



TECH
YOUR
FUTURE

Centre of Expertise TechniekOnderwijs

Hoeveel thee drinken we eigenlijk?

Een koffie- en theetafelboek over wetenschap en technologie
en onderzoekend en ontwerpend leren op de basisschool

WAAROM WETENSCHAP & TECHNOLOGIE IN HET BASIS- ONDERWIJS?

Beste lezer,

Wetenschap en Technologie (W&T) maakt nieuwsgierig en stimuleert kinderen tot creatief, kritisch en ondernemend gedrag. Door samen op onderzoek uit te gaan en oplossingen te bedenken, raken kinderen vertrouwd met de samenleving van vandaag en morgen. Een samenleving waarin technologisering en digitalisering steeds belangrijker worden.

Jonge kinderen zijn van nature nieuwsgierig naar de wereld om hen heen én naar de rol die zij nu en straks kunnen spelen in onze samenleving. Vaak worden voorkeuren voor beroepen al op jonge leeftijd, tussen de 9 en 14 jaar, gevormd. Door kinderen uit te dagen nieuwsgierig te zijn en een onderzoekende en ontwerpende houding te ontwikkelen, helpen we ze hun talenten te ontdekken en bereiden we ze voor op de wereld van morgen.

We denken dat veel basisscholen Wetenschap en Technologie en Onderzoekend en Ontwerpend leren heel belangrijk vinden. Maar we weten tegelijk ook, dat veel leerkrachten het best lastig vinden om wetenschap en technologie in te passen in een toch al overvol onderwijs-jaarprogramma.

De insteek in dit koffietafelboek is om onderwerpen die toch al in het onderwijs aan bod komen te bekijken vanuit de insteek van wetenschap en technologie. Dit boek schetst een overzicht van waar het in Wetenschap en Technologie en in Onderzoekend en Ontwerpend leren om gaat. Het helpt bovendien met het zetten van een paar leerstappen in wetenschap en technologie.

In dit boek is de wereld van wetenschap en technologie uitgewerkt in een aantal thema's, die weer onderverdeeld zijn in:

- een informatief deel;
- een deel dat je samen met je team kunt doen en bespreken;
- een deel ter inspiratie om zelf in je groep uit te voeren en;
- inspiratiebronnen voor verdere verdieping.



Dit koffietafelboek is tot stand gekomen in samenwerking met TechYourFuture, Lieke Koot (docent bouwkunde, Windesheim Zwolle), Robert Blanken (voormalig docent Natuur & Techniek Windesheim Zwolle).

De inzichten zijn opgedaan tijdens het TechYourFuture project "Systeemscheidingen doorbreken in funderend onderwijs in Wetenschap & Technologie".

Wij danken hierbij de volgende scholen hartelijk voor hun bijdrage aan dit project:

- De Duyvcamp Zwolle;
- Talentum Zwolle (voorheen Klokbeker Zwolle);
- De Octopus Zwolle;
- De Wendakker Zwolle;
- De Werkschuit Zwolle;
- De Zevensprong Dronten;
- Het Zuiderlicht Dronten;
- Het Palet Almere;
- Columbuschool Almere;
- 3Sprong Lelystad.

*Wij wensen jullie
veel lees- en leerplezier toe!*

Colofon

Redactie:

Dr. Hanno van Keulen (Lector Leiderschap in Onderwijs en Opvoeding, Windesheim Flevoland), Dr. Nicole van Aar (docent wetenschap & technologie, pabo Windesheim Zwolle), Marlies Aldewereld-Paenen MA (onderzoeker wetenschap & technologie, Windesheim Flevoland), Manon Schrijnemaekers MSc (instroom- en aansluitingscoördinator Techniek, Windesheim Zwolle), Carlijn Veldhorst MSc (onderwijskundig advies, TechYourFuture).

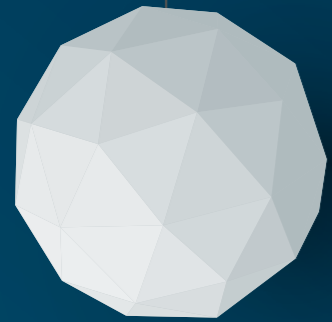
Fotografie:

Shutterstock, Inc.

Concept en vormgeving:

Factor 12 B.V.

Inhoud



10.

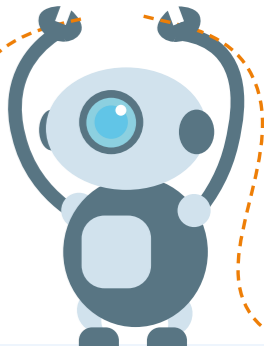
Zie de maan
schijnt... 32-33.
door de bomen

Hoe
maak ik
appelsap?

06. 20-22.



Hoe ziet mijn
SPIJKER
BROEK 16-18.
eruit?



01.

Hoeveel thee
drinken we eigenlijk?

Vragenmachientje

6-7.

Inhoud

Theedrinken	6
De brug was open	8
Moeder bakt pannenkoeken maar het meel is zo duur	10
Mag ik betalen?	14
Hoe ziet mijn spijkerbroek eruit?	16
Hoe maak ik appelsap?	20
Kamillethee met bijenhoning	24
Wat heb je nodig voor een boogbrug?	26
Notities	28
Een spijkerbroek ontwerpen en maken: is dat makkelijk of moeilijk?	30
De maan schijnt door de bomen	32
Spijkerbroeken maken is niks voor meisjes of jongens	34

Theedrinken

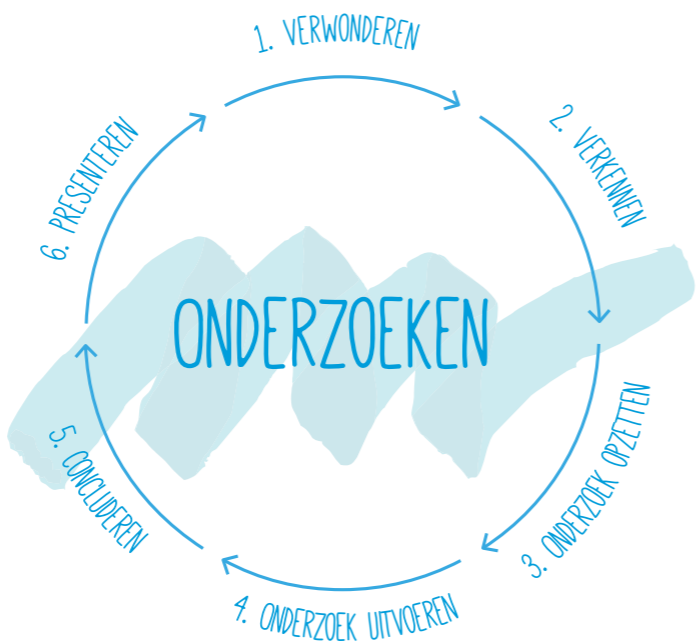
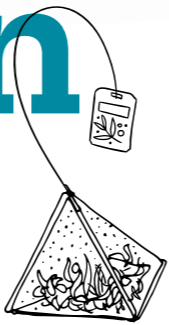
Informatief

Het is pauze. Heb jij dan ook zo'n zin in thee of koffie? Op zo'n vraag kun je natuurlijk gewoon 'ja' zeggen (of 'nee', als jij een van de weinige Nederlanders bent die niet van koffie of thee houdt). Maar je kunt er ook anders op reageren. Hoe komt dat eigenlijk, dat je zin krijgt in koffie? Krijg je die zin in koffie omdat je de geur van koffie ruikt of wanneer je de koffie ziet? Gaat er een soort wekker in jezelf af die zegt: "Het is nu tijd voor koffie?"

Allemaal vragen. En wie vragen stelt, is nieuwsgierig. Nieuwsgierigheid, of verwondering, is de basis van onderzoekend en ontwerpend leren, en daarmee van wetenschap en technologie. Wie nieuwsgierig is wil antwoorden op vragen. Om een antwoord te krijgen moet je iets doen, en dat noemen we onderzoek.

Onderzoek doen kan heel ingewikkeld zijn maar je kunt er vrijwel altijd een aantal stappen of fases in onderscheiden. Die stappen geven we hier weer in de vorm van de onderzoekszyclus.

Waarom is het nu zo belangrijk om onderzoek met kinderen te doen? Je kunt toch ook het antwoord op je vraag opzoeken? In boeken of op internet bijvoorbeeld. Inderdaad, vaak kan dat. Typ 'behoefte aan koffie' in op een zoekmachine op internet en je krijgt verwijzingen naar allerlei websites. Dat gaat veel sneller en de kans op fouten of vergissingen is kleiner. Maar, niet op elke vraag is al een antwoord te vinden. Sommige informatie blijkt onbetrouwbaar of onzinnig. En, dat is het belangrijkste, het doel van onderzoekend leren is vooral dat kinderen vaardiger worden in de verschillende stappen van het proces, zoals vragen stellen, verkennen, onderzoek opzetten en uitvoeren en conclusies trekken. Feitenkennis kun je leren uit een boekje, maar vaardigheden moet je leren door denken en doen.



Teamactiviteiten

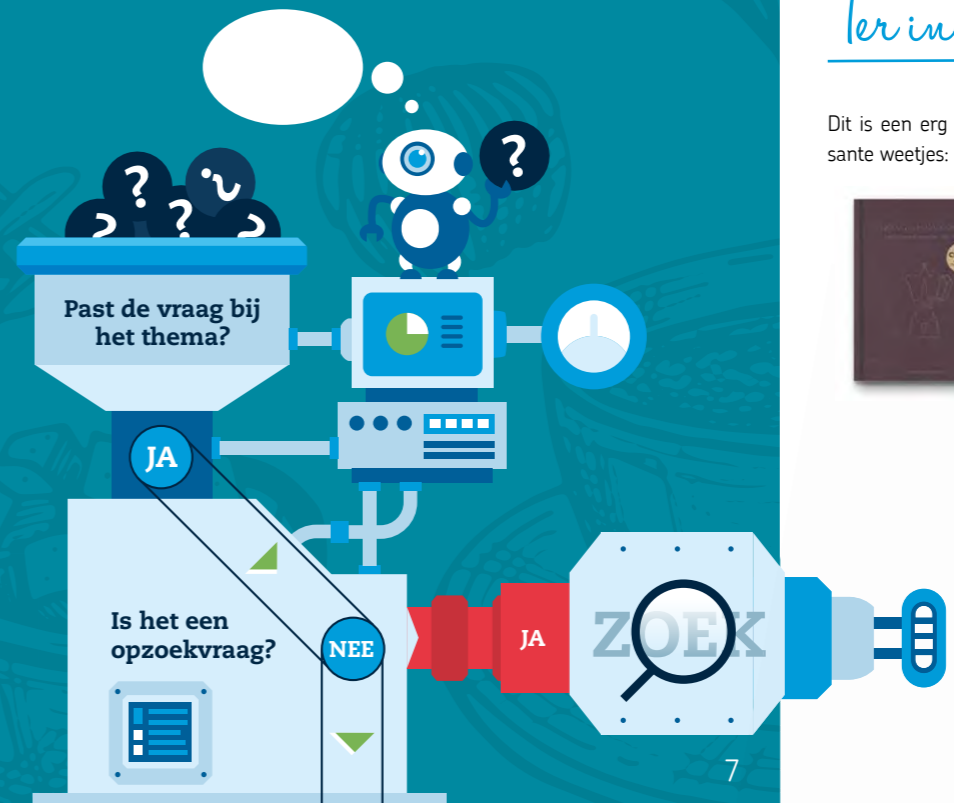


Om ervaring op te doen met onderzoekend leren gaan we een onderzoekje doen naar theedrinken. De essentie van onderzoek doen is dat je een antwoord wilt hebben op een vraag. Dus de eerste stap is gezamenlijk vaststellen welke vraag dat is. Wat willen jullie weten over koffie- of theedrinken? Neem drie minuten de tijd en schrijf zo veel mogelijk dingen op over koffie- of theedrinken waar je meer over zou willen weten.

Zo'n lijst kan lang zijn en heel divers. Dit is een belangrijke ervaring met onderzoekend leren: het kan letterlijk alle kanten op gaan! Wat vind je daarvan? Het is duidelijk dat onderzoekend leren over theedrinken anders gepland en georganiseerd moet worden dan een instructieles bij rekenen of taal. Een hulpmiddel om een vraag te kiezen die geschikt is voor onderzoekend leren is het Vragenmachientje. Hiermee kun je de vragen van jullie lijst analyseren.

Opzoekvragen vallen af, bijvoorbeeld. Een belangrijk criterium is ook wat je kunt leren door het uitvoeren van het onderzoek. En natuurlijk of je denkt of een onderzoek naar een antwoord op de vraag wel door jullie uit te voeren is.

Ga met behulp van het Vragenmachientje na welke vragen in principe geschikt zijn om in de groep met kinderen te onderzoeken. Waarschijnlijk moet je sommige vragen wat anders formuleren om ze onderzoekbaar te maken.



Activiteiten in je eigen groep

Wij hebben een vraag waarvan we zeker weten dat je die met de groep kunt onderzoeken, en waarop je het antwoord nergens kunt vinden. Die vraag is: "Hoeveel thee drinken we met zijn allen (op school, thuis, waar dan ook) in een week?"

Wat je van zo'n vraag kunt leren is niet zozeer het antwoord (dat komt vast niet in de krant te staan) maar wel waar je aan moet denken bij het opzetten en uitvoeren van een onderzoek. Hoe zou jij nagaan hoeveel thee jij in een week drinkt? Vergelijk de dingen waar jij aan denkt met waar kinderen aan denken. Bijvoorbeeld hoe je hoeveelheden kunt meten. Ga je aan de slag met een maatbeker, of tel je het aantal kopjes, of gebruik je een weegschaal?

Ook kun je met de kinderen nadenken over het trekken van conclusies: hoe zeker zijn we bijvoorbeeld van het antwoord dat we hebben gevonden? Zou dit resultaat ook op andere scholen gevonden worden? Zouden we hetzelfde vinden in een andere week van het jaar? Moeten kinderen die geen thee drinken meegeteld worden of juist niet?

Opdracht teamleden

Voer het voorgestelde onderzoek in de klas eens uit in je team. Hoeveel thee/koffie drinken jullie gezamenlijk in een week? Hoe kunnen jullie dat meten? Hoe houden jullie dat bij? Hoe trekken jullie conclusies? Etc.

Ter inspiratie

Dit is een erg leuk boekje over koffie met allerlei interessante weetjes:



Kingston, L. (2015). *How to make coffee. The science behind the bean.* Lewes: Ivy Press.



De brug was open

Informatief

De kans is groot dat je op weg naar school over een brug bent gereden. Nederland is namelijk een waterland en telt duizenden bruggen. We zeggen 'gereden', want veel leraren gaan met de auto naar school. Fijn dat de brug het gehouden heeft! Gelukkig is dat geen toeval. Er is hard gewerkt om de brug voldoende sterk te maken. Met enige goede wil kun je een brug een antwoord noemen op een onderzoeksvraag, namelijk op de vraag: "Hoe kom je naar de overkant?" Maar je zult de brug ook moeten bouwen als je echt naar de overkant wilt. Daarom spreken we hier liever niet over 'onderzoeken' en 'onderzoekend leren', maar over 'ontwerpen' en 'ontwerpend leren'. Onderzoekend leren past vooral bij 'wetenschap': je wilt iets weten. Ontwerpend leren past vooral bij 'techniek': je wilt iets maken om een probleem op te lossen. Ontwerpend leren begint altijd met een probleem. Je wilt bijvoorbeeld naar de andere kant van het water, maar je wilt niet nat worden en je hebt geen boot. Het eindigt met een oplossing die past bij alle wensen, maar ook bij de mogelijkheden. Dat kan in het voorbeeld een brug zijn, maar ook een tunnel of misschien een polsstok als het water niet zo breed is en je niet veel geld hebt. Voor ontwerpend leren gebruiken we de ontwerpcyclus (zie afbeelding) en richten we ons op Kerndoel 45: "De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen ontwerpen, uitvoeren en evalueren." Een brug is een oplossing voor een technisch probleem en je evalueert die oplossing door te testen of de brug het houdt en aan alle andere eisen voldoet. Misschien mag de scheepvaart geen last hebben van de brug, met als gevolg dat jij te laat op school komt omdat de brug open was Dan denk je: "Kan dat niet beter?" en heb je een nieuw ontwerpprobleem. Deze heel menselijke irritatie is het begin van een lange ontwikkeling die tot onze huidige, hoogtechnologische samenleving heeft geleid. Het is de wil om je leven beter te maken. Dus eigenlijk zou je alle technologie goed moeten kunnen begrijpen omdat het altijd voor en door mensen gemaakt is.

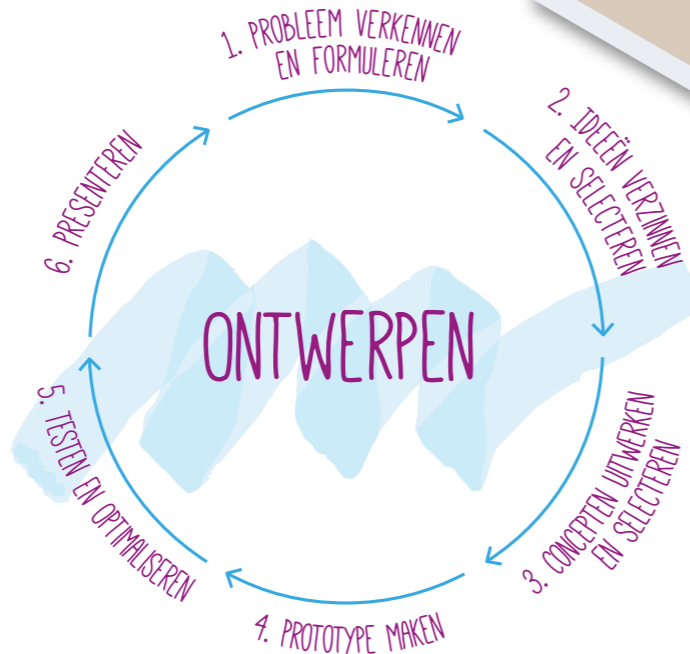
Teamactiviteiten

Elke leerkracht die aan de slag gaat met onderzoekend en ontwerpend leren moet twee soorten vragen in het didactisch repertoire hebben. Als je kinderen in de richting van onderzoekend leren wilt krijgen, dan stel je vragen als: "Hoe werkt dat?"; "Hoe kun je dat verklaren?"; "Hoeveel...?"; "Hoe vaak?"; "Waardoor?". Als je kinderen in de richting van ontwerpend leren wilt krijgen, concen-

treer je dan op de vragen: "Hoe maak je dit?" en: "Kan dit beter?" Voor goede problemen om met de leerlingen mee aan de slag te gaan hoeft je niet ver te gaan. Het schoolgebouw en de omgeving van de school zijn een uitstekende bron van 'technische problemen', die leerlingen kunnen proberen op te lossen door iets te ontwerpen, te maken en te testen.

Ga in kleine groepjes op pad door de school. Kijk goed naar alle materiële dingen en verschijnselen. Ben je er tevreden over? Waar ergert je je al tijden aan? Zou het beter kunnen? Zou je het met je leerlingen kunnen namaken of zelfs verbeteren? Misschien piept er een deur; struikel je over de elektriciteitsnoeren; schijnt de lage zon je lokaal in; is er geen watertafel of zandbak voor de kleuters; kost de luizencontrole zoveel tijd. Misschien ligt je school wel naast water en wil je naar de overkant kunnen...

Maak met z'n allen een lijst en ga na welke onderwerpen zich zouden kunnen lenen voor ontwerpend leren en wat je moet doen om de opdracht voor elke leeftijd geschikt te maken. Houd het klein en eenvoudig: alledaagse problemen zijn vaak veel geschikter om vaardig te worden om middels de stappen van ontwerpend leren problemen op te lossen dan grote wereldvraagstukken. Probeer geen raket voor een Marsreis te ontwerpen!



Activiteiten

in je eigen groep



Een brug ontwerpen en bouwen is een prachtige en leerzame activiteit. Google op 'bruggen bouwen met kinderen' en je krijgt duizenden ideeën en lessuggesties.

Niets is zo leuk als een echte brug bouwen, maar het wordt beter praktisch uitvoerbaar wanneer je geen echte brug over echt water ontwerpt en bouwt, maar een klein model. Dan kun je bijvoorbeeld goedkoper materiaal gebruiken dan in het echt. Ook aan een model van een brug kunnen kinderen ontwerpvaardigheden ontwikkelen en kun je dus leerdoelgericht werken.

WE GAAN BRUGGEN BOUWEN!

1. Schets de context (Verken met de kinderen de omgeving van de school. Vragen die je o.a. kunt stellen: Waar staat de brug? Wie gebruikt de brug? Hoe ziet de omgeving eruit? Welke andere bruggen kent de omgeving?)
2. Welk probleem stel je daarbij centraal? (Denk bijvoorbeeld aan veiligheid, files, omrijden, hoogwater, boten, kosten.)
3. Aan welke eisen moet de brug voldoen? (Voorbeeldvragen zijn: Moet de brug open kunnen? Moet de brug een vrachtwagen kunnen houden? Mogen er pijlers onder of is de rivier daarvoor te diep?)

Begin pas met maken als het probleem en alle eisen goed zijn geformuleerd en de leerlingen een ontwerp hebben bedacht en uitgewerkt. Ga niet zomaar wat maken aan de hand van een werkblad. Kinderen voeren dan een opdracht uit in plaats van dat ze hun eigen probleem oplossen. Je merkt het gebrek van eigenaarschap aan vragen als: "Wat moet ik nu doen?" en: "Doe ik het zo goed?"

De nabespreking is een goed moment om de kennis van de leerlingen over bruggen te verdiepen. Ze staan daar nu het meest open voor. Nodig bijvoorbeeld een expert uit, denk hierbij bijvoorbeeld aan een engineer civiele techniek, architect of aannemer. Welke brugtypen zijn er in het echt? Welk materiaal wordt in het echt gebruikt en waarom? Om jezelf bij te scholen kijk je bijvoorbeeld op Wikipedia bij 'brug (bouwwerk)'. Een prachtig boek dat eigenlijk op geen enkele school mag ontbreken is de 'Canon van de Nederlandse brug' (Van Blankenstein & Van den Hoonaard, 2016)



Ter inspiratie

Van Blankenstein, E., Van den Hoonaard, J., & Remery, F.J. (2016). *Canon van de Nederlandse brug. 2000 jaar brughistorie*. Zoetermeer: Bouwen met Staal.



Moeder bakt pannenkoeken maar het meel is zo duur

Informatief

Eén van de grootste uitdagingen voor onderzoekend en ontwerpend leren op de basisschool is waar je de tijd vandaan haalt. Wat meer tijd zou wel fijn zijn, want er is nauwelijks een land ter wereld waarin zo weinig onderwijstijd aan wetenschap en technologie besteed wordt als Nederland. Maar alle andere vakken en leerdoelen vragen ook aandacht. De beste oplossing voor dit probleem is om onderwijs te ontwerpen waarmee je meer leerdoelen tegelijk kunt nastreven. We besteden veel tijd aan taal en dus liggen hier mogelijkheden.

We maken gebruik van de motiverende kracht die veel activiteiten uit wetenschap en technologie hebben. Kinderen vinden het leuk om materialen te verkennen, iets te maken, iets te doen en ze praten hier gemakkelijk over. Bij jonge kinderen noemen we dat 'spelen' en het ontwikkelt zowel hun kennis van de wereld als hun mondelinge taalvaardigheid. Door spelend leren te combineren met betekenisvolle activiteiten uit de wereld van wetenschap en technologie krijgen we een geschikte werkvorm, die we hier 'beroepenspel' noemen. Het is geschikt voor alle leeftijden, want naspelen van beroepssituaties gaat op den duur over in echte beroepsuitoefening. Het is 'oriëntatie op jezelf en de wereld' en het draagt bij aan een belangrijke functie van het basisonderwijs, namelijk kinderen toerusten voor participatie in de samenleving.

De voor kinderen herkenbare beroepen hebben vaak te maken met wat voor hun dagelijks leven belangrijk is: eten, kleding, droog blijven, wonen, verplaatsen, gezondheid. Niet toevallig vinden we in deze sectoren veel technische beroepen.

Er is een kans dat een van de ouders van de kinderen een beroep heeft dat lijkt op pannenkoekenrestaurant-houder. Zo'n ouder vindt het vast leuk om mee te denken over de inrichting van het beroepenspel. Misschien is een excursie mogelijk of zijn er voorbeelden beschikbaar zoals menukaarten en recepten voor de taalopdrachten. En een echte professional spreekt ook de taal van het beroep veel beter dan de leerkracht: dat is goed voor de woordenschatontwikkeling.

Het oude kinderliedje 'Elsje Fiederelsje' over pannenkoeken roept nog meer vragen op: waarom bakt moeder en niet vader? Hoe spel je pannenkoeken eigenlijk, en waarom? Wat kostte meel vroeger eigenlijk? Je duikt hiermee de geschiedenis in, het raakt aan burgerschap en natuurlijk aan muziek. Wetenschap en technologie is een heel geschikte context voor veel leerdoelen van andere vakken.

Hoe werkt dat, beroepenspel? Stel je een pannenkoekenrestaurant voor. Wat moet de eigenaar van dit restaurant doen? Kinderen hebben daar vast en zeker een goed beeld van. Wat moet je doen als dit je beroep is? Pannenkoeken bakken natuurlijk, maar dit is niet genoeg. Je moet een boodschappenlijstje maken om de ingrediënten te kunnen kopen, je moet reclame maken, menukaarten hebben, gasten verwelkomen, uitleg geven bij het eten, vragen of het smaakt. Je moet recepten maken, lezen, gebruiken. Er zijn woorden nodig zoals 'mixer', 'garde', 'spatel' en 'beslag' waarvan de betekenis misschien opgezocht moet worden. Je restaurant moet een naam hebben. Er zijn dus allerlei functionele taalopdrachten te geven die de mondelinge en schriftelijke taalvaardigheden van kinderen bevorderen. En tegelijkertijd is 'een pannenkoek bakken, waarvan iedereen vindt dat ie lekker is', te zien als 'een oplossing voor een technisch probleem ontwerpen, uitvoeren en evalueren'.

Enkele voorbeelden van de verbinding van taal met wetenschap en technologie vind je in het boekje 'Taal in de context van W&T', dat je van internet kunt downloaden (www.pbt-netwerk.nl/publicaties/taal-in-de-context-van-wt).



Teamactiviteiten

Veel beroepen uit de wereld van wetenschap en technologie lenen zich voor de werkvorm 'beroepenspel'. Belangrijk is vooral dat de leerlingen een beeld moeten hebben van het beroep. Iedereen kan zich voorstellen wat een huizenbouwer doet of een kleermaker.

Verder is belangrijk dat er beroepssituaties voor te stellen zijn die zich lenen voor naspelen en waar de natuur of de techniek en materialen, materiële processen een duidelijke rol spelen. Het is makkelijker om 'kapitein op een schip' te spelen dan 'beleidsambtenaar bij de gemeente'.

Bedenk met elkaar een aantal beroepen en beroepssituaties die geschikt zijn om na te spelen. Probeer te streven naar variatie, door beroepen uit verschillende 'werelden van techniek' te kiezen: over voeding, gezondheid, kleding, bouw, transport, water, communicatie, vrije tijd.

Kies een beroep en ga na welke functionele taalopdrachten hierbij te geven zijn. Ga na hoe de aansluiting is met de taalmethodes. Kunnen bepaalde opdrachten uit de methodes ingeruild worden?

Bespreek of het mogelijk is met een beroepenspel een doorlopende leerlijn van de kleuters tot de bovenbouw te maken.

BEROEPENLIJST

Activiteiten in je eigen groep

Ontwerp een les met een beroepenspel en functionele taalopdrachten. Bijvoorbeeld over een pannenkoekenrestaurant. Tip: werk met een 'carrousel' zodat de kinderen in kleine groepjes aan verschillende opdrachten kunnen werken en daarna kunnen rouleren.

Maak een reclamefolder, richt het restaurant in, schrijf het menu, schrijf een recept, maak beslag volgens het recept, onderzoek door met hoeveelheden en ingrediënten te variëren, wat het beste bakt en smaakt, bedien de gasten, schrijf de rekening. Je ziet dat je ook gemakkelijk met rekenen-wiskunde kunt integreren!

Vergeet natuurlijk niet de kinderen goede, inhoudelijke feedback te geven op hun inspanningen en prestaties. Is de folder wervend? Staan er geen spelfouten in het menu? Worden de klanten beleefd te woord gestaan?

Ter inspiratie

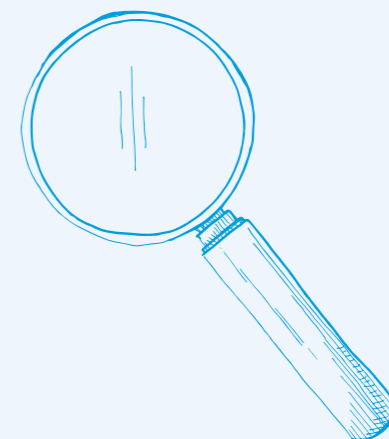
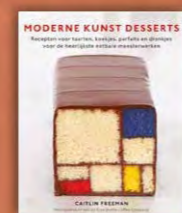
Een paar mooie boeken over voedsel voor de schoolbibliotheek:

Noordhoff Atlasproducties. (2014). *De Bosatlas van het voedsel*. Groningen: Noordhoff.

Freeman, C. (2014). *Moderne kunst desserts*. Houten: Terra.

Katan, Martijn B. (2008). *Wat is nu gezond? Fabels en feiten over voeding*. Amsterdam: Bert Bakker.

This, Hervé. (2008). *Chemie in de keuken*. Diemen: Veen.



“Wat ik ‘s middags zie zijn mooie dingen, ja en het is niet een lesje.”

Een uitspraak van een directeur van een basisschool in Zwolle die bezig is met integratie van wetenschap en technologie in het onderwijs.

Op het moment van het interview was de school in de middagen bezig met het thema sport en bewegen. Er werden kaarten uit de methode Topondernemers geselecteerd die pasten bij het thema. De kinderen kregen één of meerdere kenniscolleges, werkten naast de kaarten van Topondernemers ook nog aan andere doelen van natuur en techniek en Sinterklaas en de pieten deden ook mee binnen het thema.

Voor de kinderen was er de mogelijkheid om aan één of meerdere onderzoeksvragen te werken. Het doel van de school is om dat verder uit te breiden zodat het geheel van het thema onderzoekend is.



Informatief

Een belangrijke activiteit in een pannenkoekenrestaurant vindt aan het eind plaats. Je hebt hopelijk lekker gegeten, maar je mag daarna niet zomaar weglopen. Eerst betalen! In het symbolisch spel van jonge kinderen staan de rituelen centraal. Eerst ga je na of iedereen het bordje leeg heeft en 'klaar' is. Je schijnt dan over je buik te moeten wrijven. Dan kun je de 'ober' wenken en om 'de rekening' vragen. Dat is een papier waar alle kosten op staan beschreven. Met de pinpas of contant geld betaal je deze rekening. Vervolgens worden de jassen gehaald en vriendelijk gegroet. Pas als je buiten bent mag je weer rennen!

Hier gaan we dieper in op de aspecten van het restaurant die geïntegreerd kunnen worden met het onderwijs in rekenen-wiskunde. Rekeningen schrijven bijvoorbeeld, kan alleen wanneer er een menu is met vermelding van prijzen. Het is relatief makkelijk om optelsommen te maken over de pannenkoeken en glaasjes cola die Sanne en Hasib hebben gegeten en gedronken. Maar het is veel uitdagender om na te denken over de prijsstelling zelf. Wat mag een pannenkoek kosten? Dit is onderzoekend leren, maar je zou het ook 'ondernemend' leren kunnen noemen. Want wat neem je allemaal mee, en hoe kom je erachter? De inkoopprijs van meel en margarine moet je weten, evenals hoeveel je van alle ingrediënten nodig hebt. Hoe groot zijn de kinderpannenkoeken? Wat verdienen de ober en de kok? Neem je de huurprijs mee? Maakt de eigenaar winst? En oh ja, de btw natuurlijk. Is een pannenkoek met ananas een luxeproduct dat onder het hoge btw-tarief moet vallen, of niet? Wie weleens in Amerika een pannenkoek heeft gegeten, die weet dat de btw vaak niet op de prijskaart staat. Wat vind je daarvan?



Andere aspecten van rekenen-wiskunde kom je tegen in de keuken. Hoeveel beslag heb je nodig voor een pannenkoek? Hoe lang duurt het bakken? Hoe warm is de pan eigenlijk, en maakt dat uit? Er zijn veel problemen met verhoudingen en procenten. Je kunt ook veel meten en schatten, en zo een belangrijke functie van de wiskunde

IN HET SYMBOLISCH SPEL VAN JONGE KINDEREN STAAN DE RITUELEN CENTRAAL

oefenen, namelijk kwantificeren. Kwantificeren is een kwaliteit, bijvoorbeeld 'gaar' of 'warm' uitdrukken in telbare of meetbare zaken zoals 'vijf minuten' of 'zeventig graden'.

De aanwijzing 'serveer de pannenkoek wanneer hij gaar is' is veel minder duidelijk dan 'bak de pannenkoek op hoog vuur in vijf minuten tot hij goudbruin is'. Je ziet aan zo'n aanwijzing dat we lang niet alle kwaliteiten even goed kunnen kwantificeren. Tijd kunnen we goed in getallen uitdrukken omdat we daar een handig meetinstrument voor hebben: de klok. Maar de hoeveelheid warmte die de kookplaat van een fornuis afgeeft kunnen we niet zo makkelijk tellen of meten. Dan behelpen we ons met iets dat we wel kunnen waarnemen en waarvan we weten dat er direct verband is met wat we willen weten: we zetten de knop op 'hoog'. Hier zit dus een heel proces van kritisch denken in verstopt en een voor wetenschap en technologie belangrijke taal-denkfunctie, namelijk de 'als-dan' redenering.

Activiteiten

in je eigen groep

Speel 'pannenkoekenrestaurant' en laat de kinderen functionele reken-wiskunde-opdrachten doen die passen bij hun leeftijd en niveau. Laat de kinderen bijvoorbeeld een menu met prijslijst voor het restaurant maken.

Vraag de kinderen om zelf verhaalsommen te verzinnen op basis van het zelfgemaakte menu en de prijslijst. Gebruik eventueel een voorbeeld van een echt restaurant. Laat deze sommen door andere kinderen maken. Ga na of de sommen goed gemaakt worden en ga na of eventuele fouten te herleiden zijn tot op gebrekkige rekenvaardigheden of op onduidelijkheden in het verhaaltje.

Vraag de leerlingen suggesties voor verbeteringen te geven.

Ga met behulp van het internet na hoe een moderne kassa werkt.



Teamactiviteiten

Bespreek hoe een leerlijn 'pannenkoekenrestaurant' eruit kan zien voor rekenen-wiskunde. Neem de lesmethode erbij en kijk wat de tussendoelen zijn voor elke groep. Waar moeten geschikte functionele opdrachten in jouw groep over gaan? Welke delen van de methode kun je overslaan als de kinderen rekenopdrachten in het pannenkoekenrestaurant uitvoeren?

Regel met het team een excursie naar een pannenkoekenrestaurant. Ga na wat er in de verschillende rollen (eigenaar, inkoop, kok, serveerster) voor rekenwerk gedaan wordt en gebruik dit voor je eigen leerlijn.

Ter inspiratie



Jonker, V., & Wijers, M. (Eds.). (2016). *Onderzoeken in de rekenles*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.



Galen, F. van, & Jonker, V. (2013). *Experimenteren in de rekenles*. Utrecht: Universiteit Utrecht.



Fraiquin, M., & Steenbeek, H. (2011). *Owie en het geheime ding*. Leidschendam: Biblion.





Zo ziet mijn SPIJKER BROEK eruit!

Informatief

Wetenschap en technologie gaat over de materiële wereld. Materie is alles wat 'op je voet kan vallen' of waar je met je zintuigen informatie over kunt krijgen. Ook alle processen en activiteiten die iets doen met materie horen bij deze materiële wereld. En ook de voorschriften, recepten en kennis die we erover hebben.

Neem een spijkerbroek. Grote kans dat veel leerkrachten en kinderen er één dragen. Het is duidelijk een materieel ding. Een spijkerbroek is gemaakt van katoen. Pluisjes van de katoenplant worden eerst gesponnen tot draden en daarna worden die draden geweven tot een stof. Die stof wordt geverfd, op maat gesneden, in elkaar genaaid en op sommige plekken versterkt met de naamgevende 'spijkers'. Een heleboel techniek dus. Er is kennis van de natuur nodig om katoen te kunnen kweken, transporttechniek speelt een rol, want katoen groeit niet in Nederland en de spijkerbroekenfabriek staat vast niet bij jou om de hoek. Ook is er steeds meer aandacht voor milieuaspecten, want katoenplanten hebben veel water en gewasbeschermingsmiddelen nodig en de verfstoffen kunnen ongezond zijn. "De productie van één spij-

kerbroek vervuult 7.000 liter water", meldde de website NRC.nl op 10 mei 2014.

Tot zover de materiële aspecten. Want daarmee is niet alles gezegd. Er zijn namelijk heel veel verschillende spijkerbroeken te koop. Allemaal van geweven katoen. Allemaal houden ze je benen warm. Even functioneel dus. De vorm past bij de functie, en zo wordt voldaan aan een belangrijk ontwerpcriterium in de techniek. Toch draag je een spijkerbroek niet alleen omdat het functioneel is. Hij moet ook, ja, wat eigenlijk, mooi zijn? Anno 2017 zitten spijkerbroeken zo strak als het maar kan. Pak een foto uit de jaren zeventig, en je ziet heel andere modellen. Wie vandaag zo'n 'soul broek' draagt, die loopt voor gek. Toch? Of is dat een kwestie van smaak? Het is duidelijk dat je door een bepaald model spijkerbroek te kiezen en te dragen iets over jezelf zegt. Daarmee betreden we het terrein van de cultuur, van de betekenis. Een spijkerbroek is een symbool geworden, en roept bij velen associaties op met 'jong', 'sportief', 'modern', of zelfs 'alternatief'. Als je bij een bepaalde groep wilt horen, dan draag je een bepaald soort spijkerbroek.

Een spijkerbroek is dus wetenschap en technologie en cultuur tegelijk. Dus is ontwerpen van spijkerbroeken ook kunstzinnige oriëntatie. Want het draagt bij aan Kern-doel 56, dat zegt: "De leerlingen verwerven enige kennis over en krijgen waardering voor aspecten van cultureel erfgoed." Of vind jij dat een spijkerbroek geen cultureel erfgoed is?

Een spijkerbroek ontwerpen is een probleem oplossen door een programma van eisen (randvoorwaarden zoals wassing, kleur, kosten ed.) op te stellen en daar een oplossing bij te verzinnen. Een deel van de eisen is technisch van aard. Een ander deel is cultureel of kunstzinnig van aard. Kunst en techniek passen goed bij elkaar: ze doen beiden een groot beroep op het vermogen van kinderen om creatieve oplossingen voor problemen te verzinnen, te verbeelden en te realiseren. En dus kun je deze 'vaardigheden van de 21ste eeuw' prima ontwikkelen door onderwijs dat kunst en techniek combineert.

Teamactiviteiten

Ga na wat jullie op school doen aan kunstzinnige oriëntatie en aan wetenschap en technologie. Welke mogelijkheden zijn er om deze twee domeinen met elkaar te verbinden? Welke materialen en faciliteiten zouden gedeeld kunnen worden?

De makkelijkste verbindingen tussen kunst en techniek leg je op het terrein van de beeldende kunsten. Die zijn immers per definitie ook materieel van aard. Het vraagt iets meer verbeeldingskracht om muziek, drama, dans of literatuur te verbinden met techniek. Spreek daar eens met elkaar over. Welke mogelijkheden zien jullie? Veel gemeenten hebben een steunpunt voor cultuureducatie. Daar kun je altijd terecht voor advies.

Een spijkerbroek is
een symbool geworden

Activiteiten

in je eigen groep

Ontwerp je eigen les over het ontwerpen en maken van spijkerbroeken. Verzamel een tijdje oude spijkerbroeken, spijkerjasjes, alles van 'blue denim'. Zet een project op waarin de kinderen hun eigen spijkerbroek moeten ontwerpen en in elkaar zetten met het beschikbare materiaal. Laat ze van tevoren nadenken over de 'uitstraling' die de spijkerbroek moet hebben. Wat is de doelgroep? Wanneer zou je deze spijkerbroek dragen? Wat zijn de technische en wat de kunstzinnige eisen aan het ontwerp?

Probeer het resultaat en het proces evenwichtig te beoordelen. Is het een goed ontwerp vanuit technisch oogpunt? En vanuit kunstzinnig oogpunt?

Afhankelijk van de mogelijkheden op school kun je meer of minder zorg besteden aan het maakproces, in dit geval knippen en naaien. Heeft je school een naaimachine? Zo nee, waarom niet? Misschien zijn er ouders die kunnen helpen. Of is er een kledingatelier in de buurt? Er zijn diverse mbo- en hbo-opleidingen voor de textielindustrie, waaronder de 'Jeans School' in Amsterdam, waar je misschien mee kunt samenwerken.

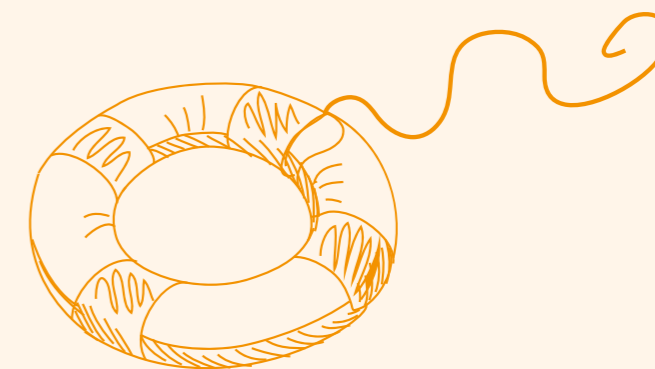
Presentatie kan in verschillende fasen van het proces plaatsvinden. Laat leerlingen hun ontwerpen aan elkaar presenteren en laat ze elkaar vragen stellen over gemaakte keuzes. Een modeshow aan het eind is natuurlijk dé ultieme vorm van presentatie aan elkaar en aan de buitenwereld. De leerlingen kunnen elkaars werk showen, zodat de ontwerper als een echte 'fashion designer' kan vertellen wat zijn of haar ontwerp zo bijzonder maakt.



Ter inspiratie

Van Heusden, B. (2010). *Cultuur in de Spiegel. Naar een doorlopende leerlijn cultuureducatie*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen/SLO.

Sennett, R. (2008). *De ambachtsman. De mens als maker*. Amsterdam: Meulenhoff.



“Het is een omslag binnen het hele denkpatroon.”

Een uitspraak van een leerkracht van een basisschool in Zwolle die bezig is met integratie van wetenschap en technologie in het onderwijs.

De ervaring leert dat leerkrachten het lastig vinden om hun onderwijs zo in te richten dat onderzoekend leren of ontwerpnd leren centraal staat. Zoals de leerkracht aangeeft gaat het om een andere manier van denken. Dit betekent voor de leerkracht een omschakeling, een andere manier van werken en dat doe je niet in één project. Er moet een patroon doorbroken worden, dat betekent durf, loslaten, zelf investeren, vragen stellen, coachen etc.

Hoe maak ik



Informatief

Wetenschap en technologie en onderzoekend en ontwerpend leren dragen bij aan de voorbereiding van de kinderen op 'later'. Het is 'oriëntatie op jezelf en de wereld'. Je ontdekt welke talenten je bijvoorbeeld hebt voor onderzoeken, ontwerpen, oplossingen bedenken, maken, kritisch denken en evalueren of voor presenteren van je resultaten. Natuurlijk mag creatief denken en samenwerken hier ook niet aan ontbreken. Kinderen ontwikkelen houdingen: vind ik dit leuk? Kan ik me hier goed op concentreren? Zou ik dit vaker willen doen? Deze vaardigheden en houdingen kun je niet zonder inhoud ontwikkelen. Je moet altijd 'iets' ontwerpen of onderzoeken. Hoe relevanter dat 'iets' is voor je latere leven, hoe beter het is. En daarvoor moet je eigenlijk de school uit. Want je kunt op school wel een aantal leerzame activiteiten doen maar de wereld is veel groter. En bovendien ben je als leraar niet opgeleid tot voedingstechnoloog, fietsenmaker of loodgieter, dus ook van de huis-, tuinen keukenklusjes die je prima op school kunt doen heb je minder verstand dan een echte professional.

Neem nu appelsap. Dat wordt natuurlijk gemaakt door appels uit te persen. Maar als je dat op school wilt doen, merk je dat het een graadje lastiger is dan sinaasappels uitpersen. Misschien heb je een sapcentrifuge. De eerste stappen kun je zo prima zetten, maar je ziet de verschillen met het sap dat uit een fles of een pak komt direct. Sommige kinderen zullen misschien uit zichzelf al vragen hoe appelsap 'in het echt' gemaakt wordt. Het komt uit 'de fabriek', weten anderen dan. Maar welk beeld heb je daarvan? Waarschijnlijk is dat beeld heel weinig concreet. Daardoor weten kinderen helemaal niet wat dit werk 'in de fabriek' allemaal inhoudt en of ze dit misschien interessant vinden om zelf te gaan doen.

Rondom de activiteiten met wetenschap en technologie is het daarom goed en verstandig de hulp van echte professionals in te roepen. Veel bedrijven hebben informatie-materiaal en komen graag vertellen over hun bedrijf, maar dit is nog geen onderwijs. Bovendien kost ook zo'n gastles

tijd en die is schaars. Er zijn ook prachtige lesbrieven met leuke activiteiten, die soms door enthousiaste medewerkers worden verzorgd, maar wanneer die activiteiten niet verbonden zijn met de andere doelen van de school, dan is het lastig om er tijd voor vrij te maken. Nog belangrijker: als zo'n professional de les verzint, van je overneemt en uitvoert, dan leer je daar als leerkracht zelf niet veel van.

NATUURLIJK MAG CREATIEF DENKEN EN SAMENWERKEN HIER OOK NIET AAN ONTBREKEN

Het is dus beter om zelf de leiding te houden en leerdoelgericht te werken, ook als het om activiteiten met bedrijven gaat. Een bedrijf is vaak niet op de hoogte van het onderwijssysteem, van bijvoorbeeld tussendoelen van taal en rekenen, van verschillende soorten onderwijs zoals Montessori of Jenaplan. Ze zullen vaak niet weten wat er in een schoolplan staat, welke visie en missie een school heeft, et cetera. Het is best mogelijk om samen met het bedrijf opdrachten te verzinnen waar de kinderen zowel op school als in het bedrijf aan kunnen werken en die duidelijke en belangrijke kerndoelen dienen, maar je moet wel bereid zijn om je te verplaatsen in elkaars rol. Van die samenwerking leren zowel school als bedrijf een heleboel!

Appelsap maken leent zich hier prima voor. In principe, want je wilt natuurlijk geen wereldreis maken op weg naar een fabriek. Dus zoek het vooral dicht bij de school, liefst op 'fietsafstand'. Misschien is er wel een boomgaard of een appelsapverkoper in de buurt waar kinderen ook veel kunnen leren.



Het is oriëntatie op jezelf en de wereld

Teamactiviteiten

Breng samen met je teamleden in kaart welke interessante technische activiteiten plaatsvinden op korte afstand van de school. Je kunt hierbij denken aan bedrijven, maar ook aan zwembaden, sportvelden en professionele keukens. Voorzieningen voor water, energie, communicatie, bouw, het verkeer, bodem- en waterbeheer, afvalverwerking, recycling en 'circulaire economie'. Maar ook aan de schouwburg met alle lichten en geluidstechniek; een goede voorbereiding op de schoolmusical!

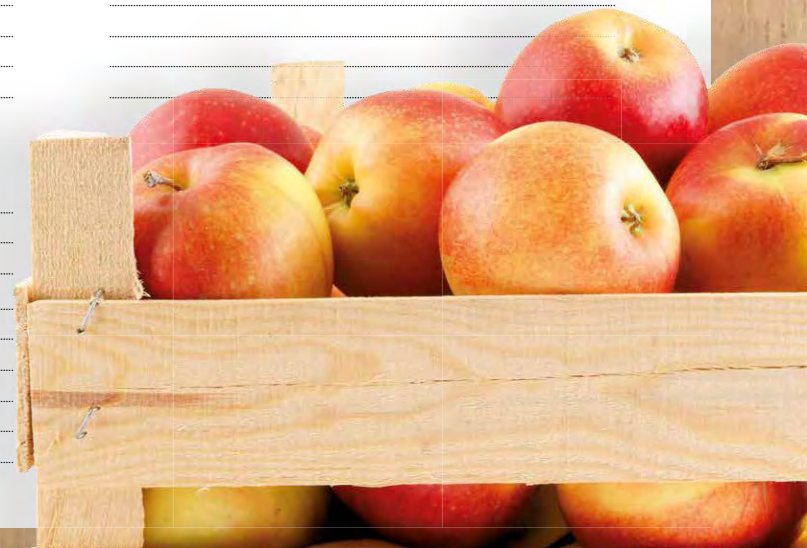
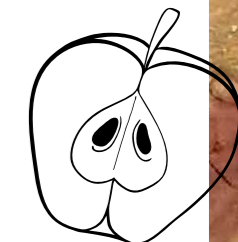
Als je de weg nog niet weet naar de technische bedrijven, dan kun je een aantal stappen zetten. In de eerste plaats kun je inventariseren onder ouders. Weet je welke ouders interessante technische beroepen hebben? Wie wil daar iets over vertellen, of nog beter, kan samen met het team ideeën voor lessen ontwikkelen?

Kijk in de tweede plaats naar de verschillende organisaties die actief zijn in het bemiddelen tussen scholen en bedrijven. Landelijk heb je TechniekTalent.nu en Jet-Net. Er zijn in Nederland acht regionale expertisecentra voor Wetenschap & Technologie in het onderwijs die de weg weten. Sommige grotere steden hebben zelfs een eigen 'makelaar' in dienst.

BEDRIJVEN IN DE REGIO:

OUDERS IN BEDRIJVEN:

OVERIGE ORGANISATIES:





Activiteiten in je eigen groep

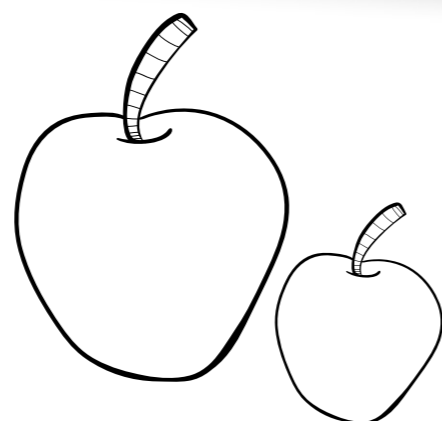
Ontwerp je eigen les over appelsap maken. Appelsap maken kun je in elke groep doen, waarbij je de leerdoelen aanpast aan wat de kinderen kunnen, en eventueel aansluit bij waar je met rekenen en met taal mee bezig bent.

Je kunt appelsap maken presenteren als een ontwerp-probleem: "Hoe maak je (lekkere / gezonde / goedkope / houdbare / niet-troebele /) appelsap?" Laat kinderen een zo gedetailleerd mogelijk recept uitwerken.

Je kunt er ook onderzoek aan doen: "Wat zit er eigenlijk in appelsap?"; "Wat is het verschil in smaak tussen sap van verschillende appels?"; "Hoe zoet is appelsap?"; "Hoe ver moet je appelsap verdunnen zodat het niet meer zoet smaakt of geen kleur meer heeft?" Brainstorm met de kinderen over geschikte onderzoeksvragen en gebruik eventueel het 'Vragenmachientje'.

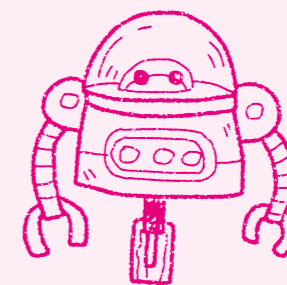
Je kunt je richten op de apparatuur die je nodig hebt om goede appelsap te maken. Met je blote handen kom je niet ver, dat zullen kinderen snel ontdekken. Maar hoe moet het dan wel?

Je kunt kijken welke kinderen thuis een sapcentrifuge hebben. Misschien kunnen ze daar iets over vertellen?



Ter inspiratie

- www.techniek talent.nu
- www.jet-net.nl/home.html
- www.wetenschapentechnologie.slo.nl/instanties/wetenschapsknooppunten
- www.techyourfuture.nl/a-890/basisschool-in-bedrijf
- www.techyourfuture.nl/files/downloads/Bedrijfsbezoeken/2017_07_05_Leaflet_aanvullend_op_video_DEF.pdf
- www.techniekpact.nl
- www.onderwijsmetstijl.nl



“We gingen een attractie ontwerpen. En we gingen creëren en we moesten onze fantasie gebruiken.”

Uitspraken van kinderen uit een klas die samen met het attractiepark-in-ontwikkeling WitchWorld in Almere een robot hebben ontworpen.

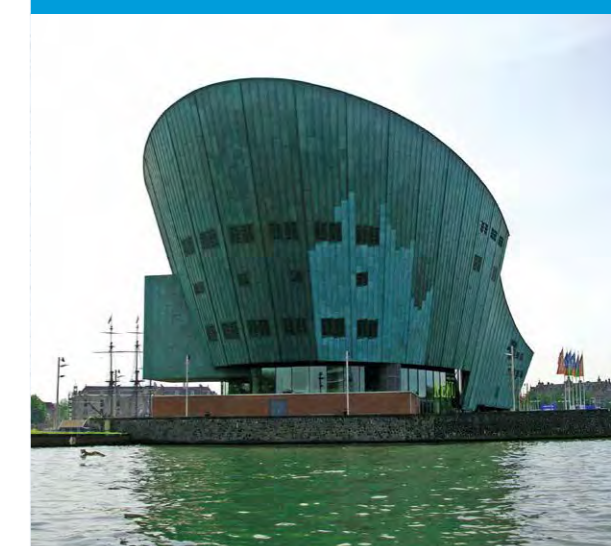
Activiteiten in je eigen groep

Maak een planning voor een bezoek aan een science centrum. Zie dat niet alleen als een leuk uitje (wat het zeker is) maar als een onderdeel van het programma. Stel leerdoelen vast en bereid in samenwerking met het science centrum het bezoek voor. Dit kan bijvoorbeeld door alvast websites te bekijken, te lezen over het onderwerp van het bezoek en kritische vragen te stellen.

Geef het bezoek een vervolg, door bijvoorbeeld mee te doen met een project van het science centrum, zoals het 'hommelproject' van Naturalis.

Teamactiviteiten

Ga na welke science centra bij jullie school in de buurt zijn en wat daar te doen is. Hoe past dit bij het schoolplan en bij de doelen van de verschillende bouwen?



Ter inspiratie

www.naturalis.nl/nl/kennis/onderzoek/bijenlandschap
www.kivi.nl/over-kivi/techniekmusea
www.natuurwijs.nl
www.natuurmonumenten.nl

Tip voor leerkrachten

Gebruik Google Earth om in te zoomen op je eigen omgeving om zo te zien wat er allemaal te doen is.



Kamillethee met bijenhoning

Informatief

Sommige theeliefhebbers zijn dol op kamillethee. Met of zonder een lepel honing. Goed voor de keel en de maag! Anderen vinden het helemaal niks. Duidelijk een kwestie van smaak!

Je kunt er over discussiëren of kamillethee wel thee is. Dat is geen kwestie van smaak, maar van definities. Het wordt in ieder geval niet getrokken van blaadjes van de echte theeplant. Je kunt echter prima verdedigen dat elke drank die getrokken is van bloemen, blaadjes of vruchten een 'thee' is. Woorden hebben immers de betekenis die de gebruikers eraan geven. Kamillethee is zo'n thee, getrokken van de bloempjes van de kamilleplant. Kamille is een inheems 'kruid' in Nederland. Met een beetje geluk groeit het in je tuin of aan de rand van het schoolplein en beschouw je het niet als 'on-kruid'. Volgens de website van de apothekers "werkt kamille licht ontstekingsremmend en ontspannend. Het heeft ook een licht ontspannend effect

op maag en darmen. Het wordt gebruikt bij maag- en darmklachten, keelpijn, hoest, verkoudheid, nervositeit, mondinfecties en huidklachten." Dus oogsten maar! (www.apotheek.nl/medicijnen/kamille)

De bloemen van de kamilleplant zijn niet bedoeld voor onze thee, maar voor de eigen voortplanting. De plant trekt met die kleurige en geurige witte en gele bloemen bijen aan die voor de bestuiving zorgen. Stuifmeel blijft aan hun poten kleven en wanneer ze van bloem tot bloem vliegen komt dat stuifmeel terecht bij andere planten. De bijen krijgen als 'beloning' voor deze inspanning een beetje nectar, waar ze honing van maken. Mensen die bijen houden kunnen op hun beurt, misschien als beloning voor het verzorgen van de bijen, die honing oogsten. Dat kan een mooi evenwicht zijn tussen plant, dier en mens.



Jammer genoeg gaat het in Nederland helemaal niet goed met de bijenstand. Er zijn er steeds minder. Niet alleen het aantal bijen, maar ook dat van andere bestuivers zoals hommels, gaat achteruit.

Naturalis Biodiversity Centre in Leiden is niet alleen een prachtig museum met een echte - nou ja, erg dode, fossiele en opgezette - Tyrannosaurus Rex (nu op reis, in 2019 weer terug); het is ook een plek waar veel onderzoek gedaan wordt naar bijen en hommels.

WISTJEDATJE IN FRANKRIJK WORDT THEE DIE NIET VAN THEEBLADEREN IS GEMAAKT INFUSION GENOEMD. ZO WORDT MUNTTHEE DUS 'L'INFUSION DE MENTHE'



Het is lastig om erachter te komen hoe het met de bijen gaat, want ze zijn maar klein en hoe tel je ze eigenlijk? Daar is iets op verzonnen: we tellen in Nederland gewoon met z'n allen! Als je honderdduizend mensen vraagt de hommels in hun tuintje te tellen, dan krijg je een veel beter beeld en nog veel sneller ook dan wanneer je als eenzame onderzoeker heel Nederland in kaart wilt brengen. Zoiets heet 'citizen science', of in gewoon Nederlands, 'burgerwetenschap'. Dat is volgens Wikipedia: "Een term die wordt gebruikt voor wetenschappelijke projecten waarbij individuele vrijwilligers of netwerken van vrijwilligers, waarvan de leden niet noodzakelijkerwijs een wetenschappelijke opleiding hebben gehad, onderzoeksgerelateerde taken zoals observaties, metingen of berekeningen uitvoeren of beheren." (nl.wikipedia.org/wiki/Burgerwetenschap). Aan zulke projecten kunnen dus ook scholen en schoolkinderen meedoen. Het is echte wetenschap, heel relevant, maar helemaal niet moeilijk, dat zouden we meer moeten doen!

Verspreid over heel Nederland zijn een stuk of dertig science centra zoals Naturalis. Veel scholen gaan hier regelmatig naar toe. Kinderen worden verwonderd en geboeid door de echte dingen, de verhalen en de betekenis voor hun eigen leven. Zeker wanneer ze zelf 'hands-on' en 'minds-on' mee kunnen doen met echt onderzoek en zo steeds meer 'wetenschapswijs' worden.

Wat heb je nodig voor een boogbrug?

Informatief

Een brug bouwen met kinderen, dat zou elke school moeten doen. Bruggen zijn mooi. Anders dan een mobieltje of andere moderne technologie, begrijpen we bruggen direct. Om een brug te bouwen heb je wel materiaal nodig. Dat is iets om goed over na te denken. Onderzoekend en ontwerpend leren doe je uiteindelijk naar, in en met de materiële wereld. Je kunt veel leren van boeken en internet, maar je wordt niet nat wanneer iemand een iPad met een afbeelding van water naar je gooit. De materie leren begrijpen betekent dat je met de materie moet kunnen handelen en de materie zintuiglijk moet kunnen waarnemen.

De vraag wordt dan: "Wat heb je nodig om wetenschap en technologie toe te passen op school?". Wat heb je nodig om bijvoorbeeld met kinderen een brug te ontwerpen, te bouwen en te testen? Geld speelt altijd een rol, maar staat niet voorop. Als je een groot budget hebt kun je natuurlijk mooie spullen kopen, maar spullen alleen garanderen geen leerresultaten. Wat je vooral nodig hebt zijn uitdagende problemen waar kinderen technische oplossingen voor kunnen verzinnen en didactische vaardigheden om ze in dat proces te begeleiden. Waren die maar te koop!

Een vuistregel is: laat je niet verleiden tot de aanschaf van methodes of spullen als je nog niet goed in staat bent om zelf eenvoudige lessen te ontwerpen en met goedkope materialen onderzoekend en ontwerpend onderwijs te geven. Maak in eerste instantie vooral gebruik van wat je al hebt, van restjes of wat je zelf kunt maken. Maak ook dankbaar gebruik van de kinderen zelf om hulpmiddelen te maken. Zelf een zand-watertafel ontwerpen en bouwen om dijken te kunnen bouwen en het stroomgedrag van 'rivieren' te kunnen bestuderen: dat is een mooi techniekproject!

Het schoolplein biedt ook een context voor wetenschap en technologie. Er zijn steeds meer scholen die een 'groen-blauw' schoolplein aanleggen, waar regenwater opgevangen wordt en kan stromen en kinderen groenten kunnen kweken. Zo zijn veel onderzoeksvragen te stellen en te beantwoorden. Hier kun je ook veel eerdere bruggen bouwen dan in de klas, zonder dat je vervoer voor de kinderen moet regelen.

Een technieklokaal of plek waar je verschillende soorten activiteiten kunt doen, is wel fijn. Denk niet alleen aan tim-

meren en sleutelen, maar ook aan koken, kleding maken, veilig proefjes doen en aan robotica en 3D-printen.

Om een brug te bouwen met kinderen moet je materiaal hebben dat past bij het ontwerp van de brug. Het ontwerp komt weer voort uit de analyse van het probleem. Je wilt met een brug naar de overkant, dat is duidelijk. De oudste brug was ongetwijfeld een omgevallen boom of een aantal 'stapstenen' op een ondiepe plek. Dat kunnen kinderen ook verzinnen. Je kunt ze ook gemakkelijk verder uitdagen met extra eisen. De rivier is te breed voor een boom of lange plank. Er moeten boten kunnen varen, dus je kunt geen pijlers bouwen. De Romeinse boogbrug is een bekende oplossing om over een rivier te komen als je geen lange balken hebt, maar wel over steen beschikt. Als je goed kijkt naar zo'n boogbrug, dan zie je de stenen in de boog een speciale vorm hebben, ze zijn wigvormig. Als je zulke stenen niet hebt, kun je geen boogbrug maken!

Teamactiviteiten

In Nieuw-Zeeland hebben scholen voorzieningen voor activiteiten met 'hard materials' (bijvoorbeeld houtbewerking), 'soft materials' (zoals textiel), 'food technology', 'science' (bijvoorbeeld een zuurkast om veilig te kunnen werken) en 'information technology' (computers, robots). Vergelijk de mogelijkheden voor onderzoekend en ontwerpend leren in jullie school. Welke faciliteiten hebben jullie? Wat zou je willen? Wat is mogelijk? Wat kan er met het schoolplein? Zijn er in de buurt andere basisscholen of scholen voor voortgezet onderwijs waarmee je kunt samenwerken wat betreft de faciliteiten?

Activiteiten

in je eigen groep

Wil je bruggen bouwen in je groep, dan is het goed om geschikt materiaal te hebben waarmee je verschillende typen bruggen kunt maken. Er zijn vier typen bruggen, afgeleid van het 'principe' dat gebruikt wordt om de overspanning te maken en de overkant te halen. Het eerste type is de liggerbrug. Hiervoor heb je in de werkelijkheid iets nodig als balken of een boomstam. Op schaal kun je liggerbruggen namaken met satéprikkers, met rietjes, met spaghetti, met Kapla. Kortom, met alles wat lang en stijf is. Een probleem van veel liggerbruggen is dat ze doorbuigen. Daar is iets op verzonnen: de vakwerkconstructie. Met bijvoorbeeld rietjes en spelden kun je driehoeken maken waarmee je een vakwerkliggerbrug kunt maken.

Het tweede type is de boogbrug. Dat werkt goed wanneer de rivier te breed is voor een balk en het geen probleem is wanneer er pijlers in het water komen te staan. Voor een Romeinse boogbrug heb je wigvormige 'stenen' nodig. Die kun je prima zelf snijden uit piepschuim. Iets meer werk, maar wel een leuk project, is om zelf stenen te vormen uit klei en te bakken. Tegenwoordig worden boogbruggen vaak gemaakt van staal. Als je over buigzaam metaal beschikt, kan dat ook bruikbaar zijn.

Het derde type is de hangbrug. Daarvoor moet je een 'touw' kunnen spannen; je hebt aan weerszijde van het water een stevig bevestigingspunt nodig. De pylons moeten niet omvergetrokken kunnen worden door het gewicht van de brug. Daarvoor moeten ze óf heel zwaar zijn óf zelf ook met kabels worden gespannen.

Het vierde type is de tuibrug. Denk aan de Erasmusbrug in Rotterdam. Een tuibrug is heel lastig te maken. Elke 'tui' (een touw of kabel, gespannen tussen het wegdek en een pyloon) moet precies de goede lengte hebben zodat ze de krachten onderling kunnen verdelen. Als je kinderen echt wilt uitdagen, laat je ze een tuibrug maken!

Ter inspiratie



Van Blankenstein, E., Van den Hoonard, J., & Remery, F.J. (2016). *Canon van de Nederlandse brug. 2000 jaar brughistorie*. Zoetermeer: Bouwen met Staal.



Van Blankenstein, E., Van den Hoonard, J., Remery, F., & Spits, P. (Eds.). (2012). *De Nederlandse brug*. Bussum: Nederlandse Bruggenstichting en Uitgeverij THOTH.



Denison, E., & Stewart, I. (2012). *Bruggen architectuurgids. Geïllustreerd overzicht van brugtypen, constructiemethoden en materialen*. Kerkdriel: Librero.

Bekijk ook eens deze websites:

- www.groeneschoolpleinen.nl
- www.duurzamepabo.nl/publicaties/leermateriaal-en-activiteiten

NOTITIES

Notities

Handige tips

Niet vergeten :)

Notities

Cool

Een spijkerbroek ontwerpen en maken: is dat makkelijk of moeilijk?

Informatief

Een spijkerbroek ontwerpen en maken: is dat makkelijk of moeilijk? Zo'n vraag is eigenlijk niet te beantwoorden. Het hangt ervan af hoe hoog de eisen zijn die je stelt en hoeveel hulp je biedt. Dat kun je zelf plannen. Maar of een probleem of opdracht moeilijk is hangt ook af van wat de kinderen al weten en kunnen, en dit laatste is voor ieder kind verschillend. Ook is het mogelijk dat kinderen zich onderscheiden in aanleg en ontwikkelmogelijkheden voor de verschillende vaardigheden die voor zo'n ontwerpproces nodig zijn. Differentiëren, recht doen aan al die verschillen, is een lastige maar belangrijke didactische vaardigheid waar je met projecten zoals het ontwerpen van een spijkerbroek aan kunt werken.

Een spijkerbroekenproject, en eigenlijk elk wetenschap en technologieproject waarin de kinderen samenwerken in groepjes, leent zich voor de ontwikkeling van vaardigheden uit heel verschillende domeinen, zoals het technische en culturele domein (verbeelden, ontwerpen en maken); het domein van de sociale vaardigheden (samenwerken, elkaar helpen en feedback geven); de executieve functies (zelfsturing, planning, concentratie, omgaan met frustraties); en natuurlijk ook taal en rekenen. Als je de kinderen al een tijdje kent, kun je zeker een inschatting maken van hun sterke en zwakke kanten. Doordat deze aspecten zo van elkaar verschillen, is de kans aanwezig dat alle kinderen ergens in uitblinken en succes kunnen ervaren.

Indelen in groepjes kun je aan de kinderen overlaten of je kunt zelf een gedifferentieerde indeling maken. Je kunt homogeen differentiëren, door kinderen met vergelijkbaar niveau bij elkaar te zetten, of juist heterogeen. Bijvoorbeeld door taalzwakke en taalsterke leerlingen bij elkaar te zetten. Zo kunnen de kinderen die op een bepaald domein minder vaardig zijn of minder gelegenheid hebben gehad zich te ontwikkelen, zich optrekken aan de kinderen die meer weten of kunnen.

Een techniekproject doet een beroep op veel verschillende vaardigheden. Daardoor is de kans groot dat alle kinderen een waardevolle bijdrage kunnen leveren. Het ene kind heeft goed ontwikkelde motorische vaardigheden (is 'handig'); een ander kan het goed onder woorden brengen; weer een ander neemt de leiding.

De rol van de leerkracht is alle kinderen de feedback te geven die ze nodig hebben om zich verder te ontwikkelen. Techniekprojecten geven je de kans om rustig te observeren en te luisteren. Je zult verbaasd zijn over talenten waar je geen vermoeden van had!

'Op de keper beschouwd' is een term uit de wereld van de textiel. De keper is alleen aan de buitenzijde van de gewezen stof zichtbaar. Spijkerstof heeft, als het goed is, een 'keper'. Als je spijkerstof 'op de keper' wilt beschouwen moet je aan de goede kant van de stof kijken. Zo is het met de talenten van kinderen ook: je moet ze de kans geven hun talenten te laten zien, en je moet jezelf de kans geven die talenten ook waar te nemen.

Love

Ter inspiratie



Boeken over textiel en textiele werkvormen voor de schoolbibliotheek.

Baugh, G. (2016). *Textielgids voor modeontwerpers*. Kerkdriel: Librero.



Smith, A. (2010). *Handboek naaitechneken*. Haarlem: Becht.



Constantino, M. (2001). *Het knopenhandboek*. Alphen aan den Rijn: Icob.

Op de keper beschouwd

#

Teamactiviteiten

Nederland heeft een lange traditie in de textielindustrie. Ook vandaag de dag zijn er diverse innovatieve bedrijven die nieuwe vezels en weefsels met nieuwe eigenschappen ontwikkelen. Zoals brandwerend tentdoek en geur neutraliserende sportkleding. Ga eens kijken of er in de buurt een opleiding is voor de textielindustrie en informeer of je een rondleiding kunt krijgen. Laat je inspireren tot je eigen textielproject. Ga ook na welke mensen er in de textiel werken, welke vaardigheden de verschillende werknemers moeten hebben, en hoe de textielindustrie hierin voorziet.

Activiteiten in de groep

Zet je eigen spijkerbroekenproject op en experimenteer met homogeen en heterogeen differentiëren. Je kunt ook deelprojecten maken van verschillende technieken die je nodig hebt om een spijkerbroek te maken, zoals het maken van een weefgetouw; het daadwerkelijk weven van stof uit draad; verven en wassen van textiel zodat het 'spijkerstof' wordt. Op internet vind je hiervoor vele ideeën. Zoek bijvoorbeeld op 'weefgetouw maken met kinderen'.

Homogeen differentiëren betekent dat alle kinderen vergelijkbaar zijn wat betreft kennis, vaardigheden en/of attitudes. De groepjes onderling zullen dan verschillen wat betreft niveau. In plaats van elke groep dezelfde opdracht te geven en dezelfde criteria te gebruiken bij het geven van feedback, kun je elke groep een eigen, bij het niveau passende opdracht geven.

Heterogeen differentiëren kun je doen op basis van bijvoorbeeld taalvaardigheden. Hier kun je elk kind binnen de groep een eigen uitdaging geven wat betreft taalontwikkeling. Laat bijvoorbeeld de minst taalvaardige leerlingen het verslag schrijven, waarna de meest taalvaardige leerlingen hier feedback op geven.



Zie de maan schijnt... door de bomen

Informatief

Wij nemen onze omgeving niet waar zoals een fototoestel of camera dat doet. Mensen nemen niet in de eerste plaats waar om te weten hoe iets er precies uitziet, maar om te achterhalen wat je er mee kunt doen. Als je naar een dichte deur loopt, dan neem je de deurklink waar en steek je je hand uit. Je leidt uit de vorm van klink en deur af wat je er mee kunt doen: draaien, trekken, duwen, schuiven. Dat doe je grotendeels onbewust maar je hersens zijn er druk mee. Dat de deur ook een kleur heeft, gemaakt is van hout of glas of kunststof, nemen je ogen wel waar, maar die signalen bereiken je bewustzijn niet of nauwelijks. Als je een week later gevraagd wordt een tekening te maken van die deur, dan blijkt dat je alleen een goed beeld hebt van de dingen die er voor het gebruik van de deur toe doen. Je zal er 100% zeker van zijn dat de klink niet aan de bovenkant of onderkant van de deur zat, maar misschien aarzel je wel over de vraag of de deurklink aan de linkerkant of aan de rechterkant zat. Als je jonge kinderen

vraagt iets uit de onderste of bovenste la te pakken, dan doen ze dat probleemloos. Maar wat is het linker kastje en wat het rechter kastje? Waarom is het verschil tussen links en rechts zoveel moeilijker dan tussen boven en onder?

Je vindt het misschien gek, maar dit komt allemaal door de zwaartekracht. Die trekt ons naar beneden. Het kost kinderen een jaar om zich tegen de zwaartekracht in op te richten en stapjes te zetten. Onze benen en voeten moeten die tegenkracht leveren, en daarom zijn ze heel anders dan onze armen en handen. Ons lichaam is eraan gewend dat 'boven' anders is dan 'onder'. We pakken dingen niet met onze voeten. Maar in de richting van links naar rechts ervaren we niet zo'n kracht. Het maakt niet uit of je iets met je linkerhand pakt of met je rechterhand, en of de deurklink rechts of links zit. En dus besteden je hersens meestal geen energie aan het verschil tussen links en rechts.

Waarnemen en doen versterken elkaar. Je begrijpt en onthoudt iets pas goed wanneer je zowel kunt waarnemen als handelen, daarom is Kerndoel 46 een lastig doel. Dit komt ook door de gebruikte taal trouwens. Lees de tekst van Kerndoel 46 (uit 'Kerndoelen primair onderwijs' van 2006) maar eens hardop: "De leerlingen leren dat de positie van de aarde ten opzichte van de zon, seizoenen en dag en nacht veroorzaakt." Die komma is hier geen scheidingsteken in een opsomming maar is bedoeld om een dubbelzinnigheid te vermijden. Wanneer je een langere pauze laat vallen bij de komma, begrijp je de betekenis van de zin beter. Nederlands is een lastige taal, zeker als het niet je moedertaal is. Maar ook de inhoud van dit kerndoel is lastig, omdat het nu eenmaal lastig is om met zon, maan en sterren te handelen. We zien ze wel, maar doen er niets mee. Daarom worden wij ons vaak niet bewust van wat er te zien is, omdat onze hersens die informatie betekenisloos vinden en wegfilteren.

Als voorbeeld noemen we hier de sterren. Veel mensen denken dat alle sterren er uitzien als witte puntjes. De meeste sterren wel, inderdaad. Maar enkele sterren zijn gelig of zelfs oranje. Nog vreemder is de maan, vooral de halve maan. Als je 's avonds een halve maan ziet, is dan de linkerkant of de rechterkant verlicht? Bijna niemand weet dit, terwijl toch bijna iedereen in zijn of haar leven tientallen keren een halve maan in de avonduren heeft gezien. Johan Cruyff zou zeggen: "Je ziet het pas als je het doorhebt". Voor onderwijs in wetenschap en technologie betekent dit dat je de handen uit de mouwen moet steken. Waarnemen en doen, en dan pas praten en lezen. Dan zie je hoe de maan door de bomen schijnt.

Ter inspiratie

-  Schilling, G. (2017). *Jaarboek sterrenkunde 2018*. 's-Gravenland: Fontaine.
-  Kramer, S. (2008). *Van Grote Beer en Orion. Het verhaal achter de sterren*. Amsterdam: Ploegsma.
-  Heesakkers, K. (2014). *Sterren in de klas*. Amsterdam: BoekTweePuntNul.

Activiteiten

in je eigen groep

Diverse organisaties verhuren een mobiel planetarium. Dat is een opblaasbare tent waar je met een hele klas in kunt. Via een computer en een beamer wordt de sterrenhemel binnen geprojecteerd en kunnen kinderen alle vragen stellen die ze hebben over sterren, planeten, de Melkweg, sterrenbeelden, et cetera.

Maak je eigen zonnestelsel, van piepschuim bollen, en laat de kinderen de beweging van de maan om de aarde, de dagelijkse draaiing van de aarde om haar as, en de jaarlijkse draaiing van de aarde om de zon, naspelen. Laat de leerling die de zon speelt stilstaan en geef hem of haar een felle lamp, zodat je de 'schijngestalten' van de maan kunt zien. En zoek zo antwoord op de vraag welke kant van de maan verlicht is als je deze 's avonds ziet.

Teamactiviteiten

Het is leuk om eens na te gaan hoeveel je weet van je dagelijkse omgeving. Weet je wie van het team links is of rechts? Weet je welke deuren naar links of rechts open gaan? Weet je wat de kleur van de vloer of de muur is in alle lokalen? Hoe ziet de stoel van de directeur eruit? Wat is het merk van het koffiezetapparaat?

Spreek eens op een wolkeloze winteravond af om naar de sterrenhemel te kijken. Download een app op je smartphone waarmee je plaats van sterren en planeten kunt vinden. Zoek Jupiter, Venus, Mars en Saturnus: die kun je met het blote oog zien als ze 's nachts aan de hemel staan.

Zorg dat de schoolbibliotheek in december het Jaarboek Sterrenkunde aanschaft. Hierin staat per week beschreven wat er 's nachts aan de hemel te zien is.

Spijkerbroeken maken is niks voor meisjes of jongens

STEL JE TEAMLEDEN DE VOLGENDE TWEE VRAGEN:

“VIND JIJ JEZELF TECHNISCH?”

“VIND JIJ JEZELF ZORGZAAM?”

Informatief

Grote kans dat de antwoorden, als de groep leerkrachten aan wie je dit vraagt groot genoeg is, voorspeld kunnen worden op basis van het geslacht. Of je een vrouw of een man bent, dat maakt uit. Maar waarom eigenlijk? En zijn deze verschillen prima of juist niet?

Volgens onderzoekers zijn er aangeboren verschillen tussen jonge meisjes en jongens, die leiden tot verschillen in gemiddeld gedrag (Bischof-Köhler, 2010). Over de hele wereld gaan meisjes zorgzame spelletjes spelen met poppen, zelfs als ze helemaal geen speelgoed hebben. Dan maken ze wel een pop van een tak en een lap. En jongens doen wilde, fysieke spelletjes. Gemiddeld genomen dus: er zijn ook rustige, zorgzame jongens en wilde meisjes. Dat is ook natuurlijk.

Het is niet vreemd dat kleine verschillen in gemiddelde aanleg of interesse uiteindelijk leiden tot grote verschillen in gedrag. Kinderen krijgen van jongs af aan aanmoedigingen en worden geprezen voor wat ze doen. Dat versterkt de neiging het vertoonde verdrag nog een keer te vertonen. En dan wordt je daar vanzelf steeds beter in. Jongens van zeven kunnen beter voetballen dan meisjes (gemiddeld genomen), niet omdat ze daar meer aanleg voor hebben, maar omdat ze het vele uren meer gedaan hebben. Zo is het met alles: breien, pianospelen, orde

houden, fietsband plakken. Je moet het leren door het te doen; je wordt er beter in als je het vaak doet; en als je iets vaak en met succes doet, dan ga je het steeds leuker vinden. Totdat je denkt dat je ‘technisch’ bent. Veel meisjes en vrouwen ervaren met techniek een spiraal naar beneden: ze worden minder aangemoedigd, doen het minder dan jongens, en zijn na een tijdje dan ook aantoonbaar minder vaardig in banden plakken of de computer aan de praat krijgen.

De vraag is of zo’n stereotypische ontwikkeling goed is of niet. Technische beroepen die van oudsher een beroep op spierkracht deden en waar mannen dus gemiddeld genomen geschikter voor zijn, worden steeds meer ontlast door technische hulpmiddelen. Traditionele vrouwenberoepen zoals in de zorg en het onderwijs vragen om steeds meer technologische kennis. Onderzoek naar de mogelijkheden van jongens en meisjes voor allerlei technische vaardigheden laten geen wezenlijk verschil zien. Jongens kunnen net zo goed spijkerbroeken maken of cakes bakken als meisjes. Meisjes kunnen dus ook elektrotechnisch monteur worden of fietsenmaker. Als je maar in je opvoeding en op school in zo’n spiraal omhoog gebracht wordt, zodat je binnen je eigen bandbreedte kunt toegroeien naar excellentie.

Activiteiten in je eigen groep

Doe een onderzoekje in je groep naar de vraag wie er ‘technisch’ is, en houd daar een kringgesprek over. Doe een ‘spijkerbroekenproject’ waarbij kinderen hun eigen favoriete spijkerbroek ontwerpen en maken (lees hier meer over op blz. 16 ‘Zo ziet mijn spijkerbroek eruit!’). Vraag vooraf en na afloop of spijkerbroeken ontwerpen en maken meer iets voor jongens of meer iets voor meisjes is.

Het is interessant om te bespreken welk onderdeel van het proces je meer aanspreekt. Verschillen jongens hierin van meisjes?

Teamactiviteiten

Over gender en techniek is veel te discussiëren. Wie van jullie vindt zichzelf technisch? Wat is daarvoor het criterium? Wie doet de klusjes in huis? Vind je dat je technisch moet zijn om te breien of een cake te bakken? Waarom wel of niet? Gedragen jullie je volgens het stereotype dat mannen technisch zijn en vrouwen niet?

ER ZIJN OOK RUSTIGE, ZORGZAME JONGENS EN WILDE MEISJES

Vind je dat de rollen aangeboren zijn en door het onderwijs versterkt moeten worden? Of vind je dat je zowel jongens als meisjes moeten worden voorbereid op alle rollen in de samenleving? Benaderen jullie alle kinderen in de klas op een gender neutrale manier of niet? Heb je daar zicht op? Moeten er meer mannen in het onderwijs gaan werken om meer techniek in het onderwijs te krijgen?

Het Expertisecentrum VHTO heeft veel materiaal over ‘meisjes en techniek’. Ga eens kijken op de website en vraag eventueel materiaal aan. Zie: www.vhto.nl.

Maak de ‘impliciete associatie test’ over hoe je denkt dat geslacht en natuurwetenschap/techniek gekoppeld zijn. Zie: www.implicit.harvard.edu/implicit/netherlands.

In Amsterdam is de ‘Jeans School’, een ROC-opleiding voor de spijkerbroekenbranche. Kijk eens op de website (www.jeanschool.com) en vraag je af of dit iets voor meisjes of voor jongens is.

Inspiratie



Bischof-Köhler, D. (2010). *Von Natur aus anders. Zur Entstehung der Unterschiede zwischen den Geschlechtern.*



In E. P. Fischer & K. Wiegandt (Eds.), *Evolution und Kultur des Menschen* (pp. 304-339). Berlin: Fischer.

Veel basisscholen vinden Wetenschap en Technologie en Onderzoekend en Ontwerpend leren heel belangrijk. Want kinderen zijn van nature nieuwsgierig naar de wereld om hen heen én naar de rol die zij nu en straks kunnen spelen in onze samenleving. Door kinderen nieuwsgierig te maken en een onderzoekende en ontwerpende houding te laten ontwikkelen, helpen we ze hun talenten te ontdekken en bereiden we ze voor op de wereld van morgen. Maar veel leerkrachten vinden het nog best lastig om wetenschap en technologie in te passen in het programma. Dit boek helpt daarbij.

Dit is een uitgave van TechYourFuture

TechYourFuture is een netwerkorganisatie die zich richt op het professionaliseren van het onderwijs op het gebied van bèta, wetenschap en technologie en die samen met het werkveld praktijkgericht onderzoek uitvoert. We leggen de verbinding tussen onderwijs en bedrijfsleven met de als doel: meer en betere technici.

www.techyourfuture.nl

TECH
YOUR
FUTURE

Centre of Expertise TechniekOnderwijs