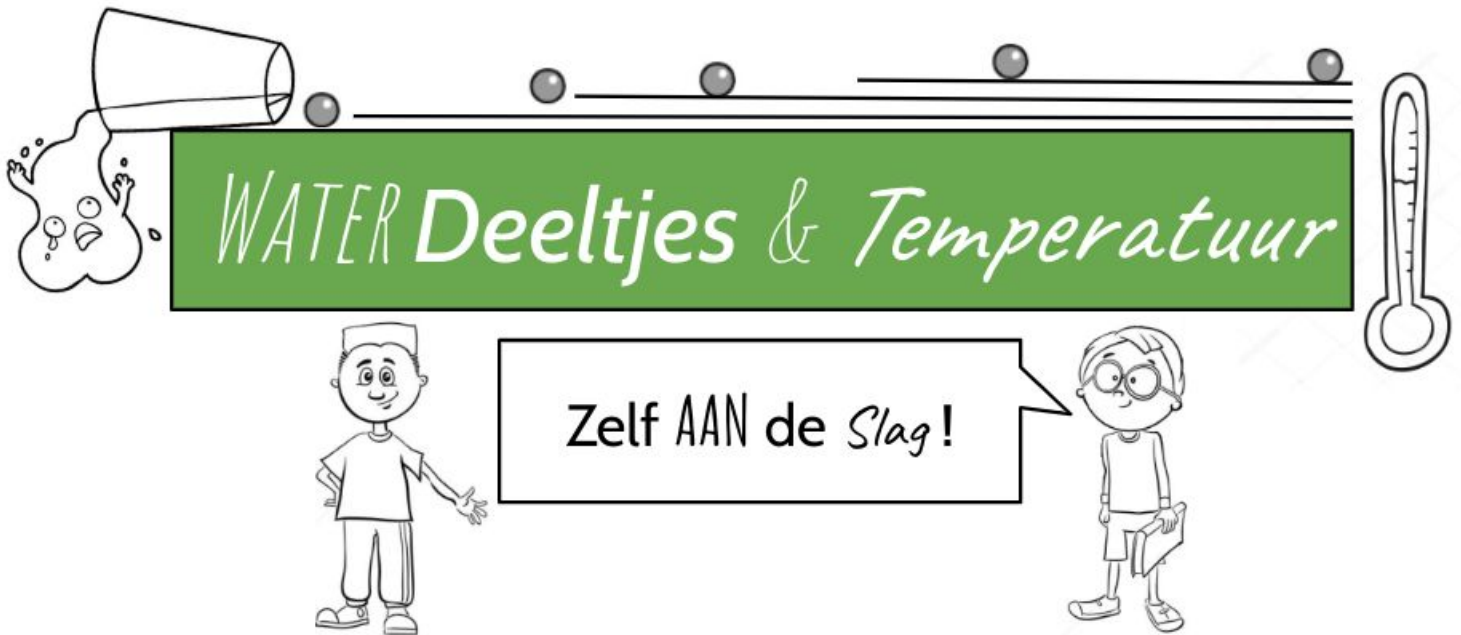


DIDACTISCHE VERANTWOORDING

Lessenserie:



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

HvA - FOO
Vakdidactiek B

Docenten: Ruud Kok en Koen Peters

INHOUDSOPGAVE

Inleiding	2
Didactische verantwoording	3
• Leerdoelen	3
○ Volgens SLO	
○ Lesdoelen in lessenserie	
• Opbouw van de lessen	4
○ Voorkennis opdracht en lesafsluiting.	
○ Uitleg	
○ Opdrachten	
• Toetsen	6
• Karakteristieke denkwijzen natuurwetenschappen	7
○ Op schaal denken	
• Concept-context	8
• Kennisclip	8
○ Cognitive theory of multimedia learning	
Bronnen	10

INLEIDING

De lessenserie 'Water, deeltjes en temperatuur: zelf aan de slag' is een lessenserie die speciaal ontwikkeld is voor leerlingen om zonder docent uit te kunnen voeren. De lessenserie is ontwikkeld voor de derde klas kader en kan volledig op internet gevolgd worden. Er is gekozen voor vakoverstijgende onderwerpen die een samenhang hebben, de ene les kan niet gevolgd worden zonder dat de voorgaande lessen gevolgd zijn. De vakken die in deze lessenserie terugkomen zijn: scheikunde, natuurkunde, wiskunde, biologie en aardrijkskunde.

In deze didactische onderbouwing zullen de keuzes en theorieën achter de lessenserie uiteengezet worden. De volgende onderdelen komen aan bod: de leerdoelen, de opbouw van de lessen, hoe we onze toetsen hebben ontwikkeld, de karakteristieke denkwijzen uit de natuurwetenschap die we in onze lessenserie hebben gebruikt, hoe we concept-context in onze lessenserie hebben verwerkt, en hoe onze kennisclip tot stand is gekomen.

DIDACTISCHE VERANTWOORDING

Leerdoelen

Volgens de SLO

De leerdoelen die het SLO (stichting leerplanontwikkeling) heeft opgesteld voor de onderbouw van kader blijven nogal op het oppervlak. De leerdoelen hebben vooral bij de onderwerpen deeltjes een hele andere insteek dan dat wij die willen voor onze lessenserie. Hieronder de verschillende leerdoelen volgens het SLO over onze onderwerpen (SLO, leerdoelen kaarten: natuurkunde, scheikunde, aardrijkskunde en wiskunde):

Deeltjes

- **NA** - Je beschrijft stoffen aan de hand van de stoffeigenschappen kleur, geur, oplosbaarheid in water, elektrische geleiding, kookpunt, en smeltpunt.
- **NA + SK** - Je onderscheidt en herkent drie stoffen aan de hand van hun eigenschappen.
- **SK** - Je beschrijft dat een molecuul het kleinste deeltje is dat nog de eigenschappen van een stof heeft en is opgebouwd uit atomen.

Temperatuur

Over temperatuur zijn alleen leerdoelen geformuleerd die betrekking hebben op stoffeigenschappen, of de veranderende temperatuur op aarde. Niets concreets over wat temperatuur nu precies is en wat het verschil is tussen temperatuur en warmte.

Faseovergangen

- **NA** - Je beschrijft dat faseovergangen van stoffen kunnen worden veroorzaakt door verwarmen of afkoelen.
- **SK** - Je beschrijft de verschillende fasen van stoffen aan de hand van de manier en mate van beweging van moleculen.

Dichtheid

- **NA** - Je beschrijft dat stoffen een verschillende dichtheid hebben.
- **NA** - Je beschrijft aan de hand van de dichtheid van stoffen dat voorwerpen zinken, zweven of drijven.
- **NA** - Je verklaart dat de dichtheid verandert bij veranderende temperatuur.

- **WIS** - Een maateenheid voor inhoud gebruiken bij een berekening en in relevante situaties maten in gelijkwaardige maten omzetten met de voorvoegsels milli-, centi-, deci-, deca-, hecto-, kilo-.
- **WIS** - Je berekent: inhoud (van kubus, balk) met relevante formules.

De waterkringloop

- **AAR** - Je benoemt de kringlopen van water als proces.
- **AAR** - Je beschrijft en verklaart de werking van de waterkringloop.

Het valt ons op dat er in de leerdoelen van het SLO niets concreets wordt gezegd over het verschil tussen het macroscopische niveau en microscopisch niveau. Terwijl dit een groot struikelblok is voor veel leerlingen. Een pre- en misconception bij leerlingen is om macroscopische eigenschappen van een stof ook aan het microscopisch niveau van stoffen toe te wijzen (Boersma, Graft & Knippels, 2009, p.36).

Lesdoelen in lessenserie

De lesdoelen in de lessenserie zijn in 'ik-vorm' geschreven. Hiervoor is gekozen omdat dit ervoor zorgt dat de leerlingen meer verbinding krijgen met hun eigen leren. Er is geprobeerd om de lesdoelen zo SMART mogelijk te maken. Door ze specifiek, meetbaar, aanvaardbaar, realistisch en tijdgebonden te maken (Geerts, 2015, p. 132). De 'SMART' methode is als hulpmiddel gebruikt om ervoor te zorgen dat de lesdoelen zo concreet mogelijk zijn en zorgen voor motivatie bij leerlingen (Geerts, 2015, p. 132). Doordat we ze concreet mogelijk hebben proberen te maken, zijn leerlingen beter op de hoogte van waar ze in elke les naartoe werken. Dit is erg belangrijk omdat leerlingen deze lessen zonder docent moeten kunnen volgen.

Opbouw van de lessen

De lessen binnen onze lessenserie zijn voor het grootste gedeelte opgebouwd volgens de lesfasen van Ebbens (Ebbens, 2015, p. 49). We hebben heldere en betekenisvolle doelen opgesteld, de aandacht wordt op het onderwerp van de les gericht door een voorkennis opdracht en de les wordt afgesloten met het toetsen van een kernbegrip. We hebben ervoor gekozen om het middenstuk van de les iets anders in te delen, hierover verderop in deze tekst meer. Eerst zal er iets meer verteld worden over onze voorkennis- en afsluitende opdrachten.

Voorkennis opdrachten en lesafsluiting

Voor de voorkennis opdrachten en de opdrachten tijdens de lesafsluiting is gekozen om per les dezelfde concept cartoon in te zetten (meer over wat een concept cartoon is, zie ons preconcepten onderzoek). De concept cartoon is door zijn uitstraling en werking tevens een aandachtsrichter (Ebbens, 2015, p. 57). De nieuwsgierigheid van de leerling wordt opgewekt door de vraag die gesteld wordt in de concept cartoon. Met deze concept cartoon wordt de voorkennis van de leerling getest, wat weten ze al over het onderwerp. Ze gaan door deze startopdracht in hun hoofd al bezig met het onderwerp.

We hebben ervoor gekozen om de concept cartoon van het begin ook aan het eind van de les te gebruiken omdat de concept cartoons gebaseerd zijn op preconcepten die bij leerlingen veel voorkomen. Ons doel was om in onze lessenserie, in ieder geval op deze preconcepten in te spelen. Op het einde wordt getest of het preconcept is veranderd in het juiste wetenschappelijke paradigma.

Uitleg

Bij de lesfasen van Ebbens wordt er in het midden van de les eerst uitleg gegeven, daarna wordt er nagegaan of de belangrijkste begrippen zijn overgekomen, dan geeft de docent instructie op zelfstandig werken en gaan de leerlingen aan de slag (Ebbens, 2015, p. 49). Deze lesfasen zijn natuurlijk gebaseerd op lessen die voor de klas gegeven worden met de ondersteuning van een docent. Voor lessen die leerlingen zelf moeten kunnen volgen moet dit iets aangepast worden.

Daarnaast wilde we de lessenserie minder statisch maken. Hierdoor hebben we ervoor gekozen om de leerlingen in sommige delen van de les zelf begeleidt onderzoek te laten doen naar bepaalde onderwerpen. Zo geven we de leerlingen een aantal vragen die ze moeten beantwoorden door het kijken van een filmpje, het lezen van een stukje tekst en/of het bekijken van een website. Deze aanpak en de keuzes die de leerlingen hierin hebben geeft de leerlingen meer autonomie, hierdoor meer motivatie en meer eigenaarschap over hun eigen leren (Geerts, 2011, p. 40).

Opdrachten

De opdrachten die we bij deze lessenserie gemaakt hebben zijn divers. Zo zijn er dus vragen die leerlingen zelf moeten beantwoorden aan de hand van video's, teksten en/of websites. Daarnaast hebben we een aantal practica aan onze lessenserie toegevoegd. Deze helpen de leerlingen om concreet een idee te krijgen van hoe bepaalde dingen op een macroscopische niveau in elkaar zitten.

Ook hebben we simulatie opdrachten toegevoegd, om leerlingen praktisch aan de slag te laten gaan en bepaalde onderwerpen meer vanuit hun eigen belevingswereld te ontdekken. Er zijn ook oriënterende opdrachten en verwerkingsopdrachten die inspelen op de theorie. Deze verwerkende opdrachten kunnen opgedeeld worden in opdrachten waarbij de leerlingen kunnen oefenen met onthouden, begrijpen en toepassen van de theorie (Lucassen, 2018).

Toetsen

Zowel de tussentoets als de eindtoets zij summatief een hebben dus een kwalificerende functie (Geerts, 2011, p. 178). De leerlingen hebben genoeg beheersing van de stof of te weinig beheersing van de stof. De tussentoets is in het leven geroepen omdat de onderwerpen deeltjes en temperatuur erg belangrijk zijn om de rest van de onderwerpen te kunnen begrijpen. De leerlingen mogen ook pas door met de lessen wanneer ze de tussentoets hebben gehaald.

Bij het maken van de tussentoets en eindtoets is het OBIT systeem gebruikt. Binnen het OBIT systeem worden er vier stadia van het verwerken van kennis van elkaar onderscheiden: *onthouden, begrijpen, integreren en toepassen*. We hebben eerst voor de lesdoelen bekeken welke vorm van beheersing er nodig is om het lesdoel te halen. Hiervoor hebben we de volgende tabellen gemaakt (zie hieronder, het voorbeeld is van de les over deeltjes). Je ziet dat er meer lesdoelen zijn waarbij onthouden en begrijpen belangrijk zijn dan integreren en toepassen. Dit heeft natuurlijk te maken met het niveau. Wanneer deze lessenserie voor vwo gemaakt zou zijn, zouden er meer integreren en toepassen lesdoelen bij zitten.

DEELTJES				
	Onthouden	Begrijpen	Integreren	Toepassen
1. Wat is macroscopisch niveau van stof				
2. Macroscopisch niveau de eigenschappen herkennen stof				
3. Met stof- eigenschappen stoffen onderscheiden				
4. Microscopisch niveau van een stof				

5. Stof op microscopisch niveau, deeltjesmodel				
6. Microscopische eigenschappen aan macroscopische waarnemingen				
7. Symbolen van atomen noemen				
8. Molecuulformule van water en				
9. Molecuulformule opstellen				
10. Molecuulformule hoeveel atomen van elke soort				

Bij het maken van de toetsen moest rekening gehouden worden met de limitaties van digitaal toetsen. Bij het maken van toetsen in wikiwijs kan gekozen worden uit: meerkeuzevragen, tekst invullen, combineren van teksten, combineren van afbeelding en tekst, volgorde van woorden of zinnen, selecteren van tekst, hotspot (de goede plek in de afbeelding aangeven) en open vragen (die niet door de computer nagekeken kunnen worden) Er is gekozen om een combinatie te maken tussen verschillende soorten vragen zodat de toets wat dynamischer wordt. Daarnaast hebben we besloten om toch een aantal open vragen te stellen omdat de leerlingen een aantal molecuulformules uit hun hoofd moesten weten en ook een aantal berekeningen moeten kunnen uitvoeren. Deze vragen kunnen de leerlingen zelf nakijken door middel van een duidelijke nakijk functie, waarin de punten per onderdeel staan gegeven.

Karakteristieke denkwijze natuurwetenschap

Op schaal denken

In onze lessenserie hebben we de denkwijze op schaal denken geïntegreerd. Dit komt onder andere naar voren in de opbouw van onze lessenserie. We hebben ervoor gekozen om de lessen te ordenen van klein naar groot. We beginnen met het kleinste, deeltjes. Daarna hebben we steeds grotere 'onderwerpen' aangepakt tot we op de schaal van de 'waterkringloop' zijn.

Schaal denken komt ook op een andere manier terug in onze lessenserie. Voor docenten is het heen en weer denken tussen macroscopisch- en microscopisch niveau vanzelfsprekend. Docenten zijn slordig in hun taalgebruik naar leerlingen toe wat betreft het heen en weer denken tussen macro en micro. Voor ons is het vanzelfsprekend maar voor de leerlingen nog niet. Het is belangrijk om voor de leerlingen duidelijk aan te geven

wat het verschil is tussen de niveaus, en expliciet aan te geven op welk niveau de leerlingen in bepaalde gevallen moeten denken (Aalsvoort, 2013, p. 485). Wij hebben dit in onze lessenserie gedaan door het macroscopische- en microscopisch niveau in de les over deeltje goed te introduceren en ook duidelijk te maken wat het verschil precies is. Later in de lessenserie komt het macro-micro denken ook terug, vooral in de les over faseovergangen. Op macroscopisch niveau kun je faseovergangen waarnemen, maar wat gebeurt er op microscopisch niveau met de moleculen?

Concept-context

De concept-context onderwijs in Nederland is begin van deze eeuw onder de aandacht gekomen ten behoeve van de terugloop van interesse bij leerlingen in bètavakken. Het doel was om concepten in de natuurwetenschap in realistische contexten te presenteren die te maken hebben met de actualiteit in de natuurwetenschap en techniek (SLO, 2017). Uit onderzoek blijkt dat de concept-context benadering op zichzelf niet per se tot betere leerprestaties leidt, maar er wel voor zorgt dat het onderwijs aantrekkelijker wordt voor de leerlingen (Bennett, Lubben en Hogarth, 2006).

Wij hebben de concept-context benadering ook in onze lessenserie gebruikt. Dit hebben we gedaan door overal waar mogelijk was 'water' als context in onze lessen te verwerken. We hebben hiervoor gekozen omdat water één van de belangrijkste stoffen op aarde is. Daarnaast komt iedereen dagelijks meerdere keren in contact met water. Vanaf kleins af aan heb je meegemaakt hoe water zich gedraagt en welke eigenschappen water heeft. Hierdoor is water een zeer vanzelfsprekende context om te gebruiken om lastige concepten bij leerlingen duidelijk te maken.

Kennisclip

Cognitive theory of multimedia learning

Volgens de cognitieve theorie van het leren via multimedia, kan het gebruik van multimedia leiden tot dieper leren. De hypothese achter dit statement is dat wanneer je multimedia op een bepaalde manier gebruikt dit overeenkomt met hoe de hersenen van mensen werken. We hebben twee kanalen die we gebruiken, visueel en verbaal. Deze twee kanalen hebben een gelimiteerde capaciteit en moeten dus niet 'overladen' worden (Mayer, 2005, 31).

Om overladen, of ook wel 'cognitive overload' genoemd, te voorkomen moet multimedia voldoen aan vijf principes. De principes van de cognitive multimedia theorie zijn (KU Leuven, z.d.):

1. Redundantie principe

Mensen leren dieper van een grafische voorstelling met een voice-over, dan van een grafische voorstelling met een voice-over en tekst op het scherm.

2. Signaal principe

Mensen leren dieper wanneer de informatieverwerking ondersteund wordt door signalen. Dit kunnen zijn: sleutelwoorden die in het scherm tevoorschijn komen, pijltjes of markeringen, inzoomen of stap voor stap een schema opbouwen.

3. Het principe van tijdelijke nabijheid

Mensen leren dieper wanneer gerelateerde woorden en beelden tegelijkertijd verschijnen.

4. Het principe van ruimtelijke nabijheid

Mensen leren dieper wanneer gerelateerde woorden en beelden dichtbij elkaar staan.

5. Het coherentieprincipe

Irrelevant materiaal moet zo veel mogelijk worden vermeden. Onder irrelevant materiaal vallen: muziek, drukke layout en weetjes om de kijker te entertainen.

Hoe hebben we deze principes toegepast in onze kennisclip? Het is lastig om je aan het redundantie principe te houden wanneer je een kennisclip maakt waarbij een berekening wordt uitgelegd. Hier is altijd wat tekst bij nodig, de berekening is namelijk altijd in de vorm van tekst. We hebben in de kennisclip over het berekenen van de dichtheid twee plaatjes van maatcilinders geplaatst, een met alleen water en de tweede met water en een onregelmatig voorwerp. Deze worden gebruikt om de opgave uit te leggen.

Het signaal principe komt heel duidelijk in onze kennisclip terug. Wanneer er over een bepaald onderdeel gepraat wordt, wordt dit onderdeel op het scherm aangewezen. Daarnaast worden 'sleutelwoorden' tegelijkertijd geschreven en gesproken.

Het coherentieprincipe komt ook heel duidelijk terug. De layout is simpel, strak en duidelijk. Daarnaast komt er geen onnodige informatie voor op het scherm.

BRONNEN

Aalsvoort, J. van der (2013) *Micro-macro in de Nieuwe Scheikunde*. NVOX, december 2013, p. 485-487.

Bennett, J., Lubben, F. en Hogarth, S. (2006) *Bringing Science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to Science teaching*. Geraadpleegd op 30 mei, van https://www.researchgate.net/publication/245589043_Bringing_science_to_life_the_research_evidence_on_teaching_science_in_context

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

Ebbens, S. & Ettekoven, S. (2015) *Effectief leren, basisboek*. Groningen, Noordhoff Uitgevers.

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

KU Leuven (z.d.) *De vijf principes van 'The cognitive theory of multimedia learning'* [Videobestand]. Geraadpleegd op 30 mei, van <https://www.kuleuven.be/onderwijs/onderwijsbeleid/limel/helpplatform/scenario/the-cognitive-theory-of-multimedia-learning>

Lucassen, M. (2018) *De Taxonomie van Bloom: inhoudelijk goed, maar vaak fout gebruikt*. Geraadpleegd op 28 mei, van <https://www.vernieuwendewerwijs.nl/de-taxonomie-van-bloom-vaak-verkeerd-gebruikt-maar-zo-werkt-het-wel/>

Mayer, R.E. (2005) *Cognitive theory of multimedia learning*. In Mayer, R.E (2005) *The Cambridge handbook of multimedia learning* (p. 31-48). Geraadpleegd op 30 mei, van http://www.nma-uddannelsesguide.dk/Links/Mayer_cap_3_Cognitive_theory_of_multimedia_learning.pdf

SLO (2017) *Concept-contextbenadering*. Geraadpleegd op 30 mei, van <file:///home/chronos/u-3d1cdb0b347fc401bccdd5d3e77e828782b3738e/MyFiles/Downloads/concept-context.pdf>