

## Paragraaf-vragen, -schema's en -puzzles: hoe zetten we leerlingen aan het leren?

J W Drijver, A J Migchielsen, H S Wielenga

Op de klassieke school geeft de leraar bij elk nieuw onderwerp - zelfs vaak bij elke nieuwe theorieparagraaf van een leerboek - een klassikale inleiding, waarbij hij/zij de algemene gedachtengang van de leerstof schetst, moeilijke punten aangeeft en een voorbeeld doorrekent. In het beoogde studiehuis zal diezelfde leraar te maken krijgen met leerlingen die met een eigen planning de leerstof doornemen en derhalve niet gelijklopen. In het algemeen zal er dus geen sprake kunnen zijn van een klassikale inleiding bij een bepaalde theorieparagraaf. Op welke manier ondersteun je dan je leerlingen bij het leren van nieuwe theorie?

Op het St. Bonifatius College te Utrecht werken we bij natuurkunde in de bovenbouw havo/vwo met groeps-werk, waarover al eerder werd bericht in een werkgroep van de Woudschotenconferentie 1996. Aan deze groepjes (3 à 4 leerlingen) worden als hulp bij het bestuderen van leerstof zogenaamde paragraaf-vragen aangeboden. Bij elke theorieparagraaf uit het leerboek (Systematische Natuurkunde) hebben we een aantal inleidende vragen opgesteld van diverse soorten:

- 1- **accentuerend:** ze verwijzen naar tekst/figuren/diagrammen, herhalen vragen of opdrachten uit de tekst en geven zo extra nadruk aan bepaalde onderdelen: *waarom is figuur .... van belang voor ....?; beantwoord de vraag onderaan blz 104.*
- 2- **verhelderend:** ze leiden tot kritisch lezen, tot verduidelijking van een moeilijk punt: *noteer in eigen woorden wat er bedoeld wordt met .....; leg ..... uit met een figuur.*
- 3- **waarschuwend:** ze wijzen op valkuilen bij het begrijpen van de theorie of onduidelijkheden in de tekst:  *$\rho$  is niet alleen het symbool voor soortelijke weerstand maar ook voor .....*
- 4- **toetsend:** ze controleren of een bepaald onderwerp wel goed is begrepen: *welke uitspraak over ..... is waar: a ....., b ....., c .....*?
- 5- **integreerend:** ze leggen verbanden tussen verschillende onderdelen of ze laten een stuk tekst samenvatten: *Wat heeft ..... te maken met .....?; vat het wezenlijke van ..... samen in één regel.*

Als aanvulling hierop laten we per paragraaf kleine schematische samenvattingen maken en ook zogenaamde paragraafpuzzles oplossen. Het belang van de schematische samenvattingen spreekt voor zichzelf. De paragraafpuzzles behoeven wel toelichting. Deze zijn altijd in meer-keuze vorm en hebben meestal tot doel om een groepje te laten discussiëren over een praktijksituatie waarbij intuïtieve misvattingen mogelijk zijn. Dit idee is ontstaan naar aanleiding van de lezing die Erik Mazur over conceptuele vragen hield op de Woudschotenconferentie 1996. Een voorbeeld: *Je rent naar een wachtende bus en ongemerkt valt je schoudertas op de grond. Waar komt die terecht? a. vóór je voeten, b. naast je voeten, c. achter je voeten.* Soms zijn de paragraafpuzzles niet anders dan een lastig vraagstukje, waarin bijvoorbeeld de driftsnelheid van elektronen in een snoer moet worden geschat (a.  $10^{-4}$  m/s, b.  $10^0$  m/s, c.  $10^4$  m/s, d.  $10^8$  m/s).

Het probleem waar we tegenaan lopen bij onze zelfstandig werkende leerlingen is, hoe deze §-opdrachten aan onze leerlingen te 'verkopen'. Hun eerste reactie is altijd: dit is nog meer werk dan we al moeten doen, we hebben al zo weinig tijd, moet dit? In het begin van de cursus stellen we daarom de §-vragen/schema's/puzzles verplicht, als kennismaking. Dat betekent dat we dan zelf ook tijd kwijt zijn met het nakijken van het een en ander. Na enkele weken vinden we eigenlijk dat de leerlingen het belang van de zaak moeten inzien, en eigener beweging het een en ander horen te doen. Het is tenslotte zelfstandig werken, nietwaar? Maar in de praktijk blijken maar enkele groepjes dit vol te houden, en de groepjes die deze ondersteuning het hardst nodig hebben, stoppen natuurlijk het eerst.

We proberen op het ogenblik verschillende manieren uit om het bovengeschetste probleem aan te pakken:

- 1° We trachten groepjes met argumenten te overtuigen van het nut van de §-opdrachten (zet meestal weinig zoden aan de dijk).
- 2° We stellen soms de §-vragen van enkele paragrafen verplicht ('mensen, deze paragrafen verdienen extra aandacht').
- 3° We geven invulvellen uit waarop per 4 à 5 paragrafen (de groepjes maken daarover een groepstoets) de §-vragen kunnen worden beantwoord en waarop nog ruimte over is voor een kleine groepsevaluatie.
- 4° We stellen de beantwoording van de §-schema's en §-puzzles verplicht; eerder mogen leerlingen geen groepstoets maken. Dat geeft gemopper, maar het werkt wel. Vaak echter maken de leerlingen de opdrachten achteraf in plaats van gelijk bij de paragraaf.
- 5° We onderzoeken of de §-opdrachten misschien een rol kunnen spelen in een centrale les voorafgaande aan een repetitie. We hebben bijvoorbeeld een positieve ervaring gehad met het groepsgewijs oplossen van de §-puzzles in zo'n les.
- 6° We proberen het groepswerk beter aan te sturen door vast te houden aan het principe dat vragen over opgaven pas aan ons gesteld mogen worden als ze in het groepje besproken zijn (dit is een hele moeilijke!). We hopen dat ze dan als groepje makkelijker de §-opdrachten uitvoeren.

Tijdens de werkgroep hebben we onze probleemstelling aan de tien deelnemers voorgelegd. Die vertoonden echter een even evasief gedrag als onze leerlingen. Ter sprake kwamen onder andere: een vernietigende kritiek op het leerboek dat wij gebruiken, een discussie over het verschil tussen de begrippen spanning en potentiaalverschil, diverse presentaties over hoe je eigenlijk groepswerk in hoort te richten, en nog meer ..... Wel werd er waardering geuit voor de indeling in de soorten groepsvragen zoals boven besproken, maar onze pogingen om de deelnemers zelf enkele §-vragen te laten opstellen werden in de kiem gesmoord. Al met al was het een zeer levendige werkgroep met veel zinnige bijdragen over aspecten van het zelfstandig werken.

Met de §-opdrachten gaan we zeker verder, we zijn er van overtuigd dat ze een belangrijke rol kunnen spelen bij het bestuderen van de theorie. De paragraaf-vragen en -puzzles worden in aangepaste vorm opgenomen in de 'Leerlingenhandleiding' die verschijnt bij de nieuwe 'Systematische Natuurkunde' (zie de figuur hieronder).

**2.6 Eenparig versnelde rechtlijnige beweging (1)**

**V**

- 1 Hoe kun je in een  $(v,t)$ -grafiek het verschil zien tussen een versnelde of een vertraagde beweging? En hoe zie je of het *eenparig* versneld of vertraagd is?
- 2 Leg in je eigen woorden uit wanneer iets een versnelling van  $3,0 \text{ m/s}^2$  heeft. Idem voor een versnelling van  $-3,0 \text{ m/s}^2$ . Welke formule hoort daar bij?
- 3 Zie de figuren 2.48 en 2.49. Is er tussen  $t = 3 \text{ s}$  en  $t = 5 \text{ s}$  sprake van een versnelling of van een vertraging? Leg uit.

**P**

Jan zegt dat een voorwerp met een negatieve versnelling altijd *afremt*. Volgens Willem kan een voorwerp met een negatieve versnelling ook wel *versnellen*. Hoe zit dat?

a Jan heeft gelijk                      b Willem heeft gelijk

---

59/60 Je kunt de definitie van versnelling (zie hiernaast) gebruiken.  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

62 Het is al helemaal voorgedaan voor  $t = 4,0 \text{ s}$

63/64 Je kunt de definitie van versnelling (zie rechtsboven) gebruiken.

Te zijner tijd hopen we te kunnen berichten op welke wijze het ons is gelukt om de §-opdrachten door zelfstandig lerende leerlingen te laten gebruiken.