

PRECONCEPTEN

in onze lespraktijk



**LEONIEKE HORNSVELD, MILOU ROOS
EN TIM VREEBURG**

HvA - FOO

Vakdidactiek B

Docenten: Ruud Kok en Koen Peters

INHOUDSOPGAVE

Inleiding	2
Theoretisch kader	3
• Het verschil tussen 'preconcepten' en 'misconcepten'	3
• Wat is een 'concept cartoon'?	4
• Theoretische achtergrond van de door ons gekozen preconcepten	6
Onderzoeksvraag	9
Methodologie	10
Resultaten	12
Conclusie	13
Discussie	14
Aanbeveling	15
Bronnen	16
Bijlage	17
• Concept cartoons	17

INLEIDING

Dit onderzoek gaat over preconcepten die er bestaan over de overkoepelende onderwerpen deeltjes, temperatuur, fase overgangen, dichtheid en de waterkringloop. Er wordt specifiek naar deze overkoepelende onderwerpen gekeken omdat dit onderzoek gebruikt gaat worden voor de ontwikkeling van een digitale lessenserie die door leerlingen zonder docent gevolgd kan worden.

Het doel van dit onderzoek is om per onderwerp een preconcept uit de theorie te halen en deze in onze lespraktijk te onderzoeken. We hebben de preconcepten uit de theorie geselecteerd aan de hand van het veel voorkomen van het preconcept volgens de theorie. We willen weten of de beschreven preconcepten uit de theorie overeen met de preconcepten van onze leerlingen? Door dit onderzoek kunnen we bij de ontwikkeling van de lessenserie beter inspelen op de verschillende preconcepten, omdat we precies weten wat voor preconcepten er bij onze leerlingen spelen en welke juist niet.

In dit verslag wordt de definitie en de theoretische achtergrond van 'preconcepten' uiteengezet. Ook wordt er gekeken naar het verschil tussen 'preconcepten' en 'misconcepten'. Daarnaast wordt de keuze voor en de theoretische achtergrond van de gekozen preconcepten toegelicht. In het theoretische kader zullen wij ook meer vertellen over wat een 'concept cartoon' is, hoe deze 'tool' wordt gebruikt in het onderwijs en wat de voor- en nadelen van de concept cartoon zijn. Zo wordt duidelijk waarom wij deze 'tool' willen gaan gebruiken in ons onderzoek. Uit ons theoretische kader volgt onze onderzoeksvraag, waarna de methode van ons onderzoek uitgebreid wordt beschreven. Als laatste worden onze resultaten gepresenteerd in de vorm van een frequentietabel en trekken we een conclusie aan de hand van deze resultaten. Daarna volgt er nog een discussie en een aanbeveling voor vervolgonderzoek.

THEORETISCH KADER

Het verschil tussen 'preconcepten' en 'misconcepten'

Voordat we ons onderzoek verder kunnen toelichten, moeten we eerst duidelijk maken wat preconcepten en misconcepten precies zijn en hoe ze van elkaar verschillen. Waarom willen wij in dit onderzoek het hebben over preconcepten en niet over misconcepten?

Zowel in het begrip 'preconcept', als het begrip 'misconcept', komt het begrip 'concept' voor. Wat is nu eigenlijk een concept? Er zijn meerdere betekenissen van dit woord, maar in de context van onderwijs en leren in het algemeen wordt er verwezen naar een verzameling van woorden, beelden en emoties die met elkaar verbonden zijn en een structuur vormen (Kortland, 2017, p. 129). Mensen vormen concepten automatisch en doen dit om de wereld om zich heen beter te begrijpen (Allen, 2010, p. 9). Concepten worden gevormd door de interactie met onze wereld. Alles om ons heen heeft invloed op de concepten die wij vormen. Niet alleen het onderwijs dat wij volgen, de boeken die wij lezen, de televisieprogramma's die wij kijken of de gesprekken die wij voeren, maar ook onze eigen intuïtie (Allen, 2010, p. 9).

Nu is natuurlijk de vraag wat maakt dat een concept een misconcept is, en wat maakt dat een concept een preconcept is? Het woord 'mis' betekent fout, wat impliceert dat alle concepten die niet overeenkomen met het huidige paradigma misconcepten zijn.

Daarentegen heeft het begrip 'preconcept' een minder negatieve lading. Het woord 'pre' betekent voor. Een preconcept is dus een concept dat leerlingen van te voren hebben. In termen van het onderwijs is het dus een concept dat een leerling heeft voordat hij of zij jouw klaslokaal in loopt en dus onderwijs over het onderwerp heeft gehad (Lutgerink et al., 2011, p. 49).

Toch bestaan er in de literatuur verschillende meningen in het gebruik van de begrippen preconcept en misconcept. In sommige literatuur wordt, zoals hierboven beschreven, alle concepten die niet overeenkomen met het wetenschappelijke paradigma misconcepten genoemd (bijvoorbeeld in Allen, 2010). Zij maken geen duidelijk verschil in wanneer deze concepten zijn ontstaan. In andere literatuur wordt er een duidelijk verschil gemaakt tussen een preconcept en een misconcept. Een misconcept is volgens hen een concept

die zich in het hoofd van een leerling heeft gevormd tijdens het onderwijs. Dit kan komen doordat de leerling de uitleg anders interpreteert, dat vragen niet worden besproken of doordat de leerlingen niet op de juiste manier met de stof aan de slag gaat (Lutgerink et al., 2011, p. 50). Een preconcept is volgens hen dus een idee dat iemand heeft voordat hij of zij hier onderwijs over heeft gehad.

Wij gaan uit van de verschillende betekenissen van preconcept en misconception. In verband met de lessenserie die wij gaan ontwerpen willen wij dus de preconcepten van onze leerlingen in kaart brengen. De leerlingen hebben nog niet eerder les over deze onderwerpen gehad, er kan dus nog geen sprake zijn van misconcepten.

Wat is een concept cartoon?

Een concept cartoon is van oorsprong een tekening in cartoon stijl die een aantal verschillende concepten naar voren brengt over onderwerpen uit de wetenschap in alledaagse situaties. Tegenwoordig worden ze in verschillende stijlen gemaakt maar het blijft altijd een meerkeuzevraag in een dialoogvorm met een plaatje. In 1991 hebben Brenda Keogh en Stuart Naylor de eerste concept cartoons ontwikkeld. Sindsdien is er veel onderzoek naar de effecten gedaan en zijn er vele concept cartoons ontwikkeld (Keogh & Naylor, 2013).

Concept Cartoons hebben vaak niet maar een juist antwoord. Een concept cartoon heeft daarom vooral het doel om de aandacht van de leerlingen pakken, een discussie uit te lokken, wetenschappelijk denken te bevorderen en de leerlingen uit te dagen om een eigen standpunt in te nemen. Uit onderzoek blijkt dat leerlingen die werken met concept cartoons goed gemotiveerd worden, geconcentreerder werken en langer met hun taak bezig blijven dan bij de meeste werkvormen (Kamp, 2004, p. 31). Kamp geeft hiervoor de volgende verklaring:

“leerlingen komen in cognitief conflict, omdat de figuren op de concept cartoons tegenstrijdige maar elk op zich plausibele verklaringen geven voor een verschijnsel. Dit is de kern van de beroemde zogenoemde conceptual change strategy: maak leerlingen ontevreden over hun eigen verklaringen door concurrerende theorieën te presenteren, die je met bewijzen ondersteunt.”(Kamp, 2004, p. 31)

Door het creëren van een cognitief conflict, zullen leerlingen dieper nadenken over de vraag uit de concept cartoons. Daarnaast heeft de concept cartoon nog een aantal voordelen. Ten eerste bevordert een concept cartoon het gesprek tussen leerlingen. Daarnaast lijken alle antwoorden in de concept cartoon aannemelijk. De gedachten van de leerlingen worden verwoord in de cartoon. Hierdoor geeft het ook de onzekere leerlingen vertrouwen om hun mening te uiten (Keogh & Naylor, 2013, p. 4). Verder is voor veel leerlingen een zichtbaar beeld meer uitnodigend dan alleen een tekst. Ook maakt de beperkte hoeveelheid tekst de cartoons zeer geschikt voor taalzwakke leerlingen. Bovendien komen de striptekeningen van de alledaagse situaties vertrouwd over en worden ze minder geassocieerd met de formele leersituatie. Dit maakt de concepten meer toegankelijk voor de leerlingen. Als laatste bevordert het presenteren van ideeën in een eenvoudige context de betrokkenheid van leerlingen.

Er zijn echter ook een aantal nadelen ten opzichte van andere werkvormen. Leraren vinden het vaak lastig om de juiste moeilijkheidsgraad van de concept cartoons te kiezen (Kamp, 2004, p. 33). Daarnaast kunnen dominante leerlingen andere leerlingen hinderen om werkelijk aan het woord te komen als hier geen sturing aan gegeven wordt.

Ten slotte kunnen concept cartoons op verschillende manieren gebruikt worden. Ze kunnen klassikaal als voorkennis opdracht of formatieve toets ingezet worden. De concept cartoons kunnen in groepjes als samenwerkopdracht besproken worden. Verder kunnen de concept cartoons als huiswerkopdracht worden opgegeven. Daarnaast kunnen ze ook opgegeven worden als extra verdiepende opdracht voor de leerlingen die al verder zijn. De concept cartoon is erg divers en er zijn daarom natuurlijk veel meer manieren te verzinnen waarbij een concept cartoon kan helpen bij het leerproces van leerlingen.

Theoretische achtergrond van de door ons gekozen preconcepten

We zullen nu de door ons gekozen preconcepten over temperatuur, deeltjes, faseovergangen, dichtheid en de waterkringloop presenteren en de theoretische achtergrond die deze preconcepten onderbouwd uiteenzetten.

Temperatuur

We hebben bij het onderwerp 'temperatuur' gekozen voor het preconcept dat gevoelstemperatuur hetzelfde is als de werkelijke temperatuur. In veel lesmethodes wordt het 'handen-in-water' experiment gedaan om te laten zien dat gevoel een onbetrouwbare meetgraad is voor absolute temperatuur (Frederik & van der Valk, 2002, p.237). Dat ons gekozen preconcept in meer groepen van de samenleving actueel is laat de video van Veritasium goed zien (Veritasium, 2012).

Deeltjes

We hebben bij het onderwerp 'deeltjes' gekozen voor het preconcept dat er tussen de deeltjes van een stof 'iets' zit, dat iets is vaak de stof zelf of lucht (Boersma, Graft & Knippels, 2009, p.35). Achter dit preconcept zit de neiging van kinderen om macroscopische eigenschappen toe te schrijven aan atomen en moleculen. Door sommige onderzoekers wordt gesuggereerd dat de mate van abstractie die wordt verwacht bij het denken over deeltjes nog niet mogelijk is bij kinderen op de basisschool (Boersma, Graft & Knippels, 2009, p.36). Vanaf een jaar of 11 à 12, dus wanneer kinderen de overstap maken van de basisschool naar de middelbare school, begint de ontwikkeling van het abstracte denken. Het vermogen om abstract te denken ontwikkelt zich verder door de adolescentie heen (Geerts & Kralingen, 2011, p.92). Toch willen we dit onderwerp aanhalen omdat het begrip van deeltjes kinderen kan helpen om vooral faseovergangen beter te begrijpen.

Faseovergangen

We hebben bij het onderwerp 'faseovergangen' gekozen voor de vraag: 'Veranderen volgens jou deeltjes als er een faseverandering plaatsvindt?' Uit diverse onderzoeken blijkt dat leerlingen hier verschillende ideeën over hebben die we gebruikt hebben in de antwoorden (Boersma, Graft & Knippels, 2009).

Leerlingen zien een verandering optreden als bijvoorbeeld water overgaat van vloeibaar naar gasvormig (macroscopisch). Ze gaan er dan vaak vanuit dat er dan ook iets moet veranderen met de deeltjes (microscopisch). De uitdaging ligt in het denken op macroscopisch - en microscopisch niveau en vice versa. Uit de studie concepten van kinderen over natuurwetenschappelijke thema's blijkt dat het begrip van kinderen van het macro- microscopisch van de faseveranderingen minimaal zijn. Meerdere studies laten zien dat kinderen voornamelijk macroscopische eigenschappen aan deeltjes toekennen. Zo geven leerlingen bijvoorbeeld aan dat individuele deeltjes smelten en uitzetten. Om dit begrip en inzicht te vergroten zijn er een paar punten belangrijk: Ten eerste moeten kinderen een begrip hebben van wat een vaste stof, vloeistof en gas is. Ten tweede zijn er de fase overgangen van vast naar vloeibaar, van vloeibaar naar gas en vice versa. Bij deze processen horen termen als smelten, stollen, verdampen, condenseren (voor water zijn hier nog begrippen als koken, waterdamp en bevriezen aan verbonden). Tenslotte spelen inzichten in deeltjes (moleculen) een rol bij faseovergangen als ook het begrip van behoud van massa. Dit geheel maakt het een vrij complex thema voor kinderen.

Dichtheid

We hebben bij het onderwerp 'dichtheid' gekozen voor het preconcept dat zweven, zinken en drijven te maken heeft met de massa van een voorwerp. Veel leerlingen denken dat wanneer een voorwerp 'lichter' is dan water, het voorwerp op het water drijft en wanneer een voorwerp 'zwaarder' is dan water, het voorwerp zinkt. Op de basisschool wordt al aandacht aan 'dichtheid' geschonken, niet specifiek door het over dichtheid te hebben maar meer op het niveau van het bewustzijn. Kinderen doen observaties en waarnemingen en leren hierdoor over de wereld om zich heen (Llewellyn, 2004, p. 134). Toch blijkt het misconception te blijven bestaan op de middelbare school. Dichtheid is voor de leerlingen een lastig en abstract onderwerp, dat gestructureerd door docenten moet worden uitgelegd. Bij dichtheid is het ook belangrijk dat leerlingen praktisch aan de gang gaan met het onderwerp.

De waterkringloop

We hebben bij het onderwerp 'de waterkringloop' gekozen voor de preconcepten die uit onze eigen praktijk komen. In overleg met vier collega's, twee van aardrijkskunde (mvr.

van Santen en mr. Kroon) en twee van natuurkunde (mr. Zwaan en mr. Knop), kwamen deze preconcepten naar boven.

Leerlingen maken de gemakkelijke denkstap om delen van de cyclus te negeren als ze bij één stap beginnen. Als ze beginnen bij de zee, die water met zout bevat, dan bevat de rest van de cyclus dat dus ook. Ook missen leerlingen soms kennis (of ze zijn het even vergeten): wolken zijn van water gemaakt, dus dan is het ook logisch om te beantwoorden dat de kringloop geen kringloop is want het water verdwijnt ergens en komt ergens anders weer terug.

ONDERZOEKSVRAAG

In de inleiding is het doel van het onderzoek al geïntroduceerd. Dit doel is door middel van ons theoretisch kader uitgekristalliseerd in de volgende onderzoeksvraag:

Kloppen de door ons geselecteerde preconcepten uit de theorie met onze lespraktijk over de overkoepelende onderwerpen deeltjes, temperatuur, fase overgangen, dichtheid en de waterkringloop?

METHODOLOGIE

Om het doel van dit onderzoek te bereiken gaan we per stageschool groep leerlingen uit de tweede klas semi gestructureerd interviewen. De interviews zullen tegen het einde van het jaar plaatsvinden zodat de lessenserie aan het begin van het derde jaar van de middelbare school gestart zou kunnen worden. Verder is het gericht op het kaderniveau en zullen de geïnterviewde leerlingen ook uit dezelfde demografie zijn om relevante resultaten te behalen.

In totaal zullen er per onderwerp tussen de tien en vijftien leerlingen ondervraagd worden tijdens de reguliere lessen. We hebben voor deze populatiegrootte gekozen om de reguliere les niet te veel te verstoren door dit onderzoek. De leerlingen zullen individueel geïnterviewd worden om eventueel groeps- en/of volgedrag te elimineren. Het interviewen in groepsverband kan namelijk ook leiden tot angst of andere onvoorziene beïnvloedingen bij de leerlingen. We hebben gekozen om de leerlingen vooraf te selecteren, niet alleen voor de eerder genoemde factoren, maar ook om een goede afspiegeling van de demografie van de doelgroep te krijgen. Dit laatste is dan weer onderhevig aan de bias van de onderzoekers, daar zullen we op bedacht moeten zijn.

Verder is het bij een interview van belang dat we open vragen stellen, volledig neutraal reageren en de leerlingen niet afvallen op hun antwoorden. Ook zal er niet gestuurd mogen worden naar een beste antwoord (zowel het beste antwoord in de concept cartoon, als een voor ons onderzoek relevant antwoord). Daarom is een betere vraag bij aanvang van het concept cartoon 'Wat denk jij van deze stellingen?' en niet 'Wie heeft het meest gelijk?'. Achteraf, nadat de nodige informatie is verzameld mag er natuurlijk wel worden verteld wat het beste antwoord is van de concept cartoon en waarom.

We willen verder vragen stellen die beter aan het licht brengen hoe de leerling denkt, ook hierbij zijn open vragen van belang; 'waarom is dat zo?', 'zou je [herhalen van een deel van antwoord van de leerling] willen uitleggen?', etc. Deze verdiepende vragen zijn van belang voor de lessenserie die aan de hand van de preconcepten opgesteld gaat worden en is niet direct van belang voor dit onderzoek maar de lessenserie. Edoch zouden er waardevolle conclusies uit getrokken kunnen worden.

Als resultaat krijgen we dus een frequentietabel van de gegeven antwoorden over de concept cartoons met de bijbehorende uitleg/onderbouwingen van de leerling. Er is uiteraard altijd ruimte om hiervan af te wijken, mocht dat nodig blijken te zijn.

RESULTATEN

DEELTJES			
Totaal aantal leerlingen	Lucht	Water	Niets
IIIIII IIIII I	IIIIII	IIIIII	I
Ondersteuning keuze	<ul style="list-style-type: none"> • Ziet het macroscopisch = vloeibaar zit water tussen • Omdat in vloeibaar water vaak luchtbelletjes zitten = macroscopische vergelijking • Er zit wel iets tussen, maar geen water of lucht, dus dan maar 'niets' maar dat klopt ook niet 		

TEMPERATUUR			
Totaal aantal leerlingen	Hout	Aluminium	Dezelfde
IIIIII IIIII II	IIIIII III	II	II
Ondersteuning keuze	<ul style="list-style-type: none"> • Hout voelt warmer • Hout geeft warmte af (verbranden?) • Metaal kan goed warmte vasthouden, denk aan warm eten. Hout kan dat niet • Ze zijn nu hetzelfde, maar ze kunnen heel gemakkelijk anders zijn 		

FASEOVERGANGEN			
Totaal aantal leerlingen	Groter/zwaarder	Kapot	Gedrag
IIIIII IIIII II	IIII	IIIIII	III
Ondersteuning keuze	<ul style="list-style-type: none"> • Deeltjes worden kleiner als het gas wordt want ze gaan omhoog (2 leerlingen) & ze gedragen zich anders • Deeltjes gaan alleen verder uit elkaar of dichter bij elkaar, stof blijft hetzelfde • Alles wordt steeds kleiner als gas, vast is één deeltje • Ze vloeien bij vloeistof en zijn stil bij vaste stof 		

DICHTHEID			
Totaal aantal leerlingen	Licht/zwaar	Massa en volume	ligt aan vloeistof
IIIIII IIIII I	IIII	IIII	III
Ondersteuning keuze	<ul style="list-style-type: none"> • Volgens leerlingen argument van Alex te kort door de bocht. Maar konden niet goed uitleggen waar het dan nog meer aan ligt. Want het heeft wel iets te maken met de massa van een voorwerp. • Ligt aan de vorm = boot is staal en kan drijven. • Verschil zout water en 'normaal' water • Alex heeft gelijk, maar na doorvragen raakte ze zelf in de war en wisselde ze met massa en volume 		

DE WATERKRINGLOOP			
Totaal aantal leerlingen	Alle fasen	Zout water	Geen waterkringloop
IIIIII IIIII	I	IIII	IIII
Ondersteuning keuze	<ul style="list-style-type: none"> • Leerlingen denken dat alle genoemde vormen geen vormen van water zijn • Denken dat het zout meegaat in de kringloop • Andere ideeën zoals zoutwater: wolkenwater, bergwater. Hetzelfde preconcept, ander beginpunt. 		

CONCLUSIE

De onderzoeksvraag van dit onderzoek is:

Kloppen de door ons geselecteerde preconcepten uit de theorie met onze lespraktijk over de overkoepelende onderwerpen deeltjes, temperatuur, fase overgangen, dichtheid en de waterkringloop?

Vooraf bij het de concept cartoon over *deeltjes* komt goed naar voren dat leerlingen niet gaan voor het 'juiste' antwoord. Dit betekent dus dat het preconcept uit de theorie bij dit onderwerp sterk leeft bij onze onderzoekspopulatie. Bij de onderwerpen *temperatuur* en *de waterkringloop* geldt hetzelfde. De meeste leerlingen uit onze onderzoekspopulatie gaan niet voor het 'juiste' antwoord, waarbij dus geconcludeerd kan worden dat ook deze preconcepten leven.

In het geval van de onderwerpen *dichtheid* en *faseovergangen* kwamen alle antwoorden evenredig voor. Het is daardoor niet mogelijk om een eenzijdige conclusie te trekken wat betreft deze onderwerpen. De preconcepten leven wel maar niet zo sterk als bij de andere onderwerpen.

DISCUSSIE

Bij de waterkringloop waren er veel leerlingen die de termen van alle verschijningsvormen van water niet herkende en dus voor één van de andere uitspraken ging. Angst voor het onbekende zou hiervan in een onderliggende oorzaak kunnen zijn. Daarnaast was er ook iemand die in eerste instantie koos voor het antwoord 'alle fasen komen voor in de waterkringloop', maar uit doorvragen bleek dat ze een hele andere betekenis gaf aan het woord fasen. Ze dacht dat dit een synoniem was voor 'onderdelen'.

De hierboven geschetste situatie zou zich ook voorgedaan kunnen hebben bij de andere concept cartoons. De manier waarop vragen worden gesteld kan zorgen voor onbegrip bij de leerlingen. Dit kan komen doordat ze bepaalde woorden niet kennen, een andere betekenis aan woorden koppelen of dat ze de vraagstelling niet begrijpen. Ze hebben de vaktaal nog niet gehad en weten dus ook niet wat dit betekent. Ze gaan zelf bedenken wat een woord betekent en doen dit door het te linken aan de taal die ze kennen.

AANBEVELINGEN

Voor een vervolgonderzoek over hetzelfde ontwerp is het aan te bevelen dat de onderzoeksgroep groter wordt gekozen, om zo het resultaat van het onderzoek betrouwbaarder te maken. Ook kan er worden overwogen om meerdere uitspraken te testen over hetzelfde onderwerp aangezien er meer preconcepten zijn die aanwezig kunnen zijn en zo ondervangen kunnen worden.

Daarnaast zou er gekozen kunnen worden voor een meer voorgeschreven en gestructureerde manier van ondervragen waarbij specifieke gespreks- en vraagtechnieken worden gebruikt. Door hier van te voren over na te denken en de theorie hierop na te slaan, zou er veel dieper op de gedachte van de leerlingen ingegaan kunnen worden. Twee leerlingen zouden namelijk voor dezelfde antwoord kunnen kiezen maar beide een hele andere gedachtengang hebben die hen zou kunnen leiden tot hetzelfde antwoord.

BRONNEN

Allen, M. (2010). *Misconceptions in Primary Science*, Open University Press.

Berg, van der E., Kruit, P. & Veen, van der E. (2015). *Concept cartoons als opstap naar onderzoek*. NVOX nummer 2, pagina 94-95.

Boersma, K., Graft, van M. & Knippels, M.C. (2009) *Concepten van kinderen over natuurwetenschappelijke thema's*. Enschede, SLO.

Frederik, I. & Valk, van der T. (2002). *Temperatuur en warmte, in de natuur- en scheikunde boeken voor de basisvorming*. NVOX nummer 5, pagina 237 - 241.

Geerts, W. & Kralingen, van R. (2011). *Handboek voor leraren*. Bussum, uitgeverij Coutinho.

Kamp, M. (2004). *Leuker kunnen we het wel maken: het succes van concept cartoons*. Niche, bulletin voor het onderwijs in de biologie 35-3, pagina 30 - 33.

Kortland, K., Mooldijk, A. & Poorthuis, H. (2017). *Handboek natuurkundendidactiek*. Amsterdam: Epsilon Uitgaven.

Llewellyn, D. (2004) *Teaching high school science through inquiry*. America: Corwin.

Lutgerink, J., Everst, A., Jans, E., Deuss, E., Stuker, E., Almekinders, R. & Maagdenberg, W. (2011). *Misconcept of preconcept? Onderzoek naar percepties over het begrip misconcept bij studenten en opleiders van lerarenopleidingen biologie*. Heerlen: Open Universiteit, Ruud de Moor Centrum.

Naylor, S. & Keogh, B. (2013) *Concept cartoons: What have we learnt?*. Journal of Turkish science education 10-1, pagina 3 - 11.

Veritasium (24 augustus, 2012). *Misconceptions about temperature* [Videobestand]. Verkregen van: <https://www.youtube.com/watch?v=vqDbMEdLiCs>.

BIJLAGE

Concept Cartoons

Tussen de waterdeeltjes zit water

Wat zit er volgens jou tussen de waterdeeltjes?

Tussen de waterdeeltjes zit lucht

Als je heel sterk zou inzoomen op een glas water zie je dat het water uit allemaal kleine deeltjes bestaat

Tussen de waterdeeltjes zit helemaal niets

DEELTJESMODEL

Tessa

Viggo

Mauro

Het aluminium blok heeft de hoogste temperatuur

Welk blokje heeft volgens jou de hoogste temperatuur?

Het houten blok heeft de hoogste temperatuur

De blokken hebben dezelfde temperatuur

TEMPERATUUR

Olaf

Sanne

Niek

Muriël

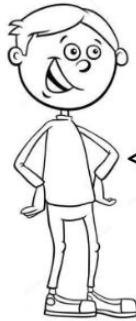


Ja, de deeltjes veranderen van grootte en dus ook van gewicht.

Veranderen volgens jou deeltjes als er een faseverandering plaatsvindt?



Nee, de deeltjes blijven hetzelfde, alleen gedragen ze zich anders.



Ja, want de deeltjes worden kapotgemaakt, want anders kunnen ze niet veranderen.

Rino

FASEOVERGANGEN



Daan

Alex



Alle lichte objecten drijven, alle zware objecten zinken.

Wat bepaalt volgens jou of iets zinkt, zweeft of blijft drijven?



Het is afhankelijk van de vloeistof waar de objecten zich in bevinden.



Om hier iets over te kunnen zeggen, moet je het gewicht en het volume weten.

Wytske

DICHTHEID

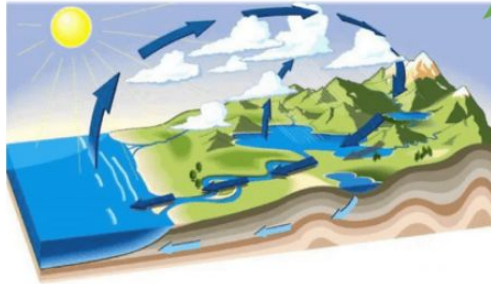
Victor



Lars



De waterkringloop is geen kringloop van water want het bestaat uit water, ijs, regen, wolken en damp.



Wat is volgens jou waar over de waterkringloop?

In de waterkringloop komen alle fases van water voor.



Maaike



Het water in de waterkringloop bestaat alleen uit zout water, want het water komt uit zee en gaat daar ook naar terug

EVIE

WATERKRINGLOOP