

## VRAGEN DIE ONDERZOEKEND LEREN STIMULEREN

Hoe stellen we vragen om wetenschappelijk denken en redeneren te ontwikkelen?

# Hand-outs voor docenten

### Inhoud

1. Nadenken over waarom we vragen stellen.....	2
2. Welke soort vragen stimuleren onderzoekend leren?.....	3
3. Vijf regels voor het stellen van vragen .....	4
4. Het observeren van een les .....	7
5. Het plannen van goede vragen .....	8
6. Zelf een lesplan maken.....	9

### **Dankwoord:**

Dit materiaal is aangepast voor PRIMAS uit:

Swan, M; Pead, D (2008). *Professional development resources*. Bowland Maths Key Stage 3, Bowland Charitable Trust. In Engeland online beschikbaar: <http://www.bowlandmaths.org.uk>

Met toestemming van het Bowland Charitable Trust.

## 1. Nadenken over waarom we vragen stellen

Welke verschillende soorten vragen zijn er?

Wat zijn de verschillende functies van uw vragen?

Welk type vraag gebruikt u het vaakst?

Welke fouten maakt u snel wanneer u een vraag stelt?  
 Wat zijn de onbedoelde gevolgen van elk van deze fouten?

Vaakgemaakte fout	Onbedoeld gevolg

## 2. Welke soort vragen stimuleren onderzoekend leren?

Welke vragen lijken onderzoekend leren te stimuleren?

Geef een aantal voorbeelden die u onlangs heeft gebruikt.

**Bekijk nu Hand-out 3**

**Hierin worden vijf stelregels voor het stellen van goede vragen beschreven.**

**Reflecteer op de gevolgen van deze ideeën voor uw praktijksituatie.**

### 3. Vijf regels voor het stellen van vragen

#### 1. Plan het stellen van vragen die het denken en redeneren stimuleren

Zeer effectieve vragen zijn op voorhand bedacht. Om het denken van leerlingen verder uit te bouwen en op voort te borduren is het verstandig om een *serie* van vragen te plannen. Een goede vragensteller blijft, natuurlijk, flexibel en bouwt wat tijd in na reacties.

<b>het begin van een onderzoek</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat weet je al dat hier van pas kan komen?</li> <li>• Wat voor schema zou nuttig kunnen zijn?</li> <li>• Kun je hier een eenvoudige beschrijving bij bedenken?</li> <li>• Hoe kun je dit probleem vereenvoudigen?</li> <li>• Wat is bekend en wat is onbekend?</li> <li>• Welke veronderstellingen mogen we doen?</li> </ul>
<b>Het verloop van een onderzoek</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waar heb je zoiets eerder gezien?</li> <li>• Wat staat vast en wat kunnen we veranderen?</li> <li>• Wat is hier gelijk en wat is anders?</li> <li>• Wat zou er gebeuren als ik dit... zou veranderen in....?</li> <li>• Leidt deze aanpak ergens naartoe?</li> <li>• Wat ga je doen als je dat antwoord heeft?</li> <li>• Dit is gewoon een bijzonder geval van....wat?</li> <li>• Kun je hypothesen opstellen?</li> <li>• Kun je tegenvoorbeelden bedenken?</li> <li>• Welke fouten hebben we gemaakt?</li> <li>• Kun je een andere manier om dit aan te pakken aanraden?</li> <li>• Welke conclusies kun je trekken uit deze gegevens?</li> <li>• Hoe kunnen we deze berekening controleren zonder alles opnieuw te hoeven doen?</li> <li>• Hoe kunnen we dit verstandig noteren?</li> </ul>
<b>Het interpreteren en evalueren van de resultaten van een onderzoek</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoe kun je de gegevens het beste demonstreren?</li> <li>• Is het beter om deze grafiek te gebruiken of die andere? Waarom?</li> <li>• Welke patronen kun je uit deze gegevens halen?</li> <li>• Wat kunnen de redenen zijn voor deze patronen?</li> <li>• Kun je mij een overtuigend argument geven voor die verklaring?</li> <li>• Vind je dat een logisch antwoord? Waarom?</li> <li>• Hoe kun je 100% zeker zijn dat dit waar is? Overtuig me!</li> <li>• Wat vind je van Anne's bewering? Waarom?</li> <li>• Welke methode is waarschijnlijk het beste om hier te gebruiken? Waarom?</li> </ul>
<b>Het weergeven van conclusies en reflectie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welke methode heb je gebruikt?</li> <li>• Welke andere methodes heb je overwogen?</li> <li>• Welke van je methodes was de beste? Waarom?</li> <li>• Welke methode was het snelst?</li> <li>• Waar heb je een dergelijk probleem eerder gezien?</li> <li>• Welke methodes heb je de vorige keer gebruikt? Zouden die hier ook gewerkt hebben?</li> <li>• Welke nuttige werkwijzen heb je geleerd voor de volgende keer?</li> </ul>

## 2. Stel vragen op manieren waarbij iedereen betrokken wordt

Het is zeer belangrijk dat iedereen betrokken wordt in het nadenken over de gestelde vragen. De volgende vier manieren zijn door docenten uitgetoetst om dit te bereiken:

- **Gebruik een ‘geen handen’ regel.** Nadat een aantal handen omhoog gestoken zijn, zullen sommige leerlingen ophouden na te denken omdat ze weten dat de docent ze niks zal vragen. Wanneer een leerling zijn hand omhoog steekt, stopt hij ook met nadenken omdat hij al het antwoord heeft dat hij zoekt. “Geen handen” stimuleert iedereen om na te blijven denken aangezien iedereen gevraagd kan worden om te reageren.
- **Stel vragen die uitnodigen tot een reeks antwoorden.** Vraag liever naar ideeën en suggesties dan naar specifieke goede antwoorden: “Hoe kunnen we hieraan beginnen?”, “Wat valt je hieraan op?” Iedereen heeft dan de mogelijkheid om hierop te antwoorden.
- **Vermijd docent – leerling – docent – leerling ‘ping pong’.** Moedig leerlingen aan om naar elkaar te luisteren en op elkaars reacties te reageren. Ga meer voor het volgende schema: Docent – leerling A – leerling B - leerling C – docent.
- **Deel het lokaal zo in dat het deelname aanmoedigt.** Denk na over waar leerlingen zitten – zijn er leerlingen die het niet kunnen verstaan? Kunnen leerlingen elkaar horen en zien zodat ze kunnen reageren op de punten van een andere leerling? Het is vaak het beste om leerlingen op te stellen in een U-vorm, indien mogelijk.

## 3. Geef leerlingen tijd om na te denken

De tijdsduur tussen de vraag van de docent en het geven van het antwoord, of een opvolgende vraag of opmerking, wordt gewoonlijk ‘wachttijd’ genoemd. Voor vele docenten is de gemiddelde wachttijd minder dan één seconde (Rowe (1974)<sup>1</sup>). Wanneer docenten deze wachttijd vergroten tot tussen de drie en vijf seconden toont onderzoek aan dat leerlingen:

- uitvoeriger reageren en met meer vertrouwen;
- vaker ongevraagde, maar toepasselijke, reacties geven;
- gevarieerdere, alternatieve verklaringen bieden;
- antwoorden koppelen aan die van andere leerlingen.

Het verlengen van de wachttijd is lastig. Het kan lastig zijn om de stilte in een klaslokaal te verdragen!

- **Praat met leerlingen over ‘wachttijd’.** Zorg dat leerlingen *weten* dat ze de tijd moeten nemen om na te denken voordat ze reageren. (Sommige docenten zorgen zelfs dat ze zelf wachten door langzaam in zichzelf te tellen: “Één, twee, drie, vier, ik wacht nog met plezier”!)
- **Gebruik “Denken – Delen – Uitwisselen”.** Stel de vraag, geef 10 seconden om na te denken en geef dan 30 seconden de ruimte om te overleggen met een partner (“delen”). Hierna zou iedereen een antwoord moeten hebben en moeten ze weten dat iedereen gevraagd kan worden naar wat hij denkt (“uitwisselen”).
- **Gebruik kleine notatieblokken –** Vraag leerlingen om 30 seconden na te denken over het probleem en ideeën voor een oplossing op hun kleine notatieblokken te schrijven. Vraag de leerlingen dan om de ideeën die zij hadden om het probleem aan te pakken te delen.

---

<sup>1</sup> Rowe, M. B. 1974. *Wait time and rewards as instructional variables, their influence on language, logic and fate control.* Journal of Research in Science Teaching 11:81-94.

#### 4. Vermijd het geven van een waardeoordeel op de reacties van leerlingen

Rowe (1974) deed een interessante ontdekking toen hij erachter kwam dat wanneer een docent een opmerking met een waardeoordeel gaf, zelfs positieve zoals “Goed gedaan!”, dan had dit een negatief effect op de verbale reacties van leerlingen, zelfs met de verlengde wachttijd. Des te minder verbale beloningen er waren, des te beter bleven de leerlingen bezig met de taak. Wanneer een docent elke reactie beoordeeld met ‘ja’, ‘goed’, ‘bijna’, enzovoorts, denken leerlingen snel bij zichzelf:

“De docent zei dat het goed was. Dat was niet wat ik wilde zeggen. Dus wat ik wilde zeggen kan niet goed zijn. Dus zeg ik niks.”

Stel open vragen die een grotere verscheidenheid aan reacties openhouden en antwoord leerlingen met opmerkingen die andere ideeën niet in de weg staan.

“Dank je wel daarvoor, dat is erg interessant. Welke andere ideeën zijn er nog?”

#### 5. Ga op de reacties van leerlingen in

<b>Vraag leerlingen om hun uitleg te herhalen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zou je dat nog eens willen herhalen?</li> </ul>
<b>Vraag leerlingen verder uit te weiden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kun je daar wat meer over vertellen...</li> </ul>
<b>Daag leerlingen uit om een reden te geven</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kun je uitleggen waarom dat werkt?</li> </ul>
<b>Spoor aan tot andere reacties</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kun je een andere manier bedenken om dit aan te pakken?</li> </ul>
<b>Ondersteun met non-verbale interesse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knik het hoofd, draai uw hand om aan te geven dat u meer wilt...</li> </ul>
<b>Moedig leerlingen aan om te speculeren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat zou er gebeuren als...?</li> </ul>
<b>Maak uitdagende opmerkingen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iemand in deze groep zei ... hadden ze gelijk?</li> </ul>
<b>Geef de mogelijkheid tot het herhalen van reacties</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probeer het antwoord eerst uit op je partner.</li> </ul>
<b>Stimuleer leerlingen om vragen te stellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wil er iemand Pat een vraag daarover stellen?</li> </ul>
<b>Vraag leerlingen om hardop te denken</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kun je dat stap voor stap doorlopen?</li> </ul>
<b>Moedig leerlingen aan om verbanden te leggen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kun jij je iets herinneren wat we eerder ook zo gedaan hebben...?</li> </ul>
<b>Hardop denken met leerlingen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laten we hier samen eens goed over nadenken...</li> </ul>

## 4. Het observeren van een les

### Het delen van de benzineprijs

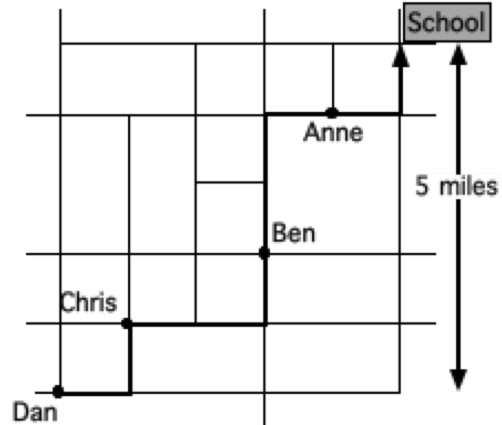
Elke dag rijdt de moeder van Dan hem naar school.

Onderweg pikt ze 3 van Dan's vrienden op; Chris, Ben en Anne.

Elke middag rijdt ze terug langs dezelfde route en levert ze weer thuis af.

Aan het eind van een periode beslissen de vier om een bedrag van 100 euro te betalen voor de benzinekosten.

Hoe zouden ze de kosten moeten verdelen?  
Geef een aantal redelijke oplossingen en geef aan welke jij denkt dat de beste is en waarom.



Deze kaart toont waar iedereen woont en de route die genomen wordt.

5 miles > 5 kilometer

Twee beargumenteerde methodes worden hieronder getoond. Welke vind je beter?

#### Methode 1:

Dit is om de kosten te delen naar verhouding tot de afstand dat de kinderen leven van school: 2 : 5 : 8 : 10.

Dus Anne betaalt €8, Ben betaalt €20, Chris betaalt €32 en Dan betaalt €40.

#### Methode 2:

Ga er vanuit dat, samen, zij €10 per kilometer moeten betalen. De kosten worden als volgt verdeeld:

	Anne	Ben	Chris	Dan
Afgelopen 2 km €20	€5	€5	€5	€5
Volgende 3 km €30		€10	€10	€10
Volgende 3 km €30			€15	€15
Eerste 2 km €20				€20

Anne betaalt €5  
Ben betaalt €15  
Chris betaalt €30  
Dan betaalt €50

## 5. Het plannen van goede vragen

<b>Plan hoe u het lokaal en de benodigde hulpmiddelen wilt inrichten</b>	<p>Plaats leerlingen zo dat zij zowel elkaar als de docent kunnen horen en zien. Misschien is het nodig dat u de stoelen opnieuw moet verdelen in een U-vorm of dat de leerlingen de stoelen dichterbij elkaar schuiven. Of misschien neemt u plaats achter in het lokaal zodat de vraag alle belangstelling krijgt en niet de docent.</p>
<b>Plan hoe u het vraaggedeelte begint</b>	<p>Stilte kan voor u moeilijk te verdragen zijn in het klaslokaal, maar de leerlingen vinden het misschien verwarrend of zelfs bedreigend. Leg uit waarom er momenten van stilte zullen zijn. Bijvoorbeeld:</p>
<b>Plan hoe u de stelregels zal vaststellen</b>	<p>Als u de regel “geen handen” gebruikt, dan heeft u dit uit te leggen aan de leerlingen. Sommige docenten moesten hun leerlingen vragen om op hun handen te gaan zitten zodat ze eraan zouden denken om niet hun hand op te steken. De leerlingen hebben toestemming om hun hand op te steken om een vraag te stellen, dus als iemand een hand omhoog steekt, denk er dan aan om hen te vragen wat de vraag is die ze willen stellen. De leerlingen kunnen ook gewend zijn om korte antwoorden te geven, dan kun je de regel instellen van een minimale lengte, bijv. ‘je antwoord moet minimaal vijf woorden lang zijn.’</p>
<b>Plan de eerste vraag die je zult gebruiken</b>	<p>Plan de eerste vraag en denk erover na hoe u verder zal gaan. U kunt dit niet exact plannen aangezien het afhangt van de antwoorden die de leerlingen geven, maar u kunt, bijvoorbeeld, plannen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ om één antwoord te nemen en dan anderen te vragen hoe zij denken over de genoemde beredenering.</li> <li>▪ om twee of drie antwoorden zonder opmerkingen aan te horen en dan de volgende persoon te vragen om te zeggen wat gelijk of verschillend is aan die antwoorden.</li> </ul>
<b>Geef bedenktijd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bent u bereid 3-5 seconden de tijd te geven tussen het stellen van een vraag en het verwachten van een antwoord?</li> <li>▪ Zult u de leerlingen vragen om te denken - delen – uitwisselen, waarbij u 30 seconden geeft om met een partner te overleggen voordat u van hen verwacht dat ze met een idee komen in een klassendiscussie?</li> <li>▪ Zult u nog een strategie gebruiken die leerlingen de tijd en ruimte geeft om na te denken?</li> </ul>
<b>Plan hoe en wanneer u zult ingrijpen</b>	<p>Is het nodig dat u op enig punt ingrijpt om opnieuw de aandacht erbij te krijgen of om de verschillende strategieën die zij gebruiken te bespreken? Zorg dat u één of twee vragen paraat heeft om halverwege de les te kunnen stellen om hun voortgang en leerproces in de gaten te houden.</p>
<b>Plan welke vragen u zou kunnen gebruiken voor het plenaire gedeelte aan het eind van de les</b>	<p>Probeer geen waardeoordelen te verbinden aan hun reacties, anders kan dit invloed hebben op volgende bijdragen.</p>



## 6. Zelf een lesplan maken

Maak een lesplan rond een onderwerp dat in je eigen klas uitgevoerd kan worden. Zorg dat in het lesplan expliciet aandacht is voor aspecten van **Vragen stellen** die onderzoekend leren ondersteunen. Het is mogelijk om het praktisch onderzoek "Vallen, modellen en slim zijn" hierbij te gebruiken (zie volgende pagina). Het lesplan voor "Sharing Petrol Costs" kan ter inspiratie dienen. Dat zag er als volgt uit:

### 1. Introductie van het probleem (10 minuten)

Volgens het stramien Denken-Delen-Uitwisselen. Geef het probleem en vraag hoe ze het zouden aanpakken.

Vraag bij het uitwisselen vooral naar aanpak (nog niet richting antwoord). Zo bespreken dat iedereen dadelijk een begin kan maken.

### 3. Leerlingen werken aan het probleem (20 minuten)

Tijdens rondlopen vooral vragen beantwoorden met proces-hulp. Wat hebben jullie gedaan? Wie heeft een idee? Ga anders even bij dat groepje kijken.

### 4. Met de hele klas bespreken hoe het probleem is aan te pakken (10 minuten)

Bespreking van strategieën. Is er een groepje dat vast zit? Waarom/waar liepen jullie vast? Heeft iemand een suggestie voor hen? Welke aannames zijn bruikbaar?

### 5. Leerlingen werken verder (10 minuten)

### 6. Bespreking van de resultaten (10 minuten)

## Praktisch onderzoek<sup>2</sup>

We gaan een mini-onderzoekje uitvoeren waarbij we niet alleen leren hoe we “modellen” ontwerpen en testen, maar ook hoe we door te communiceren ons resultaat kunnen verbeteren.

We werken in groepjes van 4 personen (een enkele misschien 5). We werken met 3 – 4 groepjes in één lokaal (beetje schuiven met tafels en stoelen). In de lokalen liggen alle benodigde spullen klaar. Samenstelling groepjes en locatie zie aparte lijst. Ieder groepje onderzoekt één van de 4 variabelen. Dit betekent bij 52 deelnemers dat er gemiddeld drie groepjes zijn per variabele. Het kan heel goed voorkomen dat deze drie een geheel eigen aanpak hebben. Ook de eindresultaten zijn niet per se hetzelfde.

Samen vormen we een onderzoeksgemeenschap. Tussendoor communiceren we over onze aanpak en voorlopige resultaten. We bereiden een presentatie voor waarin we ook verwerken wat we van de andere groepjes geleerd hebben.

### Planning

13:45 - 14:45

Uitvoeren van de opdracht, voorlopig resultaat (methode + conclusie) is genoteerd op een A3 blad

14:45 - 15:00

Pauze waarin we gaan shoppen (m.b.v. de A3 bladen) bij andere groepjes. Dit gaat zo: uit ieder groepje gaan 2 afgevaardigden naar andere groepjes die dezelfde variabele hebben onderzocht. Twee van de groep blijven achter om anderen te ontvangen en zo nodig uitleg te geven. Kijk niet alleen naar het eindresultaat maar ook naar de methode. Natuurlijk kun je in discussie gaan met je collega onderzoekers.

15:00 - 16:00

Verwerking van wat we van de andere groepjes geleerd hebben (eventueel voer je nog een enkel proefje uit). We maken een poster waarop staat:

Onze hypothese

Onze werkwijze, methode van onderzoek (een tekening is hier wel zo duidelijk)

Onze conclusie (dit kan een formule zijn)

Het gaat niet om een “mooie” poster, daar is geen tijd voor. Gewoon met viltstiften duidelijk schrijven en tekenen.

16:00 – 16:30

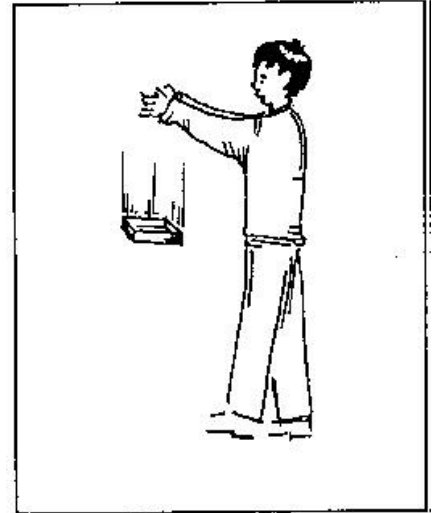
We nemen de posters mee naar het grote lokaal. Daar krijgen 4 groepen de kans om centraal hun bevindingen te presenteren. Na afloop hangen we alle posters op, die kun je eventueel later nog eens op je gemak bekijken. We maken er ook foto's van en publiceren deze op het blackboard.

---

<sup>2</sup> Gebaseerd op een opdracht van het Junior College Utrecht. Deze opdracht is voor vwo 5 leerlingen en wordt gebruikt voor een eerste oriëntatie in de onderzoeksleerlijn.

## Vallen, modellen en slim zijn

Wanneer bladeren van bomen vallen of wanneer een vel papier valt, dan gebeurt dat op een tamelijk onvoorspelbare manier. Het boomblad of papier zigzagt naar de grond en het is moeilijk te voorspellen wanneer en waar het zal landen. Maar wanneer we de randen van het papier omvouden, dan wordt de beweging ineens redelijk voorspelbaar. Het papieren bakje beweegt langzaam en regelmatig naar de grond. Dit is zeker geen vrije val, luchtwrijving speelt een grote rol. Hoe kunnen we deze beweging wiskundig beschrijven in een model? Wat is de invloed van factoren als oppervlakte en massa van het bakje? Hoe kunnen we ons model experimenteel toetsen zelfs zonder een stopwatch of balans? Hoewel deze activiteit met simpele middelen wordt uitgevoerd illustreert ze precies wat fysisch modellen denken is.



Laten we even proberen en zien of we een formule kunnen maken voor de valtijd  $t$  van een bakje dat van hoogte  $h$  valt. Hoe groter de hoogte hoe langer het zal duren voordat het bakje op de grond is. We gaan er van uit dat  $t \propto h$  ( $\propto$  betekent evenredig, dus  $t = \text{constante} \times h$ ).

We verwachten ook dat het oppervlak  $A$  van het bakje een rol speelt. Een bakje met een groter oppervlak zal meer luchtweerstand ondervinden en dus langzamer vallen. Dus  $t \propto A$ . Tenslotte vermoeden we dat een grotere massa leidt tot sneller vallen. Dus  $t \propto 1/m$ .

Als we deze resultaten combineren krijgen we:

$$t = \frac{k \cdot A \cdot h}{m}$$

Met  $t$  = valtijd van het bakje  
 $k$  = constante  
 $A$  = oppervlakte van het bakje  
 $h$  = valhoogte  
 $m$  = massa van het bakje

Nu hebben we een eenvoudige formule, misschien te eenvoudig. Wie weet hadden we  $A^2$  moeten nemen of  $\sqrt{A}$ , of nog een andere functie van  $A$ . De formule die we nu hebben voorspelt dat een twee keer zo groot bakje bij gelijke massa en hoogte een twee keer zo grote valtijd heeft. Dit kunnen we toetsen in een experiment. Zo kunnen we ook de andere relaties tussen de variabelen testen. Misschien ontbreekt er nog een variabele!

### OPDRACHT

Toets door middel van experimenten of het model (de formule) klopt door verschillende oppervlakten, massa's, valhoogten, .... te vergelijken. Kun je dit zonder stopwatch, balans, meetlat doen? We substitueren creativiteit en slimheid voor apparatuur! Indien nodig, verbeter de formule!

### Variabelen

1	<i>Oppervlakte</i>
2	<i>Valhoogte</i>
3	<i>Massa</i>
4	<i>.....</i>

