deze zijn vaardigheden zijn: creatief denken, probleem oplossen, kritisch denken, zelfregulering, sociale en culturele vaardigheden, samenwerken, communiceren, computational thinking, informatievaardigheden, ICT-basisvaardigheden en mediawijsheid (Kennisset, 2016). Ook de 21st Century Skills moeten een plek krijgen in het onderwijs. Door onderwijs in wetenschap & technologie zullen kinderen hun 21st Century Skills ontwikkelen. Bij wetenschap & technologie gaat het erom dat leerlingen werken aan hun nieuwsgierige, kritische en ondernemende houding. Door met onderzoeksvragen aan de slag te gaan, deze te onderzoeken door experimenten uit te voeren of gegevens te verzamelen en hierna een verklaring te formuleren, doen de leerlingen kennis op en ontwikkelen ze hun onderzoeksvaardigheden. (Hotze & Keijzer, 2017).



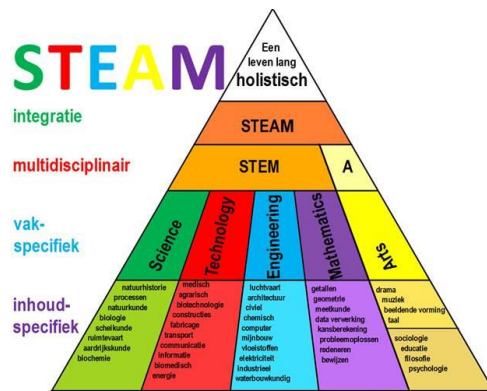
Figuur 1 (Kennisset, 2016)

Wetenschap & technologie

Wetenschap & technologie (W&T) is een manier van kijken naar de wereld (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Bij W&T staat verwondering en nieuwsgierigheid voorop. Vanuit verwondering of nieuwsgierigheid worden vragen gesteld en worden problemen gesignaleerd. Door antwoorden op vragen of oplossingen voor problemen te zoeken wordt kennis verworven en/ of kunnen er producten ontstaan. De oplossingen kunnen tegelijkertijd weer een startpunt zijn voor nieuwe

vragen of problemen. Door het vinden van oplossingen leren kinderen over de wereld om hen heen. Binnen W&T is er ruimte voor de brede ontwikkeling (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016).

Een manier om aan wetenschap & technologie te werken is door middel van het STEAM-model (Casu & van 't Veer, Intrinsieke motivatie vergroten, make STEAM, 2016). STEAM staat voor Science, Technology, Engineering, Arts en Mathematics en is een Amerikaans model, ontwikkeld door het voorgaande STEM-model te verbeteren (STEAMeducation, 2006-2017). Binnen het STEAM-model is te zien dat wetenschap & technologie niet één losstaand vakgebied is, maar dat het een vakoverstijgende benadering is (zie figuur 2). Het gaat om de brede kennis over vakken en onderwerpen die in samenhang bekeken worden. (STEAMeducation, 2006-2017).



Figuur 2 (Casu & van 't Veer, Intrinsieke motivatie vergroten, make STEAM, 2016)

Een belangrijk instrument voor het werken binnen het STEAM-model is de wetenschappelijke methode (zie figuur 3). Hierbij zijn vragen stellen en onderzoeken belangrijke onderdelen. De wetenschappelijke methode kan worden doorlopen bij een W&T activiteit en bevat de volgende stappen:

1. Observeren; 2. Vragen stellen; 3. Hypothese; 4. Experimenteren; 5. Conclusie; 6. Presenteren (Casu & Veer, Intrinsieke motivatie vergroten, make STEAM, 2016).

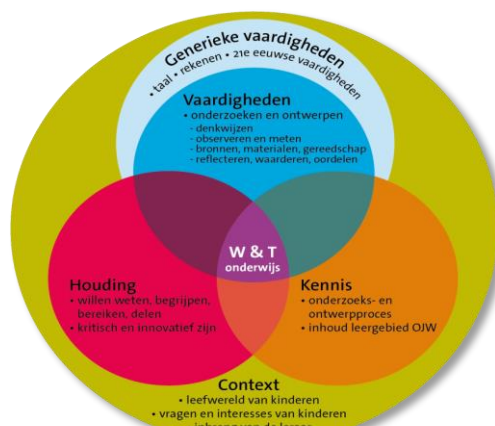


Figuur 3: (Casu & van 't Veer, Intrinsieke motivatie vergroten, make STEAM, 2016)

Binnen wetenschap & technologie zijn er drie componenten te onderscheiden; houding, vaardigheid en kennis. Centraal staat de W&T activiteit, met daaromheen de drie componenten (zie figuur 4). Een W&T activiteit gaat daarnaast ook altijd ergens over, het wordt gegeven in een context die past bij de leerlingen. Het volgende model is hiervoor opgesteld:

Met de houding van de leerlingen begint elke W&T activiteit, omdat een W&T activiteit start met de verwondering en nieuwsgierigheid van de leerlingen. Bij het onderwijs in wetenschap & technologie is het van belang deze houding van leerlingen verder te ontwikkelen. Van der Rijst (Rijst, 2009) beschrijft de zes aspecten van een wetenschappelijke onderzoekende houding. Deze zes aspecten zijn in de basis bij elk kind aanwezig maar worden verder ontwikkeld binnen het W&T onderwijs. De zes aspecten zijn als volgt;

- Neiging om Kritisch te Willen Zijn;
- Neiging om te Willen Begrijpen;
- Neiging om te Willen Bereiken;
- Neiging om te Willen Delen;
- Neiging om te Willen Innoveren;
- Neiging om te Willen Weten (Rijst, 2009).



Figuur 4

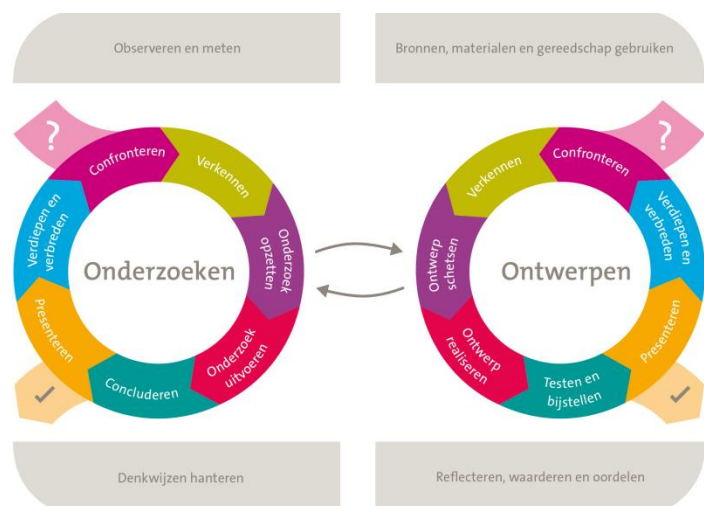
Het hoeft niet zo te zijn dat er binnen een W&T activiteit wordt gewerkt aan alle zes de aspecten. Aan het leerling gedrag is te zien in welk aspect de leerling zich ontwikkelt binnen zijn wetenschappelijke onderzoekende houding. In het richtinggevend leerplankader wetenschap & technologie (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016) zijn observatielijsten opgesteld om te onderzoeken aan welke houdingsaspecten de leerling werkt (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016).

Vaardigheden waaraan een leerling werkt binnen een W&T activiteit zijn onderzoekende en ontwerpende vaardigheden. Bij het onderzoeken en ontwerpen komen ook subvaardigheden aan bod. Deze zijn; modelleren, gebruiken van materialen, gereedschap en apparatuur, waarden en beoordelen van het onderzoek- en ontwerpproces en de daarbij bereikte resultaten (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Daarnaast worden ook de generieke vaardigheden ontwikkeld. Dit zijn de vaardigheden die leerlingen bij alle vakken gebruiken. Tijdens het ontwerpend en onderzoekend leren ontwikkelen leerlingen zich in hun generieke vaardigheden. Zo bieden vaardigheden die bijvoorbeeld bij taal en rekenen worden aangeleerd ondersteuning bij onderzoekende en ontwerpende activiteiten van wetenschap & technologie. Andersom werkt dat net zo. Ook de 21st Century Skills behoren tot de generieke vaardigheden en hebben een link met taal- en rekenvaardigheden (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016).

Wetenschap & technologie gaat altijd ergens over. Dit valt onder kennis. Het richtinggevend leerplankader wetenschap & technologie (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016) heeft een schema opgesteld met daarin alle thema's en onderwerpen die bij wetenschap & technologie aan bod kunnen komen. Deze thema's en onderwerpen vallen binnen verschillende vakgebieden. Kort samengevat kan worden gezegd dat bij een wetenschap & technologie activiteit ook altijd wordt gewerkt aan de kerndoelen en tussendoelen van het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009).

W&T benadering

Wetenschap & technologie zal in het begin een nieuwe manier van lesgeven vragen. Bij W&T staan de aanpak en de bijbehorende manieren van denken centraal en komt de inhoud pas daarna. Het draait bij W&T om onderzoekend en ontwerpend leren. Waar bij het onderzoeken de achtergrond, samenhang en verklaring van belang zijn, zijn bij het ontwerpen de praktische toepassingen en de consequenties van belang (SLO, 2015). De W&T benadering onderscheidt zich van veel dagelijkse lessen. Bij W&T worden leerlingen geprikkeld anders te gaan leren. In de dagelijkse lessen staan het resultaat en de antwoorden al vaak vast. Dit is bij W&T niet altijd het geval. De 21st Century Skills komen juist bij W&T zoveel aan bod, omdat de zoektocht naar antwoorden en het oplossingsproces bij het vinden van oplossingen voor problemen als belangrijk wordt gezien (Oving & Janson, 2015). Het viel de gestaltpsycholoog Karl Ducker al op, dat mensen het lastig vinden om bij het oplossen van een probleem een



Figuur 5: (SLO, 2015)

gebruiksvoorwerp anders te gebruiken dan waarvoor het bedoeld is. Hij noemde dit onvermogen Functional Fixedness. Dat onze hersenen bij Functional Fixedness alleen oplossingen zien die in het verleden hebben gewerkt is wat in de psychologie ook wel een mental set genoemd wordt (Cognitive Psychology and Cognitive Neuroscience/Problem Solving from an Evolutionary Perspective, 2017). Uit

onderzoek blijkt dat 5-jarigen hier nog geen enkel probleem mee hebben, maar dat dit twee jaar later al meer voorkomt (Boyd). Met de W&T-benadering wordt geprobeerd dit te doorbreken door kinderen te laten onderzoeken en ontwerpen. De W&T benadering kan op alle vakken en activiteiten worden toegepast. Belangrijk is dat de activiteit start met verwondering. Van daaruit worden er vragen gesteld. De leerkracht zal hiervoor de activiteiten moeten voorbereiden met een onderzoekende en ontwerpende gedachte, waarbij het doel van de activiteit niet de oplossing maar het vinden van de oplossing is. Het denken over en uitproberen van manieren om op een antwoord/oplossing te komen is voor de leerlingen zinvol en betekenisvol. De leerkracht zal hiervoor het kritisch denken steeds moeten stimuleren. Voor de leerlingen geldt dat ze bij de W&T-benadering de zes eerdergenoemde neigingen van der Rijst (Rijst, 2009) zullen laten zien. Ook deze zal de leerkracht soms moeten prikkelen. Dit zal in het begin lastig zijn, omdat de meeste leerkrachten niet gewend zijn in het stellen van verschillende soorten vragen en leerlingen niet gewend zijn om met verschillende soorten vragen om te gaan. Suggestieve vragen stel je alleen als je zelf het antwoord al weet of denkt te weten (Oving & Janson, 2015). Echte onderzoekbare vragen zijn niet suggestief en horen bij de W&T benadering. De leerkracht zal daarom samen met de leerlingen moeten willen onderzoeken, waardoor er steeds weer opnieuw nieuwsgierigheid en verwondering zal ontstaan (Oving & Janson, 2015).

Wetenschap & technologie in groep 3

Bij toekomstgericht onderwijs is het van belang vakken in samenhang aan te bieden. Op deze manier kunnen de leerlingen hun kennis vanuit verschillende vakken in complexe situaties inzetten. Bij geïntegreerd onderwijs worden verschillende vakgebieden op een natuurlijke manier binnen een thema met elkaar verbonden, om zo meer kennis over het thema en over de verschillende vakgebieden op te doen. Tussen wetenschap & technologie en reken-wiskundeonderwijs zitten nogal wat raakvlakken. Bij reken-wiskundeonderwijs zien we vaak dat het nog instrumenteel van aard is en dat er weinig tot geen mogelijkheden worden geboden om onderzoekend en ontwerpend te werk te gaan in een rijke context. Leerkrachten weten vaak niet hoe ze dit moeten doen en de methode biedt hiervoor geen handvaten. Dit terwijl een onderzoekende, ontwerpende manier van leren in een rijke context juist goed zal zijn voor de leerlingen (Hotze & Keijzer, 2017). Binnen reken-wiskundeonderwijs zijn er twee vakdidactische aanpakken; mechanisch reken-wiskundeonderwijs en realistisch reken-wiskundeonderwijs (KNAW, 2009). Bij mechanisch reken-wiskundeonderwijs gaat het om het aanleren van de vier hoofdbewerkingen, om deze snel en doelgericht in relatief kale situaties te kunnen inzetten. Bij realistisch reken-wiskundeonderwijs wordt rekenen en wiskunde gezien als menselijke activiteit en wordt dit aangeboden in een betekenisvolle context. Hier wordt ook wel gesproken over mathematiseren, het maken van realistische situaties tot rekenen/wiskunde. Door deze manier van reken-wiskundeonderwijs ontdekken leerlingen hoe ontwikkelde reken-wiskundekennis toepasbaar is in andere situaties (Hotze & Keijzer, 2017). Realistisch reken-wiskundeonderwijs biedt mogelijkheden tot vakintegratie. Rekenmethodes voor groep 3 maken veel gebruik van realistisch reken-wiskundeonderwijs.

Bij zowel wetenschap & technologie als rekenen-wiskunde in groep 3 wordt gewerkt met contexten. In groep 3 worden veel rekenactiviteiten aangeboden in contexten. Deze contexten worden gebruikt om te mathematiseren, maar zijn niet altijd levensecht. Bij W&T zijn ze wel levensecht, omdat de leerlingen onderzoek doen om greep op de wereld om zich heen te krijgen. Hier ligt een aanknopingspunt voor vakintegratie. Herkenbare alledaagse situaties kunnen in het reken-wiskundeonderwijs aanleiding zijn voor mathematiseren en binnen het domein W&T om greep te krijgen op de werkelijkheid. Daarnaast kunnen de vaardigheden die horen bij het doen van onderzoek zowel worden ingezet bij W&T-onderwijs als bij reken-wiskundeonderwijs (Hotze & Keijzer, 2017).



In de volgende tabel uit het artikel Samenhang tussen rekenen-wiskunde en wetenschap & technologie (Hotze & Keijzer, 2017) worden de raakvlakken van reken-wiskundeonderwijs met W&T-onderwijs uitgelicht:

	rekenen-wiskunde	W&T	Afbeelding 4 overzicht kenmerken realistisch rekenen-wiskunde en W&T
Aard van het vak	Regelmaat herkennen, patronen, symboliseren, generaliseren, abstraheren, formaliseren	Doordenken en verklaren van natuur-wetenschappelijke verschijnselen en het doordenken en verklaren van technische instrumenten, technologieën en oplossingen	
	Contexten zijn startpunt van mathematiseren	Levenssechte contexten als startpunt voor onderzoek	
Typering activiteit leerlingen	Mathematiseren: omvormen van herkenbare situatie tot wiskunde	Verwonderen, onderzoeken, ontwerpen en verklaren	
Leerproces leerlingen	Niveauperhoging: concreet, schematisch en modelmatig, formeel	Het doen van onderzoek/maken van een ontwerp, reflectie hierop; gericht op verklaren, begrip en onderliggende theorie	
Begeleiding	Geleid heruitvinden, <i>scaffolding</i> en interactie	Sturing onderzoek gaandeweg meer bij leerlingen leggen, via <i>scaffolding</i> en interactie.	
Handelingsverlegenheid leraren	Automatiseren vs. betekenisvol leren	Kennis, houding en vaardigheden	

Figuur 6: (Hotze & Keijzer, 2017)

De integratie tussen rekenen-wiskunde en wetenschap & technologie zou vanuit het vak rekenen-wiskunde kunnen worden gegeven met verrijking uit W&T inhouden of als W&T-activiteit met rekenen-wiskunde inhouden (Hotze & Keijzer, 2017). Lonning en DeFranco (Lonning & DeFranco, 1997) geven aan dat het belangrijk is om de doelen voor zowel rekenen-wiskunde als voor W&T voor ogen te houden en vanuit daar te kijken hoe een bepaald concept kan worden aangeleerd en welke activiteit daar voor geschikt zijn. Het hangt van het thema en van de doelen af hoe integratie kan worden vormgegeven (Lonning & DeFranco, 1997).

Om wetenschap & technologie te geven in groep 3 is het belangrijk dat er wordt gekeken naar een passende context voor de leeftijdsgroep. De context van de activiteit moet passend en betekenisvol zijn bij de leefwereld of beleavingswereld van de kinderen. Onderwerpen die in groep 3 worden behandeld kunnen via een W&T-activiteit worden aangeboden. Ook vragen en de interesse van leerlingen of vanuit activiteiten in de leefwereldcontext van de leerlingen kunnen startpunt zijn voor een W&T-activiteit (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016).

Het is nog niet bewezen dat de integratie van wetenschap & technologie en reken- en wiskundeonderwijs ook daadwerkelijk effectief zal zijn. Wel is die integratie efficiënter, betekenisvoller, samenhangender, competentiegerichter, uitdagender en flexibeler volgens van Keulen en Oosterheert (Van Keulen & Oosterheert, 2016).

Metten in groep 3

Bij meten gaat het om het kwantificeren. Hierbij wordt altijd gebruik gemaakt van een eenheid. Het domein meten kent vijf verschillende deeldomeinen: lengte, omtrek en oppervlakte, inhoud, gewicht, tijd en geld (Zanten, Bergh, Hutten, & Meijer, 2010).

In groep 1/2 doen kinderen al flink wat meetervaring op. Door spontane en vooropgezette activiteiten hebben de kinderen al verschillende ervaringen opgedaan binnen het vergelijken en ordenen, het werken met een maateenheid (afpassend meten) en het werken met meetinstrumenten (aflezend meten). In groep 3 wordt hier een uitbreiding en verdieping in gegeven. De fasen lopen in elkaar over en worden door de kinderen zelf ontdekt. In groep 1/2 wordt er vooral aandacht gevestigd op de grootheden lengte en omtrek, inhoud en gewicht. In groep 3 en 4 worden



daar oppervlakte, tijd en geld aan toegevoegd (Heuvel-Panhuizen & Buys, 2004). Bij het meten worden naast de afgesproken natuurlijke maat ook de standaardmaten in groep 3 geïntroduceerd. Er wordt aandacht besteed aan het werken met maateenheden en het hanteren van en aflezen van meetinstrumenten. Bij de grootte tijd ligt de nadruk op het ontwikkelen van tijdsbesef en het leren klokkijken (Zanten, Bergh, Hutten, & Meijer, 2010, p. 73 t/m 95).

Het nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling, SLO, geeft een overzicht weer van alle kerndoelen en referentieniveaus. In de kerndoelen wordt beschreven wat de leerlingen aangeboden moeten krijgen. De referentieniveaus geven weer wat de leerlingen moeten beheersen. Voor het domein meten beschrijft het SLO het volgende kerndoel:

Rekenen-wiskunde: Meten en meetkunde

Kerndoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur.

Naast het kerndoel heeft het SLO ook tussendoelen beschreven. De tussendoelen geven weer wat de leerlingen aan het eind van het leerjaar moeten beheersen (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009). Het nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling heeft een document opgesteld met daarin een uitwerking van de rekendoelen voor groep 2 tot en met 8. Het SLO raadt aan doelgericht te werk te gaan en activiteiten aan te passen aan de doelen (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017). In bijlage 2 zijn de tussendoelen voor groep 3 met betrekking tot meten te vinden.

Wereld in Getallen en meten

Wereld in Getallen is een rekenmethode die gaat voor onderwijs dat past bij het kind. De methode biedt opdrachten aan op verschillende niveaus (Project Malmberg bv.). In groep 3 wordt er relatief weinig aandacht besteed aan de meetontwikkeling. Over het gehele schooljaar worden er 9 lesactiviteiten aangeboden behorende bij meten. In het eerste halfjaar wordt er aandacht besteed aan de onderdelen lengte, oppervlakte, inhoud, tijd en geld van meten. In het tweede halfjaar komen de onderdelen lengte en omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, tijd en geld aan bod. Enkele tussendoelen van het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009) voor meten ontbreken in de methode. Daarnaast wordt er in de methode de meeste aandacht besteed aan de onderdelen oppervlakte, tijd en geld. Op de School X. wordt er alleen gewerkt in de werkschriften, waardoor het hele jaar alleen aandacht wordt besteed aan de onderdelen oppervlakte, inhoud, geld en tijd. In bijlage 3 is een tabel te vinden met het aantal keer dat een onderdeel wordt aangeboden in de methode. In bijlage 4 een overzicht te vinden met de tussendoelen die wel en niet worden behandeld in de methode Wereld in Getallen.



Hoofdstuk 4: Probleemstelling

Onderzoeksdoel

Het doel van dit onderzoek is om te onderzoeken op welke manier wetenschap & technologie en meetonderwijs met elkaar geïntegreerd kunnen worden. Dit naar aanleiding van het eindadvies van Platform Onderwijs2032 (Platform Onderwijs2032, 2016), waarin wordt gepleit voor onderwijs met een vaste basis in taal- en rekenonderwijs en daarnaast meer verdieping en verbreding met meer samenhang tussen vakken (Platform Onderwijs2032, 2016). Daarnaast wil de onderzoeker de opgedane kennis delen met anderen (Bruggink & Harinck, 2012). Voor de leerkrachten in groep 3 zal dit betekenen dat zij activiteiten aangereikt krijgen waarmee ze meetonderwijs kunnen integreren met wetenschap & technologie. Het gaat om tien activiteiten in één overzicht, die leerkrachten in groep 3 kunnen inzetten in hun eigen onderwijs. Naast deze activiteiten biedt het onderzoek handvaten en inspiratie voor leerkrachten om zelf activiteiten te ontwikkelen, waarbij reken-wiskundeonderwijs kan worden geïntegreerd met wetenschap & technologie.

Onderzoeksvraag

Op welke wijze kunnen de leerkrachten van groep 3 van de School X. wetenschap & technologie integreren in het rekenonderwijs, om zo de tussendoelen van meten, zoals beschreven door het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009), in de periode februari tot en met mei 2018 in groep 3 te behalen?

Operationaliseren van deelbegrippen

- Wetenschap & technologie

Wetenschap & technologie (W&T) is een manier van kijken naar de wereld. (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016) Bij W&T staan verwondering en nieuwsgierigheid voorop. Vanuit verwondering of nieuwsgierigheid worden er vragen gesteld en worden problemen signaleerd. Door antwoorden op vragen of oplossingen voor problemen te zoeken wordt er kennis verworven en/ of kunnen er producten ontstaan. De oplossingen kunnen tegelijkertijd weer een startpunt zijn voor nieuwe vragen of problemen. Door het vinden van oplossingen leren kinderen over de wereld om hen heen. Binnen W&T is er ruimte voor de brede ontwikkeling. (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016)

- Integreren

Integreren is het samenvoegen van afzonderlijke schoolvakken tot één leergebied. Hierbij kunnen de algemene vakken als taal en rekenen, de zaakvakken als aardrijkskunde en geschiedenis en de bètavakken als natuurkunde en techniek worden ingezet en samengevoegd. (Amerongen & Kruijer, 2017) Bij geïntegreerd onderwijs worden verschillende vakgebieden op een natuurlijke manier binnen een leergebied/ thema/ onderwerp met elkaar verbonden, om zo meer kennis over het leergebied/ thema/ onderwerp en over de verschillende vakgebieden op te doen. (Hotze & Keijzer, 2017)

- Tussendoelen

In de kerndoelen ontwikkeld door het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009) wordt beschreven wat de leerlingen op de basisschool aangeboden moeten krijgen. De tussendoelen geven weer wat de leerlingen aan het eind van het schooljaar moeten beheersen. De tussendoelen zijn te vinden op www.tule.slo.nl of in het in het document Tussendoelen rekenen-wiskunde voor het primair onderwijs beschreven door Noteboom, Aartsen en Lit (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017).

- SLO

Het SLO is het nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling. Het SLO beschikt over kennis over curriculum en curriculumontwikkeling binnen het primair, speciaal en voortgezet onderwijs.



Deelvragen

Theoretische deelvragen:

- Wat is wetenschap & technologie onderwijs in het basisonderwijs?
- Hoe ziet de W&T benadering er uit in het basisonderwijs?
- Welke aspecten van wetenschap & technologie en rekenonderwijs kunnen in samenhang worden aangeboden in groep 3?
- Welke kerndoelen en tussendoelen beschreven door het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009) voor meten in groep 3 zijn er?
- Welke domeinen van meten in de methode 'Wereld in Getallen' worden behandeld in de periode februari tot en met mei 2018 in groep 3?
- Welke tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten worden niet aangeboden in de methode 'Wereld in Getallen' in groep 3.
- Welke onderdelen van de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten die niet worden aangeboden kunnen worden geïntegreerd met wetenschap & technologie?

Praktijkgerichte deelvragen:

- Welke activiteiten zijn passend en geschikt en kunnen worden ingezet om W&T en rekenonderwijs met elkaar te integreren om zo de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten in groep 3 te behandelen.
- Is het mogelijk om door wetenschap & technologie activiteiten de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten in groep 3 te behalen?

Hypothese

Er wordt verwacht dat vakintegratie tussen rekenen en W&T kan worden gerealiseerd door gericht te kijken naar de doelen voor rekenen met betrekking tot meten en de doelen voor wetenschap & technologie. Dit wordt door de onderzoeker verwacht, omdat zij al eens eerder wetenschap & technologie onderwijs heeft gegeven, waarbij verschillende vakken werden geïntegreerd. De vakintegratie in dit onderzoek zal worden gerealiseerd door te kijken welke tussendoelen van meten geschikt zijn voor vakintegratie met wetenschap & technologie. Van daaruit zal worden gekeken welke thema's kunnen worden behandeld om de tussendoelen te behalen met W&T-activiteiten. Er wordt verwacht dat door activiteiten waarbij de leerlingen de wereld om hen heen gaan begrijpen, zij zich zullen ontwikkelen binnen de tussendoelen voor meten. Hierbij zal wetenschap & technologie als middel worden ingezet om de doelen van meten te behalen en als doel om de kinderen hun onderzoekende houding te laten ontwikkelen. Wetenschap & technologie richt zich op de brede ontwikkeling door te beginnen bij de verwondering en de nieuwsgierigheid van de kinderen. (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Hierdoor, en door uit te gaan van de zes neigingen van van der Rijst (Rijst, 2009), is het de verwachting, dat de leerlingen gemotiveerd zullen zijn om aan de slag te gaan met de activiteiten en zich binnen het domein meten zullen ontwikkelen. Door de wetenschap & technologie benadering goed in te zetten wordt er verwacht dat de leerlingen de onderzoekende en ontwerpende houding zich eigen zullen maken. Er wordt verwacht dat door de integratie de behandelde tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) met betrekking tot meten in groep 3 voor een groot deel worden behaald en dat het daarom mogelijk is om wetenschap & technologie te integreren met rekenonderwijs om zo de doelen van meten te behalen. Door de beginsituatie te meten en een eindmeting te houden zal duidelijk worden dat de leerlingen zich op hun eigen niveau hebben kunnen ontwikkelen binnen de tussendoelen van meten. Dit omdat de activiteiten binnen wetenschap & technologie geen vooraf vastgestelde manier van onderzoeken en ontwerpen hebben. Dit wordt door de onderzoeker verwacht omdat zij door eerder opgedane ervaringen heeft gezien dat wetenschap & technologie activiteiten geen vaststaand resultaat hebben.



Betrokkenen

De probleemstelling is besproken met de onderzoeksbegeleider en met de betrokkenen op de School X.. De onderzoeksbegeleider heeft, door verschillende besprekingen en tussentijds feedback te geven op het onderzoek, geholpen met concreter maken van het onderzoek. Daarnaast heeft hij geholpen het belang en de relevantie van het onderzoek aan te scherpen. Verder is het onderzoek besproken met de leerkrachten van de School X.. Zij zijn op de hoogte van het onderzoek en er is toestemming gevraagd om het onderzoek uit te voeren op de school. De school gaf aan dat er ruimte is om het onderzoek uit te voeren en dat het onderzoek zal mogen worden uitgevoerd in groep 3. De leerkrachten van groep 3 gaven aan dat ze de onderzoeker de ruimte willen geven om het onderzoek uit te laten voeren op haar eigen manier. De school staat positief tegenover wetenschap & technologie en de leerkrachten zijn nieuwsgierig naar het resultaat. Verder heeft de school aangegeven dat het is toegestaan om foto's en video's te maken gedurende het onderzoek en de wetenschap & technologie activiteiten.



Hoofdstuk 5: Onderzoeksaanpak

Onderzoeksgroep

De onderzoeksgroep is groep 3 van de School X. uit en bestaat uit 16 leerlingen. De school is een katholieke school en heeft ca. 70 leerlingen. Binnen de school zijn er vier vaste combinatiegroepen. Tijdens de eindstage van de onderzoeker is de combinatiegroep 3/5 gesplitst. Het onderzoek zal worden uitgevoerd in groep 3. Deze groep bestaat uit acht jongens en acht meisjes. Twee leerlingen uit deze groep doen groep 3 voor de tweede keer. De leeftijd van de leerlingen varieert tussen de 6 en 8 jaar. De groep is een bewerkelijke groep en vraagt nog om veel aandacht en zorg, zowel op sociaal als cognitief gebied. De leerprestaties zijn echter gemiddeld voor het niveau van de kinderen. De leerkrachten benoemen dat de groep achterloopt qua zelfstandigheid, dat ze nog slecht om kunnen gaan met uitgestelde aandacht en dat ze nog heel jong gedrag vertonen voor een groep 3. Ze vragen zich af of dit een schreeuw om aandacht is die uit de thuissituatie kan voortkomen. De school staat in een sociaal zwakkere omgeving en ongeveer de helft van de leerlingen komt uit een kansarm milieu. In deze thuissituatie worden andere normen en waarden 'normaal' gevonden en dit is terug te zien in de uitspraken en gedragingen van sommige kinderen. Op de school proberen de leerkrachten de kinderen beschaafde gewoonten aan te leren. Voor de groep is wetenschap & technologie nog relatief nieuw. De groep heeft kennisgemaakt met W&T-activiteiten, doordat de onderzoeker een drietal W&T-lessen heeft uitgevoerd in deze groep.

Methode van dataverzameling

Theoretische deelvragen zullen worden beantwoord doordat er literatuurstudie zal worden gedaan, waarbij gebruik wordt gemaakt van verschillende valide bronnen. Beschrijven, definiëren en vergelijken worden als invalshoek voor het bestuderen van de literatuurstudie gebruikt. (Donk & Lanen, 2013) Hierbij zal het richtinggevend leerplankader (Graft, Klein Tank, & Beker, 2016) worden gebruikt om relevante kennis over wetenschap & technologie, de W&T-benadering en de vakoverstijgende benadering van wetenschap & technologie in te zetten bij het beantwoorden van de deelvragen. Naast het richtinggevend leerplankader zullen hier nog meer verschillende bronnen worden gebruikt. Relevante kennis over het rekenonderwijs en vakgeïntegreerd rekenonderwijs zal ontstaan doordat er onderzoek wordt gedaan naar verschillende bronnen. De kennis die wordt opgedaan uit de literatuurstudie zal worden ingezet bij het ontwikkelen van de activiteiten. Voorafgaand aan het uitvoeren van het onderzoek met W&T-activiteiten zal de rekenmethode 'Wereld in Getallen' en de toetsen van deze methode en van CITO en Boom voor het onderdeel meten worden onderzocht en vergeleken met de tussendoelen beschreven door het SLO voor meten. Door een beschrijving te geven van de verkregen data zullen deelvragen worden beantwoord.

Een antwoord op de praktijkgerichte deelvragen zal worden verkregen door het ontwerpen en uitvoeren van activiteiten, observeren en bevragen (Donk & Lanen, 2013). Voor het observeren zal gebruik worden gemaakt van beschrijven, vergelijken en evalueren. Het motief van het bevragen is het willen evalueren. Tijdens het onderzoek zullen W&T-activiteiten worden uitgevoerd, waarbij data zullen worden verzameld met betrekking tot de meetontwikkeling van de leerlingen. Voordat het onderzoek wordt gestart zal er een nulmeting worden gedaan, waarbij de onderwerpen met betrekking tot meten naar voren komen. Tijdens het onderzoek zal door video-opnames en de observatielijst worden gekeken in hoeverre de leerlingen laten zien dat ze zich ontwikkelen binnen een tussendoel van meten. De observatielijst uit bijlage 7 zal tijdens de activiteit worden ingevuld. De video-opnames geven de mogelijkheid om na een activiteit nog eens gericht te kijken naar de ontwikkeling met de observatielijst. De hierbij passende deelvraag zal door beschrijven, vergelijken en evalueren worden beantwoord naar aanleiding van de observatielijsten. Na het uitvoeren van de activiteiten zal een eindmeting worden gedaan, waarbij dezelfde onderwerpen als bij de nulmeting met betrekking tot meten weer naar voren komen. Door deze twee metingen met elkaar te



vergelijken en evalueren zullen de deelvragen worden beantwoord. Daarnaast zal er gebruik worden gemaakt van bevragen door te evalueren (Donk & Lanen, 2013).

Onderzoeksactiviteiten

Literatuurstudie

Door middel van literatuurstudie wordt het onderzoek onderbouwd. De relevante theorie voor dit onderzoek is beschreven in het theoretisch kader. Hierin worden de hoofdonderwerpen die betrekking hebben op het onderzoek beschreven. In het theoretisch kader worden verschillende relevante, betrouwbare en recente bronnen gebruikt. Het theoretisch kader is nodig om het onderzoek in de praktijk te kunnen uitvoeren. De literatuurstudie zal worden gedaan in de periode november en december. Door de literatuurstudie zal antwoord worden verkregen op de theoretische deelvragen. Deze zijn als volgt:

- Wat is wetenschap & technologie onderwijs in het basisonderwijs?
- Hoe ziet wetenschap & technologie onderwijs er uit in groep 3?
- Welke W&T benadering kan worden toegepast in het rekenonderwijs?
- Welke kerndoelen en tussendoelen beschreven door het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009) voor meten in groep 3 zijn er?
- Welke onderdelen van meten in de methode 'Wereld in Getallen' worden behandeld in de periode februari tot en met mei in groep 3?
- Welke tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten worden niet aangeboden in de methode 'Wereld in Getallen' in groep 3.
- Welke aspecten van wetenschap & technologie en rekenonderwijs kunnen in samenhang worden aangeboden in groep 3?
- Welke onderdelen van de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten die niet worden aangeboden kunnen worden geïntegreerd met wetenschap & technologie?

Uitvoering van activiteiten

Naar aanleiding van de literatuurstudie zullen (aantal) activiteiten worden ontworpen die vervolgens in groep 3 van de School X. zullen worden uitgevoerd. Het betreft activiteiten waarbij wetenschap & technologie geïntegreerd met rekenonderwijs meten zal worden gegeven. Voorafgaand aan het uitvoeren van de activiteiten zijn de methode en de toetsen onderzocht naar de doelen van meten die worden behandeld en getoetst. Aan de hand hiervan is een keuze gemaakt over de deeldomeinen die zullen worden behandeld in de activiteiten. Naar aanleiding hiervan wordt gebruik gemaakt van de deeldomeinen lengte en omtrek, inhoud, gewicht en deels tijd van meten. Binnen die deeldomeinen zal worden gekeken welke tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) het meeste raakvlak hebben met wetenschap & technologie. Voor deze tussendoelen zullen activiteiten worden ontworpen. De activiteiten zullen klassikaal worden aangeboden, waarna de leerlingen in groepjes of tweetallen aan de slag gaan met de activiteit. Tijdens de uitvoering zal de onderzoeker filmopnames maken en observatielijsten invullen. De uitvoering van activiteiten zal plaatsvinden in de periode februari tot en met mei.

Tijdens de uitvoering wordt antwoord verkregen op de volgende praktijkgerichte deelvragen;

- Welke activiteiten zijn passend en geschikt en kunnen worden ingezet om W&T en rekenonderwijs met elkaar te integreren om zo de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten in groep 3 te behandelen.
- Is het mogelijk om door wetenschap & technologie activiteiten de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten in groep 3 te behalen?

Observeren

Tijdens de uitvoering van de activiteiten zal er worden geobserveerd. Hiervoor zal de onderzoeker observatielijsten ontwikkelen en gebruiken om de kennisdoelen met betrekking tot meten te



observeren. Daarnaast zullen er video-opnames worden gemaakt, die na de activiteit ook met behulp van de observatielijst kunnen worden bekeken. De observatielijst bevat de kennisdoelen en tussendoelen (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) met betrekking tot rekenonderwijs meten in groep 3, waarbij kan worden aangekruist of de leerlingen impliciet of expliciet laten zien dat ze het doel hebben behaald. Er wordt hiermee geobserveerd of de leerlingen ontwikkeling binnen de deeldomeinen van meten laten zien. Voorafgaand aan het onderzoek zal eerst een nulmeting worden gedaan en aan het einde van het onderzoek een eindmeting. Naar aanleiding van de observatielijsten en de nul- en eindmeting wordt geëvalueerd of de leerlingen zich ontwikkelen binnen de tussendoelen van meten. Het observeren zal worden gedaan in de periode februari tot en met mei. Het observeren geeft antwoord op de praktijkgerichte deelvraag:

- Is het mogelijk om door wetenschap & technologie activiteiten de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten in groep 3 te behalen?

Bevragen

Voorafgaand aan het onderzoek zal een nulmeting worden gedaan door middel van een toets met betrekking tot meten. De onderzoeker zal de toets ontwikkelen met behulp van de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017). Aan het eind van het onderzoek zal weer een toets worden afgenomen om te kijken of de leerlingen zich hebben ontwikkeld binnen meten. Deze gegevens zullen met elkaar worden vergeleken en geëvalueerd. Het bevragen zal worden gedaan voor de nulmeting in februari en voor de eindmeting in mei. Deze gegevens zullen worden geëvalueerd. Het bevragen geeft antwoord op de praktijkgerichte deelvraag:

- Is het mogelijk om door wetenschap & technologie activiteiten de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten in groep 3 te behalen?

Tijdsplanning

Het onderzoek zal worden uitgevoerd in de periode november 2017 tot en met juni 2018. In de periode november tot en met januari zal de onderzoeksplan worden beschreven en vastgelegd. Vanaf februari zal het onderzoek worden uitgevoerd en zal het onderzoek verder worden beschreven. In onderstaand tijdspad wordt aangegeven wanneer wat zal worden gedaan.

	Deelvragen	Onderzoeksactiviteit	November 2017				December 2017			
1	Deelvraag 1	Wat: Theoretische verdieping Wie: De onderzoeker								
2	Deelvraag 2	Wat: Theoretische verdieping Wie: De onderzoeker								
3	Deelvraag 3	Wat: Theoretische verdieping Wie: De onderzoeker								
4	Deelvraag 4	Wat: Theoretische verdieping Wie: De onderzoeker								
5	Deelvraag 5	Wat: Onderzoek naar de methode Wie: De onderzoeker								
6	Deelvraag 6	Wat: Onderzoek naar de methode en de tussendoelen Wie: De onderzoeker								
7	Deelvraag 7	Wat: Theoretische verdieping Wie: De onderzoeker								
			Januari 2018				Februari 2018 - mei 2018			
8	Deelvraag 8	Wat: Ontwerpen en uitvoeren activiteiten								

		Wie: De onderzoeker met de onderzoeksgroep											
9	Deelvraag 9	Wat: Evalueren onderzoek Wie: De onderzoeker met de onderzoeksgroep											

Ethische kwestie

Ethisch handelen betekent volgens van der Donk (Donk & Lanen, 2013) dat je door je handelen andere mensen niet schaadt. Dit doe je door tijdens je handelen na te gaan of wat er wordt gedaan goed, zinvol, gepast en aanvaardbaar is voor anderen. Tijdens het praktijkonderzoek op de basisschool heeft de onderzoeker een vertrouwenspositie, wat betekent dat het van belang is dat er ethisch wordt gehandeld. (Donk & Lanen, 2013) Naar aanleiding van de richtlijnen van van der Donk (Donk & Lanen, 2013) zijn de volgende ethische kwesties opgesteld: Voorafgaand aan het onderzoek is met de betrokkenen besproken wat er zal worden onderzocht en wat de plannen zijn. Voorgekomen wijzingen van de plannen werden ook besproken. De betrokkenen en de onderzoeker hebben hun grenzen aangegeven. Tijdens het onderzoek zullen de echte namen van de leerlingen uit de onderzoeksgroep niet worden genoemd en zal er zorgvuldig en vertrouwelijk om worden gegaan met de data van de leerlingen en de school. Zonder de toestemming van de betrokkenen zal de data niet worden gedeeld. Wanneer deze wel worden gedeeld zullen de leerling-gegevens anoniem worden gemaakt. Daarnaast zullen de ouders van de leerlingen op de hoogte worden gebracht van het onderzoek en kunnen zij aangeven of hun kinderen op de foto en/ of video mogen. De leerlingen zullen onherkenbaar worden gemaakt op gepubliceerde foto's/ video's. Aan het einde van het onderzoek zal er worden gezorgd voor een goede terugkoppeling naar de betrokkenen en zal de school de mogelijkheid hebben om commentaar te leveren, voordat het onderzoek wordt afgerond.



Hoofdstuk 6: Resultaten

In het hoofdstuk 'Onderzoeksplan' is beschreven hoe het onderzoek en de uitvoering hiervan vorm zou krijgen. De uitvoering van de activiteiten is gegaan zoals beschreven. Tijdens de uitvoering bleek echter wel dat het observeren van alle 16 leerlingen niet mogelijk was. Elke les zijn 8 dezelfde leerlingen geobserveerd met behulp van het observatieformulier in bijlage 7. De leerlingen zijn uitgekozen aan de hand van de nulmeting, waarbij er is gekeken naar diversiteit in niveau met betrekking tot meten. Ook in de tijdsplanning is er wat geschoven. In verband met het meten van de resultaten is de laatste W&T activiteit gegeven in de laatste week van april. De periode zoals vernoemd in de onderzoeksvraag is daardoor met een maand verkort.

Hieronder worden de theorie- en praktijkgerichte deelvragen beantwoord, zodat er een antwoord kan worden gegeven op de onderzoeksvraag: *'Op welke wijze kunnen de leerkrachten van groep 3 van de School X. wetenschap & technologie integreren in het rekenonderwijs, om zo de tussendoelen van meten, zoals beschreven door het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009), in de periode februari tot en met mei 2018 in groep 3 te behalen?'*

Theoriegerichte deelvragen

- Wat is wetenschap & technologie onderwijs in het basisonderwijs?
- Hoe ziet de W&T benadering er uit in het basisonderwijs?
- Welke aspecten van wetenschap & technologie en rekenonderwijs kunnen in samenhang worden aangeboden in groep 3?
- Welke kerndoelen en tussendoelen beschreven door het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009) voor meten in groep 3 zijn er?
- Welke domeinen van meten in de methode 'Wereld in Getallen' worden behandeld in de periode februari tot en met mei 2018 in groep 3?
- Welke tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten worden niet aangeboden in de methode 'Wereld in Getallen' in groep 3.
- Welke onderdelen van de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten die niet worden aangeboden kunnen worden geïntegreerd met wetenschap & technologie?

Wetenschap & technologie (W&T) is een manier van kijken naar de wereld, waarbij verwondering en nieuwsgierigheid voorop staan. Bij W&T stellen kinderen vanuit verwondering en nieuwsgierigheid vragen en signaleren ze problemen, waarbij door het zoeken naar antwoorden of oplossingen kennis wordt verworven en producten worden gemaakt. Door het vinden van antwoorden en oplossingen leren de kinderen over de wereld om hen heen. Wetenschap & technologie vraagt om een bepaalde benadering. Het proces van onderzoeken en ontwerpen (onderzoekend en ontwerpen leren), de aanpak en de manier van denken is bij W&T belangrijker dan het resultaat. Daarnaast heeft een W&T-activiteit van te voren geen vaststaand resultaat. Het denken over en uitproberen van manieren om op een antwoord/ oplossing te komen is voor de kinderen zinvol en betekenisvol. De leerkracht dient hiervoor verschillende soorten vragen te stellen, om de onderzoekende en ontwerpende gedachte van de kinderen te stimuleren.

Bij toekomstgericht onderwijs is het van belang vakken in samenhang aan te bieden. Wetenschap & technologie kan in samenhang worden aangeboden met rekenonderwijs. Het realistisch rekenonderwijs biedt mogelijkheden tot vakkenintegratie met W&T. Herkenbare alledaagse situaties kunnen in het realistisch reken-wiskundeonderwijs aanleiding zijn voor mathematiseren en binnen het domein W&T om greep te krijgen op de werkelijkheid. Daarnaast kunnen de vaardigheden die horen bij het doen van onderzoek zowel worden ingezet bij W&T-onderwijs als bij reken-wiskundeonderwijs (Hotze & Keijzer, 2017). De integratie van rekenen-wiskunde en wetenschap &



technologie zou vanuit het vak rekenen-wiskunde kunnen worden gegeven met verrijking uit W&T inhouden of als W&T-activiteit met rekenen-wiskunde inhouden (Hotze & Keijzer, 2017). Lonning en DeFranco (Lonning & DeFranco, 1997) geven aan dat het belangrijk is om de doelen voor zowel rekenen-wiskunde als voor W&T voor ogen te houden en van daaruit te kijken hoe een bepaald concept kan worden aangeleerd en welke activiteit daar voor geschikt kan zijn. Het hangt van het thema en van de doelen af hoe integratie kan worden vormgegeven (Lonning & DeFranco, 1997). Het nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling, SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009) heeft kerndoel 33 en de tussendoelen met betrekking tot meten in groep 3 beschreven. De tussendoelen zijn te vinden in bijlage 2. De rekenmethode 'Wereld in getallen' die wordt gebruikt in groep 3 van de School X., besteedt relatief weinig aandacht aan de meetontwikkeling. In bijlage 4 is een overzicht te vinden met de tussendoelen die wel en niet worden behandeld in de methode Wereld in Getallen. Voor het onderzoek is gekozen om de onderdelen lengte en omtrek, inhoud, gewicht en tijd aan te bieden door middel van W&T-activiteiten, omdat die in de methode weinig aan bod komen en geschikt lijken om te integreren met wetenschap en technologie.

Praktijkgerichte deelvragen

- Welke activiteiten zijn passend en geschikt en kunnen worden ingezet om W&T en rekenonderwijs met elkaar te integreren om zo de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten in groep 3 te behandelen.
- Is het mogelijk om door wetenschap & technologie activiteiten de tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017) voor meten in groep 3 te behalen?

Tijdens de uitvoering in de praktijk werd onderzocht welke activiteiten passend en geschikt waren voor de integratie van W&T en rekenonderwijs en of de leerlingen bij de activiteiten vaardigheden met betrekking tot meten lieten zien. De observaties zijn in staaftafelbeelden verwerkt, die te vinden zijn in bijlage 19. Daarnaast is door middel van de nul- en eindmeting gekeken in welke mate de leerlingen een ontwikkeling binnen meten hebben doorgemaakt.

Tijdens de uitvoering bleek dat activiteiten waarbij meten vanuit het oogpunt van de leerlingen ook echt nut had of noodzakelijk was, passend en geschikt waren om te worden ingezet om W&T en rekenonderwijs met elkaar te integreren om zo doelen voor meten te behalen. Een wedstrijdement was bij het domein lengte en omtrek en gewicht geschikt, omdat het daarbij noodzakelijk is om te weten wat het resultaat is. Bij het domein inhoud werkte de verwondering heel goed om te leerlingen aan het meten te krijgen en bij het domein tijd zagen de leerlingen het nut van het meten van de tijd bij de activiteiten. De keuze van de W&T activiteiten en het onderwerp daarvan kunnen heel breed worden uitgezocht. Belangrijk hierbij is wel dat de activiteiten passen bij de leeftijdsgroep, betekenisvol zijn en dat er een koppeling kan worden gemaakt met meetonderwijs.

Na de uitvoering van de eerste activiteit bleek dat de leerlingen na de eerste les binnen het domein lengte en omtrek een ontwikkeling hadden doorgemaakt in hun ontwikkeling met betrekking tot het meten van lengtes. In de eerste les was te zien dat de leerlingen eerst gebruik maakten van natuurlijke maten om te meten en later gestandaardiseerde maten gebruikten. In de daarop volgende lessen behorende bij het domein lengte en omtrek konden alle leerlingen gestandaardiseerde maten gebruiken, waarbij ze met meetlinten en linialen lengtes konden meten en later ook samenstellen.

De activiteit 'Brug voor Haas met gewicht' had minder effect met betrekking tot de doelen voor meten dan verwacht. Het bouwen van de bruggen was voor de leerlingen al een grote uitdaging, waardoor ze minder tijd en aandacht hadden voor het meten van het gewicht en het leren meten met een balans. Tijdens deze les werd voornamelijk de balans en de weegschaal geïntroduceerd.

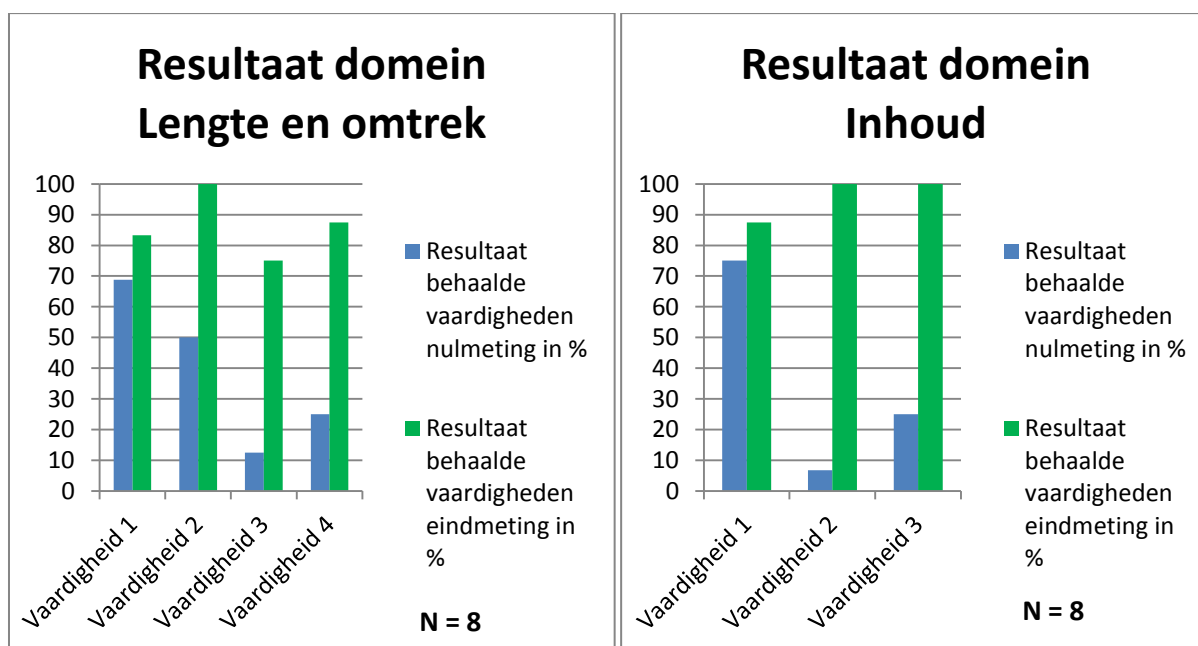


Daarnaast bleek dat de leerlingen vaardigheden rondom het meten van lengtes lieten zien in een activiteit die ging over gewicht meten, omdat ze moesten meten hoe breed en lang de brug moest zijn. Hiervoor moesten ze meetresultaten samenstellen. Bij de activiteit met de gewichtbootjes hebben de leerlingen met de balans en weegschalen gemeten. Ze lieten in deze activiteit meer vaardigheden zien.

Bij de activiteit met de zandloper werd duidelijk dat de leerlingen kennis maakten met minuten en seconden. Ondanks dat dat nog geen doel is voor groep 3, werkten de leerlingen daar al wel aan. Bij de activiteit van de waterklok werd duidelijk dat het doel dat werd behandeld hetzelfde was als met de zandloper en dat de activiteit weinig van de onderzoekende vaardigheden van de leerlingen vroeg. De activiteit met de waterklok bleek daardoor minder geschikt als W&T activiteit dan van tevoren bedacht

Uit de observaties bleek dat de leerlingen niet tijdens alle activiteiten lieten zien dat ze zich ontwikkelden binnen alle vaardigheden behorende bij het domein van meten. In de bijlage 19 is te zien welke vaardigheden de leerlingen lieten zien bij de verschillende activiteiten volgens de observaties. De les van 'Brug voor Haas' viel het meest op. Er werd geobserveerd dat er weinig vaardigheden werden gebruikt door de leerlingen tijdens de les, met betrekking tot het domein gewicht. Daarnaast werd zichtbaar dat binnen het domein 'lengte en omtrek' alleen in de eerste les met de ballonauto's vaardigheid 5 (het redeneren over lengte in probleemsituaties) kon worden waargenomen. Uit de observaties bleek daarnaast dat binnen het domein 'tijd' de vaardigheid 'het ordenen van gebeurtenissen naar tijdsduur' niet is in de activiteiten werd gebruikt.

Na het uitvoeren van de activiteiten is de eindmeting gedaan. De resultaten van de nul- en eindmeting zijn met elkaar vergeleken en in een staafdiagram weggezet. Het groepsresultaat van het aantal behaalde vaardigheden binnen meten in procenten is hierin af te lezen. Dit zijn de vaardigheden die voor het onderzoek zijn ingezet en in bijlage 5 en onder de grafieken zijn te vinden. Het resultaat van vaardigheden die de leerlingen beheersen tijdens de nulmeting en het resultaat daarvan tijdens de eindmeting zijn naast elkaar weggezet, waardoor het verschil duidelijk te zien is. Hierin is te zien dat het percentage leerlingen dat vaardigheden beheerst binnen elk domein en elke vaardigheden gegroeid is tijdens de periode van de uitvoering van het onderzoek. Tijdens de uitvoering van het onderzoek hebben de leerlingen vaardigheden verworven.



Vaardigheid 1: kan begrippen met betrekking tot lengte en omtrek in betekenisvolle situaties gebruiken

Vaardigheid 2: kan lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat en begrijpt dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft.

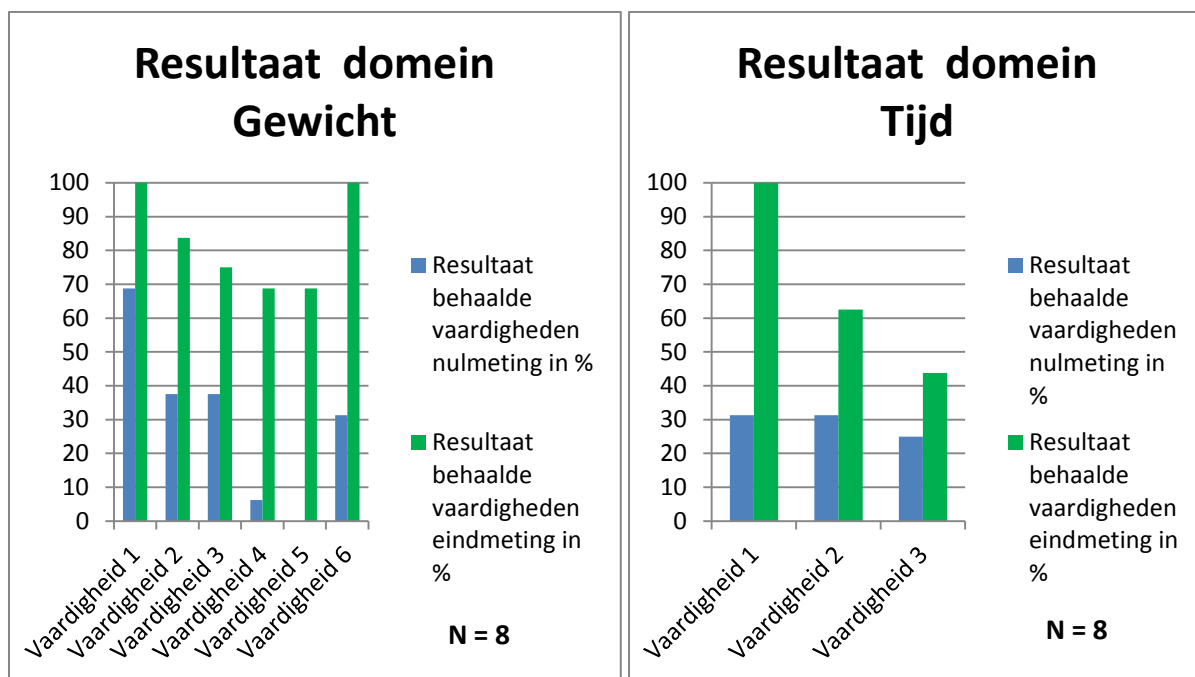
Vaardigheid 3: kan uitleggen waarom afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes.

Vaardigheid 4: kan redeneren over lengte in eenvoudige probleemsituaties

Vaardigheid 1: kan begrippen rond inhoud gebruiken in concrete situaties, waaronder ook de tegenstellingen

Vaardigheid 2: kent het begrip 'inhoud' en weet in welke situaties er sprake is van 'inhoud'

Vaardigheid 3: kan redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties



Vaardigheid 1: kan begrippen rond gewicht gebruiken in concrete situaties

Vaardigheid 2: kan situaties noemen waarin 'gewicht' een rol speelt en kan vertellen hoe je een gewicht kun vaststellen.

Vaardigheid 3: begrijpt dat gewicht niet een op een samenvalt met omvang: zwaarder betekent niet altijd groter en omgekeerd.

Vaardigheid 4: kan objecten meten met een balans en het meetresultaat op passende wijze verwoorden

Vaardigheid 5: kan uitleggen waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten met en vergelijken en ordenen van gewichten.

Vaardigheid 6: kan redeneren over inhoud en gewicht in eenvoudige probleemsituaties

Vaardigheid 1: weet hoe je aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving kunt zien dat er tijd verstrijkt en kan dit uitleggen

Vaardigheid 2: kan gebeurtenissen naar tijdsduur ordenen.

Vaardigheid 3: kan kritisch denken en redeneren tijd in eenvoudige probleemsituaties



Hoofdstuk 7: Conclusie, aanbevelingen en discussie

Conclusies

“Op welke wijze kunnen de leerkrachten van groep 3 van de School X. wetenschap & technologie integreren in het rekenonderwijs, om zo de tussendoelen van meten, zoals beschreven door het SLO (SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, 2009), in de periode februari tot en met mei 2018 in groep 3 te behalen?”

Wetenschap & technologie kan worden geïntegreerd met rekenonderwijs, om zo tussendoelen van meten te behandelen en behalen. Dit kan worden gedaan door W&T activiteiten te ontwikkelen, waarbij er gericht wordt gekeken naar de tussendoelen van meten die behandeld en behaald moeten worden. Tijdens het onderzoek is gebleken dat de leerlingen een ontwikkeling hebben doorgemaakt in hun meetontwikkeling door middel van de W&T activiteiten. Dit is gebleken uit de observatielijsten en de vergelijking tussen de nul- en eindmeting. Aan de resultaten van de nul- en eindmeting is te zien dat voor elk domein en alle vaardigheden er een groei in het percentage behaalde vaardigheden is geweest. Voor sommige vaardigheden gold zelfs, dat het aantal leerlingen dat erover beschikte, is verdubbeld. De W&T activiteiten hebben de meetontwikkeling van de leerlingen in positieve zin beïnvloed en gestimuleerd. Wetenschap & technologie is hierbij als middel ingezet om doelen van meten te behalen en als doel om leerlingen hun onderzoekende houding te laten ontwikkelen. Alle leerlingen hebben zich ontwikkeld binnen het domein ‘meten’.

Vanuit de uitgevoerde observaties (bijlage 19) is gebleken dat de leerlingen zich ontwikkeld hebben in de verschillende vaardigheden passende bij het domein. De activiteit ‘Brug voor Haas met gewicht’ liet zien, dat de leerlingen maar weinig van de bedoelde vaardigheid behorende bij het onderdeel gewicht toepasten. Dit valt te verklaren aan de hand van de moeilijkheidsgraad van het bouwen van de bruggen voor de leerlingen uit deze groep. Bij de activiteit ‘Waterklok’ is te zien dat de leerlingen dezelfde vaardigheden hebben laten zien als tijdens de activiteit ‘Zandloper’. Hier is zelfs geobserveerd dat tijdens het maken van de waterklok minder expliciet vaardigheden zijn laten zien. Hieruit valt te concluderen dat de activiteit ‘Brug voor Haas met gewicht’ en ‘Waterklok’ minder geschikt waren voor deze groep om de meetontwikkeling te stimuleren. Daarnaast is uit de observaties gebleken dat vaardigheid 3, het kritisch denken en redeneren over tijd in eenvoudige probleemsituaties, binnen het domein tijd nooit is gebruikt tijdens de activiteiten. De leerlingen hebben echter wel een kleine ontwikkeling gemaakt in deze vaardigheid. Het is niet duidelijk of dit komt door de W&T activiteiten of de ontwikkeling die de leerlingen daarnaast maken. Ook andere vaardigheden, vaardigheid 5 binnen ‘lengte en omtrek’ en vaardigheid 8 binnen ‘gewicht’, zijn amper gebruikt tijdens de activiteiten. Deze vaardigheden gaan ook over het redeneren in eenvoudige probleemsituaties. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de gekozen W&T activiteiten minder geschikt waren voor de ontwikkeling van het redeneren over lengte en omtrek/ tijd/ gewicht in eenvoudige probleemsituaties.

Het onderzoek is uitgevoerd in groep 3 van de School X.. Dit is een groep die niet veel afwijkt van andere groepen 3 in Nederland. Dit omdat er genoeg verschillen zijn in leerlingen en hun ontwikkeling. De onderzoeksgroep is te klein om te veronderstellen dat elke groep 3 dezelfde grote ontwikkeling zal doormaken aan de hand van de gegeven activiteiten. Om daar meer duidelijkheid en betrouwbaarheid van te krijgen, zou er een groter onderzoek moeten worden uitgevoerd en zouden er controlegroepen moeten worden aangesteld.

Aanbevelingen

Wetenschap & technologie kan uitstekend worden geïntegreerd met rekenonderwijs om zo doelen voor meten te behalen. Hierbij is het wel belangrijk dat naast de doelen voor meten ook de doelen voor W&T voor ogen worden gehouden, zodat de activiteit niet in een rekenactiviteit veranderd.



Aanbevolen wordt om voorafgaand aan de uitvoering goed na te denken over hoe je als leerkracht de onderzoekende en ontwerpende houding van de leerlingen wilt stimuleren, welke vragen je daarbij wilt stellen en welke interventies je wilt gaan plegen.

Een tweede aanbeveling is om de leerlingen bij activiteiten te laten samenwerken, waarbij niet altijd dezelfde leerlingen samenwerken, maar dit juist wisselt. Gebleken is dat de leerlingen tijdens de activiteiten heel gericht en aandachtig bezig kunnen zijn met de activiteiten en daarbij elkaar goed kunnen helpen en ondersteunen. Door zwakkere leerlingen aan sterkere leerlingen te koppelen werd mijn leerkrachtrol alleen begeleidend en hebben de leerlingen van en met elkaar geleerd, waarbij ze elkaar versterkten.

De derde aanbeveling gaat over het onderzoeksdoel. Één van de doelen van het onderzoek was om erachter te komen hoe leerkrachten wetenschap & technologie kunnen integreren met andere vakken om zo doelen van het vak te behalen. Met dit onderzoek is aangetoond hoe dit kan worden gedaan, door gericht te kijken naar de doelen die behandeld moeten worden en daar een passende W&T activiteit bij te zoeken en ontwerpen. Aanbevolen wordt om dit ook (structureel) voor andere doelen te gaan doen, omdat uit het onderzoek is gebleken hoe leerlingen in een relatief korte periode door W&T activiteiten veel doelen kunnen behalen. Een vervolgonderzoek kan zijn om te kijken of dit ook voor andere domeinen van rekenen (getallen, verhoudingen, meten en meetkunde en verbanden) of andere vakken geldt.

Discussie

Een discussiepunt ten aanzien van het onderzoek is of alle domeinen van rekenen (getallen, verhoudingen, meten en meetkunde en verbanden) even geschikt zijn voor integratie met wetenschap & technologie. Gebleken is dat de behandelde doelen voor meten geschikt waren voor integratie met W&T, maar dit hoeft daarom niet te gelden voor andere doelen. Zo zijn ook de onderdelen geld en oppervlakte van meten buiten het onderzoek gelaten, omdat deze werden aangeboden in de methode. Er is niet bewezen dat deze onderdelen geschikt zijn voor integratie met W&T. Hierdoor kan niet worden gezegd dat het domein meten volledig geschikt is voor integratie met W&T, om zo de doelen te behalen. Een vervolgonderzoek zal moeten uitwijzen of de onderdelen geld en oppervlakte ook geschikt zijn voor integratie met wetenschap & technologie en of andere domeinen van rekenen ook geschikt zijn voor integratie met wetenschap & technologie.

Een tweede discussiepunt is dat er geen controlegroep is geweest tijdens het onderzoek. Alle leerlingen van groep 3 hebben meegedaan aan het onderzoek, waardoor het niet helemaal duidelijk is of het resultaat alleen te danken is aan de W&T activiteiten. In de periode van het onderzoek zijn er echter wel op school naast de W&T activiteiten geen andere lessen of activiteiten aangeboden, waarbij de behandelde tussendoelen met betrekking tot meten werden aangeboden. Om dit zeker te weten zal het onderzoek nog eens moeten worden uitgevoerd in een andere groep 3, waarbij er een controlegroep wordt aangesteld.

Een derde discussiepunt is het eerkracht handelen van de onderzoeker. Tijdens het onderzoek is gebleken dat de leerlingen een groei hebben doorgemaakt in hun ontwikkeling, maar die hoeft niet alleen aan de aangeboden W&T activiteiten te liggen. Het is niet duidelijk in hoeverre het leerkracht handelen van de onderzoeker en haar enthousiasme tijdens het aanbod bepalend waren voor het resultaat. Om hier achter te komen zou er met een vergelijkbare groep moeten worden gekeken of hetzelfde resultaat wordt behaald, wanneer de activiteiten door een andere leerkracht worden aangeboden.



Bibliografie

Amerongen, v. M., & Kruijer, S. (2017, februari 1). *Wat zijn de opbrengsten van vakintegratie?* Opgeroepen op november 22, 2017, van [www.nro.nl](https://www.nro.nl/wp-content/uploads/2017/02/021-Antwoord-Wat-zijn-de-opbrengsten-van-vakintegratie-1.pdf): <https://www.nro.nl/wp-content/uploads/2017/02/021-Antwoord-Wat-zijn-de-opbrengsten-van-vakintegratie-1.pdf>

Boyd, N. (sd). *Functional Fixedness in Psychology: Definition & Examples*. Opgeroepen op november 26, 2017, van [www.study.com](http://study.com/academy/lesson/functional-fixedness-in-psychology-definition-examples-quiz.html): <http://study.com/academy/lesson/functional-fixedness-in-psychology-definition-examples-quiz.html>

Bruggink, M., & Harinck, F. (2012). De onderzoekende houding van leraren: wat wordt daaronder verstaan? *TIJDSCHRIFT VOOR LERARENOPLEIDERS (VELON)* , 46 t/m 53.

Casu, C., & van 't Veer, R. (2016). Intrinsieke motivatie vergroten, make STEAM. *Jeugd in School en Wereld* , 12-15.

Casu, C., & Veer, R. v. (2016). Intrinsieke motivatie vergroten, make STEAM. *Jeugd in School en Wereld* , 12-15.

Cognitive Psychology and Cognitive Neuroscience/Problem Solving from an Evolutionary Perspective. (2017, juni 24). Opgeroepen op november 26, 2017, van www.en.wikibooks.org: https://en.wikibooks.org/wiki/Cognitive_Psychology_and_Cognitive_Neuroscience/Problem_Solving_from_an_Evolutionary_Perspective

Donk, v. d., & Lanen, v. B. (2013). *Praktijkonderzoek in de school*. Bussum: Coutinho uitgeverij.

Graft, v. M., Klein Tank, M., & Beker, T. (2016, maart). *Wetenschap & Technologie in het basis- en speciaal onderwijs, Richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf*. Opgeroepen op november 14, 2017, van www.wetenschapentechnologie.slo.nl: <http://wetenschapentechnologie.slo.nl/Paginas/Leerplankader-W-T.aspx>

Heuvel-Panhuizen, v. d., & Buys, K. (2004). *Jonge kinderen leren meten en meetkunde*. Groningen: Wolters-Noordhoff bv.

Hotze, A., & Keijzer, R. (2017). Samehang tussen rekenen-wiskunde en wetenschap en technologie. *Volgens Bartjens* , 41 t/m 51.

Kennisnet. (2016, december 1). *Wat moet ik met 21e eeuwse vaardigheden in het onderwijs?* Opgeroepen op november 15, 2017, van www.kennisnet.nl: <https://www.kennisnet.nl/digitale-vaardigheden/21e-eeuwse-vaardigheden/>

KNAW. (2009). *Rekenonderwijs op de basisschool. Analyse en sleutels tot verbetering*. Amsterdam: KNAW.

Lonning, R., & DeFranco, T. (1997). Integration of Science and Mathematics: A Theoretical Model. *School Science and Mathematics* , 212-215.

Noteboom, A., Aartsen, A., & Lit, S. (2017, september 25). *Tussendoelen rekenen-wiskunde voor het primair onderwijs*. Opgeroepen op november 14, 2017, van www.slo.nl: <http://www.slo.nl/organisatie/recentepublicaties/tussendoelen-rekenen-wiskunde-po/>



NTO-Effekt. (sd). *Kinderen denken leren*. Opgeroepen op november 29, 2017, van www.nto-effekt.nl: <http://www.nto-effekt.nl/kinderen-denken-leren.html>

Oetelaar, v. d. (2012, augustus). *Whitepaper 21st Century Skills in het onderwijs*. Opgeroepen op november 15, 2017, van www.21stcenturyskills.nl: http://www.21stcenturyskills.nl/download/Whitepaper_21st_Century_Skills_in_het_onderwijs.pdf

Oving, A., & Janson, D. (2015, maart 5). *Kwaliteitskaart, De invloed van wetenschap & technologie op opbrengstgericht werken in andere vakken*. Opgeroepen op november 23, 2017, van www.schoolaanzet.nl: <http://www.schoolaanzet.nl/thematische-inhoud/instrument/artikel/kwaliteitskaart-de-invloed-van-wetenschap-technologie-op-opbrengstgericht-werken-in-andere-vakken/?backPid=13854&cHash=b4418bb73adb8a71ab2709ee8ce6fa03>

Platform Onderwijs2032. (2016, januari 23). *Eindadvies Platform Onderwijs2032 'Ons onderwijs2032'*. Opgeroepen op november 21, 2017, van www.rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/01/23/eindadvies-platform-onderwijs2032-ons-onderwijs2032>

Project Malmberg bv. . (sd). *De wereld in getallen*. Opgeroepen op december 6, 2017, van www.malmberg.nl: <https://www.malmberg.nl/basisonderwijs/methodes/rekenen/de-wereld-in-getallen.htm>

Rijst, v. d. (2009). *De zes aspecten van een Wetenschappelijke Onderzoekende Houding* . Opgeroepen op november 15, 2017, van www.elbd.sites.uu.nl: https://elbd.sites.uu.nl/wp-content/uploads/sites/108/2017/05/2000_12_aspectensrd2.pdf

SLO. (2015, oktober 1). *Onderzoeken en ontwerpen*. Opgeroepen op november 23, 2017, van www.wetenschapentechnologie.slo.nl: <http://wetenschapentechnologie.slo.nl/componenten-van-wetenschap/onderzoeken-en-ontwerpen>

SLO, nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling. (2009). *TULE, inhouden en activiteiten*. Opgeroepen op november 15, 2017, van www.slo.nl: <http://tule.slo.nl/>

STEAMeducation. (2006-2017). *Why STEAM Education*. Opgeroepen op november 15, 2017, van www.steamedu.com: <https://steamedu.com/wp-content/uploads/2016/12/WhySTEAMshortWeb2017.pdf>

Techniekpact. (2013, mei). *Nationaal techniekpact 2020*. Opgeroepen op november 13, 2017, van www.techniekpact.nl: <http://www.techniekpact.nl/cdi/files/f1441a07a7dab41382fd20095b16c618ad14773c.pdf>

Van Keulen, H., & Oosterheert, I. (2016). *Wetenschap en techniek op de basisschool*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers bv.

Verkeningscommissie. (2013, mei 13). *Kernadvies, verkeningscommissie wetenschap en technologie primair onderwijs*. Opgeroepen op november 22, 2017, van www.poraad.nl: https://www.poraad.nl/files/kernadvies_verkeningscommissie_wetenschap_en_technologie_po.pdf



Zanten, v. M., Bergh, v. d., Hutten, O., & Meijer, R. (2010). *Meten en meetkunde, Rekenwiskundedidactiek*. Baarn/ Utrecht/ Zutphen: ThiemeMeulenhoff.



Bijlage 1: Procesverslag

Tijdens mijn keuzeminor in wetenschap & technologie wist ik al dat ik onderzoek wilde doen over wetenschap & technologie op de basisschool. Met de basisschool is dit besproken en zij gaven aan dat zij het moeilijk vinden om wetenschap & technologie op te nemen in hun onderwijs en dat ze niet weten hoe ze dat vanaf 2020 moeten doen, zonder extra werkdruk te ervaren. Hiermee kwam ik tot een praktijkprobleem, die geleid heeft tot een onderzoeksvraag. Mijn onderzoek moest gaan over wetenschap & technologie geïntegreerd met meetonderwijs in groep 3. Het onderzoeksplan heb ik hoofdstuk voor hoofdstuk beschreven, waarna ik mijn onderzoeksplan heb afgerond. Vanaf dan kon ik me richten op de uitvoering van het onderzoek. Er is een toetsinstrument en een observatie-instrument ontwikkeld en er zijn lesactiviteiten ontworpen.

Het proces is begonnen met een gesprek met mijn onderzoeksbegeleider. In het gesprek is het onderwerp afgebakend en is er besproken wat de verwachtingen van het onderzoek van beide partijen zijn. Vervolgens zijn er overlegmomenten geweest met de basisschool en de stagebegeleider, om te kijken hoe het onderzoek goed vorm zou kunnen krijgen. Gedurende het proces van het schrijven van het onderzoeksplan is er wekelijks mailcontact geweest met de onderzoeksbegeleider, waarin feedback is gegeven op het beschreven plan. Ook is er een aantal keer contact geweest met de basisschool en is de basisschool bezocht, om deelvragen te onderzoeken en te onderzoeken hoe de basisschool nu vorm geeft aan meetonderwijs. Er is een gesprek geweest met de directie waarin het onderzoek is besproken en waarin verwachtingen van beide partijen met betrekking tot het onderzoek zijn besproken.

Vanaf het begin van het onderzoek ben ik in vlot tempo en vol energie begonnen met het schrijven van het onderzoeksplan en het onderzoek doen naar het onderwerp en de mogelijkheden op de basisschool. Het praktijkprobleem had ik snel beschreven met de hulp van de basisschool. De overgang naar het theoretisch kader verliep daarna soepel. Een leerpunt voor mij was het afbakenen van mijn theoretisch kader. Door middel van verkregen feedback van mijn onderzoeksbegeleider is het me gelukt mijn theoretisch kader te beperken tot de kern van het onderzoek. Daarnaast liep ik tijdens het proces tegen het knelpunt aan dat ik niet wist hoe ik mijn resultaten van het onderzoek zou kunnen meten. Hiervoor is twee maal overleg geweest met de rekendocent van de PABO die mij tips geeft gegeven, waarna ik verder kon en wist hoe ik mijn resultaten zou kunnen gaan meten.

De uitvoering van het onderzoek verliep soepel. Voorafgaand aan het uitvoeren van de activiteiten is er een nulmeting gehouden. Alle formats voor de activiteiten zijn voor het begin van de eindstage uitgewerkt, zodat tijdens de eindstage alleen de voorbereidingen voor de activiteit nog moesten worden uitgevoerd. De activiteiten werden vol enthousiasme ontvangen door de leerlingen en al snel bleek dat de leerlingen een grote ontwikkeling in het leren meten van lengtes na één les met de ballonauto's hadden gemaakt. Ook de andere domeinen van meten kwamen aan bod, waarbij de leerlingen grote sprongen maakten in hun ontwikkeling. Tijdens elke activiteit werden er observaties gedaan en filmopnames gemaakt en na de activiteit werd de activiteit geëvalueerd en werden de observaties verwerkt. Na het uitvoeren van alle activiteiten is er een eindmeting gehouden die is vergeleken met de nulmeting. De resultaten hiervan zijn beschreven. Tijdens de uitvoering bleek dat ik in tijdsnood zou komen om het resultaat te onderzoeken en het onderzoek af te maken, voordat hij zou moeten worden ingeleverd. Eind april heb ik daarom de laatste activiteit gegeven, zodat ik dan de eindmeting kon houden.

De resultaten zijn geëvalueerd, met elkaar vergeleken en beschreven. Hieruit zijn conclusies en aanbevelingen getrokken en zijn er discussiepunten beschreven. Ter afronding van het onderzoek is er een samenvatting van het onderzoek beschreven.



Bijlage 2: Tussendoelen rekenen-wiskunde domein Meten & Meetkunde voor eind groep 3

Tussendoelen rekenen-wiskunde voor eind groep 3

Domein METEN & MEETKUNDE, subdomein Meten

De leerling ... • beheerst de doelen van groep 2, ook op het niveau van groep 3 • en ...
METEN: LENGTE EN OMTREK
• kan begrippen met betrekking tot lengte en omtrek in betekenisvolle situaties gebruiken: - lang, langer, langst(e); kort, korter, kortst(e); - groot, groter, grootst(e); klein, kleine, kleinst(e); - dik, dikker, dikst(e); dun, dunner, dunst(e); - hoog, hoger, hoogst(e); laag, lager, laagst(e); - (er) omheen. • kan lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat en begrijpt dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft. • kan uitleggen waarom afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes. • kan redeneren over lengte in eenvoudige probleemsituaties (bv.: <i>De meester zegt dat de gang 24 stappen is, Jordy zegt dat de gang 35 stappen is. Dat kan toch niet? Hoe lang is de gang dan?</i>).
METEN: OPPERVLAKTE
• kan begrippen rond oppervlakte gebruiken in concrete situaties, waaronder ook de tegenstellingen: - groot, groter, grootst(e), even groot; - klein, kleine, kleinst(e), even klein; - breed, breder, breedst(e), even breed; - smal, smaller, smalst(e), even smal. • kan oppervlakte meten met een natuurlijke maat en begrijpt dat het aantal keren dat de maat past de oppervlakte aangeeft (bv.: <i>Hokjes of tegels tellen, afpassen met blaadjes papier</i>). • kan uitleggen waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van oppervlaktes. • kan redeneren over oppervlakte in eenvoudige probleemsituaties (bv.: <i>Dit tafelblad is langer dan dat tafelblad, maar ook smaller. Op beide tafelbladen passen evenveel A4-tjes</i>).
METEN: INHOUD
• kan begrippen rond inhoud gebruiken in concrete situaties, waaronder ook de tegenstellingen: vol, voller, volst(e), leeg, veel, weinig, meer, meest(e), minder, minst(e), evenveel. • kent het begrip 'inhoud' en weet in welke situaties er sprake is van 'inhoud' (zoals blokjes in een doos, limonade in een fles of glas). • kan redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties (bv.: <i>De inhoud van een hoog smal glas kan minder zijn dan de inhoud van een laag breed glas</i>).
METEN: GEWICHT
• kan begrippen rond gewicht gebruiken in concrete situaties: zwaar, zwaarder, zwaarst(e), licht, lichter, lichtst(e), even zwaar/licht. • kan situaties noemen waarin 'gewicht' een rol speelt en kan vertellen hoe je een gewicht kunt vaststellen. • begrijpt dat gewicht niet een op een samenvalt met omvang: zwaarder betekent niet altijd groter en omgekeerd. • kan objecten meten met een balans en het meetresultaat op passende wijze verwoorden (bv.: <i>Deze tomaat weegt evenveel als vijf champignons</i>). • kan uitleggen waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten met en vergelijken en ordenen van gewichten. • kan redeneren over inhoud en gewicht in eenvoudige probleemsituaties (bv.: <i>Een grote tas is niet altijd zwaarder dan een kleine tas</i>).



De leerling ...

- beheerst de doelen van groep 2, ook op het niveau van groep 3
- en ...

METEN: TIJD

- kent tijdsbegrippen in dagelijkse situaties en kan tijdsbegrippen gebruiken: dag, nacht, vandaag, morgen, nu, straks, lang, kort, even(tjes), snel, ochtend, middag, avond, gisteren, morgenvroeg, gisteravond; vroeg, vroeger, laat, later, eerder, toen, uur.
- kent de dagen van de week in de goede volgorde.
- weet hoe je aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving kunt zien dat er tijd verstrijkt en kan dit uitleggen (bv.: Een zandloper, kaars, druppende kraan, tellen, wijzers op de klok).
- kan gebeurtenissen naar tijdsduur ordenen.
- kan op een analoge en digitale klok de hele uren aflezen (zoals 3 uur, 18.00).
- kan uren op een analoge klok verbinden aan momenten op de dag (bv.: Om 7 uur sta je ongeveer op, om 9 uur zit je meestal op school.).
- kan kritisch denken en redeneren tijd in eenvoudige probleemsituaties (bv.: Een minuut wachten lijkt veel langer te duren dan een minuut spelen. Toch duurt het even lang.).

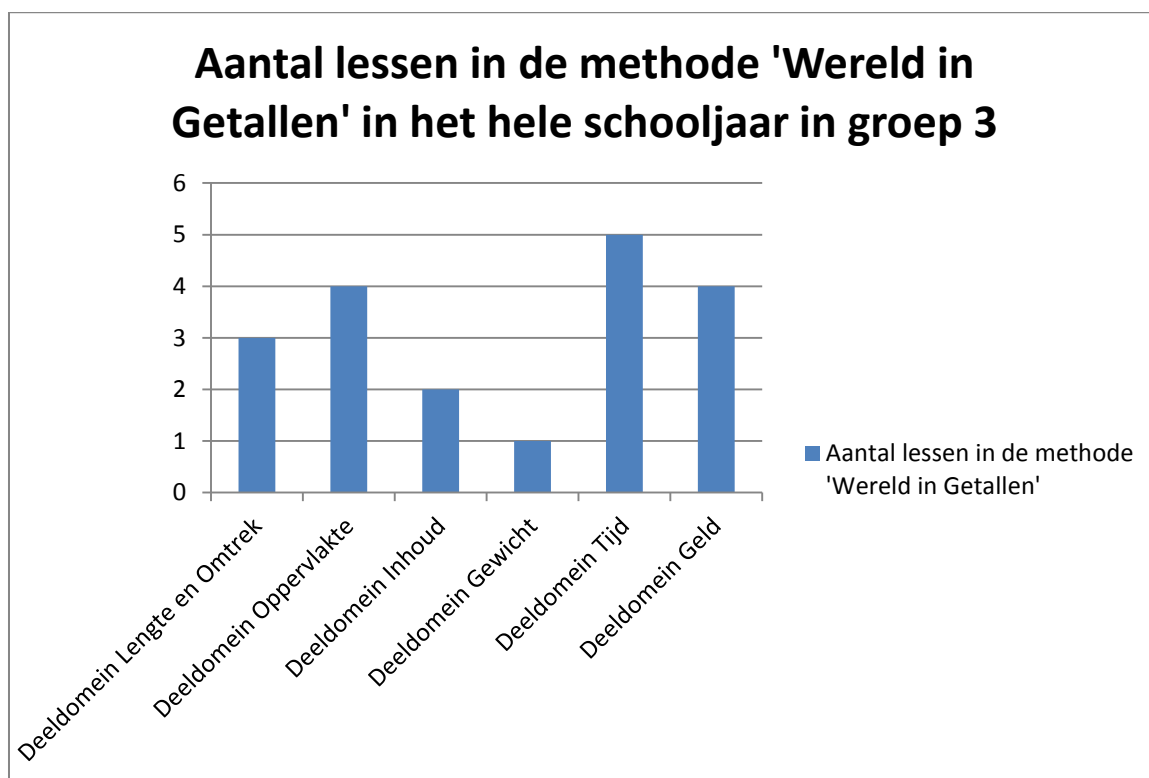
METEN: GELD

- begrijpt hoe het systeem van kopen en betalen in elkaar zit.
- kent de munten van 1 en 2 euro en de biljetten van 5 en 10 euro.
- kan bedragen tot en met 20 euro samenstellen met munten van 1 en 2 euro en biljetten van 5 en 10 euro.
- kan redeneren over 'geld en waarde' in eenvoudige probleemsituaties (bv.: Zijn twee muntjes altijd meer waard dan één muntje?).

(Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017)



Bijlage 3: Aantal lessen meten in de methode 'Wereld in Getallen'



Bijlage 4: Tussendoelen voor meten in methode 'Wereld in Getallen'

Groen aangegeven tussendoelen worden behandeld in de methode 'Wereld in Getallen'. Oranje aangegeven tussendoelen worden deels behandeld of komen niet met nadruk aan de orde in de methode 'Wereld in Getallen'.

Metten: Lengte en omtrek

- * kan begrippen met betrekking tot lengte en omtrek in betekenisvolle situaties gebruiken:
 - lang, langer, langst(e); kort, korter, kortst(e);
 - groot, groter, grootst(e); klein, kleine, kleinst(e);
 - dik, dikker, dikst(e); dun, dunner, dunst(e);
 - hoog, hoger, hoogst(e); laag, lager, laagst(e);
 - (er) omheen.
- * kan lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat en begrijpt dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft.
- * kan uitleggen waarom afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes.
- * kan redeneren over lengte in eenvoudige probleemsituaties (bv.: De meester zegt dat de gang 24 stappen is, Jordy zegt dat de gang 35 stappen is. Dat kan toch niet? Hoe lang is de gang dan?).

Metten: oppervlakte

- * kan begrippen rond oppervlakte in concrete situaties, waaronder de tegenstellingen;
 - groot, groter, grootst(e), even groot;
 - klein, kleine, kleinst(e), even klein;
 - breed, breder, breedst(e), even breed;
 - smal, smaller, smalst(e), even smal.
- * kan oppervlakte meten met natuurlijke maat en begrijpt dat het aantal keren dat de maat past de oppervlakte aangeeft (bv. Hokjes of tegels tellen, afpassen met blaadjes papier).
- * kan uitleggen waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van oppervlaktes.
- * kan redeneren over oppervlakte in eenvoudige probleemsituaties (bv. Dit tafelblad is langer dan dat tafelblad, maar ook smaller. Op beide tafelbladen passen evenveel A4-tjes).

Metten: Inhoud

- * kan begrippen rond inhoud gebruiken in concrete situaties, waaronder ook de tegenstellingen: vol, voller, volst(e), leeg, veel, weinig, meer, meest(e), minder, minst(e), evenveel.
- * kent het begrip 'inhoud' en weet in welke situaties er sprake is van 'inhoud' (zoals blokjes in een doos, limonade in een fles of glas).
- * kan redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties (bv.: De inhoud van een hoog smal glas kan minder zijn dan de inhoud van een laag breed glas.).

Metten: Gewicht

- * kan begrippen rond gewicht gebruiken in concrete situaties: zwaar, zwaarder, zwaarst(e), licht, lichter, lichtst(e), even zwaar/licht.
- * kan situaties noemen waarin 'gewicht' een rol speelt en kan vertellen hoe je een gewicht kun vaststellen.
- * begrijpt dat gewicht niet een op een samenvalt met omvang: zwaarder betekent niet altijd groter en omgekeerd.
- * kan objecten meten met een balans en het meetresultaat op passende wijze verwoorden (bv.: Deze tomaat weegt evenveel als vijf champignons).
- * kan uitleggen waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten met en vergelijken en ordenen van gewichten.



* kan redeneren over inhoud en gewicht in eenvoudige probleemsituaties (bv.: *Een grote tas is niet altijd zwaarder dan een kleine tas*).

Metten: Tijd

* weet hoe je aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving kunt zien dat er tijd verstrijkt en kan dit uitleggen (bv.: *Een zandloper, kaars, druppende kraan, tellen, wijzers op de klok*).

* kan gebeurtenissen naar tijdsduur ordenen.

* kan kritisch denken en redeneren tijd in eenvoudige probleemsituaties (bv.: *Een minuut wachten lijkt veel langer te duren dan een minuut spelen. Toch duurt het even lang*).

Metten: Geld

* begrijpt hoe het systeem van kopen en betalen in elkaar zit.

* kent de munten van 1 en 2 euro en de biljetten van 5 en 10 euro.

* kan bedragen tot en met 20 samenstellen met munten van 1 en 2 euro en biljetten van 5 en 10 euro.

* kan redeneren over 'geld en waarde' in eenvoudige probleemsituaties (bv.: *Zijn twee muntjes altijd meer waard dan één muntje?*) (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017).



Bijlage 5: Tussendoelen voor het onderzoek

De onderzoeker zal gebruik maken van de volgende tussendoelen beschreven door het SLO (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017):

Metten: Lengte en omtrek

* kan begrippen met betrekking tot lengte en omtrek in betekenisvolle situaties gebruiken:

- lang, langer, langst(e); kort, korter, kortst(e);
- groot, groter, grootst(e); klein, kleine, kleinst(e);
- dik, dikker, dikst(e); dun, dunner, dunst(e);
- hoog, hoger, hoogst(e); laag, lager, laagst(e);
- (er) omheen.

* kan lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat en begrijpt dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft.

* kan uitleggen waarom afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes.

* kan redeneren over lengte in eenvoudige probleemsituaties (bv.: *De meester zegt dat de gang 24 stappen is, Jordy zegt dat de gang 35 stappen is. Dat kan toch niet? Hoe lang is de gang dan?*).

Metten: Inhoud

* kan begrippen rond inhoud gebruiken in concrete situaties, waaronder ook de tegenstellingen: vol, voller, volst(e), leeg, veel, weinig, meer, meest(e), minder, minst(e), evenveel.

* kent het begrip 'inhoud' en weet in welke situaties er sprake is van 'inhoud' (zoals blokjes in een doos, limonade in een fles of glas).

* kan redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties (bv.: *De inhoud van een hoog smal glas kan minder zijn dan de inhoud van een laag breed glas.*).

Metten: Gewicht

* kan begrippen rond gewicht gebruiken in concrete situaties: zwaar, zwaarder, zwaarst(e), licht, lichter, lichtst(e), even zwaar/licht.

* kan situaties noemen waarin 'gewicht' een rol speelt en kan vertellen hoe je een gewicht kun vaststellen.

* begrijpt dat gewicht niet een op een samenvalt met omvang: zwaarder betekent niet altijd groter en omgekeerd.

* kan objecten meten met een balans en het meetresultaat op passende wijze verwoorden (bv.: *Deze tomaat weegt evenveel als vijf champignons*).

* kan uitleggen waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten met en vergelijken en ordenen van gewichten.

* kan redeneren over inhoud en gewicht in eenvoudige probleemsituaties (bv.: *Een grote tas is niet altijd zwaarder dan een kleine tas*).

Metten: Tijd

* weet hoe je aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving kunt zien dat er tijds verstrijkt en kan dit uitleggen (bv.: *Een zandloper, kaars, druppende kraan, tellen, wijzers op de klok*).

* kan gebeurtenissen naar tijdsduur ordenen.

* kan kritisch denken en redeneren tijd in eenvoudige probleemsituaties (bv.: *Een minuut wachten lijkt veel langer te duren dan een minuut spelen. Toch duurt het even lang* (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017)).



Bijlage 6: Format nul- en eindmeting

Meten is weten

Naam leerling: _____

Datum: _____

Tijd: _____

Lengte en omtrek

Opdracht 1:

** kan begrippen met betrekking tot lengte en omtrek in betekenisvolle situaties gebruiken:*

- lang, langer, langst(e); kort, korter, kortst(e);
- groot, groter, grootst(e); klein, kleine, kleinst(e);
- dik, dikker, dikst(e); dun, dunner, dunst(e);
- hoog, hoger, hoogst(e); laag, lager, laagst(e);
- (er) omheen.

De leerling 10 voorwerpen laten seriëren met verschillende eigenschappen (dik/ dun/ lang/ kort/ groot/ klein/ hoog/ laag) en de leerlingen laten benoemen hoe ze meten, waarop ze willen seriëren en hoe ze het aanpakken. Hierbij kijken of ze de begrippen gebruiken. Vervolgens het kleinste en grootste voorwerp laten meten, waarbij ze zelf moeten aangeven hoe ze het willen meten en waarmee. Ook hierbij weer kijken welke begrippen ze gebruiken en hoe ze het aanpakken.

Checklist: Welke begrippen worden goed gebruikt tijdens het seriëren? Omcirkel:

Lang - langer - langst(e) - kort- korter - kortst(e)- groot - groter- grootst(e)- klein- kleine - kleinst(e) - dik - dikker -dikst(e) - dun - dunner - dunst(e) - hoog - hoger - hoogst(e) - laag - lager - laagst(e) - (er) omheen

Kan de leerling meten via afpassen met een natuurlijke maat? Ja/ Nee: Opmerking:

Opdracht 2:

**kan lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat en begrijpt dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft.*

De leerkracht gooit een propje papier weg en vraagt de leerling te meten hoe ver hij is gekomen. Hierbij wordt gekeken welke natuurlijke maat de leerling gebruikt en hoe hij meet. Kan hij benoemen dat het aantal keer de maat het meetresultaat aangeeft?

Opmerking:

Opdracht 3:

Laat de leerling meten: Hoe lang ben jij?, Hoe lang is je arm?, Hoe lang is je neus?, Hoe lang is je hoofd? Hierbij worden meetmaterialen aangeboden (stokken, linialen, touwen, rolmaat en kunnen de leerlingen handen en voeten gebruiken als maat). Hierbij wordt gekeken hoe de leerling meet, weke maat hij gebruikt en of hij kan benoemen dat het aantal keer de maat het meetresultaat aangeeft.



Welke maat wordt er gebruikt, lukt het de leerling te meten, kan hij benoemen dat het aantal keer de maat het meetresultaat aangeeft? Opmerking:

Opdracht 4: (eventueel extra n.a.v. opdracht 2)

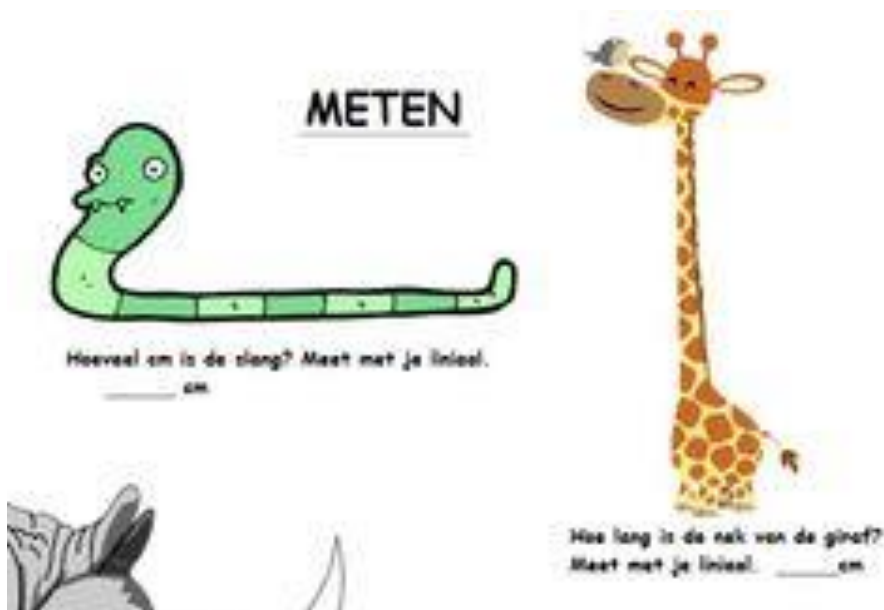
Zet een aantal stoelen op een rij zetten en vraag de leerling hoe lang is het is. Waar maakt de leerling gebruik van om te meten. Zet er twee stoelen bij, hoeveel langer is het nu en hoe lang is het nu in totaal? Hierbij wordt gekeken hoe de leerling meet, welke natuurlijke of standaard maat hij gebruikt en of hij kan benoemen wat het meetresultaat is.

Opmerking:

Opdracht 5:

Laat de leerlingen één van de volgende afbeeldingen meten. Hij kiest zelf hoe hij wil meten, als er niet wordt gekozen voor een liniaal vraagt de leerkracht dit alsnog te doen nadat hij het eerst zelf heeft uitgevoerd. Hierbij wordt gekeken hoe hij meet en of hij een liniaal kan gebruiken en aflezen.

Opmerking:



Eventueel extra: Wanneer de leerling een liniaal kan aflezen: Teken 5 lijnen, van 5, 7, 10, 13 en 15 cm.

Opmerking:



Opdracht 6:

** kan uitleggen waarom afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes.*

De leerkracht benoemd dat de gang is..... stappen is en vraagt de leerling dit te controleren. Waarom is het verschillend? Kan de leerling dit benoemen? De leerkracht verteld dat er een nieuwe vloer moet komen en dat ze daarvoor moeten weten hoe lang de gang is, maar bij ons verschilt het antwoord. Hoe zou het wel moeten worden gemeten, zodat het eerlijk is?

Opmerking:

** kan redeneren over lengte in eenvoudige probleemsituaties (bv.: De meester zegt dat de gang 24 stappen is, Jordy zegt dat de gang 35 stappen is. Dat kan toch niet? Hoe lang is de gang dan?).*

Idem opdracht 6: *Eventuele extra opmerking:*

Opdracht 7:

De leerkracht vraagt de leerling iets op te zoeken dat net zo groot is als zijn vinger. Wanneer dit is gevonden zegt de leerkracht dat iemand anders een ander voorwerp had, past dat bij jou ook? (Zorg dat het anders is dan zou kunnen passen) Waarom dan niet? Kan de leerling hierover redeneren?

Opmerking:

Inhoud

Opdracht 8:

** kan begrippen rond inhoud gebruiken in concrete situaties, waaronder ook de tegenstellingen: vol, voller, volst(e), leeg, veel, weinig, meer, meest(e), minder, minst(e), evenveel.*

Er staan een aantal glazen op tafel. De leerling legt uit wat het verschil is, waarbij begrippen worden gebruikt. Vervolgens laat de leerkracht de glazen seriëren. Hierbij wordt er gekeken hoe de leerling meet en welke begrippen de leerling gebruikt.

Omcirkelen welke begrippen worden gebruikt:

Vol - voller - volst(e) - leeg - veel - weinig - meer - meest(e) - minder - minst(e) - evenveel.

Opmerking:

Opdracht 9:

** kent het begrip 'inhoud' en weet in welke situaties er sprake is van 'inhoud' (zoals blokjes in een doos, limonade in een fles of glas).*

De leerkracht vraagt of de leerling weet wat inhoud is. Als hij weet en kan benoemen wat het is stelt hij de vraag of een pot met knikkers ook inhoud is en waarom wel of niet. De pot met knikkers staat op tafel. De leerkracht vraagt wanneer er sprake is van inhoud.

Opmerking:



Opdracht 10:

** kan redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties (bv.: De inhoud van een hoog smal glas kan minder zijn dan de inhoud van een laag breed glas.).*

De leerkracht heeft twee potten: een hoge smalle en een lage brede. Hij vraagt in welke pot meer water kan en waarom. Hierbij wordt gekeken of de leerling gokt of dat hij kan benoemen waarom hij iets denkt. Kan de leerling benoemen dat de vorm van de pot niets zegt over de inhoud? Met andere woorden: in de hoge smalle pot kan minder water zitten dan in de lage brede pot. Kan de leerling hierover redeneren en wil de leerling het uit zichzelf uitproberen?

Opmerking:

Gewicht**Opdracht 11:**

** kan begrippen rond gewicht gebruiken in concrete situaties: zwaar, zwaarder, zwaarst(e), licht, lichter, lichtst(e), even zwaar/licht.*

De leerkracht laat de leerling verschillende voorwerpen voelen en vraagt te meten hoe zwaar het is. Hij laat de leerling het verschil tussen de voorwerpen benoemen. Hierbij wordt gekeken welke begrippen worden gebruikt.

Omcirkel welke begrippen goed worden gebruikt:

Zwaar - zwaarder - zwaarst(e) - licht - lichter - lichtst(e) - even zwaar/ licht.

Opmerking:

Opdracht 12:

** kan situaties noemen waarin 'gewicht' een rol speelt en kan vertellen hoe je een gewicht kun vaststellen.*

De leerkracht vraagt wanneer je iets moet wegen en waarmee je gewicht kunt meten. (Leg eventueel uit dat gewicht betekent hoe zwaar iets is).

Welke antwoorden geeft de leerling?

Opdracht 13:

** begrijpt dat gewicht niet een op een samenvalt met omvang: zwaarder betekent niet altijd groter en omgekeerd.*

De leerkracht laat een piepschuimen bal en een loodballetje zien en vraagt de leerling welke zwaarder is. Kan de leerling aangeven dat je dat eerst moet meten of dat de vorm niets zegt over het gewicht? Let op! De leerling mag de ballen niet aanraken.

Opmerking:



Opdracht 14:

** kan uitleggen waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten met en vergelijken en ordenen van gewichten.*

De leerkracht vraagt 6 voorwerpen te seriëren op gewicht. Hoe pakt de leerling dit aan? De leerkracht vertelt dat hij het anders heeft. Hoe kan dat? Hoe zou je dit kunnen oplossen?

Opmerking:

Opdracht 15:

** kan objecten meten met een balans en het meetresultaat op passende wijze verwoorden (bv.: Deze tomaat weegt evenveel als vijf champignons).*

De leerkracht laat de balans zien en vraagt de leerling wat je er mee kunt. Vervolgens worden er twee voorwerpen gewogen, waarbij de leerling moet benoemen wat er gebeurt en wat je hieruit kunt concluderen. Daarna moet hij zoeken wat even zwaar is met de gewichtjes. Kan de leerling een object wegen met een balans en op een passende wijze verwoorden wat hij ziet?

Opmerking:

Opdracht 16:

** kan redeneren over inhoud en gewicht in eenvoudige probleemsituaties (bv.: Een grote tas is niet altijd zwaarder dan een kleine tas).*

De leerkracht laat twee tassen zien (een grote en een kleine) en vraagt welke zwaarder is. Kan de leerling redeneren over de inhoud van de tas die bepalend is voor het gewicht?

Opmerking:

Tijd

Opdracht 17:

** weet hoe je aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving kunt zien dat er tijds verstrijkt en kan dit uitleggen (bv.: Een zandloper, kaars, druppende kraan, tellen, wijzers op de klok).*

De leerkracht vraagt de leerling hoe je weet dat er tijd voorbij is gegaan. Hierbij vraagt hij ook waar je het aan kunt zien (aan welke voorwerpen/ instrumenten).

Welke voorbeelden geeft de leerling?

Opdracht 18:

** kan gebeurtenissen naar tijdsduur ordenen.*

De leerkracht laat de volgende afbeeldingen zien en vraagt de leerlingen die op tijd te ordenen.





Opmerking:

Opdracht 19:

** kan kritisch denken en redeneren tijd in eenvoudige probleemsituaties (bv.: Een minuut wachten lijkt veel langer te duren dan een minuut spelen. Toch duurt het even lang).*

De leerkracht vraagt of de tijd altijd even lang duurt. Wanneer duurt iets lang en wanneer kort? Probeer te kijken of de leerling begrijpt dat iets soms langer duurt voor het gevoel, maar dat het niet perse langer is. Geef hierbij het voorbeeld, duurt een uur in de klas langer/ even lang dan een uur buitenspelen? Het is allebei een uur.

Opmerking:





Bijlage 7: Observatieformulier

Observatieformulier vaardigheden W&T-Rekenactiviteit meten

Meten: Lengte en omtrek			
Vaardigheid/ Doel	Als indicator zien we dat leerlingen:	Impl.	Expl.
	Gebruik maken van de begrippen: - lang, langer, langst(e); kort, korter, kortst(e); - groot, groter, grootst(e); klein, kleine, kleinst(e); - dik, dikker, dikst(e); dun, dunner, dunst(e); - hoog, hoger, hoogst(e); laag, lager, laagst(e); - (er) omheen in betekenisvolle situaties rond lengte en omtrek		
	Lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat		
	Benoemen wat het meetresultaat is (ook wanneer die is samengesteld)		
	Uitleggen dat één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes		
	Redeneren over lengte in probleemsituaties		

Meten: Inhoud			
Vaardigheid/ Doel	Als indicator zien we dat leerlingen:	Impl.	Expl.
	Gebruik maken van de begrippen: vol, voller, volst(e), leeg, veel, weinig, meer, meest(e), minder, minst(e), evenveel in concrete situaties rond inhoud		
	Het begrip 'inhoud' gebruiken		
	Benoemen wanneer er sprake is van 'inhoud'		
	Redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties		

Meten: Gewicht			
Vaardigheid/ Doel	Als indicator zien we dat leerlingen:	Impl.	Expl.
	Gebruik maken van de begrippen: zwaar, zwaarder, zwaarst(e), licht, lichter, lichtst(e), even zwaar/licht in concrete situaties		
	Benoemen in welke situaties er sprake is van 'gewicht'		
	Benoemen hoe je gewicht kunt vaststellen		
	Begrijpen dat gewicht niet een op een samenvalt met omvang		
	Objecten wegen met een balans		
	Meetresultaten op passende wijze verwoorden		
	Uitleggen dat één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van gewichten		
	Redeneren over inhoud en gewicht in eenvoudige probleemsituaties		



Metten: Tijd			
<i>Vaardigheid/ Doel</i>	<i>Als indicator zien we dat leerlingen:</i>	<i>Impl.</i>	<i>Expl.</i>
	Benoemen hoe je kunt zien aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving hoe tijd verstrijkt		
	Gebeurtenissen naar tijdsduur ordenen		
	Kritisch denken en redeneren over tijd in eenvoudige probleemsituaties		



Bijlage 8: Format Ballonauto

Ballonauto

Benodigdheden (voor 16 leerlingen):

Verbruiksmateriaal:

- 50 gewone ballonnen
- 30 ballonnen in een lange vorm
- 30 bloem ballonnen
- 30 ballonnen in een lange kronkel vorm

Gebruiksmateriaal:

- 8 ballonauto's
- 2 ballonpompen
- 4 bordlinialen
- 8 rolmaten
- 16 meetlinten van één meter
- 8 touwen van minstens 3 meter



Organisatorisch:

Het experiment is geschikt voor groep 3. Hierbij is het belangrijk dat er open ruimte is om de ballonauto's uit te proberen op een vlakke ondergrond (de vloer).

Veiligheidsaspecten:

Niet van toepassing.

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur (SLO, 2016)

De leerlingen leren lengte te meten via afpassen met een natuurlijke maat en leren dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft. De leerlingen ontdekken waarom het afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes. (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017)

Kerdoel 42:

De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur. (SLO, 2016)

De kinderen leren dat luchtdruk in beweging kan worden omgezet door een ballonautootje te gebruiken welke op luchtdruk voortbeweegt.

Doel van het experiment:

Tijdens het experiment experimenteren de leerlingen met het laten rijden van de ballonauto door middel van luchtdruk en experimenteren de leerlingen met het meten hoe ver de ballonauto is gekomen door gebruik te maken van een natuurlijke of afgesproken maat.

Aan het einde van het experiment kunnen de leerlingen benoemen hoe de luchtdruk ervoor zorgt dat de auto gaat rijden over de grond en kunnen de leerlingen benoemen waarom een afgesproken maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten.



Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de kinderen aan science en mathematics, omdat de kinderen experimenteren met de werking van luchtdruk en hoe luchtdruk ervoor kan zorgen dat de ballonauto rijdt. Daarnaast experimenteren de leerlingen met hoe ze de afgelegde afstand kunnen meten.

Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: Tijdens het experiment stellen de leerlingen vragen om erachter te komen hoe het kan dat de ballonauto gaat rijden. Ze willen weten en begrijpen. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen. Daarnaast stellen de leerlingen vragen over hoe ze de lengte kunnen meten via het afpassen met een natuurlijke maat en hoe ze afspraken kunnen maken over één vaste maat.

V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met het gebruiken van een ballonauto en de werking van de ballonauto, waarbij ze verschillende ballonnen kunnen gebruiken en de leerlingen experimenteren met het meten van de afstand met verschillende maten.

V3: Verwerken en concluderen: De leerlingen zien wat er gebeurt en proberen nieuwe ballonnen of mogelijkheden om te kijken hoe de ballon auto nog verder kan rijden. Ook concluderen ze hoe ze met een maat eerlijk kunnen meten en dat je afspraken moet maken over een maat. Tijdens de presentatie vertellen ze wat ze hebben gezien en geleerd en hoe de luchtdruk ervoor zorgt dat de ballonauto gaat rijden.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: De leerlingen willen meer weten over hoe ze de ballonauto kunnen laten rijden en hoe ze hem verder kunnen laten rijden. Het is voor hen een uitdaging om de lengte te meten die de ballonauto heeft afgelegd.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen gaan in tweetallen experimenteren met de ballonauto, waarbij ze steeds gaan meten hoe ver de auto is gekomen. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze waarnemen en stellen elkaar vragen over hun waarnemingen. Ze meten samen en helpen elkaar bij het eerlijk meten. De leerlingen willen delen en vertellen elkaar over hoe ver hun auto is gekomen.

Uitvoering

De leerkracht introduceert de les door een zelfgemaakte ballonauto te laten zien en te laten zien hoe die kan rijden. Er wordt verwacht dat de leerlingen nieuwsgierig worden over hoe het kan dat de auto kan rijden. De leerkracht vraagt hoe de leerlingen denken dat dit kan. Waar wordt de ballon voor gebruikt? Er wordt gebrainstormd over hoe de auto kan rijden. De leerkracht laat vervolgens de volgende video zien: <https://www.schooltv.nl/video/wat-is-luchtdruk-je-kunt-het-niet-zien-maar-het-is-er-altijd/> Er wordt besproken wat luchtdruk is en hoe luchtdruk ervoor heeft gezorgd dat de auto ging rijden. Vervolgens wordt er verteld dat de leerlingen zelf met een ballonauto gaan experimenteren. De leerlingen krijgen allemaal in tweetallen een ballonauto en kunnen de ballonnen pakken. Er wordt een wedstrijd gehouden voor welke auto het verste is gekomen. De leerlingen schrijven hun metingen steeds op papier. Ze kunnen linialen, rolmaten, touwen en meetlinten gebruiken om te meten en kunnen natuurlijke maten als voeten en stappen gebruiken. De leerlingen gaan ermee aan de slag. De leerkracht biedt als interventie tussendoor andere soorten ballonnen aan. Deze kunnen worden getest om te kijken of de auto daarmee verder komt. Daarnaast stelt hij vragen: Wat denk je dat er gaat gebeuren als je een andere ballon gebruikt? Denk je dat de grond ook invloed op de afstand heeft? Waarom denk je dat de auto het niet doet? Kan de ballon op deze manier zijn werk doen? Hoe komt het dat de auto gaat rijden? Hoe kun je de afstand meten? Kun je wat met de materialen doen? Hoe kan het dat ik minder stappen heb dan jij? Tussendoor wordt geëvalueerd hoe ver de auto's zijn gekomen. Er wordt besproken hoe het kan dat de maten anders zijn en dat de afstanden zoveel verschillen. Ook wordt er besproken of we op deze manier eerlijk kunnen kijken welke auto het verste is gekomen en hoe dat wel zou kunnen. Er wordt één vaste maat afgesproken. De leerlingen gaan daarna verder en blijven de afstand meten. Wanneer er wordt gekozen voor een liniaal of rolmaat zal de leerkracht langslopen om te helpen. Waarvoor denk je dat



de cijfers kunnen worden gebruikt? Gebruik je hem zo op een goede manier? Waar moet je beginnen met meten? Hoe begin je met het meten met de liniaal of rolmaat? Wanneer er voldoende is geëxperimenteerd wordt er geëvalueerd welke auto het verste is gekomen. Er wordt nagemeten hoe ver dat was. Ook wordt er besproken hoe luchtdruk ervoor heeft gezorgd dat de auto ging rijden.

Theorie voor de leerkracht

De theorie die hierbij van toepassing is, is die van de luchtdruk.

Lucht neemt ruimte in en oefent druk uit. Als lucht in een ruimte wordt gepompt, neemt de druk toe. Als lucht wordt weggezogen uit een ruimte, daalt de druk. Wind is een verplaatsing van lucht als gevolg van verschillen in luchtdruk. Lucht kun je niet zien of ruiken. Dat lucht niet niks is, is op verschillende manieren aan te tonen. Lucht biedt weerstand als mensen of voertuigen zich verplaatsen. Lucht neemt ruimte in en oefent druk uit. Dat is merkbaar als lucht wordt samengeperst of meer lucht in een ruimte wordt gepompt: de druk neemt dan toe. Als lucht uit een afgesloten ruimte wordt weggezogen, daalt de druk. Als alle lucht uit een ruimte weggezogen is, is de ruimte luchtledig en spreekt men van een vacuüm. Wind is een gevolg van het verschil in luchtdruk tussen plaatsen op aarde. Lucht stroomt van plaatsen met hogere naar plaatsen met lagere luchtdruk. Hoe groter het verschil in luchtdruk, des te harder het waait. Bij zeer grote verschillen in luchtdruk op korte afstand kunnen zware stormen of orkanen ontstaan. (Boeijen, 2011, pp. 39,40)

Wanneer een ballon wordt opgeblazen, wordt er lucht in een ruimte gepompt (de ballon). De luchtdruk in de ballon neemt toe. Dit is te zien doordat de ballon opgeblazen is en deze op spanning staat. De luchtdruk is een fenomeen waar iedereen dagelijks mee te maken heeft. De lucht om ons heen oefent op alle voorwerpen druk uit. Meestal is dit niet te zien, omdat de druk aan beide kanten van een voorwerp even groot is. Wanneer dit niet zo is, is dit ook duidelijk te zien. Zo kan het bijvoorbeeld zijn dat een glazen ruit breekt wanneer de luchtdruk aan één kant van het glas te hoog wordt. De luchtdruk wil namelijk altijd gelijk zijn. Wanneer de luchtdruk op de ene plaats hoger is dan op de andere plaats, zal de lucht zich van het hoge drukgebied verplaatsen naar het lage drukgebied. Dit zien we ook gebeuren bij de ballon. Doordat de luchtdruk binnenin de opgeblazen ballon hoger is dan de luchtdruk buiten de ballon, wil de lucht vanuit de ballon naar buiten. Op deze manier wordt de luchtdruk weer hersteld en komt deze weer in evenwicht. Doordat de lucht vanuit de ballon maar aan één kant naar buiten kan, komt alle druk vanuit dat punt. Aangezien de lucht als het ware uit de ballon gedrukt wordt, zal de ballon onder een kracht komen te staan. De ballon zal dan weg willen gaan in de tegengestelde richting. Deze kracht noemen we de stuwkracht. Als de stuwkracht groter is dan de zwaartekracht, zal de ballon omhoog weg kunnen 'schieten'. (Kersbergen, 2011)

Hoe zit dat bij de ballonauto?

Wanneer een ballon los wordt gelaten zorgt de kracht van de ballon ervoor dat de ballon wegvliegt. Doordat de ballon bij de ballonauto vast zit aan de auto, komt de auto er bij in beweging. De druk waarmee de lucht uit de ballon wordt weggeduwd is de kracht die ervoor zorgt dat de auto gaat bewegen. De wielen van de auto draaien rond, waardoor er weinig weerstand is en de auto makkelijk met de luchtdruk uit de ballon kan worden voortbewogen.

Theorie voor de leerling

Wanneer je een ballon opblaast, zie je dat deze steeds groter wordt. Hoe meer lucht er in komt, hoe groter de ballon wordt. Als je je handen op de ballon legt tijdens het opblazen, voel je hoe de ballon op spanning komt te staan. Je kan het ook zien, want er zitten geen kreukels meer in de ballon. De lucht die in de ballon zit en als het ware tegen de binnenkant van de ballon aandrukt noemen we de luchtdruk. De luchtdruk is een speciaal iets waar we elke dag mee te maken hebben, maar wat we eigenlijk niet merken. Overal om ons heen is namelijk de luchtdruk. Dit is de lucht die je om je heen hebt en inademt, maar niet voelt. Toch kun je het af en toe wel zien, bijvoorbeeld als je een ballon opblaast. Bij luchtdruk is de regel dat de lucht altijd van een plek met een hoge druk naar een plek



met een lage druk wil, zodat de druk uiteindelijk weer even hoog is. Dit is goed te zien op het moment dat je het mondje van de ballon los laat. De lucht van binnenin de ballon gaat dan naar buiten en de ballon loopt leeg. Wanneer de ballon helemaal leeg is, is de luchtdruk binnenin de ballon en buiten de ballon weer even groot. (Kersbergen, 2011) (Boeijen, 2011, pp. 39, 40)

Hoe kan het dat de ballonauto weggrijdt?

Wanneer een ballon los wordt gelaten zorgt de kracht van de ballon ervoor dat de ballon wegvliegt. In de ballon is een hoge luchtdruk. De lucht wil er uit. Doordat de ballon bij de ballonauto vastzit aan de auto, komt de auto erbij in beweging. De wielen van de auto draaien rond, waardoor er weinig weerstand is en de auto makkelijk met de luchtdruk uit de ballon kan rijden.

Beeldmateriaal: <https://www.schooltv.nl/video/wat-is-luchtdruk-je-kunt-het-niet-zien-maar-het-is-er-altijd/>
<https://www.hetklokhuis.nl/onderwerp/luchtdruk>
<https://www.schooltv.nl/video/luchtdruk-handig-om-iets-mee-op-te-tillen/#q=luchtdruk>.



Bijlage 9: Format Brug voor Haas

Brug met gewicht

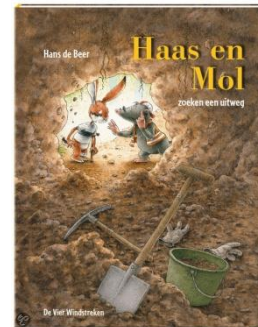
Benodigheden (voor 16 leerlingen):

Verbruiksmateriaal:

- 30 kranten
- 16 rolletjes plakband

Gebruiksmateriaal:

- Boek Haas en Mol; zoeken een uitweg
- 16 scharen
- 30 verschillende plastic dieren
- 2 Balansen
- 1 Keukenweegschaal
- Gewichtjes van 1 gram tot 2 kilo
- Digibord + video: <https://www.youtube.com/watch?v=Wp5IzvzQy2g>



Organisatorisch:

Het experiment is geschikt voor groep 3. De les kan worden uitgevoerd in een klaslokaal. Het is belangrijk dat er een digibord aanwezig is.

Veiligheidsaspecten:

Niet van toepassing.

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur.

De leerlingen oefenen met:

- * begrippen rond gewicht gebruiken in concrete situaties: zwaar, zwaarder, zwaarst(e), licht, lichter, lichtst(e), even zwaar/licht;
- * situaties waarin 'gewicht' een rol speelt en hoe je een gewicht kun vaststellen;
- * objecten meten met een balans en het meetresultaat op passende wijze verwoorden (bv.: Deze tomaat weegt evenveel als vijf champignons);
- * uitleggen waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten met en vergelijken en ordenen van gewichten.

Kerdoel 45

De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.

De leerlingen experimenteren met het bouwen van een constructie voor een stevige brug met verschillende (verbruiks)materialen.

Doel van het experiment:

Tijdens het experiment experimenteren de leerlingen met het ontwerpen en maken van een stevige brug van kranten die (het meeste) gewicht kan houden, waarbij ze experimenteren met het wegen hoeveel gewicht de brug kan houden met behulp van een balans, weegschaal, plastic dieren en gewichtjes.



Aan het eind van het experiment kunnen de leerlingen benoemen hoe je een stevige brug maakt van kranten, hoe je gewicht kunt meten en waarom één vaste maat voorwaarde is voor het eerlijk wegen.

Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de kinderen aan technology, engineering, arts en mathematics, omdat de kinderen experimenteren met het ontwerpen en bouwen van een brug die gewicht kan dragen en daarbij het gewicht moeten meten.

Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: De leerlingen stellen vragen naar aanleiding van het verhaal over hoe ze een brug kunnen bouwen voor Haas. Ze vragen zich af hoe ze een brug kunnen bouwen die stevig genoeg is en gewicht kan dragen. Tijdens het experiment stellen de leerlingen vragen om erachter te komen hoe ze een stevige brug kunnen maken en hoeveel gewicht de brug al draagt. Ze willen weten en begrijpen. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen.

V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met het bouwen van een stevige brug die gewicht kan dragen en het wegen van het gewicht dat de brug houdt.

V4: Ontwerpen: De leerlingen ontwerpen een brug om het probleem van Haas op te lossen. Ze maken een stevige, werkende brug die als functie heeft dat hij dieren naar de overkant kan brengen, omdat hij gewicht kan dragen.

V5: Maken: Door te experimenteren ontwerpen en maken de leerlingen een stevige brug, waarbij ze verschillende (verbruiks)materialen kunnen gebruiken.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: De leerlingen willen meer weten over hoe ze een stevige brug kunnen bouwen met de materialen. Ze willen onderzoeken hoe ze met de materialen een stevige brug kunnen maken en hoeveel gewicht hun brug kan houden. Het is voor hen een uitdaging om een brug te maken en het gewicht van voorwerpen die op de brug kunnen te wegen.

H3: Creatief: Met verschillende materialen ontwerpen en maken de leerlingen een stevige brug die gewicht kan houden.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen overleggen met elkaar en bespreken met elkaar hoe zij denken dat ze met de materialen een stevige brug kunnen maken. De leerlingen werken samen aan het bouwen van een brug. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze willen doen en wat ze hebben gemaakt. Ze willen delen.

Uitvoering

De leerkracht introduceert de les met het voorlezen van het verhaal van Mol en Haas. Op het moment dat Mol en Haas een oplossing zoeken om naar de overkant van de weg te komen stopt de leerkracht met het voorlezen. Er wordt gebrainstormd over een oplossing voor Haas om naar de overkant te komen. Hoe kunnen ze ervoor zorgen dat ze naar de overkant komen? Wanneer een leerling benoemd om een brug te bouwen gaat de leerkracht hierop verder. Waar moet de brug aan voldoen om Haas naar de overkant te krijgen? Hoe hoog moet de brug zijn? Hoeveel gewicht moet de brug kunnen dragen? Hoe moet hij er uit komen te zien? De leerkracht laat op het bord verschillende bruggen zien en er wordt besproken hoe de brug stevig is gemaakt en welke constructie er bij is gebruikt. Daarna vertelt hij de leerlingen dat ze in tweetallen een oplossing gaan verzinnen om een stevige brug te bouwen voor Haas. Haas is op zoek naar de stevigste brug die gemaakt kan worden. Met een balans, plastic dieren en gewichtjes kunnen de leerlingen wegen hoeveel gewicht hun brug kan dragen. Ze krijgen kranten om de brug te bouwen. Er wordt besproken aan welke voorwaarden de brug moet voldoen (bijvoorbeeld hij moet hoog genoeg zijn dat er nog auto's onderdoor kunnen of hij moet tussen twee tafels hangen waarvan de afstand tussen de tafels ... cm is.). De leerlingen gaan aan de slag en de leerkracht loopt langs om interventies te plegen: Denk je dat deze brug stevig genoeg is om een dier te dragen? Wat kun je met de kranten doen om hem



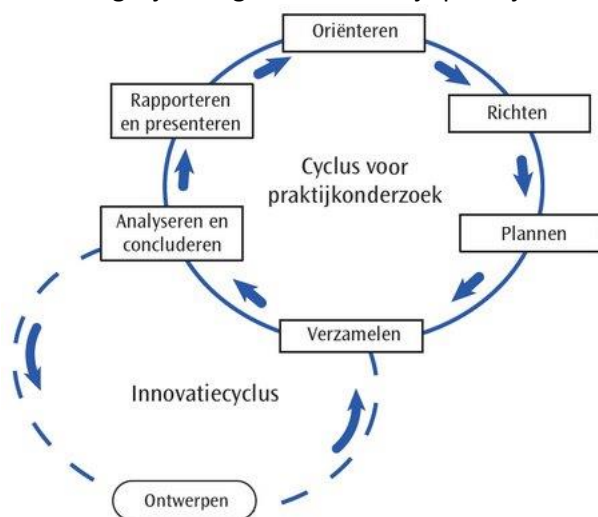
steviger te maken? Kun je de vorm van de kranten ook veranderen? Hoe hebben ze de bruggen op de afbeeldingen stevig gemaakt? De leerkracht laat als interventie de volgende video zien:

<https://www.youtube.com/watch?v=Wp5IzvQy2g> Kun je de brug nog verstevigen zodat hij nog meer gewicht kan dragen? Hoe kun je zien hoe zwaar het voorwerp is? Hoe kun je er achter komen welk voorwerp het zwaarst is? Hoe kun je er achter komen welke brug het meeste gewicht kan dragen? Wanneer alle bruggen af zijn wordt er klassikaal gemeten welke brug het meeste gewicht kan dragen en hoeveel gewicht dit is. De leerkracht laat de leerlingen hierover redeneren en een oplossing zoeken voor het meten. Er wordt besproken welke bruggen stevig waren en welke niet en hoe dat komt. Daarna wordt er opgeruimd en zal de leerkracht als afsluiting het boek uitlezen.

Theorie voor de leerkracht

Ontwerpen en innoveren

Bij een ontwerponderzoek wordt er gebruik gemaakt van twee cyclussen; de cyclus voor praktijkonderzoek en de innovatiecyclus. De innovatiecyclus wordt alleen toegevoegd aan het onderzoek, wanneer er een ontwerp vraag is die zich richt op innovatie. De cyclus voor praktijkonderzoek omvat zes kernactiviteiten; oriënteren, richten, plannen, verzamelen, analyseren en concluderen, rapporteren en presenteren. De kernactiviteit van de innovatiecyclus is ontwerpen. Deze kan een of meerdere keren worden doorlopen. De kernactiviteiten in de cyclussen hebben verband met elkaar en volgen elkaar op. Met het doorlopen van de verschillende fasen van de cyclus is het mogelijk een goed en duidelijk praktijkonderzoek te doen. (Kersbergen & Haarhuis, 2011).



Figuur 3 (Praktijkonderzoek in de school)

Bruggen en constructies

Bij het maken van een brug heb je te maken met constructies en krachten. Het eigen gewicht van de constructie (interne kracht) en krachten die op de constructie worden uitgeoefend (externe kracht) spelen bij het bouwen van een stevige constructie een rol. Een brug moet stevig en stabiel zijn en heeft hiervoor vaak een stevige en stabiele constructie nodig. Hierbij kun je verschillende materialen gebruiken. Er wordt onderscheid gemaakt tussen natuurlijke en kunstmatige materialen. De functie van het product bepaald welk materiaal wordt gekozen voor het product. Het materiaal dat wordt gekozen moet bepaalde eigenschappen bevatten die passen bij de eisen van het product. Bij constructies die stevig moeten zijn wordt er vaak gekozen voor materialen die van zichzelf al een bepaalde stijfheid hebben en die bestand zijn tegen allerlei krachten zoals het gewicht van de constructie en de belasting van de constructie. Delen van een constructie worden vaak met elkaar verbonden. Dit kan op verschillende manieren worden gedaan. Er bestaan materiaalverbindingen, vormverbindingen en voorwerpverbindingen. Bij materiaalverbindingen wordt er gebruik gemaakt van losse materialen om delen aan elkaar te bevestigen, bij een vormverbinding wordt de vorm van twee delen gebruikt om een verbinding te maken en bij een voorwerpverbinding wordt een



voorwerp gebruikt om een verbinding te maken, die ook weer losneembaar zijn. Naast de constructie, gekozen materialen en verbindingen is de vorm van een constructie ook belangrijk. Er kan gebruik worden gemaakt van driehoeksconstructies, vierhoekconstructies, boogconstructies, piramides en profielen. Profielen worden vaak gebruikt in de bouw. Er bestaan driehoeksprofielen, vierhoekprofielen, L-profielen en buisprofielen (Kersbergen & Haarhuis, 2011).



Figuur 4

<http://www.wijma.com/nl/overig/bruggen-constructies>



Figuur 5 <https://www.thinglink.com/scene/860502811941535745>

Figuur 6 <http://haviksogen.blogspot.nl/2007/04/de-brug-en-haar-verhaal.html>



Figuur 7 https://encyclopedie.beneluxspoor.net/index.php/Vaste_bruggen

Figuur 8 <http://www.kidzlab.nl/content/view/94/57.html>

Theorie voor de leerling

Voor het bouwen van een brug moet je materialen hebben die stevig genoeg zijn om het gewicht van de brug en het gewicht dat de brug moet houden te kunnen dragen. Om de brug stevig te maken moet je de materialen zo aan elkaar zetten dat hij stevig wordt. De losse materialen worden met elkaar verbonden op een manier dat iets stevig wordt. Je kunt verschillende manieren kiezen om een stevige brug te krijgen. Je kunt driehoeken, vierhoeken, bogen, piramides en profielen gebruiken om de brug stevig te maken. Driehoeken en bogen worden veel gebruikt, omdat die heel stevig zijn en veel gewicht kunnen houden. Probeer maar eens een boog te maken van een A4-papier en die tussen twee boeken in te zetten. Als je hierop drukt blijft de boog een boog en blijft hij dus stevig. Met een driehoek hetzelfde. Hier kun je hard op drukken en hij blijft stevig. Hieronder zie je hoe het is gedaan bij bestaande bruggen (Kersbergen & Haarhuis, 2011).

Driehoeken



Boog met driehoeken



Beeldmateriaal: <https://www.youtube.com/watch?v=Wp5lvzQy2g>

Bijlage 10: Format Muzikale Waterglazen

Muzikale waterglazen

Benodigdheden (voor 16 leerlingen):

Verbruiksmateriaal:

- ± 8 liter water
- 6 flesjes verschillende kleuren vloeistof

Gebruiksmateriaal:

- 8 gelijke doorzichtige grote, glazen flessen
- 8 gelijke doorzichtige potten
- 28 verschillende grootten potten
- 2 grote potten (0,5 liter)
- 8 slagstokken
- 2 wijnglazen
- Video: <https://www.schooltv.nl/video/geluid-geluid-is-trilling/>



Organisatorisch:

De les wordt uitgevoerd in de kring en in groepjes aan tafel. Het is belangrijk dat er een digibord aanwezig is.

Veiligheidsaspecten:

De glazen en potten kunnen omvallen, waardoor het water er uit kan stromen en het glas kan breken. Zorg voor handdoeken om het nat geworden oppervlakte droog te maken.

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur.

De leerlingen oefenen met:

- begrippen rond inhoud gebruiken in concrete situaties, waaronder ook de tegenstellingen: vol, voller, volst(e), leeg, veel, weinig, meer, meest(e), minder, minst(e), evenveel.
- het begrip 'inhoud' en in welke situaties er sprake is van 'inhoud' (zoals blokjes in een doos, limonade in een fles of glas).
- redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties (bv.: De inhoud van een hoog smal glas kan minder zijn dan de inhoud van een laag breed glas.).

Kerdoel 42

De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.

De leerlingen ordenen geluiden van hoog naar laag.

Kerdoel 54

De leerlingen leren beelden, **muziek**, taal, spel en beweging te gebruiken, om er gevoelens en ervaringen mee uit te drukken en om er mee te communiceren.

De leerlingen oefenen met:



- klankbeelden ontwerpen en spelen van betekenisvolle situaties met stiltemomenten
- spelen van tegenstellingen: hard-zacht, hoog-laag, snel-langzaam
- experimenteren met verschillende klankkleuren en bespeelmogelijkheden

Doel van het experiment:

Rekenen:

Tijdens de les experimenteren de leerlingen met vorm en inhoud van glazen en potten en kunnen de leerlingen de verschillende glazen en potten van vol naar leeg ordenen en hierbij de begrippen gebruiken.

Aan het eind van de les kunnen de leerlingen benoemen waarom de inhoud van een hoge smalle pot minder kan zijn dan de inhoud van een lage brede pot.

Natuur & Techniek:

Tijdens de les experimenteren de leerlingen met inhoud en geluid door te kijken en luisteren welk geluid uit de glazen en potten komt.

Aan het eind van de les kunnen de leerlingen benoemen hoe geluidsgolven en trillingen ervoor zorgen dat er geluid ontstaat en wat de invloed van inhoud hierop is.

Muziek:

Tijdens de les kunnen de leerlingen de glazen en potten van hoge tonen naar lage tonen rangschikken en oefenen de leerlingen met het maken van een melodie met de glazen en potten.

Aan het eind van de les kunnen de leerlingen benoemen waarom de inhoud met water voor geluid zorgt en hoe het kan dat verschillende inhouden voor verschillende geluiden zorgen.

Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de kinderen aan science, arts en mathematics, omdat de kinderen experimenteren met de glazen en potten met inhoud en daarbij leren over geluid en geluidstrillingen en leren te meten met inhouden. Daarnaast maken de leerlingen muziek met de verschillende glazen en potten.

Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: De leerlingen stellen vragen naar aanleiding van het zien van de video en het horen van geluid uit het wijnglas. Ze vragen zich af hoe het kan dat er geluid ontstaat uit een wijnglas. Tijdens het experiment stellen de leerlingen vragen om erachter te komen hoe het kan dat trillingen voor geluid zorgen en hoe het kan dat de verschillende hoeveelheden inhoud van een glas zorgen voor verschillende toonhoogten. Ze willen weten en begrijpen. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen.

V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met de waterglazen en het geluid dat er uit de glazen ontstaat. Ze experimenteren met de inhoud van verschillende vormen van potten en dat een hoge smalle pot minder inhoud kan hebben dan een lage brede pot.

V3: Verwerken en concluderen: De leerlingen horen wat er gebeurt als je op de verschillende glazen/ potten slaat en zien welke inhoud er bij hoort. Ze verwerken wanneer er een hoge toon en wanneer er een lage toon komt en welke inhoud daarbij hoort. Ook verwerken ze dat de vorm van een object niet perse iets over de inhoud zegt. Na het experiment kunnen de leerlingen vertellen dat veel inhoud zorgt voor een lage toon en weinig inhoud voor een hoge toon en dat een hoge smalle pot niet meer inhoud hoeft te hebben dan een lage brede pot.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: De leerlingen willen meer weten over trillingen en geluiden. Ze willen onderzoeken hoe het kan dat de geluiden en inhouden verschillen. Ze onderzoeken en experimenteren.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen overleggen met elkaar en bespreken met elkaar hoe zij erover denken. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze waarnemen en stellen elkaar vragen over



hun waarnemingen. Ze willen delen. Ook werken de leerlingen samen met het maken van een melodie met de glazen/ potten.

Uitvoering

De leerkracht introduceert de les met de volgende video: <https://www.schooltv.nl/video/geluid-geluid-is-trilling/>. Vervolgens zal de leerkracht met een natte vinger over een wijnglas met daarin water heen gaan. Hier ontstaan trillingen die zorgen voor het geluid. Laat een aantal leerlingen dit ook proberen. De leerkracht vraagt de leerlingen wat ze horen en vraagt hoe zij denken dat dit kan. Hetzelfde zal worden gedaan met een wijnglas met meer inhoud. Dit geluid is lager. Dit zorgt voor de verwondering bij de leerlingen. Er wordt verwacht dat ze naar aanleiding van de uitleg van het experiment en de video meer willen weten over trillingen en geluid en vragen gaan stellen. In de kring worden 8 glazen flessen met verschillende inhoud en geplaatst. De leerkracht laat de toon van de flessen horen met de slagstok. De leerkracht vraagt wat de leerlingen horen en hoe zij denken dat het verschil wordt veroorzaakt. Ook vraagt hij hoe de leerlingen denken dat de fles met inhoud geluid maakt. Vervolgens plaatsen de leerlingen de flessen van vol naar leeg. De leerkracht vraagt de leerlingen om uitleg over hoe ze het doen en waarom en lokt de leerlingen uit om begrippen rondom inhoud te gebruiken. Vervolgens mag een leerling op de flessen slaan en wordt er besproken wat de leerlingen horen. De leerkracht stelt vragen over de flessen, de inhoud en de geluiden: Wat hoor je? Wat zijn de verschillen? Waar hoor je een hoge toon en waar een lage? Is de hoge toon ook de hoogste inhoud? Waardoor denk je dat het verschil in toonhoogte ontstaat? Er wordt gebrainstormd over een verklaring voor het verschil in geluid. Er wordt een spelletje gespeeld. Alle kinderen sluiten de ogen en een leerling mag op een fles slaan. De andere leerlingen raden op welke fles is geslagen en redeneren hierover. De leerkracht vraagt steeds waarom de leerling dit denkt en hoe ze dit kunnen weten. De leerkracht kan ervoor kiezen eerst een aantal flessen weg te halen en er steeds één bij te zetten. Hierna worden verschillende lege potten op tafel gezet. De leerkracht vraagt in welke pot de kinderen denken het meeste water kan. Dit wordt bekeken door de potten te vergelijken en er water in te gieten. De grootste pot bevat niet het meeste water en de volste pot is niet het grootst. Dit wordt onderzocht door het water van de grootste pot volgens de kinderen over te gieten in pot waar meer in kan. Er wordt geredeneerd over waarom dit zo is. De leerkracht laat de leerlingen hun redenering verwoorden. Daarna wordt het nog eens onderzocht met andere potten. Het water wordt steeds van de ene pot naar de andere pot gegoten. De leerlingen verwoorden hun conclusie. Daarna worden de potten van hoge toonhoogte naar lage toonhoogte gerangschikt, waarbij de leerkracht weer steeds vraagt hoe de leerlingen kunnen ontdekken welke pot hierna komt. Kun je het aan het geluid horen of kun je het aan de inhoud zien? De leerlingen krijgen daarna in groepjes van 3, zeven potten mee van verschillende grootten en mogen in groepsverband experimenteren met de klanken van het geluid, de hoeveelheid water dat in de potten past in vergelijking met andere potten en het maken van een melodie. De melodie of het andere ontdekte wordt in de presentatie aan elkaar laten horen. Ook wordt er geëvalueerd wat de leerlingen hebben geleerd van deze experimenten.

Theorie voor de leerkracht

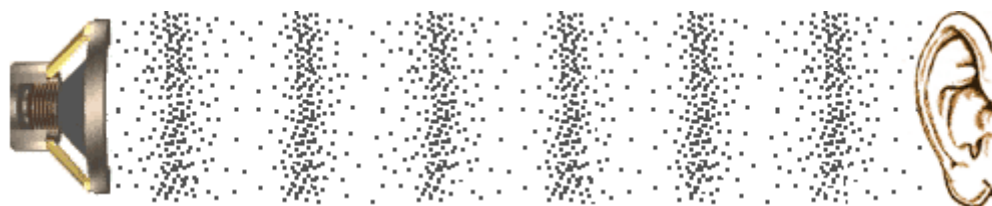
Geluiden ontstaan door trillingen die uit een geluidsbron ontstaan. De trillingen worden doorgegeven aan de omringende lucht en kunnen zo worden waargenomen met onze oren. Ook kunnen de trillingen worden doorgegeven aan vloeistof en vaste stof. Deze materie geven ook trillingen door. De volume, toonhoogte en klankkleur van geluid worden bepaald door specifieke eigenschappen van een geluidsbron en de manier waarop het geluid wordt geproduceerd. Geluiden worden gedempt/ geabsorbeerd door zachte materialen met een onregelmatig oppervlak. Geluiden worden weerkaatst/ gereflecteerd door materialen met een hard en glad oppervlak (Kersbergen & Haarhuis, 2011).



Wanneer er op een glas/ pot/ fles met water wordt geslagen ontstaan er geluidstrillingen die door het water worden doorgegeven. De toonhoogte van het geluid wordt bepaald door de snelheid van de geluidstrillingen. Hoe meer water er in het glas/ de pot/ de fles zit, hoe lager de toonhoogte. Omgekeerd zal de toon hoger worden, wanneer er minder water in het glas/ de pot/ de fles zit. Dit verschil wordt bepaald door de snelheid waarmee de trillingen door het water worden doorgegeven. In weinig water is de snelheid van geluidstrillingen hoger dan in veel water (Kersbergen & Haarhuis, 2011).

Theorie voor de leerling

Geluiden zijn trillingen. Leg maar eens rijstkorrels op een velletje plastic folie die je over een kommetje hebt gespannen en doe dan muziek aan. Je zult zien dat de korrels gaan 'springen'. Dit komt door de trillingen die ontstaan uit het geluid van de muziek. Deze trillingen gaan door de lucht en zorgen ervoor dat de rijst in beweging komt. Wanneer je ook merkt dat geluid trillingen zijn, is als je in de bioscoop zit en je het gevoel hebt dat je het stampen van een monster echt kunt voelen. Ook dan zorgen de trillingen van geluid ervoor dat je dit voelt. De trillingen gaan door de lucht heen. Als je geluid hoort komen de trillingen in je oren, zodat je iets hoort. Trillingen kunnen ook door worden gegeven aan vloeistoffen. Wanneer er op een glas/ pot/ fles met water wordt geslagen ontstaan er geluidstrillingen die door het water worden doorgegeven. De toonhoogte van het geluid wordt bepaald door de snelheid van de geluidstrillingen. Hoe meer water er in het glas/ de pot/ de fles zit, hoe lager de toonhoogte (hoe lager de klank). Omgekeerd zal de toon hoger worden, wanneer er minder water in het glas/ de pot/ de fles zit. Dit verschil wordt bepaald door de snelheid waarmee de trillingen door het water worden doorgegeven. In weinig water is de snelheid van geluidstrillingen hoger dan in veel water (Kersbergen & Haarhuis, 2011).



Figuur 9

<http://www.betavakken.nl/natuurkunde/Kennisbank/Golven%20en%20straling/Geluid/Stencil%20geluid%20klas%202H A.htm>

Beeldmateriaal:

<https://www.schooltv.nl/video/geluid-beweegt-geluid-is-trillende-lucht/>

<https://www.schooltv.nl/video/geluid-geluid-is-trilling/>

<https://www.hetklokhuis.nl/tv-uitzending/3668/Geluid>



Bijlage 11: Format Katapult

Katapult

Benodigheden (voor 16 leerlingen):

Verbruiksmateriaal:

- 120 ijsstokjes
- 20 plastic dopjes van een 0,5 liter flesje
- 60 elastiekjes
- 1 rol dubbelzijdig tape

Gebruiksmateriaal:

- 100 pomponnetjes
- Video: <https://www.schooltv.nl/video/hefbomen-meer-kracht-door-het-gebruik-van-een-hefboom/>
- 30 linialen
- 30 meetlinten
- 8 rolmaten
- 10 touwen van ca. 1 meter



Organisatorisch:

Het experiment is geschikt voor groep 3. Het is belangrijk dat er een digibord en een vrije ruimte aanwezig is, waar genoeg ruimte is voor de leerlingen om met de katapult te schieten en de afstand te meten.

Veiligheidsaspecten:

Benoem dat de leerlingen alleen met propjes papier en pomponnetjes mogen schieten en niet met bijvoorbeeld scherpe of harde voorwerpen.

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur (SLO, 2016)

De leerlingen leren lengte te meten via afpassen met een natuurlijke maat en leren dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft. De leerlingen ontdekken waarom het afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes. (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017)

Kerdoel 45:

De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren (SLO, 2016).

De leerlingen maken een constructie voor een katapult met verschillende verbruiksmaterialen, waarbij ze leren hoe een hefboom werkt.

Doel van het experiment:

Tijdens het experiment maken de leerlingen een constructie voor een katapult van ijsstokjes, elastiekjes en een dopje, waarna ze de afstand van de geschoten propjes/ pomponnetjes gaan meten door te afpassen via een natuurlijke of standaard maat met behulp van touwen, linialen, meetlinten, rolmaten en natuurlijke maten.



Aan het einde van het experiment kunnen de leerlingen benoemen hoe de hefboom ervoor zorgt dat de katapult voorwerpen kan wegschieten en kunnen de leerlingen benoemen waarom het afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes.

Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de kinderen aan technology, engineering en mathematics, omdat de leerlingen experimenteren met het maken van een constructie voor een katapult, die kan schieten door middel van een hefboom. Daarnaast experimenteren de leerlingen met het meten via het afpassen met een natuurlijke maat bij het meten van de lengte van de afgeschoten voorwerpen.

Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: De leerlingen krijgen een probleem/ opdracht om zelf een katapult te maken die voorwerpen kan wegschieten. Tijdens het experiment stellen de leerlingen vragen om erachter te komen hoe ze met de materialen een katapult kunnen maken die voorwerpen kan afschieten. Ze willen weten en begrijpen. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen. Daarnaast stellen de leerlingen vragen over hoe ze de lengte kunnen meten via het afpassen met een natuurlijke maat en hoe ze afspraken kunnen maken over één vaste maat.

V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met het maken van de katapult met de aangeboden materialen en experimenteren de leerlingen met hoe ze lengtes kunnen meten.

V3: Verwerken en concluderen: De leerlingen verwerken wat er gebeurt wanneer de katapult afschiet en concluderen hoe het kan dat de hefboom ervoor zorgt dat voorwerpen worden afgeschoten. De leerlingen proberen de katapult verder te laten schieten door hun constructie te veranderen. Na het experiment kunnen de leerlingen vertellen hoe de hefboom in de katapult ervoor zorgt dat voorwerpen kunnen worden afgeschoten.

V5: Maken: De leerlingen maken een katapult om voorwerpen mee af te schieten en afstanden te meten.

V6: Gebruiken: De leerlingen gebruiken hun eigen katapult om voorwerpen mee af te schieten en gebruiken de katapult bij het meten van lengtes.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: De leerlingen willen meer weten over hoe ze een katapult kunnen maken en gebruiken. Het is voor hen een uitdaging om een katapult te maken en de lengte te meten die de voorwerpen hebben afgelegd.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen gaan in tweetallen experimenteren met de katapult, waarbij ze steeds gaan meten welk voorwerp verder is weggeschoten. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze waarnemen en stellen elkaar vragen over hun waarnemingen. Ze meten samen en helpen elkaar bij het eerlijk meten. De leerlingen willen delen en vertellen elkaar over hoe ver hun voorwerp is weggeschoten.

Uitvoering

De leerkracht introduceert de les met de volgende video: <https://www.schooltv.nl/video/hefbomen-meer-kracht-door-het-gebruik-van-een-hefboom/>. Er wordt verwacht dat de leerlingen nieuwsgierig worden over hefbomen naar aanleiding van de video. De leerkracht pakt de katapult erbij en begint pomponnetjes door de klas te schieten. Hij vraagt welk pomponnetje het verst is gekomen en hoe we hier achter kunnen komen. De afstand wordt gemeten. De leerlingen geven aan hoe de afstand moet worden gemeten (stappen, touw, meetlat, meetlint, liniaal etc.). Daarna wordt de afstand vergeleken met de andere pomponnetjes. Hoe ver zijn die gekomen? De leerkracht vraagt hoe de leerlingen denken dat de katapult de pomponnetjes weg heeft kunnen schieten. Wat doet de hefboom in de katapult? De leerlingen krijgen allemaal 7 ijsstokjes en 3 elastiekjes, een stukje dubbelzijdig tape en een flessendopje. Ze maken nu zelf hun katapult. Als de katapult af is kunnen de leerlingen hun katapult proberen met pomponnetjes. De leerkracht loopt langs om te begeleiden en interventies te plegen; Denk je dat de katapult zo gaat schieten? Hoe kun je ervoor zorgen dat hij



verder gaat schieten? Waarvoor denk je dat de elastiekjes zijn? Kun je meer ijsstokjes op elkaar leggen? (De leerkracht biedt extra elastiekjes en ijsstokjes aan). Maakt het uit waar je het dopje plakt? Hoe kun je ervoor zorgen dat de pomponnetjes minder ver/ verder worden afgeschoten? Als een tweetal een katapult af heeft mogen ze met z'n tweeën de katapult uitproberen. Het gaat er om wie het verst heeft geschoten en wat die afstand is. Aan het einde van de les wil de leerkracht weten wat de verste afstand was. De leerkracht biedt touwen, stokken, linialen, meetlinten en rolmaten aan om mee te meten. De leerlingen kunnen ook een natuurlijke maat gebruiken (voeten/ stappen). De leerkracht zal tijdens het meten tussentijds evalueren, waarin zo nodig wordt besproken wat de maten zijn en, als ze verschillen, hoe ze ervoor kunnen zorgen dat de maten gelijk zijn. Er zal een vaste maat worden afgesproken. Aan het einde van de les wordt de verst afgeschoten pompon besproken en er wordt gekeken hoever dat was door het na te meten. Ook wordt er geëvalueerd wat de leerlingen hebben geleerd over de werking van de katapult. Er kan vervolgens worden opgeruimd.

Theorie voor de leerkracht

Hefbomen

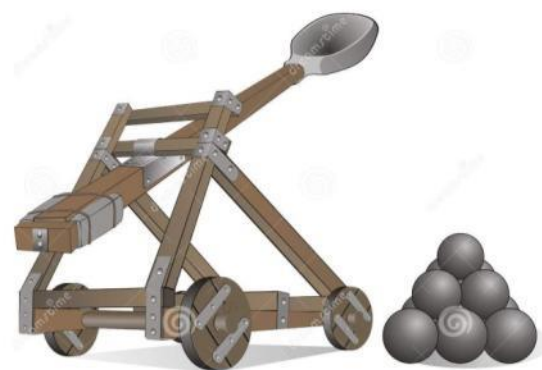
Hefbomen worden meestal gebruikt om voorwerpen met een groot gewicht te kunnen optillen of een weerstand te overwinnen. Het zijn vaak lange staven of stangen met een draai- of steunpunt waar de staaf draait of scharniert. Soms wordt een hefboom ook gebruikt om een voorwerp dat weerstand uitoefent een grotere afstand af te laten leggen of om een nauwkeurige handeling uit te voeren. Er bestaan primaire, secundaire en tertiaire hefboomen. De plaats van het draaipunt, de plek waar de kracht wordt uitgeoefend en de plek waar een weerstand wordt overwonnen bepaald het onderscheid. Bij primaire hefboomen zit het draaipunt tussen de kracht en de weerstand in (voorbeeld: wip). Bij secundaire hefboomen bevindt de weerstand zich in het midden en bevinden de kracht en het draaipunt zich aan de uiteinden (voorbeeld: kruiwagen). Bij tertiaire hefboomen bevindt de uitgeoefende kracht zich tussen het draaipunt en de weerstand (voorbeeld pincet) (Kersbergen, 2011).

Katapult

De gemaakte katapult kan worden gezien als een primaire hefboom, waarbij het draai- of steunpunt tussen de weerstand en kracht in zit. Doordat het steunpunt dicht naar de weerstand is geplaatst kan er een voorwerp worden afgeschoten, wanneer er kracht wordt uitgeoefend op het andere uiteinde. Hoe verder het steunpunt naar de weerstand is geplaatst, hoe verder de katapult een voorwerp kan afschieten. Belangrijk is hierbij wel dat de weerstand groot genoeg is en genoeg weerstand biedt om iets af te schieten. (Kersbergen, 2011).

Theorie voor de leerling

Met een katapult kun je voorwerpen afschieten. Dit kan omdat er een hefboom in de katapult zit. Een hefboom zorgt ervoor dat je voorwerpen die heel zwaar zijn, makkelijk kunt bewegen/ optillen. Bij de katapult zit de hefboom in het midden. Aan de ene kant van de katapult kun je voorwerpen plaatsen in een soort kom die weg moeten worden geschoten en aan de andere kant van de katapult zit een zwaar voorwerp (of zitten de elastiekjes die hem goed vastbinden). Het zware voorwerp of de elastiekjes zorgen ervoor dat de kom waar je voorwerpen in wilt plaatsen omhoog wil staan. Dit



Figuur 10

https://www.google.nl/search?q=katapult&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewiCsP-hsqvaAhUQY1AKHWtrCqkQ_AUICigB#imgsrc=wDBqrQRE5EF LmM:



wil hij altijd. Als je hem naar beneden trekt zal hij terug willen naar zijn plek boven. Als je hem daarom naar beneden trekt en loslaat zal hij heel snel weer naar boven gaan. Hierdoor schiet hij dan voorwerpen weg (Kersbergen, 2011).

Beeldmateriaal:

<https://www.schooltv.nl/video/hefbomen-meer-kracht-door-het-gebruik-van-een-hefboom/>



Bijlage 12: Format Zandloper

Zandloper

Benodigdheden (voor 16 leerlingen):

Verbruiksmateriaal:

- 32 0,5 liter flesjes
- 1 stevige kartonnen doos
- 5 kilo suiker
- 5 lijmvullingen voor een lijmpistool
- 1 kaars

Gebruiksmateriaal:

- 8 permanent markers zwart
- lijmpistool
- 16 scharen
- 16 prikpenen
- 8 stopwatches op de iPad
- Klok
- Waterklok
- Kraan



Organisatorisch:

Het experiment is geschikt voor groep 3 en kan in een klaslokaal worden uitgevoerd.

Veiligheidsaspecten:

De leerlingen werken met een lijmpistool. Deze wordt erg heet. Leer de leerlingen omgaan met een lijmpistool als ze deze ervaring niet hebben. Waarschuwing voor branden van handen en waarschuwing voor neerleggen van de hete lijmpistool als deze even niet gebruikt wordt.

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur (SLO, 2016)

De leerlingen leren dat je met een waterklok kunt zien dat er tijd is verstreken en kunnen dit uitleggen. Indirect leren ze dat je aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving kunt zien dat er tijd verstrijkt. (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017)

Doel van het experiment:

Tijdens het experiment experimenteren de leerlingen met het maken van een zandloper, met het meten hoeveel suiker er in de zandloper moet voor een bepaalde tijd en met het omgaan met stopwatches.

Aan het eind van het experiment kunnen de leerlingen benoemen hoe je aan de zandloper kunt zien dat er tijd verstrijkt.

Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de leerlingen aan technology en mathematics, omdat de leerlingen experimenteren met het maken van een zandloper, met het meten van tijd met een zandloper en stopwatches, met het bepalen hoeveel suiker er in de zandloper moet voor een bepaalde tijd en met het aflezen van tijd op instrumenten.



Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: De leerlingen krijgen een probleem/ opdracht om zelf een zandloper te maken van de materialen die een vooraf bepaalde tijd verstrijkt wanneer hij wordt gebruikt. Tijdens het experiment stellen de leerlingen vragen om erachter te komen hoe ze met de materialen een zandloper kunnen maken en hoe ze ervoor kunnen zorgen dat hij een bepaalde tijd loopt. Ze willen weten en begrijpen. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen.

V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met het maken van de zandloper die voor een bepaalde tijd loopt. Ze experimenteren met de hoeveelheid suiker, de grootte van het gat en experimenteren met stopwatches om de tijd te meten.

V3: Verwerken en concluderen: De leerlingen zien wat er gebeurt en proberen steeds opnieuw om te kijken hoeveel tijd er verstrijkt met de zandloper. Na het experiment kunnen de leerlingen vertellen dat je met de zandloper kunt zien dat er tijd verstrijkt en hoeveel tijd dat is.

V5: Maken: De leerlingen maken een werkende zandloper om te kijken hoe tijd verstrijkt en dit te meten.

V6: Gebruiken: De leerlingen gebruiken hun eigen gemaakte zandloper en kunnen kijken hoeveel tijd er met hun zandloper verstrijkt door het steeds te meten.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: De leerlingen willen meer weten over hoe ze een zandloper kunnen maken die ze kunnen gebruiken en die een bepaalde tijd loopt. Het is voor hen een uitdaging om een zandloper te maken en de tijd te meten met instrumenten en de zandloper.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen maken samen een zandloper en meten samen de tijd met de zandloper. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze waarnemen en stellen elkaar vragen over hun waarnemingen. Ze willen delen en laten aan elkaar zien hoe zij een zandloper hebben gemaakt.

Uitvoering

De leerkracht begint met het laten zien van een kaars die aan wordt gestoken. Kun je aan een kaars zien dat er tijd voorbij gaat? Deze vraag zal worden gesteld. Waarom wel/ niet? De kaars zal gedurende de activiteit aan blijven staan, zodat dit aan het einde kan worden bepaald. Vervolgens wordt er een kraan aangezet, zodat hij druppels drupt. Kun je hier aan zien dat er tijd voorbij gaat? Waarom wel/ niet? Elke drup kun je tellen en aan elke drup kun je zien dat het weer iets later is. Daarna wordt de waterklok laten zien. Kun je hieraan zien dat er tijd voorbij is gegaan? Al deze voorbeelden zorgen ervoor dat de leerlingen meer willen weten over hoe je kunt zien dat tijd verstrijkt. Er zal worden gebrainstormd over andere manieren om te laten zien dat er tijd verstrijkt. De leerkracht laat de zandloper zien en vraagt de leerlingen of je hier kunt zien dat er tijd verstrijkt en hoe je dat kunt zien. De leerkracht vertelt de leerlingen dat ze zelf een zandloper gaan maken. De leerkracht vraagt de leerlingen wat ze nodig hebben om een zandloper te maken. Ook wordt er al even gebrainstormd over hoe de leerlingen ervoor kunnen zorgen dat de zandloper een bepaalde tijd (bv. 1 minuut) loopt. De leerkracht laat de leerlingen ontdekken hoe de zandloper is gemaakt, door hem te laten zien. De leerlingen krijgen in tweetallen de materialen om de zandloper te maken. Ze maken eerst het gat in het karton, waarbij de leerkracht vraagt hoe groot ze denken dat hij moet zijn en wat de invloed van het gat op de zandloper is. De leerlingen mogen de zandloper maken. Voordat ze de zandloper dicht mogen lijmen met de lijmpistool moeten ze een aantal keer hebben gekeken of de tijd klopt in de zandloper. (Één kant wordt al wel dichtgelijmd met het kartonnetje). De leerkracht loopt langs en pleegt interventies. Wat denk je dat je met het karton moet doen? Denk je dat de dikte van het gat uit maakt? Zal het uitmaken wat voor soort flesjes je gebruikt? Denk je dat de zandloper op deze manier werkt? Hoe vol denk je dat de fles moet met suiker? Zal deze zandloper lang of kort lopen en hoe kun je dit weten? Kun je uitleggen hoe het kan dat er wel/niet suiker uit de fles loopt? Waarom denk je dat de tijd verschilt per fles? Waarom denk je dat er aan de ene kant wel suiker uit loopt en de andere kant niet? Kun je dat ergens aan zien? Hoe kun je weten hoe lang de zandloper loopt? Kun je ook bedenken hoe lang de zandloper loopt als hij halverwege is? Loopt de



stopwatch nu vanaf het begin of gaat hij verder? Hoe kun je zien hoeveel tijd er verstrijkt? De leerlingen meten de tijd op de stopwatch op hun iPad of op de klok in het lokaal. Als ze tevreden zijn met de hoeveelheid suiker in de fles kunnen de flessen met het karton er tussen worden dicht geplakt. Tijdens de evaluatie vertellen de leerlingen hoe zij denken dat het kan dat de zandloper loopt, hoe ze aan de zandloper kunnen zien dat er tijd verstrijkt en hoe ze hebben gemeten hoe lang de zandloper loopt.

Theorie voor de leerkracht

Waterklok

In Egypte werd de waterklok uitgevonden. De voorgaande zonnewijzer of schaduwklok bracht problemen tijdens zonsondergang en op bewolkte of regenachtige dagen. De tijd kon dan niet worden gemeten. Ze bedachten de waterklok, waarmee de tijd kon worden gemeten. Rond 1500 voor Christus werd de waterklok uitgevonden. Deze waterklok bestond uit stenen 'emmers' met een gat dicht bij de onderkant. Hier stroomde het water met een constante snelheid uit. Op basis van het waterpeil konden de Egyptenaren de tijd meten. De snelheid waarmee water uit de 'emmer' stroomt geeft de verstreken tijd weer. Deze waterklok is te vergelijken met een zandloper (www.oude-egypte.nl).



(www.oude-egypte.nl)

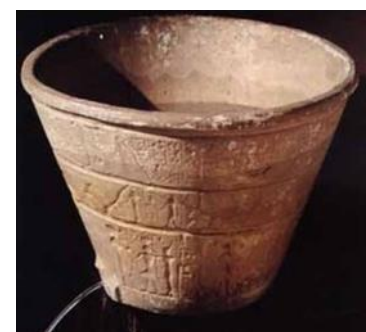
Zandloper

Met een zandloper kun je de tijd meten. Een zandloper heeft twee reservoirs die via een smalle verbinding met elkaar zijn verbonden. In de bovenste reservoir bevindt zich het zand dat door de zwaartekracht door het smalle kanaal naar het onderste reservoir valt. De zandloper heeft een bepaalde tijd nodig om al het zand van de bovenste naar de onderste reservoir te krijgen (Kersbergen, 2011).

Theorie voor de leerling

Waterklok

In het land Egypte werd de waterklok uitgevonden en voor het eerst gebruikt. Voordat de mensen in Egypte een waterklok gebruikten om te kijken hoeveel tijd er voorbij was of hoe laat het was, gebruikten ze een zonnewijzer of een schaduwklok. De zon werd dan gebruikt om te kijken hoe laat het was. Als de zon op een bepaalde plek stond konden de mensen zien hoe laat het was. Het was alleen een probleem als de zon niet scheen, dan konden de mensen niet bepalen hoe laat het was. Daarom werd de waterklok uitgevonden. De eerste waterklok was een stenen emmer met een gat dicht bij de onderkant. Het stroomde het water uit. Door te kijken hoeveel water er nog in de emmer zat konden de mensen bepalen hoeveel tijd er voorbij was.



(www.oude-egypte.nl)

Zandloper

Met een zandloper kun je de tijd meten. Een zandloper heeft twee delen die via een smalle verbinding met elkaar zijn verbonden. In de bovenste deel zit het zand dat naar beneden gaat door het smalle kanaal naar het onderste deel. De zandloper heeft een bepaalde tijd nodig om al het zand van het bovenste naar het onderste deel te krijgen (Kersbergen, 2011).





Beeldmateriaal:

<https://www.youtube.com/watch?v=btWYam4OL64>

<https://www.schooltv.nl/video/het-klokhuis-de-tijd/>

Figuur 11 <https://www.mmebovary.be/products/zandloper-30-minuten-met-zwart-zand>



Bijlage 13: Format Toren bouwen

Toren bouwen

Benodigheden (voor 16 leerlingen):

Verbruiksmateriaal:

- 500 satéstokjes van tussen de 10 en 15 cm
- ca. 750 gram tumtums/ dropjes
- 50 ongekekookte spaghetti's
- 20 marshmallows

Gebruiksmateriaal:

- 16 linialen
- 16 meetlinten
- Digibord + video:

<https://www.youtube.com/watch?v=a2V3e0oAz5g>

- Foto's van torens



Organisatorisch:

Het experiment is geschikt voor groep 3. Het experiment kan worden uitgevoerd in een klaslokaal. Het is belangrijk dat er een digibord aanwezig is.

Veiligheidsaspecten:

Niet van toepassing.

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur (SLO, 2016)

De leerlingen leren lengte te meten via afpassen met een natuurlijke maat en leren dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft. De leerlingen ontdekken waarom het afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes. (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017)

Kerdoel 45:

De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren (SLO, 2016).

De leerlingen ontwerpen en maken een constructie voor een stevige toren die zo hoog mogelijk is met behulp van satéstokjes en tumtum/ dropjes.

Doel van het experiment:

Tijdens het experiment kunnen de leerlingen een stevige constructie voor een toren maken van satéprikkers en tumtum/ drop en experimenteren de leerlingen met hoe ze de torens kunnen meten en welke maat ze hierbij moeten gebruiken.

Aan het einde van het experiment kunnen de leerlingen benoemen hoe je met een constructie ervoor kunt zorgen dat de toren niet omvalt en kunnen de leerlingen benoemen hoe de torens met behulp van een liniaal kunnen worden gemeten.

Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de leerlingen aan technology, engineering en mathematics, omdat de leerlingen experimenteren met het ontwerpen en maken van een stevige toren van satéprikkers en



tumtum/ drop, waarbij de tumtum/ dropjes als verbindingsmateriaal worden gemaakt. Ze experimenteren met hoe ze een stevige constructie kunnen maken en hoe ze deze toren kunnen meten met een natuurlijke of standaard maat.

Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: Naar aanleiding van het probleem stellen de leerlingen vragen. Hoe kun je ervoor zorgen dat je van satéprikkers en tumtum/ drop een toren kunt bouwen? Hoe kun je ervoor zorgen dat de toren niet omvalt? Hoe kan de toren worden opgemeten? Ze opperen hiervoor ideeën en voorspellen hun verwachtingen. Ook voorspellen ze hoe hoog hun toren zal worden. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen. Daarnaast stellen de leerlingen vragen over hoe ze de lengte kunnen meten via het afpassen met een natuurlijke/ standaard maat en hoe ze afspraken kunnen maken over één vaste maat.

V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met het maken van een zo hoog mogelijke toren van tumtum/ drop en satéprikkers, die niet omvalt. Hoe kunnen ze dit voor elkaar krijgen? Door te doen ontdekken de leerlingen dit. Daarnaast experimenteren de leerlingen met hoe ze lengtes kunnen meten.

V3: Verwerken en concluderen: De leerlingen verwerken wat er gebeurt wanneer ze de toren bouwen en meten en concluderen dat je de toren steviger moet maken aan de zijkanten om hem niet om te laten vallen. Ook concluderen ze hoe ze met een maat eerlijk kunnen meten en dat je afspraken moet maken over een maat. Tijdens de nabespreking verwerken de leerlingen hun bevindingen en verwoorden ze wat ze hebben gezien en geleerd.

V5: Maken: De leerlingen maken hun eigen toren van satéprikkers en tumtum/drop die zo hoog mogelijk is en niet omvalt, zodat ze hem kunnen opmeten.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: Naar aanleiding van de probleemstelling worden de leerlingen nieuwsgierig. Ze willen meer weten over hoe je een toren kunnen maken met satéprikkers en tumtum/ drop. Het is voor hen een uitdaging om een stevige toren te maken en de hoogte te meten van de toren.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen werken samen bij het bouwen van hun toren. Ze overleggen over hoe hun toren er uit komt te zien en hoe ze ervoor kunnen zorgen dat de toren niet omvalt. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze waarnemen en stellen elkaar vragen over hun waarnemingen. Ze meten samen en helpen elkaar bij het eerlijk meten. De leerlingen willen delen en vertellen elkaar over hoe hoog hun toren is.

Uitvoering

De leerkracht introduceert de les met het laten zien van het bouwwerk van spaghetti en marshmallows. Deze staat voor in de klas. Er wordt verwacht dat de leerlingen zich gaan afvragen hoe het kan dat je van spaghetti en marshmallows een bouwwerk kunt maken. De leerkracht stelt de vraag hoe de leerlingen denken dat het kan dat het bouwwerk rechtop blijft staan. Hoe is dat gedaan in het bouwwerk? Er wordt verwacht dat de leerlingen naar aanleiding van het zien van het bouwwerk meer willen weten over hoe ze met eten bouwwerken kunnen maken. De leerkracht introduceert de volgende probleemstelling: Hoe kun je met satéprikkers en tumtum/ drop een toren maken die zo hoog mogelijk is en niet omvalt? Er wordt gebrainstormd over een oplossing. Hierbij laat de leerkracht foto's zien van torens en wordt er besproken hoe daar de stevigheid is gecreëerd. Waar moet je aan denken om ervoor te zorgen dat hij niet omvalt? Wie heeft al een idee over hoe je dit kunt doen? Hoe hoog denken jullie dat we de toren kunnen maken? Hoe moeten we dit meten? De leerlingen gaan vervolgens in tweetallen aan de slag. Elk tweetal krijgt eerst 15 tumtums/ dropjes, 20 satéprikkers, een meetlint en een liniaal. Ze gaan aan de slag. De leerkracht loopt langs om interventies te plegen. Hoe kun je ervoor zorgen dat de toren nog hoger wordt? Hoe kun je hem steviger maken, zodat hij niet steeds omvalt? Hoe zagen de echte torens er uit en hoe werden die stevig gemaakt? Hoe kun je de toren meten? Kun je de liniaal ergens voor gebruiken? Wat zullen die cijfers op de liniaal betekenen? Als interventie zal de leerkracht tussentijds de volgende video tonen:

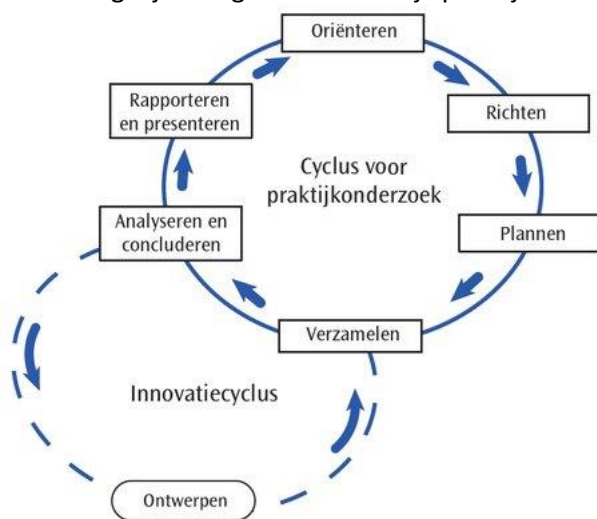


<https://www.youtube.com/watch?v=a2V3e0oAz5g> Naar aanleiding van de video wordt er besproken hoe ze hier ervoor zorgen dat een bouwwerk hoger wordt. Hoe maken ze hem stevig? De leerkracht biedt tussendoor extra satéprikkers en tumtum/ drop aan. Er wordt tussentijds gevraagd hoe hoog de torens zijn en dit wordt opgeschreven. De leerlingen kunnen proberen hier overheen te gaan. Hierbij wordt gekeken of iedereen dezelfde maat gebruikt. Zo niet vraagt de leerkracht de leerlingen hoe ze eerlijk kunnen meten en wat ze daarvoor nodig hebben. Hoe kan het dat de ene toren langer is volgens het meten, maar in het echt korter dan een andere toren? Er wordt een vaste maat afgesproken. Wanneer alle torens klaar zijn worden de meetresultaten opgeschreven op het bord. Er wordt gekeken wie de winnaar is. De leerlingen benoemen hun meetresultaat en alle torens worden nagemeten. Er wordt vervolgens geëvalueerd over wat de leerlingen hebben geleerd, hoe je een stevige toren kunt maken en hoe je eerlijk kunt meten.

Theorie voor de leerkracht

Ontwerpen en innoveren

Bij een ontwerponderzoek wordt er gebruik gemaakt van twee cyclussen; de cyclus voor praktijkonderzoek en de innovatiecyclus. De innovatiecyclus wordt alleen toegevoegd aan het onderzoek, wanneer er een ontwerp vraag is die zich richt op innovatie. De cyclus voor praktijkonderzoek omvat zes kernactiviteiten; oriënteren, richten, plannen, verzamelen, analyseren en concluderen, rapporteren en presenteren. De kernactiviteit van de innovatiecyclus is ontwerpen. Deze kan een of meerdere keren worden doorlopen. De kernactiviteiten in de cyclussen hebben verband met elkaar en volgen elkaar op. Met het doorlopen van de verschillende fasen van de cyclus is het mogelijk een goed en duidelijk praktijkonderzoek te doen. (Kersbergen & Haarhuis, 2011).



Figuur 12 (Praktijkonderzoek in de school)

Constructies

Bij het maken van een toren heb je te maken met constructies en krachten. Het eigen gewicht van de constructie (interne kracht) en krachten die op de constructie worden uitgeoefend (externe kracht) spelen bij het bouwen van een stevige constructie een rol. Een toren moet stevig en stabiel zijn en heeft hiervoor vaak een stevige en stabiele constructie nodig. Hierbij kun je verschillende materialen gebruiken. Er wordt onderscheid gemaakt tussen natuurlijke en kunstmatige materialen. De functie van het product bepaald welk materiaal wordt gekozen voor het product. Het materiaal dat wordt gekozen moet bepaalde eigenschappen bevatten die passen bij de eisen van het product. Bij constructies die stevig moeten zijn wordt er vaak gekozen voor materialen die van zichzelf al een bepaalde stijfheid hebben en die bestand zijn tegen allerlei krachten zoals het gewicht van de constructie en de belasting van de constructie. Delen van een constructie worden vaak met elkaar verbonden. Dit kan op verschillende manieren worden gedaan. Er bestaan materiaalverbindingen,



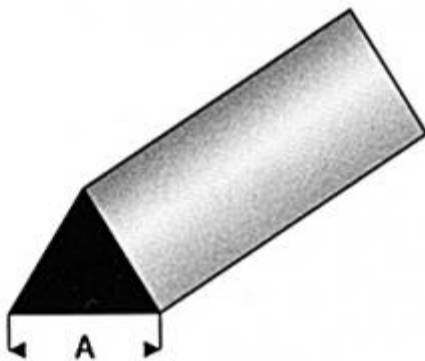
vormverbindingen en voorwerpverbindingen. Bij materiaalverbindingen wordt er gebruik gemaakt van losse materialen om delen aan elkaar te bevestigen, bij een vormverbinding wordt de vorm van twee delen gebruikt om een verbinding te maken en bij een voorwerpverbinding wordt een voorwerp gebruikt om een verbinding te maken, die ook weer losneembaar zijn. Naast de constructie, gekozen materialen en verbindingen is de vorm van een constructie ook belangrijk. Er kan gebruik worden gemaakt van driehoeksconstructies, vierhoekconstructies, boogconstructies, piramides en profielen. Profielen worden vaak gebruikt in de bouw. Er bestaan driehoeksprofielen, vierhoekprofielen, L-profielen en buisprofielen (Kersbergen & Haarhuis, 2011).

Toren van satéprikkers en tumtum

Bij de toren van satéprikkers en tumtum/ drop is de tumtum/ drop het verbindingsmateriaal. De tumtum/ drop verbindt de satéprikkers met elkaar, waardoor er een toren kan worden gemaakt. Om ervoor te zorgen dat de toren niet omvalt is het van belang dat er een stevige constructie wordt gemaakt. Alle krachten moeten voor een toren onder controle zijn. Door eerst een brede basis te maken worden de krachten verdeelt over een groot oppervlak. Dit helpt bij het maken van een stabiele toren. Daarnaast is het belangrijk dat de toren aan de bovenkant niet te zwaar is, want dan is de kans groot dat hij omvalt. Een constructie in de toren kan ervoor zorgen dat hij steviger wordt. Denk hierbij aan de driehoeksconstructie of een piramide (Kersbergen & Haarhuis, 2011).

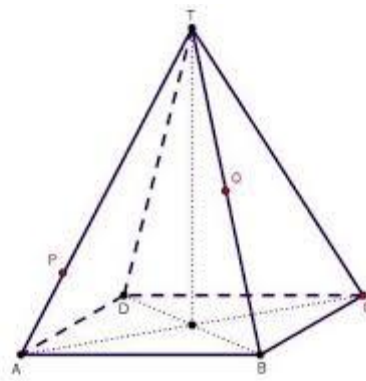
Theorie voor de leerling

Als je een toren maakt moet je rekening houden met het gewicht dat de toren moet kunnen dragen. Het gewicht van de toren zelf en het gewicht dat er nog bovenop komt moet hij kunnen dragen. Een toren moet stevig en stabiel worden gebouwd, omdat hij niet om moet vallen en het gewicht moet kunnen dragen. Hiervoor moet hij op een stevige en stabiele manier worden gebouwd. Hiervoor kun je verschillende materialen gebruiken. Voor het maken van een stevige toren kun je gebruik maken van verschillende vormen. Je kunt driehoeken, vierhoeken, bogen, piramides en profielen gebruiken om de toren stevig te maken. Profielen worden vaak gebruikt in de bouw. Er bestaan driehoeksprofielen, vierhoekprofielen, L-profielen en buisprofielen (Kersbergen & Haarhuis, 2011).



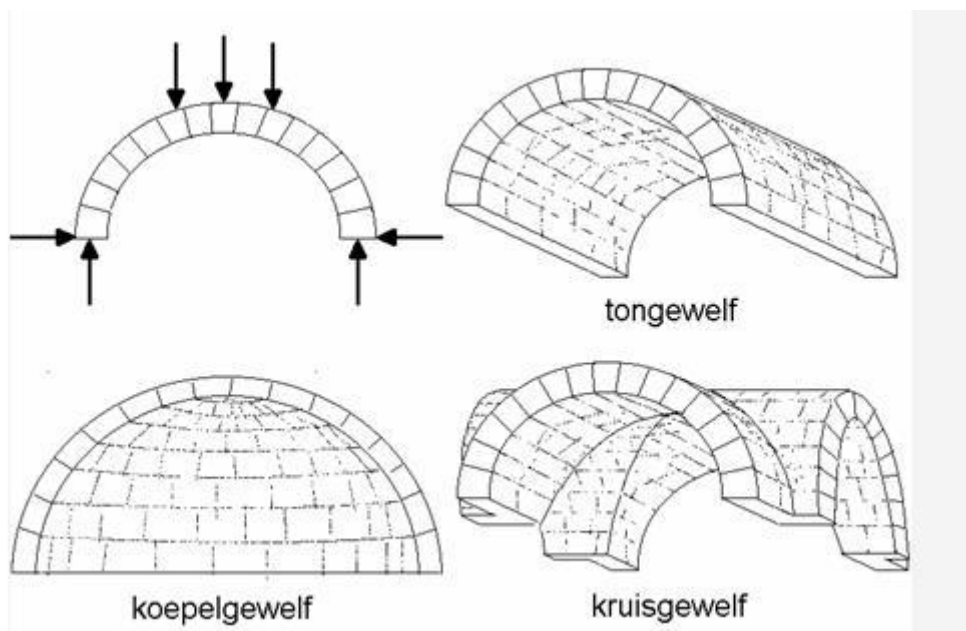
Figuur 13 <https://www.peard.nl/c-3007016/maquett-raboesch-vol-profiel-met-rechte-vlakken/>





Figuur 14 <http://www.madairco.nl/index.php?item=holle-kunststof-balk-100-cm&action=article&aid=1752&lang=NL>

Figuur 15 <http://www.infrawiki.nl/index.php/begrippenlijst/426-gewelf-vault>



Figuur 16 https://maken.wikiwijs.nl/98299/Techniek_constructies___stevigheid#!page-3101622

Toren van satéprikkers en tumtum

Bij de toren van satéprikkers en tumtum/ dop verbindt de tumtum/ drop de onderdelen met elkaar. De tumtum/ drop verbindt de satéprikkers met elkaar, waardoor er een toren kan worden gemaakt. Om ervoor te zorgen dat de toren niet omvalt is het belangrijk dat er een stevige constructie wordt gemaakt. Door eerst een brede onderkant te maken worden de krachten verdeeld over een groot oppervlak. Dit helpt bij het maken van een stabiele toren. Daarnaast is het belangrijk dat de toren aan de bovenkant niet te zwaar is, want dan is de kans groot dat hij omvalt. Een constructie in de toren kan ervoor zorgen dat hij steviger wordt. Denk hierbij aan de driehoeksconstructie of een piramide (Kersbergen & Haarhuis, 2011).

Beeldmateriaal:

<https://www.youtube.com/watch?v=a2V3e0oAz5g>

<https://www.schooltv.nl/video/huisje-boompje-beestje-bouwen/>



Bijlage 14: Format Inhoudsdoosjes

Inhoudsdoosjes

Benodigdheden (voor 16 leerlingen):

Gebruiksmateriaal:

- 1 vel A4 papier
- 2 vierkante kokers
- 2 cilinders
- Knikkers
- 200 blokjes van 2 bij 2 cm
- 24 doosjes in verschillende vormen

Organisatorisch:

De les is geschikt voor groep 3 en kan worden uitgevoerd in een klaslokaal.

Veiligheidsaspecten:

- Niet van toepassing.

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur.

De leerling oefen met:

- het begrip 'inhoud' en in welke situaties er sprake is van 'inhoud' (zoals blokjes in een doos, limonade in een fles of glas).
- redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties (bv.: De inhoud van een hoog smal glas kan minder zijn dan de inhoud van een laag breed glas.).
- het meten hoeveel inhoud er in een doosje past met blokjes, door deze te vullen.

Doel van het experiment:

Tijdens de les experimenteren de leerlingen met de inhoud van de kokers met dezelfde omtrek en met de doosjes en het redeneren over de hoeveelheid er in een koker/ doosje past.

Aan het eind van de les kunnen de leerlingen benoemen dat dezelfde inhoud in verschillende vormen van objecten passen.

Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de leerlingen aan mathematics, omdat ze meten hoeveel inhoud er in de doosjes passen en hierover redeneren door de vragen die de leerkracht stelt en die de leerlingen zelf stellen. Tijdens het experiment ontdekken de leerlingen dat dezelfde inhoud in verschillende objecten met een andere vorm passen.

Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: De leerlingen stellen vragen naar aanleiding van het zien van het experiment met de kokers en de knikkers. Ze stellen vragen over de inhoud naar aanleiding van het zien van het experiment. Tijdens het experimenteren met de doosjes stellen de leerlingen vragen om erachter te komen hoe het kan dat er evenveel inhoud past in verschillende vormen doosjes. Ze willen weten en begrijpen. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen.



V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met het vullen van de doosjes met inhoud en met het redeneren over de inhoud.

V3: Verwerken en concluderen: De leerlingen zien en meten de inhoud en verwerken dit. Ze redeneren over hoeveel blokjes er in de doosjes passen en in welke vormen er evenveel passen. Dit verwerken ze en ze concluderen dat dezelfde inhoud in verschillende vormen past.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: De leerlingen willen meer weten over inhoud en dezelfde inhoud in verschillende vormen van objecten.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen overleggen met elkaar en bespreken met elkaar hoe zij erover denken. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze waarnemen en stellen elkaar vragen over hun waarnemingen. Ze willen delen. Ook werken de leerlingen samen met het meten van de inhoud in de doosjes.

Uitvoering

De leerkracht laat een vel papier zien en laat zien dat je er twee verschillende kokers (de omtrek) van kunt maken. De leerkracht stelt de vraag in welke koker het meeste past of dat dat niet uit maakt. Eventueel worden er vellen papier uitgedeeld zodat de leerlingen dit zelf kunnen bekijken. De leerkracht stopt het vel papier vervolgens in de cilindervormige kokers. Het wordt duidelijk dat de omtrek van de kokers gelijk is. De langste koker wordt gevuld met knikkers. Dit is de inhoud van de koker. Wat zal er gebeuren als de lagere bredere koker wordt gevuld met de knikkers? Hier wordt over gebrainstormd. De leerkracht giet de knikkers vervolgens over in de lagere bredere koker. De inhoud is in de langere koker groter dan die in de hogere koker. Er passen meer knikkers in de lagere brede koker. De leerkracht vraagt de leerlingen hoe zij denken dat dit komt. Vervolgens laat de leerkracht zien dat je het A4 papier ook in de vierkante kokers passen. De leerkracht vraagt weer in welke koker de leerlingen denken dat de meeste inhoud past of dat dat gelijk is. De inhoud van de hoge vierkante koker is kleiner dan de inhoud van de lage brede cilindervormige koker. De leerkracht vraagt de leerlingen hoe zij denken dat dit komt. Daarna vraagt de leerkracht wat de leerlingen denken dat er gaat gebeuren wanneer de knikkers van de hoge vierkante koker naar de lage vierkante koker worden gegoten. Dit wordt gedaan en hieruit blijkt dat de inhoud in de lagere koker met dezelfde oppervlakte groter is. De leerkracht vraagt de leerlingen hoe zij denken dat dit komt en welke verklaringen zij hiervoor hebben. De leerkracht legt vervolgens uit dat het te maken heeft met het grondvlak. Het grondvlak in de lagere ronde koker is groter dan het grondvlak van de hogere ronde koker. De grondvlakken van de vierkante kokers zijn kleiner dan de grondvlakken van de ronde kokers. De leerkracht vraagt wat dit te maken heeft met inhoud. Daarna worden er 12 blokjes gepakt. Hoe kunnen deze blokjes worden neergelegd? Dit kan op verschillende manieren. Welke manieren? Er wordt een inhoudsdoosje gepakt. Hoeveel blokjes passen hier in? Passen ze er ook op een andere manier in? In een ander doosje dan? Er blijkt dat de 12 blokjes in verschillende doosjes passen. Hoe kan dit? Waarom werkt dit zo? Kun je in verschillende grote dozen hetzelfde kwijt kunnen? De inhoud is hetzelfde, maar het doosje ziet er anders uit. Dit wordt besproken. Vervolgens gaan de leerlingen in groepjes van 4 aan de slag met de blokjes en doosjes. Er zijn zetjes voor 6, 12 en 24 blokjes. Deze worden tussentijds gewisseld. Vinden de leerlingen ook nog andere mogelijkheden? Hoeveel blokjes denk je dat er in dit doosje past? Hoe kun je dit weten? Hoe kan het dat dezelfde aantal blokjes in een totaal andere vorm past? Is de inhoud van het doosje dan gelijk? Waarom wel/niet? Dit wordt ook in de evaluatie besproken. Hoe kan het dat de inhoud van de doosjes gelijk is, maar de vorm anders? Maakt dat wat uit? Tijdens de evaluatie wordt dit besproken en vertellen de leerlingen wat ze hebben ontdekt.



Theorie voor de leerkracht

Voor het bepalen van de inhoud van een object zijn formules. Voor het berekenen van de inhoud van een balk geldt de formule:

Volume balk = lengte x breedte x hoogte

Voor het berekenen van de inhoud van een cilinder geldt de formule:

Volume cilinder = oppervlakte grondvlak x hoogte

Voor het berekenen van de oppervlakte van het grondvlak geldt de formule:

Oppervlakte cirkel = pi x straal x straal

Er bestaat geen relatie tussen omtrek en oppervlakte of tussen oppervlakte en inhoud. Als voorbeeld kun je kijken naar je hand. Wanneer je die omhoog houdt met de vingers tegen elkaar zie je de oppervlakte van je hand. De omtrek van je hand is de buitengrens. Als je je vingers spreidt zie je nog steeds de oppervlakte van je hand, maar de omtrek is nu veel groter, omdat je om als je vingers heen gaat. Bij een zelfde oppervlakte bestaan verschillende omtrekken.

Met een vaste omtrek kun je verschillende figuren maken. Zo zou je met een stuk touw een driehoek, vierkant, rechthoek en cirkel kunnen maken. Ze hebben allemaal dezelfde omtrek (het stuk touw), maar de oppervlakten zijn steeds anders. Een oppervlakte van een cirkel is het groots, omdat er bij een cirkel geen oppervlakte verloren gaat door hoekjes. Ook in de natuur streeft iets altijd naar de meest optimale vorm; een cirkel. Een cirkel is namelijk effectiever dan een hoekige vorm.

Hoe zit dat bij de kokers?

Bij de cilinder die je van een A4 kunt maken wordt de oppervlakte van de cilindermantel gevormd door dat A4 papier. Je kunt er een smalle hoge cilinder van maken en een brede lage cilinder. Beide hebben dezelfde oppervlakte van cilindermantel, maar de brede lage heeft een grotere inhoud dan de smalle hoge. Ook hier geldt dat de inhoud niet afhankelijk is van de oppervlakte van de cilindermantel.

Daarnaast heeft de cirkel een grotere oppervlakte dan een rechthoek of vierkant, waardoor de cilinder een grotere inhoud heeft dan een balk (die je ook van een A4 kunt maken). Dit is ook de reden dat je dus wel ronde flessen en dergelijke ziet en geen vierkante. Ronde flessen hebben bij dezelfde hoeveelheid aan materiaal een kleinere inhoud en vierkante flessen hebben voor dezelfde inhoud meer materiaal nodig, wat duurder is. Dit ondanks het feit dat ronde flessen weer meer ruimte innemen in een doos omdat je de doos niet optimaal kunt vullen, wat wel kan met vierkante of rechthoekige pakken. De verpakkingsindustrie streeft steeds naar een optimale combinatie van inhoud en verpakkingsmateriaal waarbij de winst het grootst is.

Wat het weer lastig maakt is dat je van dat A4 alleen de cilindermantel maakt (of de mantel van de koker/balk). Je moet dus een extra papier gebruiken voor de bodem. Maar ook als je die bodem op ideale wijze uit datzelfde A4 zou halen, dan nog zou de brede lage cilinder de grootste inhoud hebben. Dit omdat het grondvlak van de lage brede groter is dan die van de hoge smalle.

De meest optimale vorm is de bol. Als je een gesloten figuur uit het A4 zou maken, dus niet alleen cilindermantel, maar ook bodem en deksel, en de inhoud daarvan zou vergelijken met een bol die je van dat A4 papier zou maken dan zul je ontdekken dat de bol de grootste inhoud heeft. Bolvormige flessen hebben het nog steeds niet gemaakt in de industrie en het dagelijks leven want die rollen weg en nemen heel veel ruimte in een doos in (Oonk & Keijzer, 2015).

Theorie voor de leerling

Als je je hand tekent is wat binnen de lijntjes zit de oppervlakte van je hand. Het lijntje is de omtrek van je hand. Als je je vingers tegen elkaar aan hebt, is het lijntje korter dan wanneer je je vingers



spreidt. Je moet dan een langer lijntje trekken met je potlood, omdat je om alle vingers heen moet. Je hand blijft even groot, maar de omtrek (het lijntje) is groter.

Dit is ook zo met een touw van 10 meter. Je kunt hier verschillende figuren van maken (vierkant, driehoek, rechthoek, cirkel). De omtrek (het touw) blijft gelijk, maar het figuur en de oppervlakte van het figuur is steeds anders. In een cirkel kan het meeste, omdat er geen hoekjes aan zitten en daar geen ruimte door weg gaat. Een cirkel heeft het grootste oppervlakte.

Bij de kokers heb je gezien dat de inhoud van de koker niets te maken heeft met de oppervlakte van de koker. Deze was steeds het zelfde (het A4-papiertje), maar de inhoud (de knikkers) was steeds anders. De brede lage cilinder heeft een grotere inhoud dan de hoge smalle. Dit terwijl de oppervlakte gelijk was.

Een cirkel heeft het grootste oppervlak, daardoor kon er in de cilindervormige kokers meer dan in de balkvormige kokers. Dit terwijl de oppervlakte (het A4-papiertje) gelijk was bij alle kokers. Dit is ook de reden dat je dus wel ronde flessen ziet en geen vierkante. Ronde flessen hebben bij dezelfde hoeveelheid aan materiaal een kleinere inhoud en vierkante flessen hebben voor dezelfde inhoud meer materiaal nodig, wat duurder is.

De cilinder met de grootste onderkant heeft de meeste inhoud. Dit komt omdat de onderkant van deze koker groter is dan die van de hoge smalle (Oonk & Keijzer, 2015).



Bijlage 15: Format Waterklok

Waterklok

Benodigheden (voor 16 leerlingen):

Verbruiksmateriaal:

- 16 0,5 liter flesjes met dopjes
- 2 rolletjes pvc-tape
- 16 rietjes (van een drinkpakje)
- kraan voor water
- 4 flesjes kleurstof (4 verschillende kleuren)

Gebruiksmateriaal:

- 8 permanent markers zwart
- boormachine + boortje (dikte van het rietje)
- 8 iPads voor een stopwatch

Organisatorisch:

Het experiment is geschikt voor groep 3 en kan in een klaslokaal worden uitgevoerd.

Veiligheidsaspecten:

Er moet worden gewerkt met een boormachine. Zorg er voor dat er van tevoren gaatjes in de dopjes zijn geboord met de boormachine en laat dit de leerlingen niet zelf doen.

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur (SLO, 2016)

De leerlingen leren dat je met een waterklok kunt zien dat er tijd is verstreken en kunnen dit uitleggen. Indirect leren ze dat je aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving kunt zien dat er tijd verstrijkt. (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017)

Doel van het experiment:

Tijdens het experiment experimenteren de leerlingen met het maken van een waterklok en het meten van de tijd op een waterklok met behulp van een stopwatch.

Aan het eind van het experiment kunnen de leerlingen benoemen hoe je aan de waterklok kunt zien dat er tijd verstrijkt en kunnen de leerlingen benoemen hoeveel tijd er is verstreken met hun waterklok.

Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de leerlingen aan technology, science en mathematics, omdat de leerlingen experimenteren met hoe een waterklok werkt, leren dat er lucht nodig is om water uit een fles te krijgen, experimenteren hoe je op een waterklok kunt zien dat tijd verstrijkt en hoe je kunt meten dat er tijd verstrijkt.

Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: De leerlingen krijgen een probleem/ opdracht om zelf een klok te maken van water en te meten hoeveel tijd verstrijkt op de klok. Tijdens het experiment stellen de leerlingen vragen om erachter te komen hoe ze met de materialen een waterklok kunnen maken en hoe ze



kunnen zien dat tijd verstrijkt op de klok. Ze willen weten en begrijpen. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen.

V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met het maken van de waterklok, experimenteren met hoe ze een schaalverdeling kunnen maken op de waterklok en hoe ze kunnen zien hoe lang de waterklok loopt.

V3: Verwerken en concluderen: De leerlingen zien wat er gebeurt en proberen steeds opnieuw om te kijken hoeveel tijd er verstrijkt op de klok. Na het experiment kunnen de leerlingen vertellen dat je met de waterklok kunt zien dat er tijd verstrijkt en hoeveel tijd er is verstreken.

V5: Maken: De leerlingen maken een werkende waterklok om te kijken hoe tijd verstrijkt en maken een eigen schaalverdeling.

V6: Gebruiken: De leerlingen gebruiken hun eigen gemaakte waterklok en kunnen zien hoeveel tijd er met hun waterklok verstrijkt door de schaalverdeling op de waterklok.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: De leerlingen willen meer weten over hoe ze een waterklok kunnen maken en gebruiken. Het is voor hen een uitdaging om een waterklok te maken en de tijd te meten met de waterklok.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen maken samen een waterklok en meten samen de tijd met de waterklok. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze waarnemen en stellen elkaar vragen over hun waarnemingen. Ze willen delen en laten aan elkaar zien hoe zij een waterklok met schaalverdeling hebben gemaakt.

Uitvoering

De leerkracht begint met het laten zien van een zonnewijzer. Hoe denken de leerlingen hoe een zonnewijzer werkt en wat kun je ermee? Dit wordt besproken. Wanneer het zonnig weer is zal de zonnewijzer buiten worden bekeken. Vervolgens wordt de volgende video laten zien <https://www.youtube.com/watch?v=xq6fF2O6MT8>. Wat hebben de leerlingen gezien en wat kun je met een zonnewijzer? De leerkracht geeft zo nodig extra uitleg. Dit alles zorgt voor de verwondering bij de kinderen. De leerkracht mag verwachten dat de leerlingen meer willen weten hoe je kunt zien dat tijd verstrijkt, doordat ze hebben gezien dat je met een zonnewijzer de tijd kunt meten. Er zal worden gebrainstormd over andere manieren om te laten zien dat er tijd verstrijkt. De leerkracht laat de waterklok zien en vraagt de leerlingen of je hier kunt zien dat er tijd verstrijkt en hoe je dat kunt zien. De leerkracht vertelt de leerlingen dat ze zelf een waterklok gaan maken. De leerkracht vraagt de leerlingen hoe zij denken dat het werkt dat het water stroomt en wat ze nodig hebben om een waterklok te maken. Ook wordt er al even gebrainstormd over hoe de leerlingen een schaalverdeling kunnen maken en hoe ze kunnen bedenken hoe lang de waterklok loopt. De leerkracht laat zien hoe de waterklok is opgebouwd en meet samen met de leerlingen de tijd die er verstrijkt als de waterklok loopt. De leerlingen krijgen in tweetallen de materialen om de waterklok te maken. In de dopjes zitten al gaatjes waar de rietjes door passen. De leerlingen mogen de waterklok maken. De leerkracht loopt langs en pleegt interventies. Wat denk je dat je met de rietjes moet doen? Waar zullen de gaten voor zijn? Hoe lang denk je dat de rietjes moeten zijn? Denk je dat al het water op deze manier uit de fles kan? Hoe vol denk je dat de fles moet? Zal deze klok lang of kort lopen en hoe kun je dit weten? Kun je uitleggen hoe het kan dat er water uit de fles stroomt? Waarom zijn er denk je twee gaatjes nodig? Zie je de luchtbelletjes, waarom denk je dat die er in komen? Hoe kun je weten hoe lang de klok loopt? Kun je ook bedenken hoe lang de klok loopt als hij halverwege is? Waar zijn de wijzers op de klok voor denk je? Wat gebeurt er als de wijzer een tikje verder gaat? De flessen mogen worden gevuld met water en kleurstof en de leerlingen mogen zelf bedenken hoeveel water ze er in willen. Als ze tevreden zijn met de hoeveelheid kan de fles worden dicht geplakt. De leerlingen meten met de stopwatch op hun iPad hoeveel tijd er verstrijkt als de waterklok loopt en maken een schaalverdeling. Tijdens de evaluatie vertellen de leerlingen hoe zij denken dat het kan dat de klok loopt, hoe ze aan de klok kunnen zien dat er tijd verstrijkt en hoe ze hebben gemeten hoe lang de klok loopt.



Theorie voor de leerkracht

Zonnewijzer

Met een zonnewijzer kun je de tijd bepalen. Een zonnewijzer heeft een schaduw van een voorwerp nodig, om het uur te bepalen. Met een stok in de grond kun je dit al doen. Wanneer de zon even lang heeft geschinen als dat hij nog zal schijnen op een dag en daarmee op zijn hoogste punt staat, dan is het 12 uur in de middag. De schaduw loopt dan over de 12 heen. Je kunt zelf een zonnewijzer maken door elk uur te markeren waar de lijn van de schaduw loopt (Hoe werkt een zonnewijzer).



Figuur 17

<http://www.wijzerweb.be/werkingzonnewijzer.html>

Waterklok

In Egypte werd de waterklok uitgevonden. De voorgaande zonnewijzer of schaduwklok bracht problemen tijdens zonsondergang en op bewolkte of regenachtige dagen. De tijd kon dan niet worden gemeten. Ze bedachten de waterklok, waarmee de tijd kon worden gemeten. Rond 1500 voor Christus werd de waterklok uitgevonden. Deze waterklok bestond uit stenen 'emmers' met een gat dicht bij de onderkant. Hier stroomde het water met een constante snelheid uit. Op basis van het waterpeil konden de Egyptenaren de tijd meten. De snelheid waarmee water uit de 'emmer' stroomt geeft de verstreken tijd weer. Deze waterklok is te vergelijken met een zandloper (www.oude-egypte.nl).



(www.oude-egypte.nl)

Bij de waterklok die gemaakt is van twee flesjes loopt het water door het rietje naar de andere fles. Het tweede rietje zorgt voor de luchttoevoer. Zonder het rietje is de luchtdruk in de fles zonder het water groter dan de fles met water. De luchtdruk drukt tegen het water en zorgt ervoor dat het in de fles blijft. Wanneer er lucht in de fles kan stromen stijgt de luchtdruk in de fles en kan het water uit de fles stromen. De lucht stroomt in de fles doordat luchtdruk altijd van een plek met hoge luchtdruk naar een plek met lage luchtdruk wil (Kersbergen, 2011). Door te meten hoeveel tijd er verstrijkt als het water stroomt van de ene fles naar de andere kan een schaalverdeling worden bepaald.

Theorie voor de leerling

Zonnewijzer

Met een zonnewijzer kun je de tijd bepalen. Een zonnewijzer heeft een schaduw van een voorwerp nodig, om het uur te bepalen. Met een stok in de grond kun je dit al doen. Als de zon op de stok schijnt ontstaat er een schaduw in de vorm van een lijn. Als het 12 uur in de middag is dan staat de zon op zijn hoogste punt. Hij heeft dan even lang geschinen als dat hij nog gaat schijnen. De schaduw loopt dan over de 12 heen. Je weet dan dat het 12 uur is. Je kunt zelf een zonnewijzer maken door elk uur te markeren waar de lijn van de schaduw loopt. Als je wilt weten hoe laat het is kun je kijken over welk getal de schaduw van de stok loopt (Hoe werkt een zonnewijzer).



Figuur 18

<http://www.wijzerweb.be/werkingzonnewijzer.html>

Waterklok

In het land Egypte werd de waterklok uitgevonden en voor het eerst gebruikt. Voordat de mensen in Egypte een waterklok gebruikten om te kijken hoeveel tijd er voorbij was of hoe laat het was, gebruikten ze een zonnewijzer of een schaduwklok. De zon werd dan gebruikt om te kijken hoe laat het was. Als de zon op een bepaalde plek stond konden de mensen zien hoe laat het was. Het was alleen een probleem als de zon niet scheen, dan konden de mensen niet bepalen hoe laat het was. Daarom werd de waterklok uitgevonden. De eerste waterklok was een stenen emmer met een gat dicht bij de onderkant. Het stroomde het water uit. Door te kijken hoeveel water er nog in de emmer zat konden de mensen bepalen hoeveel tijd er voorbij was.



(www.oude-egypte.nl)

Bij de waterklok die wij maken stroomt het water uit de volle fles naar de lege fles door één van de twee rietjes. Door het andere rietje gaat lucht de fles in. De lucht die in de fles met water stroomt zorgt ervoor dat het water uit het flesje gaat. Het lucht druk namelijk het water uit de fles. Je kunt meten hoe lang het duurt voordat al het water uit de fles is gestroomd in de andere fles. Zoveel tijd gaat er voorbij als de fles helemaal leeg stroomt in de andere fles. Ook kun je met streepjes op de fles laten zien hoeveel tijd er voorbij is gegaan als het water tot zo hoog is gekomen. Met een klok of stopwatch kun je kijken hoe lang het duurt tot het water op het punt is.

Beeldmateriaal:

Zonnewijzer en schaduwklok: <https://www.youtube.com/watch?v=xq6f2O6MT8>

<https://www.youtube.com/watch?v=7sYlPaE4jWU>

<https://www.youtube.com/watch?v=WJLBYUQ2D-w>

Tijd: <https://www.schooltv.nl/video/het-klokhuis-de-tijd/>



Bijlage 16: Format Gewichtbootjes

Gewichtbootjes

Benodigdheden (voor 16 leerlingen):

Verbruiksmateriaal:

- 2 rollen aluminiumfolie
- 200 rietjes
- 200 satéprikkers
- 5 liter water
- 8 rolletjes plakband
- 8 rolletjes tape
- 30 vellen A4-papier in verschillende kleuren
- Verschillende bolletjes wol
- 100 plastic boterhamzakjes

Gebruiksmateriaal:

- 100 paperclips
- 6 kleine zwembadjes
- 2 handdoeken
- 16 scharen
- 4 balansen
- 2 keukenweegschalen
- 100 kleine blokjes (bijvoorbeeld eenheden van MAB blokjes)
- Verschillende plastic dieren (ca. 30)
- Gewichtjes, waarvan sowieso 4x 0,5 kilo, 4x 1kilo en 4x 2 kilo
- Afbeeldingen van boten

Organisatorisch:

Het experiment is geschikt voor groep 3. Hierbij is het belangrijk dat de leerlingen de mogelijkheid hebben om de bootjes uit te proberen in kleine zwembaden.

Veiligheidsaspecten:

Er wordt water gebruikt voor de zwembaden. Zorg voor handdoeken om eventueel geknoeid water (op de grond) droog te maken. Dit voorkomt uitglijden.

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur (SLO, 2016)

De leerlingen leren begrippen rond gewicht te gebruiken in een concrete situatie, leren hoe je gewicht kunt vaststellen, leren objecten wegen met een balans en het meetresultaat op een passende wijze verwoorden en leren waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten en vergelijken van gewicht
(Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017).

Kerdoel 42:

De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur. (SLO, 2016)



De kinderen leren hoe je door het vergroten van de oppervlakte ervoor kunt zorgen dat een boot gaat drijven en gewicht kan dragen.

Doel van het experiment:

Tijdens het experiment kunnen de leerlingen een boot maken die kan drijven en gewicht kan houden en kunnen de leerlingen met behulp van de balans/ weegschaal wegen hoeveel gewicht hun boot kan houden.

Aan het einde van het experiment kunnen de leerlingen benoemen hoe het vergroten van de oppervlakte ervoor zorgt dat de boot kan drijven en kunnen de leerlingen benoemen hoe je gewicht kunt meten en waarom je een vaste maat nodig hebt voor het eerlijk meten en vergelijken.

Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de kinderen aan science, engineering en mathematics, omdat de kinderen experimenteren met het ontwerpen en maken van een drijvende boot die gewicht kan houden en experimenteren met het wegen van het gewicht dat de boot kan houden.

Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: Tijdens het experiment stellen de leerlingen vragen om erachter te komen hoe ze een bootje kunnen maken die blijft drijven en gewicht kan houden met de aangeboden materialen. Ze willen weten en begrijpen. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen. Daarnaast stellen de leerlingen vragen over hoe ze het gewicht kunnen meten met het gebruiken van een balans of weegschaal en gewichtjes.

V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met het maken van een bootje die blijft drijven en gewicht kan houden en experimenteren steeds of de boot goed werkt en hoeveel gewicht hij kan houden. Ook experimenteren de leerlingen met het wegen van gewicht door een balans of weegschaal te gebruiken.

V3: Verwerken en concluderen: De leerlingen zien wat er gebeurt en concluderen wanneer een bootje wel blijft drijven en wanneer niet. Aan het einde van het experiment kunnen de leerlingen benoemen hoe de oppervlakte van de boot ervoor zorgt dat de boot kan drijven of niet.

V5: Maken: De leerlingen maken een bootje en zoeken een oplossing om ervoor te zorgen dat de boot gaat drijven en gewicht kan houden. Ze gebruiken hierbij verschillende materialen.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: De leerlingen willen meer weten over hoe ze een bootje kunnen maken die kan drijven en gewicht kan houden. Het is voor hen een uitdaging om te wegen hoeveel gewicht de boot kan houden.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen gaan in tweetallen experimenteren met het maken van een bootje, waarbij ze hem samen ontwerpen en steeds uitproberen en verbeteren. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze waarnemen en stellen elkaar vragen over hun waarnemingen. Ze wegen samen en helpen elkaar bij het eerlijk wegen. De leerlingen willen delen en vertellen elkaar over hoeveel gewicht hun boot kan houden.

Uitvoering

De leerkracht introduceert de les met de volgende video: <https://www.schooltv.nl/video/drijven-en-zinken-wat-blijft-er-drijven-en-wat-zinkt-er-in-het-zwembad/#q=drijven%20en%20zinken>. Er wordt verwacht dat de leerlingen naar aanleiding van de video meer willen weten over drijven en zinken van bootjes. De leerkracht introduceert de probleemsituatie: hoe kunnen we een bootje maken met materialen die zoveel mogelijk gewicht kan dragen? Hierover zal worden gebrainstormd. De leerkracht stelt de vraag hoe de leerlingen denken dat een bootje kan blijven drijven en wat daarbij belangrijk is. Hierbij worden vragen gesteld over hoe de vorm eruit moet en welke materialen erbij zouden kunnen worden gebruikt. Er worden afbeeldingen van boten laten zien op het digibord en er wordt gekeken naar de vorm. Er wordt gepraat over een oplossing en welke ideeën de kinderen al



hebben. De leerkracht laat zien welke materialen de kinderen mogen gebruiken voor het maken van een bootje en vraagt hoeveel gewicht ze denken dat een gemaakt bootje kan houden. Hoe kunnen we wegen hoeveel gewicht een bootje kan houden? De balans wordt laten zien en de leerkracht legt uit hoe je met een balans en gewichtjes kunt meten. Ook de keukenweegschaal wordt laten zien en er wordt uitleg over gegeven. De leerlingen gaan vervolgens in tweetallen aan de slag. Elk tweetal krijgt een stuk aluminiumfolie en de andere materialen mogen ze voor uit de klas halen. De leerlingen gaan aan de slag en de leerkracht loopt langs om interventies te plegen. Hoe kun je ervoor zorgen dat een bootje drijft? Denk je dat de vorm van de boot zo goed is om te drijven? Waarom blijft een groot voorwerp soms wel drijven en een klein voorwerp niet? Denk je dat de boot zo stevig genoeg is om gewicht te dragen? De leerkracht deelt paperclips en plastic dieren uit die als gewicht in de boot zouden kunnen. Denk je dat jullie boot dit dier gaat houden? Hoeveel gewicht kan de boot houden? Hoe kun je het gewicht wegen? Waar dienen de gewichtjes ook alweer voor? Wat is de maat ook alweer? Tijdens het wegen zal worden geëvalueerd hoeveel gewicht de bootjes kunnen houden en hoe het wordt gemeten. Eventueel wordt er besproken of er eerlijk wordt gewogen en hoe dat beter zou kunnen. Er zal dan een vaste maat worden afgesproken. De leerlingen maken hun bootje zo stevig mogelijk, zodat er zoveel mogelijk gewicht op kan. Wanneer de bootjes klaar zijn (of de tijd om is) zal er per bootje worden gekeken hoeveel gewicht hij kan houden en zal dit worden genoteerd. Hierbij is het belangrijk dat de leerlingen de maat en de manier van meten benoemen en uitleggen. Er wordt vervolgens opgeruimd en daarna kan er worden geëvalueerd. Hoe meet je eerlijk? Hoe ging het werken met de balans? Wat was er belangrijk bij het maken van de boot? Hoe kon je ervoor zorgen dat de boot bleef drijven? Dit wordt door de leerlingen uitgelegd en de leerkracht geeft extra informatie. Er wordt gekeken welke boot heeft gewonnen.

Theorie voor de leerkracht

De theorie die hoort bij dit experiment heeft te maken met drijven en zinken en de opwaartse kracht van water. De dichtheid van een stof is bepalend voor of het drijven of zinken van een voorwerp of stof. Een stof met een hoge dichtheid dan water zinkt, maar dit betekent niet dat alle zware dingen zinken. Een cruiseschip zinkt bijvoorbeeld niet door zijn vorm. Dit komt door de opwaartse kracht van water. Wanneer er evenwicht is tussen de zwaartekracht op een voorwerp en de opwaartse kracht van water, blijft een voorwerp drijven. Een bolletje klei zal zinken in het water, maar wanneer er van de klei een bootvorm wordt gemaakt, blijft de klei drijven. Dit komt doordat de vorm van de boot meer water verplaatst, waardoor een hogere opwaartse kracht van water wordt gecreëerd. Daarnaast heeft de bootvorm meer lucht en is de dichtheid daardoor lager. Hetzelfde gebeurt met een leeg plastic pillendoosje die blijft drijven. Wanneer er spijkers in zouden worden gedaan zal het doosje op een gegeven moment zinken. De opwaartse kracht is op dat moment kleiner dan het gewicht van het potje. Ook de oppervlakte van een voorwerp is bepalend voor het drijven of zinken. De oppervlakte van een voorwerp moet groot genoeg zijn en het gewicht moet goed verdeeld zijn over het oppervlakte, zodat er genoeg opwaartse kracht wordt gecreëerd en het voorwerp blijft drijven (Kersbergen & Haarhuis, 2011).

Theorie voor de leerling

Wanneer een bolletje piepschuim en een even groot bolletje klei in het water worden gegooid, zal de piepschuimen bol blijven drijven en de bol van klei zinken. Dit komt doordat klei zwaarder is dan piepschuim en de dichtheid van klei groter is dan van water. Zware dingen zinken daardoor vaker, maar niet altijd. Een cruiseschip blijft bijvoorbeeld drijven in het water, door de vorm van het schip en de opwaartse kracht van water. De opwaartse kracht van water kan worden uitgelegd door een voorbeeld van een zwembad. Het is in een zwembad onder water makkelijker om iemand op te tillen dan boven het water. De persoon voelt veel lichter onder water dan boven het water. Het lijkt wel alsof het water de persoon omhoog wil duwen. In het water zitten waterdeeltjes die de voorwerpen of personen omhoog willen duwen. Het water draagt de persoon als ware mee en dit meedragen wordt de opwaartse kracht genoemd. Daarnaast moet het gewicht van het voorwerp dat je wilt laten



drijven goed verdeelt zijn over het water. Het gewicht van het voorwerp, de vorm van het voorwerp en de hoeveelheid opwaartse kracht van water bepaald of een voorwerp gaat drijven of zinken (Kersbergen & Haarhuis, 2011).

Beeldmateriaal:

<https://www.schooltv.nl/video/drijven-en-zinken-wat-blijft-er-drijven-en-wat-zinkt-er-in-het-zwembad/#q=drijven%20en%20zinken>

<https://www.schooltv.nl/video/drijfkracht-waarom-drijven-boten/>

<https://www.schooltv.nl/video/wat-blijft-drijven-zou-een-druif-blijven-drijven/#q=drijven%20en%20zinken>



Bijlage 17: Format Waterraket

Waterraket

Benodigheden (voor 16 leerlingen):

Verbruiksmateriaal:

- Verschillende kleuren A4-papier, ca. 50 blaadjes
- 8 lijmstiften
- 8 1,5 liter flessen
- 10 liter water
- Verschillende bolletjes wol

Gebruiksmateriaal:

- Fietspomp
- 16 scharen
- Lanceringsplatform
- kurk die in de opening van de flessen passen
- Ventiel
- Klein boortje/ spijker
- Video: <https://www.schooltv.nl/video/de-raket-de-raket/>
- Afbeeldingen van raketten

Organisatorisch:

Het experiment is geschikt voor groep 3. Het maken van de raket kan in een klaslokaal worden uitgevoerd. Het is belangrijk dat er een digibord aanwezig is. Het lanceren van de raket moet buiten worden uitgevoerd op een plek met een open ruimte, waar genoeg ruimte is voor de leerlingen om op minimaal 3 meter afstand van de raket te staan en genoeg ruimte voor de raket om weg te schieten.

Veiligheidsaspecten:

Bij het lanceren van de raket wordt de druk in de fles hoog opgevoerd. Doordat deze druk zo hoog is zal de raket wegschieten. Van te voren is het moeilijk te bepalen welke kant de raket opvliegt. Zorg er voor dat enkel het kind dat aan het pompen is in de buurt van de fietspomp komt en laat de rest van de leerlingen afstand houden (+/- 3 meter).

Doelen:

Kerdoel 33:

De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur (SLO, 2016)

De leerlingen leren lengte te meten via afpassen met een natuurlijke maat en leren dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft. De leerlingen ontdekken waarom het afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes. (Noteboom, Aartsen, & Lit, 2017)

Kerdoel 42:

De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.

De leerlingen leren hoe luchtdruk ervoor kan zorgen dat de raket wordt afgeschoten.



Kerdoel 45:

De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren (SLO, 2016).

De leerlingen maken een constructie voor een katapult met verschillende verbruiksmaterialen, waarbij ze leren hoe een hefboom werkt.

Doel van het experiment:

Tijdens het experiment kunnen de leerlingen een waterraket maken die door middel van luchtdruk de lucht in wordt geschoten, waarbij ze gebruik maken van een fietspomp, een kurk met ventiel en een fles.

Tijdens het experiment kunnen de leerlingen meten hoe ver de raket is gekomen door gebruik te maken van een afgesproken maat.

Aan het eind van het experiment kunnen de kinderen benoemen dat de luchtdruk in de fles bij het pompen groter werd dan buiten de fles en dat de fles daarom de lucht in is geschoten.

Aspecten van STEAM:

Binnen STEAM werken de kinderen aan science, arts en mathematics, omdat de leerlingen experimenteren met het ontwerpen en maken van een raket, die door middel van luchtdruk kan worden gelanceerd. Daarna zullen de leerlingen de lengte van de afstand die de raket heeft afgelegd meten.

Aan de volgende **V- en H- doelen** wordt gewerkt tijdens het experiment:

De volgende vaardigheidsdoelen komen naar voren:

V1: Vragen stellen: Naar aanleiding van het probleem stellen de leerlingen vragen. Hoe kun je ervoor zorgen dat je van een fles een raket maakt? Hoe kun je ervoor zorgen dat de fles de lucht in wordt geschoten? Ze opperen hiervoor ideeën en voorspellen hun verwachtingen. Ook voorspellen ze hoe hoog hun raket zal komen en waar hij zal landen. Door middel van de vragen die de leerkracht stelt doen de leerlingen voorspellingen. Daarnaast stellen de leerlingen vragen over hoe ze de lengte kunnen meten via het afpassen met een natuurlijke maat en hoe ze afspraken kunnen maken over één vaste maat.

V2: Experimenteren: De leerlingen experimenteren met het maken van een raket en het wegschieten van de raket. Hoe moet dit en hoe zal dit gaan? Door te doen leren de kinderen dit. Daarnaast experimenteren de leerlingen met hoe ze lengtes kunnen meten.

V3: Verwerken en concluderen: De leerlingen verwerken wat er gebeurt wanneer de raket wordt afgeschoten en concluderen hoe het kan dat de raket door middel van luchtdruk wegschiet. Tijdens de nabespreking verwerken de kinderen hun bevindingen en verwoorden ze wat ze hebben gezien en geleerd.

V4: Ontwerpen: De leerlingen ontwerpen een raket die daadwerkelijk de lucht in kan worden geschoten. Hierbij bedenken ze hoe de raket zo min mogelijk luchtweerstand heeft.

V5: Maken: De leerlingen maken hun eigen waterraket die geschikt is om weg te worden geschoten.

De volgende houdingsdoelen komen naar voren:

H2: Nieuwsgierig: Naar aanleiding van de probleemstelling worden de leerlingen nieuwsgierig. Ze willen meer weten over hoe je een raket maakt die wordt weggeschoten door middel van een fietspomp. Het is voor hen een uitdaging om een raket te maken en de lengte te meten die de raket heeft afgelegd.

H3: Creatief: De leerlingen ontwerpen zelf een waterraket van een fles die zo min mogelijk luchtweerstand heeft en geschikt is om weg te worden geschoten.

H4: Sociaal-emotioneel: De leerlingen werken samen bij het bouwen van hun waterraket. Ze overleggen over hoe hun raket er uit komt te zien en hoe ze ervoor kunnen zorgen dat de raket zo'n min mogelijke luchtweerstand heeft. Ze overleggen en bespreken met elkaar wat ze waarnemen en stellen elkaar vragen over hun waarnemingen. Ze meten samen en helpen elkaar bij het eerlijk meten. De leerlingen willen delen en vertellen elkaar over hoe ver hun waterraket is weggeschoten.



Uitvoering

De leerkracht introduceert de les met de volgende video: <https://www.schooltv.nl/video/de-raket-de-raket/>. In de video worden ook waterraketten afgeschoten. De leerkracht vraagt de leerlingen hoe zij denken dat het kan dat de raketten wegschoten. Vervolgens legt hij de volgende probleemsituatie voor: 'Hoe kunnen we ervoor zorgen dat een fles de lucht in wordt ingeschoten?'. Er wordt gebrainstormd over een antwoord. De leerkracht vraagt waar de fietspomp voor dient in het filmpje en waarom er water in de fles zat. De leerlingen maken hun eigen waterraket. De materialen die de leerlingen hiervoor ter beschikking hebben liggen uitgestald voor in de klas. Met een fles moeten de leerlingen de waterraket maken die we met luchtdruk de lucht in gaan schieten. De leerlingen moeten proberen een raket te maken die het verst mogelijk komt. De leerlingen maken zelf een echte raket van hun fles en kunnen hiervoor zelf de materialen uit de klas pakken. Voorafgaand aan het verzamelen van de materialen wordt gevraagd hoe de kinderen dit voor elkaar kunnen krijgen. Hoe kun je de fles wegschieten? Welke krachten oefenen hierop uit? Hoe ziet een echte raket eruit? Denk hierbij aan de punt en het landingsgestel. Dit werkt ook mee op de kracht die wordt uitgeoefend op de raket. Er worden afbeeldingen van raketten laten zien en deze worden besproken. Met behulp van de materialen gaan de leerlingen van hun fles een raket maken. Nadat de flessen omgebouwd zijn tot echte raketten, gaan de leerlingen **buiten** de raketten lanceren. Eerst bepalen ze zelf hoeveel water ze denken dat er in de raket moet, zodat hij het verst mogelijk komt. Voor het wegschieten zijn de leerlingen een kurk met daarin een ventiel nodig. Deze kurk maken de leerlingen niet zelf, maar wordt door de leerkracht aangeboden. De leerlingen mogen nu in tweetallen naar voren komen om de raket te lanceren. Eerst wordt besproken waar de raket zal landen en hoe ver de leerlingen verwachten dat hun raket komt. Bij het lanceren blijft de raket uit zichzelf waarschijnlijk niet goed staan. Zorg er daarom voor dat de leerkracht de fles *veilig* in de houder zet. Dit zodat de raket van de leerlingen afschiet op het moment van lancering. De leerkracht zal ook helpen met het plaatsen van de kurk. Het pompen kunnen de leerlingen zelfstandig / in tweetallen doen. De waterraketten worden uitgetest en er wordt toegelicht hoe het kan dat de raket succesvol of niet succesvol was. De leerkracht vraagt de leerlingen hoe zij denken dat het kan dat de raket wordt afgeschoten en hoe ze er voor kunnen zorgen dat hij verder komt. Maakt de hoeveelheid water ook uit? De afstand van elke raket moet worden gemeten. Dit doen de leerlingen zelf. Zij bepalen hoe ze het willen meten. Doen ze dit met stappen of gebruiken ze een liniaal? De leerkracht pleegt interventies: 'Hoe ver is de raket gekomen?' 'Hoe kun je dit meten?' 'Welke materialen kun je gebruiken om te meten?' 'Is dit een eerlijke manier van meten?' 'Hoe kan het dat deze raket verder is maar dichterbij is volgens de meting?' Terug in de klas bespreken we hoe het kan dat de raketten de lucht in werden geschoten.

Theorie voor de leerkracht

De theorie die hierbij van toepassing is, is die van de luchtdruk. Lucht neemt ruimte in en oefent druk uit. Als lucht in een ruimte wordt gepompt, neemt de druk toe. Als lucht wordt weggezogen uit een ruimte, daalt de druk. Wind is een verplaatsing van lucht als gevolg van verschillen in luchtdruk. Lucht kun je niet zien of ruiken. Dat lucht niet niks is, is op verschillende manieren aan te tonen. Lucht biedt weerstand als mensen of voertuigen zich verplaatsen. Lucht neemt ruimte in en oefent druk uit. Dat is merkbaar als lucht wordt samengeperst of meer lucht in een ruimte wordt gepompt: de druk neemt dan toe. Als lucht uit een afgesloten ruimte wordt weggezogen, daalt de druk. Als alle lucht uit een ruimte weggezogen is, is de ruimte luchtledig en spreekt men van een vacuüm. Wind is een gevolg van het verschil in luchtdruk tussen plaatsen op aarde. Lucht stroomt van plaatsen met hogere naar plaatsen met lagere luchtdruk. Hoe groter het verschil in luchtdruk, des te harder het waait. Bij zeer grote verschillen in luchtdruk op korte afstand kunnen zware stormen of orkanen ontstaan. (Boeijen, 2011, pp. 39,40)

De luchtdruk is een fenomeen waar iedereen dagelijks mee te maken heeft. De lucht om ons heen oefent op alle voorwerpen druk uit. Meestal is dit niet te zien, omdat de druk aan beide kanten van



een voorwerp even groot is. Wanneer dit niet zo is, is dit ook duidelijk te zien. Zo kan het bijvoorbeeld zijn dat een glazen ruit breekt wanneer de luchtdruk aan één kant van het glas te hoog wordt. De luchtdruk wil namelijk altijd gelijk zijn. Wanneer de luchtdruk op de ene plaats hoger is dan op de andere plaats, zal de lucht zich van het hoge drukgebied verplaatsen naar het lage drukgebied. (Kersbergen, 2011)

Hoe zit dat bij de raket?

Door de fles voor $1/3^e$ te vullen met water en daarna de kurk te bevestigen, blijft de rest van de fles gevuld met lucht. Op het moment dat de leerling met de fietspomp lucht door het ventieltje pompt, zal er meer lucht in de fles komen. De lucht wil zich gaan uitzetten, maar vindt weerstand doordat de fles gesloten is. De luchtdruk in de fles wordt groter dan de luchtdruk buiten de fles. Doordat de leerling door blijft pompen komt er steeds meer en meer druk binnenin de fles. De lucht begint steeds harder tegen de wanden van de fles te drukken en zoekt het zwakste punt. Dit zwakste punt wordt gevonden in de kurk. Omdat de druk vanuit de fles zo groot is, wordt het water en de fles als het ware bij de kurk weggedrukt. Hierdoor krijg je het effect dat de raket 'gelanceerd' wordt. Dit fenomeen is te verklaren aan de hand van de 3^e wet van Newton. Hierbij ontstaat er een overdruk: de druk in de fles is groter dan de buitenluchtdruk. Bij het lanceren drukt de samengeperste lucht het water naar buiten. Hierbij zal een tegengestelde kracht gaan werken op de fles. Als deze kracht groter is dan de zwaartekracht is er een resulterende kracht naar boven. Dit zorgt ervoor dat de raket met een steeds groter wordende snelheid weggeschoten wordt. Wanneer het water uit de fles verdwenen is, is de overdruk ook verdwenen. Hierdoor blijft de raket kort stilhangen, om direct daarna weer richting de grond getrokken te worden door de zwaartekracht (Kersbergen, 2011).

Theorie voor de leerling

Tijdens het experiment wordt er gewerkt met luchtdruk. Als je de fles voor met een beetje water vult en daarna de kurk op de fles doet, blijft de rest van de fles gevuld met lucht. Op het moment dat je met de fietspomp lucht door het ventieltje pompt, zal er meer lucht in de fles komen. Deze lucht wil een plekje in de fles. Als er lucht blijft pompen in de fles is er op een gegeven moment bijna geen ruimte meer voor nog meer lucht. In de fles drukt het lucht heel erg tegen elkaar aan en wil het er weer uit. Er komt steeds meer druk in de fles die niet weg kan. De lucht begint steeds harder tegen de wanden van de fles te drukken en zoekt het zwakste punt. Dit zwakste punt is de kurk. Omdat de druk vanuit de fles zo groot was, wordt het water en de fles als het ware bij de kurk weggedrukt. Hierdoor krijg je dat de raket 'gelanceerd' wordt. Dit komt omdat de luchtdruk in de fles groter was dan buiten de fles. Het lucht wilde uit de fles en drukte de kurk er uit, waardoor hij werd weggeschoten. Hoe groter het verschil, hoe harder de fles wordt gelanceerd bij het losschieten van de kurk (Kersbergen, 2011).

Beeldmateriaal:

<https://www.schooltv.nl/video/de-raket-de-raket/>

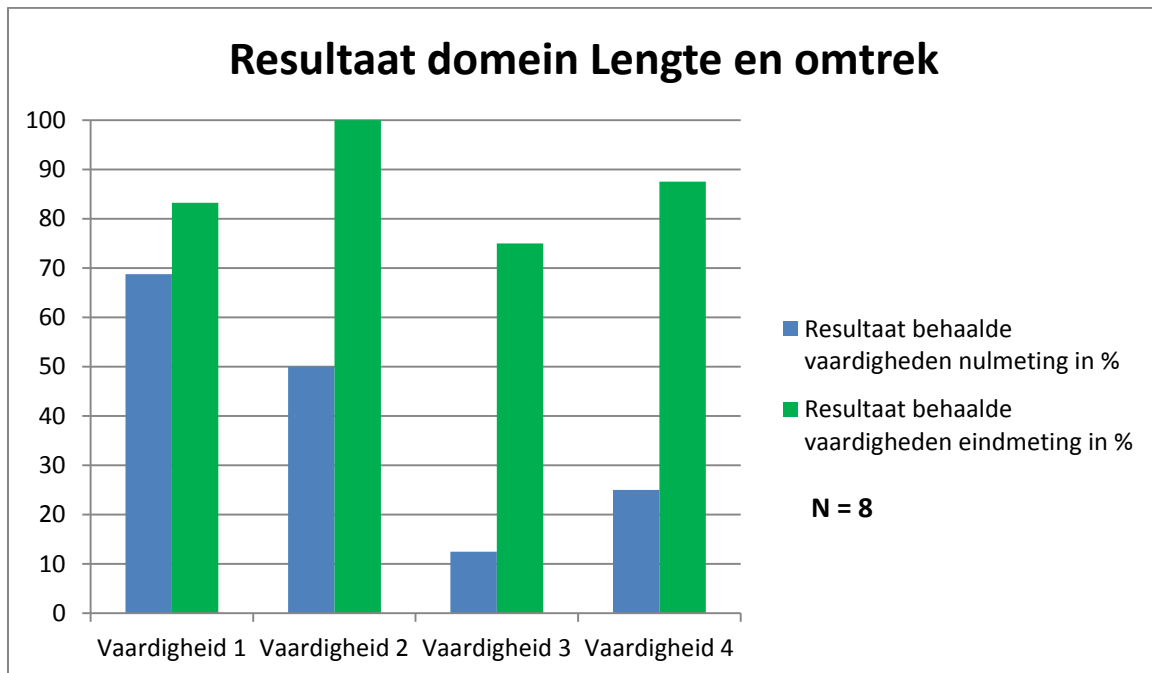
<https://www.schooltv.nl/video/wat-is-luchtdruk-je-kunt-het-niet-zien-maar-het-is-er-altijd/>

<https://www.hetklokhuis.nl/onderwerp/luchtdruk>



Bijlage 18: Resultaat nul- en eindmeting

Resultaat nul- en eindmeting



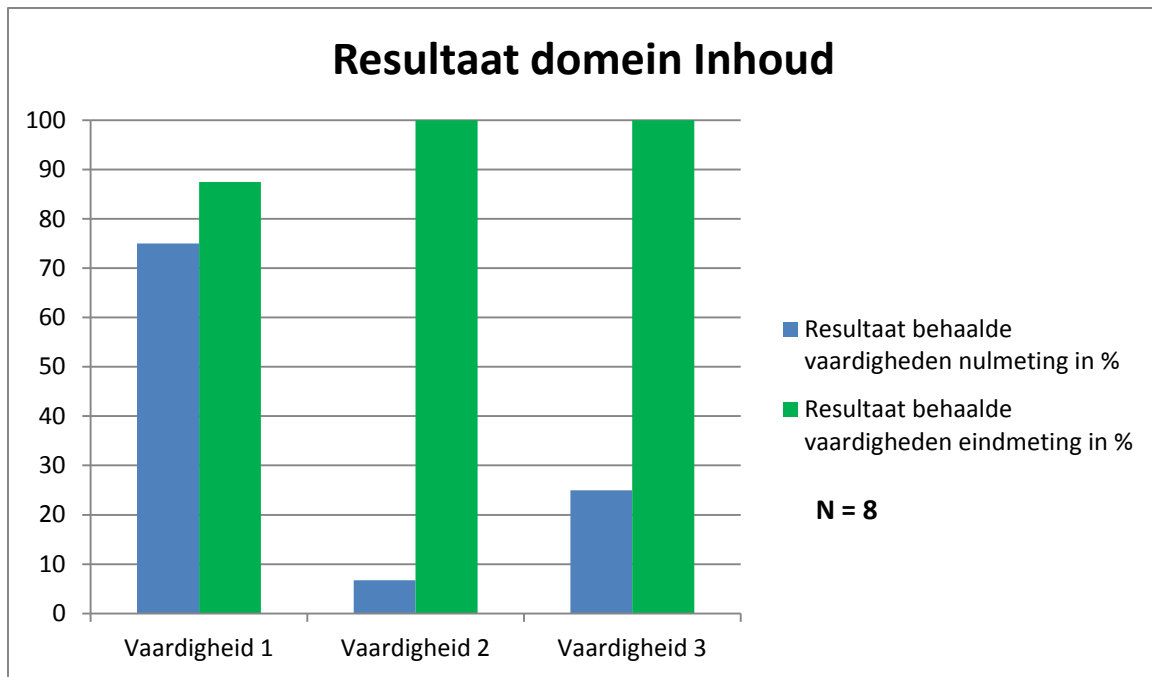
Vaardigheid 1: kan begrippen met betrekking tot lengte en omtrek in betekenisvolle situaties gebruiken

Vaardigheid 2: kan lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat en begrijpt dat het aantal keer dat de maat past het meetresultaat aangeeft.

Vaardigheid 3: kan uitleggen waarom afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes.

Vaardigheid 4: kan redeneren over lengte in eenvoudige probleemsituaties



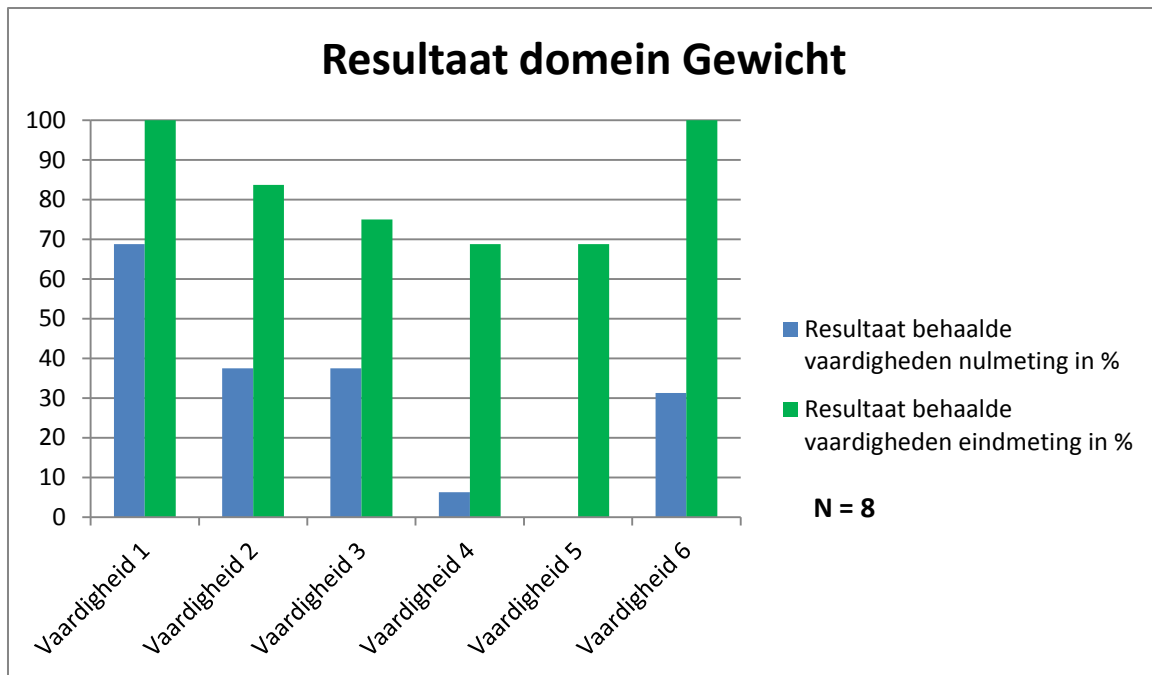


Vaardigheid 1: kan begrippen rond inhoud gebruiken in concrete situaties, waaronder ook de tegenstellingen

Vaardigheid 2: kent het begrip 'inhoud' en weet in welke situaties er sprake is van 'inhoud'

Vaardigheid 3: kan redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties





Vaardigheid 1: kan begrippen rond gewicht gebruiken in concrete situaties

Vaardigheid 2: kan situaties noemen waarin 'gewicht' een rol speelt en kan vertellen hoe je een gewicht kun vaststellen.

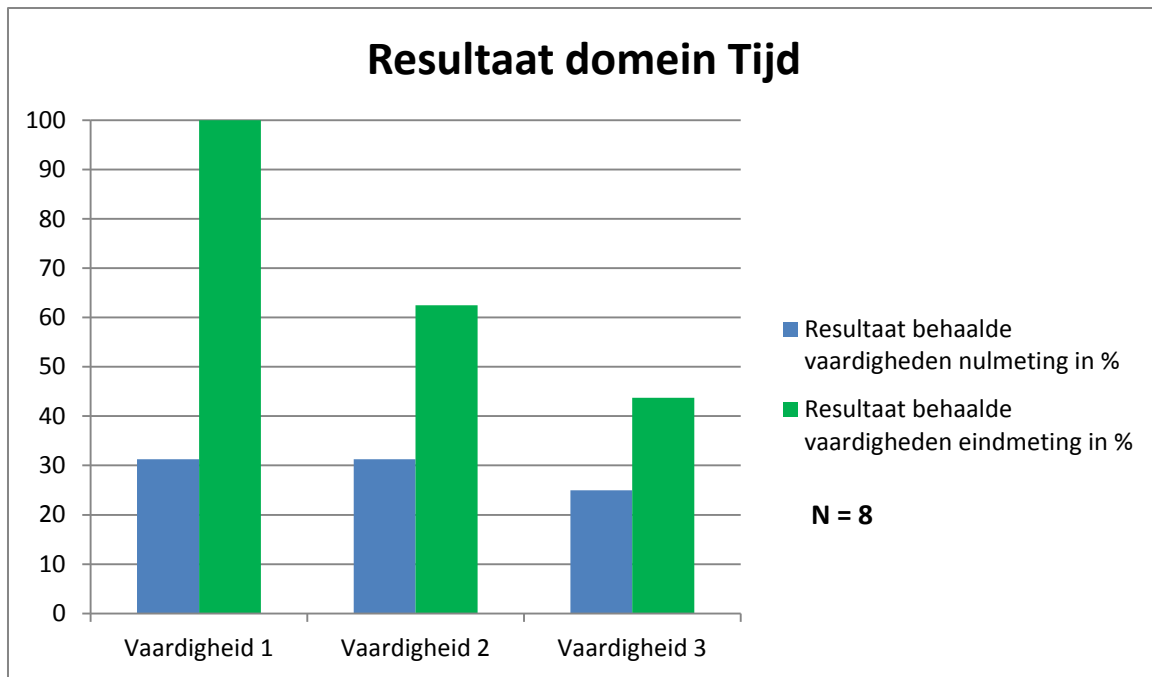
Vaardigheid 3: begrijpt dat gewicht niet een op een samenvalt met omvang: zwaarder betekent niet altijd groter en omgekeerd.

Vaardigheid 4: kan objecten meten met een balans en het meetresultaat op passende wijze verwoorden

Vaardigheid 5: kan uitleggen waarom het kiezen en afspreken van één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten met en vergelijken en ordenen van gewichten.

Vaardigheid 6: kan redeneren over inhoud en gewicht in eenvoudige probleemsituaties





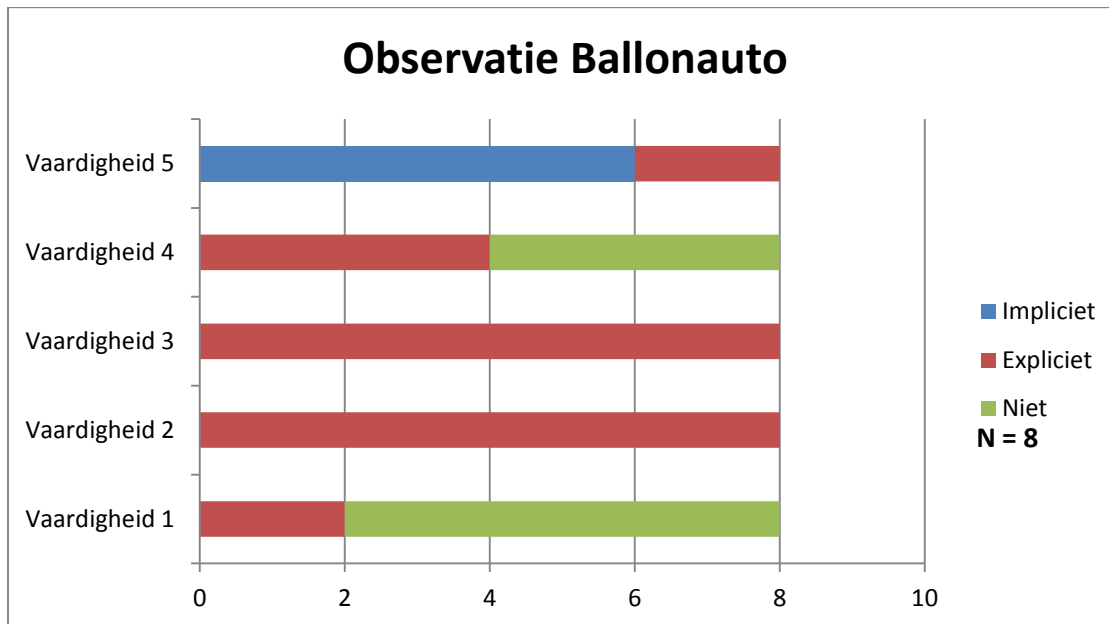
Vaardigheid 1: weet hoe je aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving kunt zien dat er tijd verstrijkt en kan dit uitleggen

Vaardigheid 2: kan gebeurtenissen naar tijdsduur ordenen.

Vaardigheid 3: kan kritisch denken en redeneren tijd in eenvoudige probleemsituaties



Bijlage 19: Observaties



De leerling kan:

Vaardigheid 1: Gebruik maken van de begrippen:- lang, langer, langst(e); kort, korter, kortst(e); - groot, groter, grootst(e); klein, kleine, kleinst(e); - dik, dikker, dikst(e); dun, dunner, dunst(e);- hoog, hoger, hoogst(e); laag, lager, laagst(e);- (er) omheen in betekenisvolle situaties rond lengte en omtrek

Vaardigheid 2: Lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat

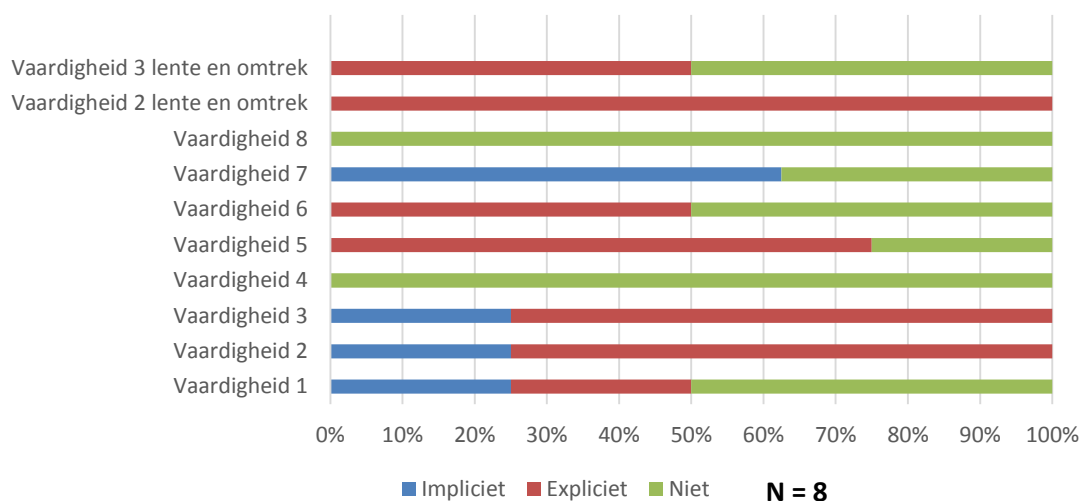
Vaardigheid 3: Benoemen wat het meetresultaat is (ook wanneer die is samengesteld)

Vaardigheid 4 Uitleggen dat één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes

Vaardigheid 5: Redeneren over lengte in probleemsituaties



Observatie Brug voor Haas met gewicht



De leerling kan:

Vaardigheid 1: Gebruik maken van de begrippen: zwaar, zwaarder, zwaarst(e), licht, lichter, lichtst(e), even zwaar/licht in concrete situaties

Vaardigheid 2: Benoemen in welke situaties er sprake is van 'gewicht'

Vaardigheid 3: Benoemen hoe je gewicht kunt vaststellen

Vaardigheid 4: Begrijpen dat gewicht niet een op een samenvalt met omvang

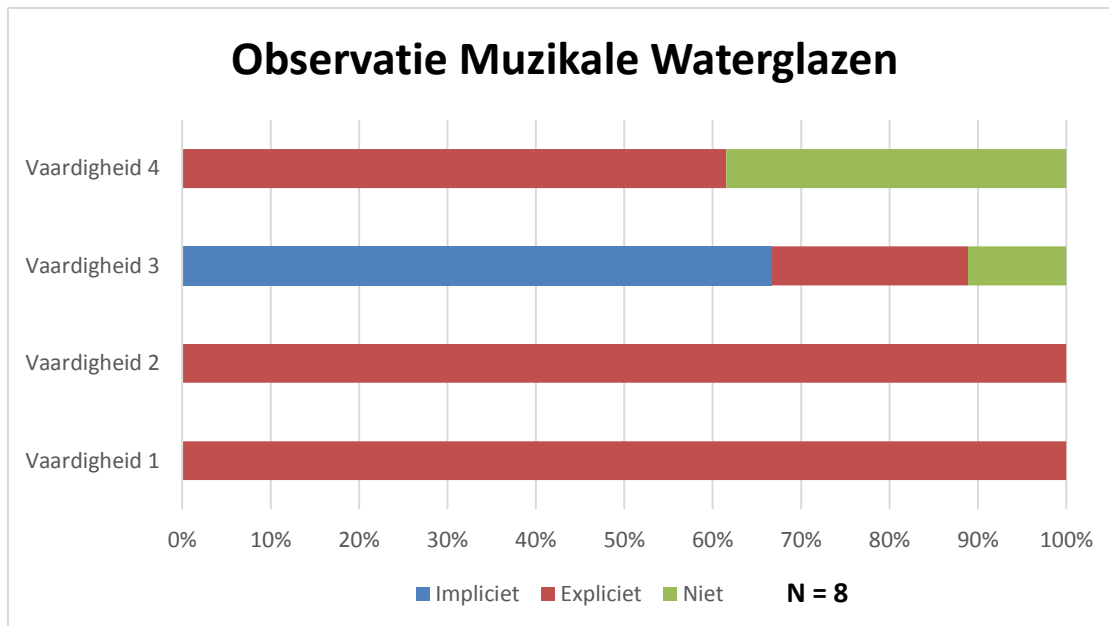
Vaardigheid 5: Objecten wegen met een balans

Vaardigheid 6: Meetresultaten op passende wijze verwoorden

Vaardigheid 7: Uitleggen dat één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van gewichten

Vaardigheid 8: Redeneren over inhoud en gewicht in eenvoudige probleemsituaties





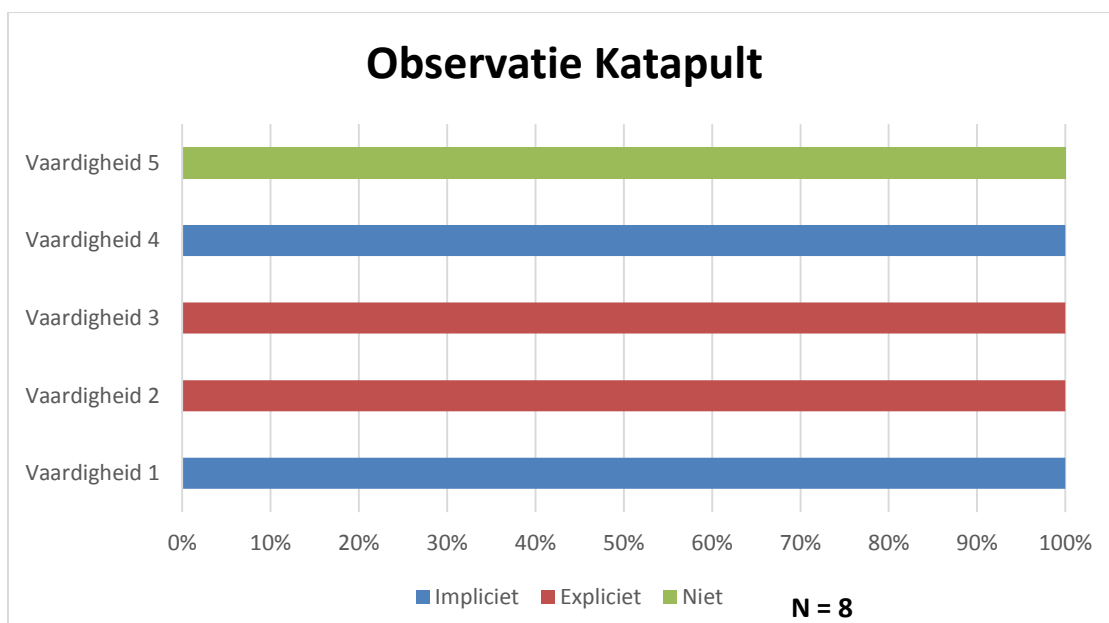
De leerling kan:

Vaardigheid 1: Gebruik maken van de begrippen: vol, voller, volst(e), leeg, veel, weinig, meer, meest(e), minder, minst(e), evenveel in concrete situaties rond inhoud

Vaardigheid 2: Het begrip 'inhoud' gebruiken

Vaardigheid 3: Benoemen wanneer er sprake is van 'inhoud'

Vaardigheid 4: Redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties



De leerling kan:

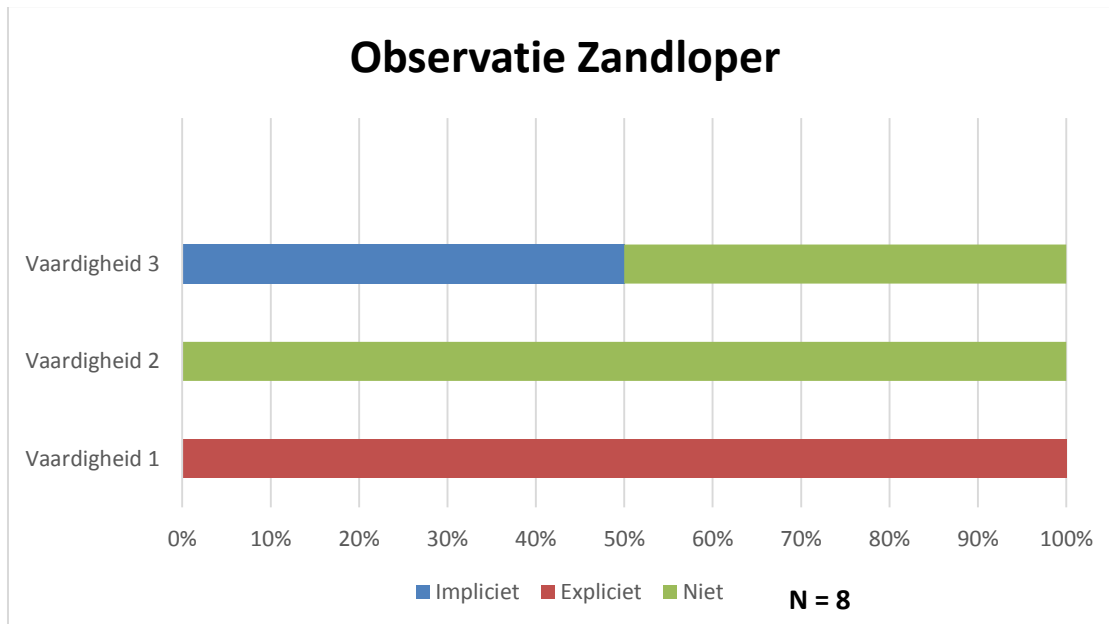
Vaardigheid 1: Gebruik maken van de begrippen:- lang, langer, langst(e); kort, korter, kortst(e); - groot, groter, grootst(e); klein, kleine, kleinst(e); - dik, dikker, dikst(e); dun, dunner, dunst(e);- hoog, hoger, hoogst(e); laag, lager, laagst(e);- (er) omheen in betekenisvolle situaties rond lengte en omtrek

Vaardigheid 2: Lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat

Vaardigheid 3: Benoemen wat het meetresultaat is (ook wanneer die is samengesteld)

Vaardigheid 4 Uitleggen dat één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes

Vaardigheid 5: Redeneren over lengte in probleemsituaties



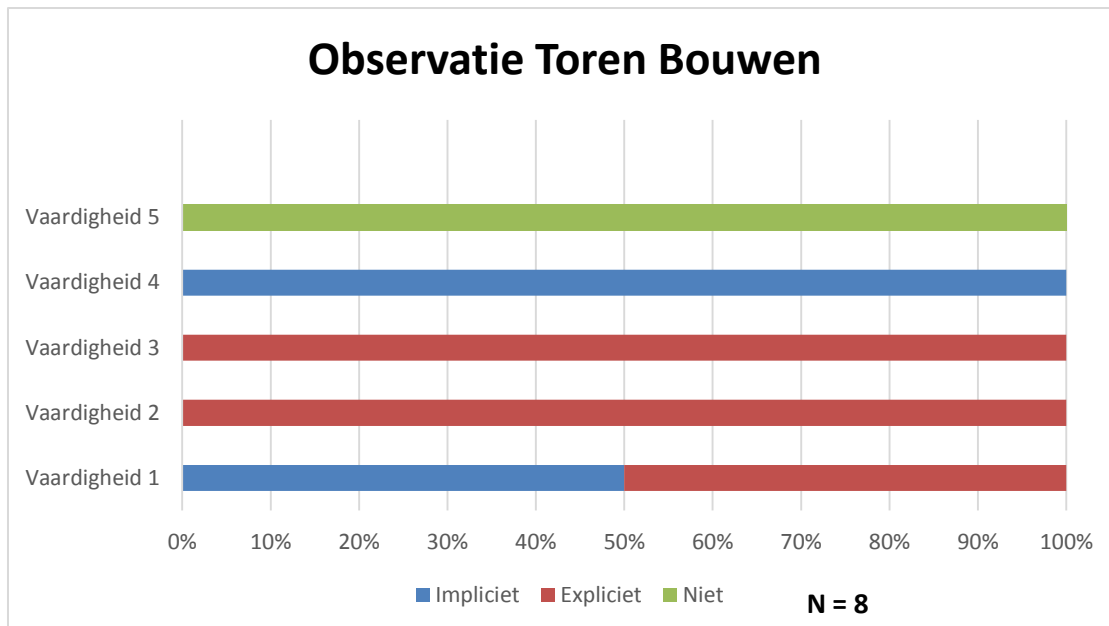
De leerling kan:

Vaardigheid 1: Benoemen hoe je kunt zien aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving hoe tijd verstrijkt

Vaardigheid 2: Gebeurtenissen naar tijdsduur ordenen

Vaardigheid 3: Kritisch denken en redeneren over tijd in eenvoudige probleemsituaties





De leerling kan:

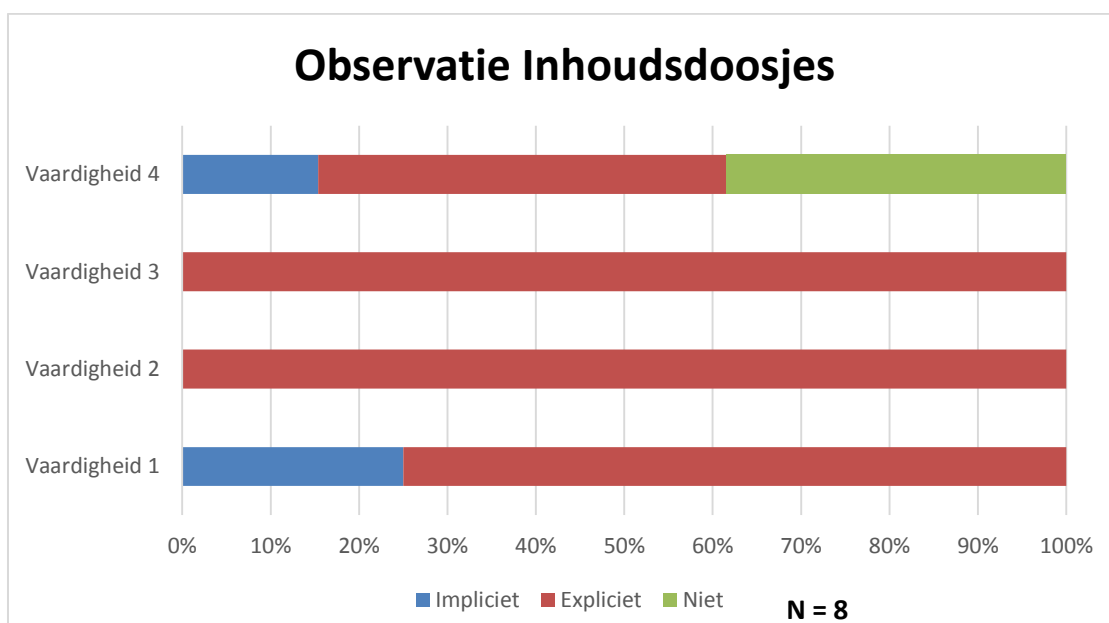
Vaardigheid 1: Gebruik maken van de begrippen:- lang, langer, langst(e); kort, korter, kortst(e); - groot, groter, grootst(e); klein, kleine, kleinst(e); - dik, dikker, dikst(e); dun, dunner, dunst(e);- hoog, hoger, hoogst(e); laag, lager, laagst(e);- (er) omheen in betekenisvolle situaties rond lengte en omtrek

Vaardigheid 2: Lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat

Vaardigheid 3: Benoemen wat het meetresultaat is (ook wanneer die is samengesteld)

Vaardigheid 4 Uitleggen dat één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes

Vaardigheid 5: Redeneren over lengte in probleemsituaties



De leerling kan:

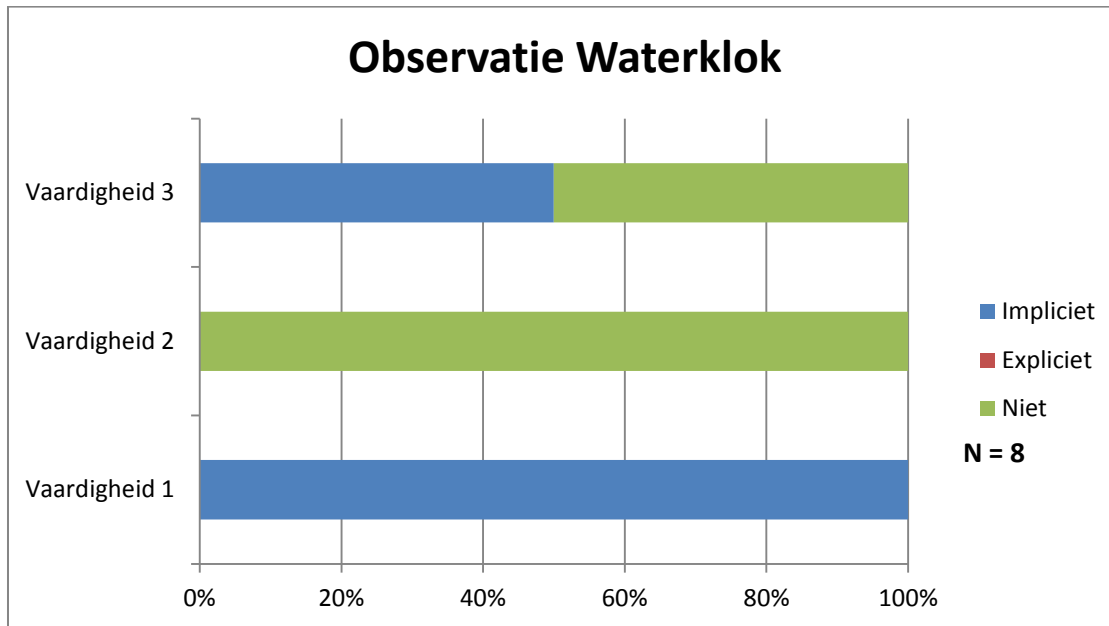
Vaardigheid 1: Gebruik maken van de begrippen: vol, voller, volst(e), leeg, veel, weinig, meer, meest(e), minder, minst(e), evenveel in concrete situaties rond inhoud

Vaardigheid 2: Het begrip 'inhoud' gebruiken

Vaardigheid 3: Benoemen wanneer er sprake is van 'inhoud'

Vaardigheid 4: Redeneren over de vorm van een object en de inhoud ervan in eenvoudige probleemsituaties



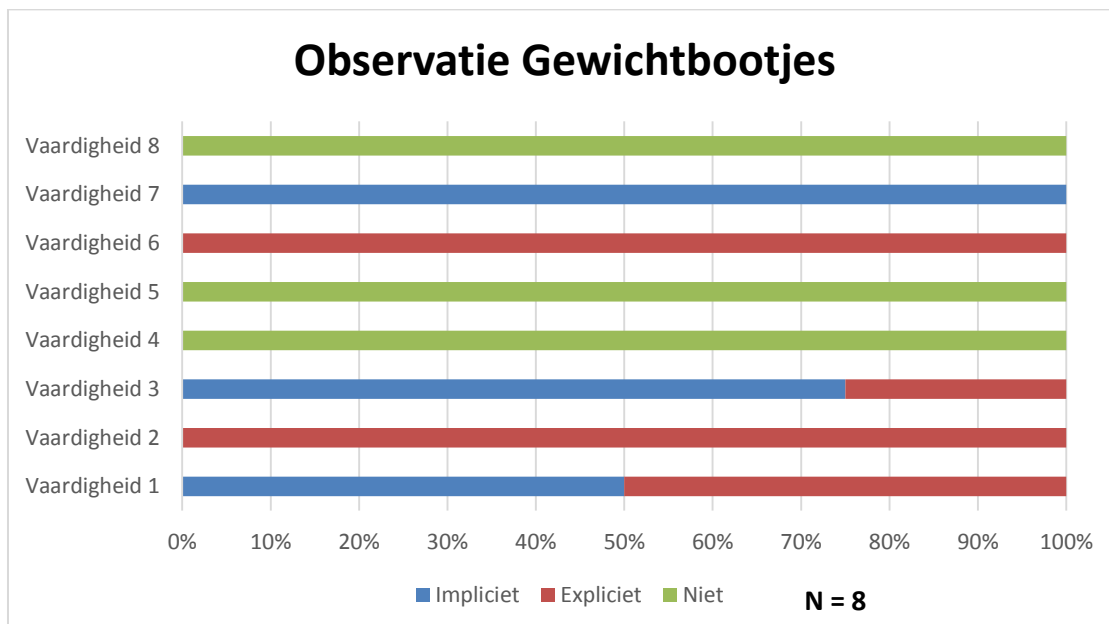


De leerling kan:

Vaardigheid 1: Benoemen hoe je kunt zien aan voorwerpen en instrumenten in de omgeving hoe tijd verstrijkt

Vaardigheid 2: Gebeurtenissen naar tijdsduur ordenen

Vaardigheid 3: Kritisch denken en redeneren over tijd in eenvoudige probleemsituaties



De leerling kan:

Vaardigheid 1: Gebruik maken van de begrippen: zwaar, zwaarder, zwaarst(e), licht, lichter, lichtst(e), even zwaar/licht in concrete situaties

Vaardigheid 2: Benoemen in welke situaties er sprake is van 'gewicht'

Vaardigheid 3: Benoemen hoe je gewicht kunt vaststellen

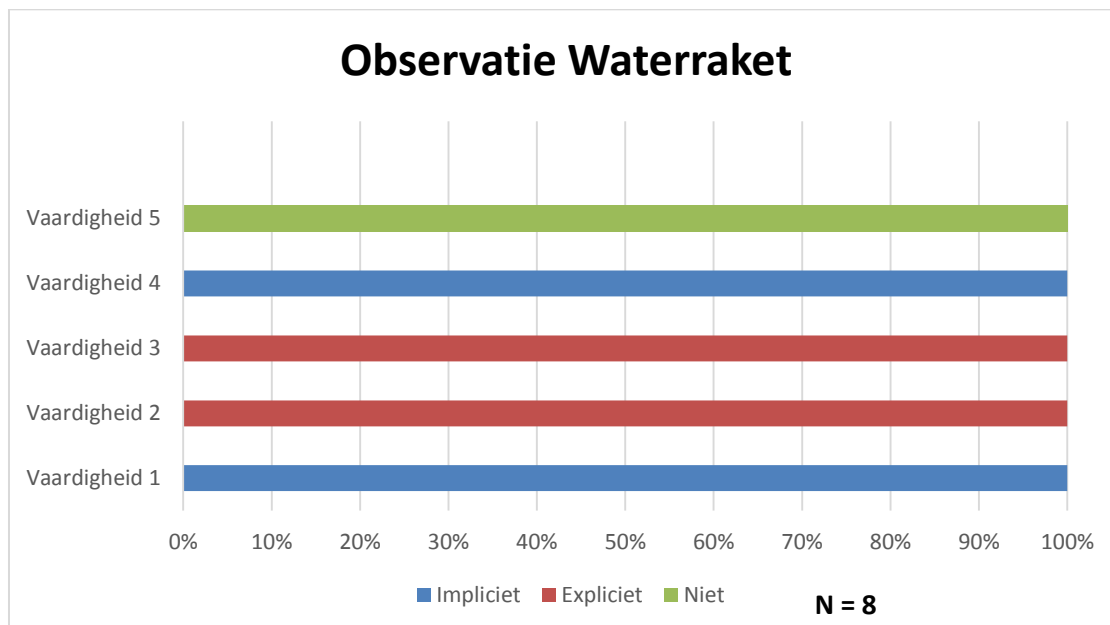
Vaardigheid 4: Begrijpen dat gewicht niet een op een samenvalt met omvang

Vaardigheid 5: Objecten wegen met een balans

Vaardigheid 6: Meetresultaten op passende wijze verwoorden

Vaardigheid 7: Uitleggen dat één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van gewichten

Vaardigheid 8: Redeneren over inhoud en gewicht in eenvoudige probleemsituaties



De leerling kan:

Vaardigheid 1: Gebruik maken van de begrippen:- lang, langer, langst(e); kort, korter, kortst(e); - groot, groter, grootst(e); klein, kleine, kleinst(e); - dik, dikker, dikst(e); dun, dunner, dunst(e);- hoog, hoger, hoogst(e); laag, lager, laagst(e);- (er) omheen in betekenisvolle situaties rond lengte en omtrek

Vaardigheid 2: Lengte meten via afpassen met een natuurlijke maat

Vaardigheid 3: Benoemen wat het meetresultaat is (ook wanneer die is samengesteld)

Vaardigheid 4: Uitleggen dat één vaste maat een voorwaarde is voor het eerlijk meten, vergelijken en ordenen van lengtes

Vaardigheid 5: Redeneren over lengte in probleemsituaties

