

2.4 Cursorische lessen Achtergrondinformatie

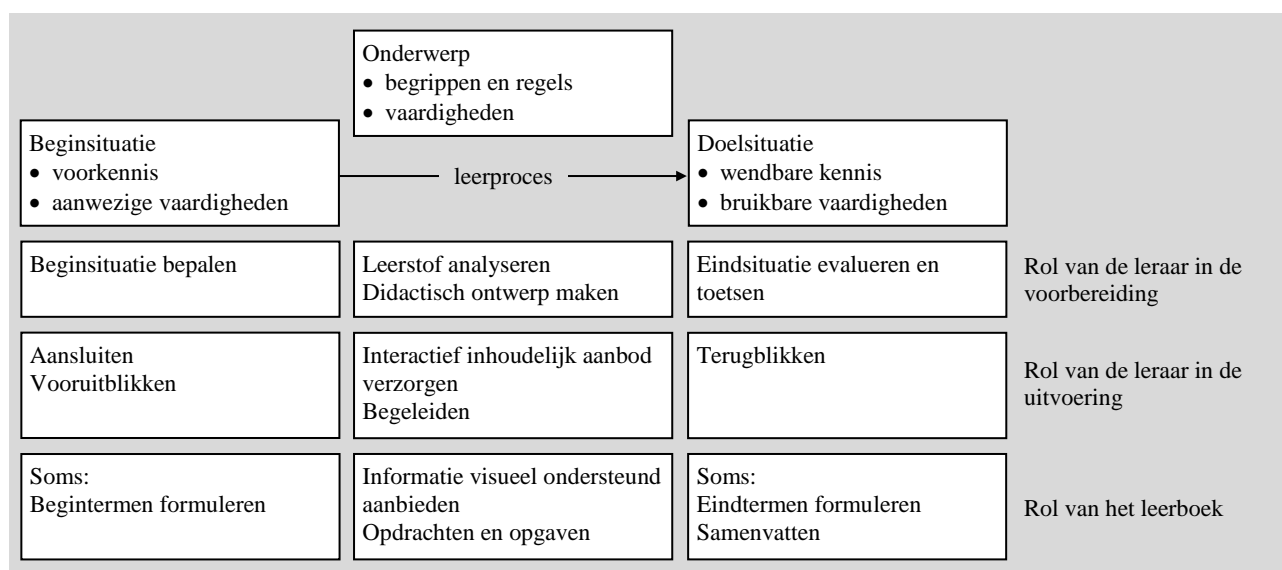
Leerstofanalyse

Inleiding

Het is de taak van de leraar om in de lesvoorbereiding de beginsituatie te bepalen, de leerstof te analyseren, een didactisch ontwerp voor de les te maken, en te zorgen voor evaluatie en toetsing. In de meeste leerboeken is materiaal aanwezig voor het vaststellen van de noodzakelijke begintermen, tekstuele en visuele informatie, opdrachten voor zelfwerkzaamheid, samenvattingen en eindtermen.

Tijdens de uitvoering moet de leraar dus doen wat het leerboek niet kan bieden: aansluiten bij voorkennis van de leerlingen, vooruitblikken naar wat geleerd gaat worden, het in interactie verzorgen van een inhoudelijk aanbod, werk van leerlingen begeleiden, en terugblikken op het geleerde.

In figuur 1 zijn de verschillende rollen van de leraar en de rol van het leerboek schematisch weergegeven.



Figuur 1 – Rollen van de leraar en het leerboek.

Leerstofanalyse

Eén van de onderdelen van de lesvoorbereiding is dus het maken van een leerstofanalyse, uitgaande van een gegeven hoofdstuk of paragraaf in het leerboek (methode 1) of uitgaande van de ‘grote ideeën’ over een onderwerp (methode 2). In het eerste geval neem je de inhoud van het leerboek als uitgangspunt, in het tweede geval ga je meer uit van eigen ideeën over wat er in de lessenserie of les aan de orde zou moeten komen. Het zal duidelijk zijn dat dit laatste meer werk betekent. Daar staat tegenover dat je je als leraar meer bewust wordt van de door jou gewenste aanpak van een onderwerp.

Leerboek (methode 1) – Om een les goed voor te bereiden is het nodig om een grondige analyse te maken van de in een paragraaf aangeboden leerstof. Voor leerlingen is het motiverend als de les uitgaat van herkenbare voorbeelden uit de praktijk. Voor een paragraaf kies je meestal een samenhangende context, bijvoorbeeld muziekinstrumenten.

De les start meestal vanuit een beschrijving van enkele situaties uit die context. Dan volgt de richtvraag voor de paragraaf. De tekst van de paragraaf in

het leerboek geeft met behulp van begrippen en voorbeelden antwoord op deze richtvraag. Om de leerstof te verwerken maken de leerlingen een aantal opgaven, die ze nakijken met een nakijkblad.

Voor de richtvraag geldt dat de leerlingen de vraag begrijpen, maar het antwoord nog niet weten. In de richtvraag komen dus geen begrippen voor die pas in de paragraaf worden aangeleerd.

Muziekinstrumenten

Een leraar gaat lesgeven over de paragraaf *Muziekinstrumenten* in het leerboek. Eerst analyseert hij de leerstof. Het resultaat daarvan is het onderstaande leerstofschema. Dan selecteert hij de opgaven uit de paragraaf, maakt een nakijkblad, en vergelijkt dit met de leerdoelen aan het einde van de paragraaf. Door het maken van een nakijkblad voor de geselecteerde opgaven weet hij precies waar voor de leerlingen de moeilijkheden zitten. Ten slotte maakt hij een lesplan.

Domein: Geluid		Leidende context: Muziekinstrumenten	
Richtvragen Welke soorten muziekinstrumenten zijn er? Hoe stemmen de muzikanten hun instrument?			
Kernbegrippen	Vaardigheden	Praktijkvoorbeelden	Experimenten
<ul style="list-style-type: none"> • hoog en laag • trilling • geluid zichtbaar maken • frequentie (in Hz) • klankkleur 	<ul style="list-style-type: none"> • oscilloscoop aflezen • rekenen met $f = 1/T$ 	<ul style="list-style-type: none"> • muziekinstrumenten • stemmen • spreken 	<ul style="list-style-type: none"> • tonen veranderen • geluid zichtbaar maken • spraak zichtbaar maken • muziekinstrumenten
Leerdoelen Ik kan nu:			
<ul style="list-style-type: none"> • vier soorten muziekinstrumenten noemen • uitleggen hoe snaar- en blaasinstrumenten worden gestemd • een opstelling tekenen waarmee je geluid zichtbaar kunt maken • uitleggen wat frequentie is en hoe je de frequentie uit een grafiek kunt bepalen • rekenen met $f = 1/T$ 			

Figuur 2 – Leerstofschema bij de paragraaf Muziekinstrumenten in het leerboek.

Grote ideeën (methode 2) – Een geheel andere manier van leerstofanalyse gaat uit van het identificeren van ‘grote ideeën’ en die uitwerken met behulp van een achttal didactische vragen. Voor een domein en doelgroep wordt een tabel ingevuld. Op de horizontale as staan de grote ideeën bij het domein en de doelgroep. Vervolgens worden deze ideeën onderzocht met een reeks didactische vragen langs de verticale as.

De grote ideeën zijn de wetenschappelijke ideeën die de leraar als essentieel beschouwt voor het overbrengen van de kennis uit een domein, voor deze doelgroep. Deze ideeën gaan nadrukkelijk over het overbrengen van begrip en vallen niet per se samen met de wetenschappelijke inzichten uit een domein. Het opdelen van een domein in verschillende grote ideeën is geen eenvoudige klus en vergt het nodige denkwerk en overleg. De ervaring leert dat een domein doorgaans uiteenvalt in vijf tot acht grote ideeën. In figuur 3 staan een paar voorbeelden.

Zoals aangegeven wordt voor elk groot idee een aantal didactische vragen beantwoord. Deze vragen staan in de tabel van figuur 5, en worden hieronder kort toegelicht.

1 Wat wil je dat leerlingen leren over dit idee? Door na te denken over wat je wilt dat leerlingen bereiken, krijg je grip op wat er werkelijk van belang is bij dit idee.

2 Waarom is het belangrijk dat leerlingen dit leren? Het belang van kennis motiveert zowel de leraar om de kennis over te dragen, als de leerlingen om het tot zich te nemen. Vaak legt het belang van een idee de verbinding met het alledaagse leven van de leerling, maar een idee kan ook van belang zijn om grip te krijgen op een volgend groot idee.

3 Wat weet je nog meer over dit idee (dat leerlingen nog niet hoeven te leren)? Wanneer de stof nodeloos ingewikkeld wordt gemaakt, zal dit leerlingen demoti-

Grote ideeën

Domein: deeltjestheorie | Doelgroep: onderbouw.

- Materie is opgebouwd uit kleine, onveranderlijke deeltjes.
- Er is lege ruimte tussen deze deeltjes.

Domein: krachten op objecten in stilstand | Doelgroep: 3THV.

- Een kracht duwt of trekt.
- Objecten vervormen als er een kracht op werkt; daardoor oefent dat object weer een kracht uit op het object dat ze vervormt.

Figuur 3 – Voorbeelden van ‘grote ideeën’.

veren. Maar wanneer de stof te ver vereenvoudigd wordt, leren de leerlingen onvoldoende. Het is dus van belang hier een bewuste afweging te maken.

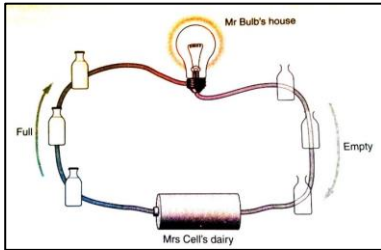
4 Wat zijn moeilijkheden en beperkingen bij het overbrengen van dit idee? Het inzicht vanuit het constructivisme stelt dat nieuwe kennis beter beklijft wanneer het aansluit bij voorkennis. Het is dus van belang om in kaart te brengen welke leerlingdenkbeelden er leven. Daarnaast kan het inzicht uit een idee bijvoorbeeld abstract zijn: moleculen zijn bijvoorbeeld heel moeilijk zichtbaar te maken.

5 Wat weet je over hoe leerlingen denken, wat van invloed kan zijn op het overbrengen van dit idee? Zowel leerlingdenkbeelden, maatschappelijke factoren als gangbare emotionele reacties kunnen van invloed zijn op hoe je een idee overbrengt.

6 Welke andere factoren kunnen van invloed zijn op het overbrengen van dit idee? De vraag is bedoeld om overige contextuele of pedagogische kennis boven water te krijgen.

7 Wat is waarom een geschikte onderwijsaanpak bij dit idee? Met een onderwijsaanpak wordt een activiteit bedoeld die de leraar tactisch kan inzetten om een specifiek aspect van het leren te bewerkstelligen. De onderwijsaanpak behelst dus niet alleen de werkvorm, maar ook de inhoud van en argumenten voor deze aanpak.

8 Welke specifieke manieren zijn er om begrip of verwarring rondom dit idee vast te stellen? Met deze vraag wordt de leraar gestimuleerd om na te denken over verschillende manieren en de effectiviteit van deze manieren om terug te vragen wat er bekend is rondom een idee.



Figuur 4 – Een onderdeel van een aanpak om het idee dat een kring nodig is om stroom te laten lopen inzichtelijk te maken (Ross, Lakin & McKechnie, 2010).

Domein en doelgroep:	Groot idee #1:	Groot idee #2:
1 Wat wil je dat leerlingen leren over dit idee?		
2 Waarom is het belangrijk dat leerlingen dit leren?		
3 Wat weet je nog meer over dit idee (dat leerlingen nog niet hoeven te leren)?		
4 Wat zijn moeilijkheden en beperkingen bij het overbrengen van dit idee?		
5 Wat weet je over hoe leerlingen denken, wat van invloed kan zijn op het overbrengen van dit idee?		
6 Welke andere factoren kunnen van invloed zijn op het overbrengen van dit idee?		
7 Wat is waarom een geschikte onderwijsaanpak bij dit idee?		
8 Welke specifieke manieren zijn er om begrip of verwarring rondom dit idee vast te stellen?		

Figuur 5 – Didactische vragen voor de leerstofanalyse bij een onderwerp.

In de tabel van figuur 6 staat een voorbeeld van een dergelijke leerstofanalyse voor het verschijnsel uitzetting door verwarmen en het deeltjesmodel, met als aanvulling speciale aandacht voor taalgericht vakonderwijs.

Domein: Materie Doelgroep: 3 havo/vwo	Groot idee: Bij verwarmen zet een stof uit, doordat de onveranderlijke deeltjes heftiger gaan trillen en daardoor verder van elkaar af gaan zitten.
1 Wat wil je dat leerlingen leren over dit idee?	Hoe de uitzetting van vaste stoffen door verwarming verklaard kan worden met behulp van de molecuulvoorstelling.
2 Waarom is het belangrijk dat leerlingen dit leren?	Opdat leerlingen verschijnselen in het dagelijks leven kunnen verklaren met behulp van natuurwetenschappelijke denkbeelden.
3 Wat weet je nog meer over dit idee (dat leerlingen nog niet hoeven te leren)?	Het verschil tussen warmte en temperatuur.
4 Wat zijn moeilijkheden en beperkingen bij het overbrengen van dit idee?	De deeltjes worden vaak gezien als gedeelten van de stof met alle stoffeigenschappen, en niet als nieuwe voorwerpen met andere eigenschappen.
5 Wat weet je over hoe leerlingen denken, wat van invloed kan zijn op het overbrengen van dit idee?	Leerlingen denken dat de deeltjes zelf veranderen tijdens temperatuurstijging (vergelijk het groeien van een mens doordat alle lichaamsdelen groter worden): "De deeltjes zelf zetten uit."
6 Welke andere factoren kunnen van invloed zijn op het overbrengen van dit idee?	Ik heb geen steun van een practicumassistent, dus practicum moet eenvoudig zijn qua voorbereiding.
7 Wat is waarom een geschikte onderwijsaanpak bij dit idee?	Praktijkvoorbeelden van uitzetting bij temperatuurstijging laten zien (dilatatievoegen bij woningen, tanden brugdek enzovoort). Demonstratie met bol en ring: na verwarmen past de bol niet meer door de ring. Leerlingen vragen dit verschijnsel te verklaren in termen van de deeltjesvoorstelling.
8 Welke specifieke manieren zijn er om begrip of verwarring rondom dit idee vast te stellen?	
A Hoe lok je de productie van taal en grafische weergaven uit, zodanig dat je greep krijgt op de denkbeelden van leerlingen?	Opdracht voor leerlingen Je hebt gezien dat de ijzeren bol na verhitting niet meer door de ring past. Verklaar dit met behulp van een deeltjesvoorstelling. Gebruik voorwerpswoorden als verwarmen, uitzetten en temperatuur, en de deeltjeswoorden als deeltje, trillen en afstand. En maak er een tekening bij waarin je laat zien wat er met de deeltjes gebeurt als het voorwerp uitzet.
B Welke tekst en grafische weergave zou getuigen van een natuurwetenschappelijk denkbeeld?	In termen van voorwerp: Het voorwerp past niet meer door de ring, <i>want</i> door het verwarmen is het voorwerp uitgezet. In termen van deeltjes: Bij een hogere temperatuur gaan de deeltjes heftiger trillen. Het <i>gevolg</i> is dat de afstand tussen de deeltjes toeneemt. Het voorwerp wordt <i>daardoor</i> groter. Dat heet uitzetten. In de grafische weergave zitten de deeltjes bij lage temperatuur dicht bij elkaar, en zitten de even grote deeltjes bij hogere temperatuur wat verder van elkaar.
C Wat zijn de belangrijkste elementen in zo'n tekst?	Er is in deze uitwerking sprake van een redeneerketen, met oorzaak en gevolg op voorwerpsniveau en op deeltjesniveau, waarbij gebruik wordt gemaakt van verbindingswoorden (want, doordat, daardoor). <ul style="list-style-type: none"> • Benoemen van verschijnsel op niveau van waarneembare werkelijkheid (macro-niveau voor leerlingen: dagelijks leven) ('Past niet meer'). • Verklaring van het verschijnsel op macroniveau ('Doordat het is uitgezet'). • Verklaring uitzetting op deeltjesniveau ('Dat wordt veroorzaakt doordat de afstand tussen de deeltjes groter wordt').
D Wat is op basis van het bovenstaande een geschikte formulering van het vaktaaldoel?	De leerling kan met behulp van een deeltjesvoorstelling het verschijnsel 'uitzetten van vaste stoffen bij verwarming' verklaren. De leerling maakt daarbij gebruik van middelen om oorzaak/gevolg uit te drukken op macro- en microniveau en hij maakt gebruik van tekeningen. Alternatieve opdrachten Je hebt gezien dat de ijzeren bol na verhitting niet meer door de ring past. Hieronder lees je in de figuur drie verklaringen voor wat je gezien hebt. Bespreek die verklaringen in je groepje. Schrijf bij iedere verklaring op wat jullie sterk vinden en wat er volgens jullie niet klopt aan de verklaring. Bedenk een nieuwe verklaring die beter is dan de drie

verklaringen in de figuur.

De atomen zijn uitgezet door de temperatuur

Het bolletje is groter geworden door de warmte.

Vanwege de warmte zijn de atomen harder gaan trillen

Hieronder zie je een tekening van een deeltjesverklaring van het uitzetten van een vaste stof. Geef je commentaar op deze tekening.

Uitzetting is als de deeltjes weg van elkaar bewegen

deeltjes samengedrukt

deeltjes beginnen uitzetten

deeltjes zijn uitgezet

Figuur 6 – Voorbeeld van een leerstofanalyse.

Met een voorbereiding zoals hierboven, zul je de leerlingen scherper kunnen observeren tijdens de les. Je kunt letten op de moeilijkheden waarop je in de leerstofanalyse al anticipeerde en op andere moeilijkheden. Die moeilijkheden kun je inventariseren en analyseren, waarna je verschillende vormen van feedback kan organiseren, zoals individuele, onderlinge en klassikale feedback.

Door tekeningen en schrijfproducten te vragen, krijg je zicht op het denken van leerlingen. Zo levert de tekening van de deeltjesverklaring in het voorbeeld hierboven de volgende bespreekpunten:

- De tekening laat zien dat de afstand tussen de deeltjes toeneemt.
- De tekening laat zien dat de deeltjes zelf niet groter worden.
- De tekening past beter bij smelten, verdampen of koken dan bij uitzetten.
- De woorden ‘Uitzetting is...’ zijn geen gebruikelijke manier om een verklaring te geven (liever: ‘ontstaat door’, ‘komt doordat’, ‘wordt veroorzaakt door’, of een ander grammaticaal middel waarmee oorzaak en gevolg kan worden uitgedrukt).
- De woorden ‘deeltjes zijn uitgezet’ kunnen de indruk wekken dat de deeltjes zelf groter zijn geworden. De tekening sluit echter uit dat de leerling dat bedoelt.
- Er wordt geen relatie gelegd tussen beweging van de deeltjes en uitzetting.

In het voorbeeld wordt veel aandacht besteed aan het formuleren door leerlingen. Dat helpt de leerlingen uiteraard. Het helpt ook als ook de leraar helder formuleert. De leraar in het bovenstaande voorbeeld vraagt naar een verklaring. Dat betekent zoiets als uitleggen met behulp van een achterliggend inzicht: verklaar het verschijnsel uitzetting met de deeltjesvoorstelling. Van belang daarbij is dan, ook in het taalgebruik, het duidelijk onderscheiden van en verband leggen tussen twee niveaus:

- het verschijnsel beschrijven met waarneembare eigenschappen (macro),
- het verschijnsel begrijpen met de deeltjesvoorstelling (micro).

Bronnen

Bertram, A. & Loughran, J. (2011). *Science Teachers’ Views on CoRes and PaP-eRs as a Framework for Articulating and Developing Pedagogical Content Knowledge*. Dordrecht: Springer.

- Hajer, M. & Meestringa, T. (2009). *Handboek taalgericht vakonderwijs*. Bussum: Coutinho.
- Hajer, M. & Van Dijk, G. (2011). *Taalontwikkende didactiek voor binask*. Utrecht: Ecent | <http://bit.ly/Q0DyE1>
- Loughran, J., Berry, A. & Mulhall, P. (2006). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Love, K., Baker, G. & Quinn, M. (2005). *Language across School Subjects* (DVD). Melbourne.
- Mulhall, P., Berry, A. & Loughran, J. (2003). Frameworks for representing science teachers' pedagogical content knowledge. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* 4(2) | <http://bit.ly/Qiff5V>
- Ross, K., Lakin, L. & McKechnie, J. (2010). *Teaching Secondary Science: Constructing Meaning and Developing Understanding*. Abingdon: David Fulton Publishers.
- Seah, L.H., Clarke, D.J. & Hart, C.E. (2011). Understanding students' language use about expansion through analyzing their lexicogrammatical resources. *Science Education* 95(5), 852-876.
- Van Dijk, G., Poorthuis, H. & Hajer, M. (2012). *Natuur- en scheikundendidactiek en taal: de leerling verklaart*. Utrecht: Ecent | <http://bit.ly/WQ4NE1>