

De Leerlingenhandleiding bij *Systematische Natuurkunde*

Jan Willem Drijver

Bij de invoering van de vernieuwde tweede fase (het studiehuis) heeft het type leerling model gestaan dat zelfstandig het leerprogramma kan doorwerken. De vraag hoe dat zelfstandig werken in de klas gerealiseerd moet worden – ook door leerlingen die die zelfstandigheid nog ontberen – heeft daarbij weinig aandacht gehad. Om een voorbeeld te geven. In het studiehuis is het aantal contacturen sterk afgenomen, waardoor er nog maar weinig tijd beschikbaar is voor het klassikaal bespreken van opgaven. De momenteel gebruikelijke oplossing is het beschikbaar stellen van door de uitgeverijen aangeleverde complete uitwerkingen. Deze frustreren andere vormen van ondersteuning van het leerproces zoals het geven van aanwijzingen in plaats van uitwerkingen en het bespreken van mogelijke oplossingen tussen leerlingen onderling.

Deze werkgroep was gewijd aan de rol die de Leerlingenhandleiding bij *Systematische Natuurkunde* kan spelen bij het zelfstandig werken. Er werden vragen aan de orde gesteld als: Hoe werken leerlingen met de handleiding in de klas? En thuis? Welke onderdelen gebruiken ze wel en welke gebruiken ze niet? Welke manier van werken is eigenlijk wenselijk?

Voor de werkgroep hadden zich slechts zes mensen ingeschreven. Vlak tevoren raakten we in gesprek met Henk Pol die voor zijn werkgroep (nr. 31) over een verwant onderwerp nog minder inschrijvingen had. Daarop hebben we ter plekke besloten om er één gecombineerde werkgroep van te maken. Het verslag hieronder behandelt uitsluitend mijn eigen bijdrage. Over de onderhavige problematiek hebben we in het verleden vaker een werkgroep gehouden op de Woudschotenconferentie*).

Inleiding

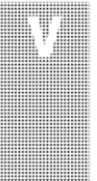
Allereerst werden de onderdelen van de Leerlingenhandleiding kort toegelicht. Een leerling heeft in het natuurkunde-studiehuis te maken met allerhande zaken:

- met **Theorie:** *lezen, misconcepties, samenvatten,*
- met **Opgaven:** *probleemoplossen, diagnostiek,*
- met **Practicum, Samenwerking, Planning, Zelfevaluatie** en nog veel meer.

Bij de werkgroep werden de vijf gecursiveerde uitdrukkingen nader besproken.

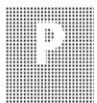
- **Theorie:**

lezen → Paragraafvragen

	<ol style="list-style-type: none">1 Stel dat gegeven is: doorsnede = $0,25 \text{ mm}^2$; waaraan zie je dat het gaat om een oppervlakte? Bereken uit de formule $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$ de eenheid van ρ. Welke twee geheel verschillende grootheden kan ρ betekenen?2 Waarom moet de grafiek in figuur 1.49 eigenlijk wel door de oorsprong gaan? Kun je in de praktijk ook R in de oorsprong meten?3 Tussen welke twee aansluitpunten is de weerstand te variëren in figuur 1.50a? En in figuur 1.51?
---	--


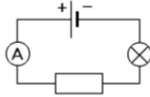
Bij elke paragraaf uit het Kernboek worden inleidende vraagjes gesteld die de leerling helpen bij het lezen en bij het maken van een samenvatting. De vraagjes zijn in pakketjes van drie gerubriceerd om groepswork te vergemakkelijken. Een vierde opdracht kan zijn: bedenk zelf een paragraafvraag.

misconcepties → Paragraafpuzzels

	<p>Door een koperdraad met een doorsnede van 1 mm^2 loopt een stroom van 1 A. In 1 mm^3 koper zitten ongeveer $1 \cdot 10^{20}$ geleidingslektronen. De snelheid waarmee deze elektronen door de draad stromen, bedraagt daarom ongeveer:</p> <p>a 10^{-4} m/s b 1 m/s c 10^4 m/s d 10^8 m/s</p>
---	--

Bij veel paragrafen wordt een puzzeltje gegeven met een meerkeuze antwoord. Ze zijn bedoeld om de discussie op gang te brengen over onderwerpen die intuïtief vaak verkeerd begrepen worden. Ze zijn doelbewust niet altijd even makkelijk.

samenvatten → Paragraafschemas

	stroom van hoge → lage potentiaal potentiaalverschil = spanning (U) in volt (V) spanningsbron: batterij, voedingskastje	stroomkring als schakelschema: batterij → energie	
---	---	--	---

In het begin van diverse Leerlingenhandleidingen worden enkele voorbeelden gegeven van een schematische samenvatting van een paragraaf. Daarna niet meer, het is de bedoeling dat de leerlingen de samenvattingen zelf maken.

• **Opgaven:**

probleemoplossen → Aanwijzingen, 7-Stappen-Plan

33 c Fout is als je de weerstand bepaalt met behulp van raaklijnen (behalve in de oorsprong!). 34 Bijvoorbeeld: als R $2,5 \times$ zo klein wordt, dan moet I ook $2,5 \times$ zo klein zijn. 35 Een doorsnede is wat anders dan een dikte (of diameter)! 36 a Neem in je schakeling een spanningsbron, een A-meter en een V-meter op. Gebruik de schakelsymbolen van §1.1 (zie ook Binas tabel 91B). b Klopt de weerstandswaarde die je voor het klosje uitrekent (275Ω)? Hoe groot is de soortelijke weerstand van constantaan?

Bij vrijwel elke opgave uit het Kernboek worden een of meer aanwijzingen gegeven. Dit kan een verduidelijking van de vraag zijn, een suggestie hoe verder te gaan, of er wordt gewezen op een veel gemaakte fout. De aanwijzingen zijn vaak in de vorm van aanvullende vragen. Omdat in het Kernboek alleen de getalsmatige antwoorden worden vermeld, worden hier de anderssoortige antwoorden gegeven.

Beeldvorming	<i>Toelichting</i>
STAP 1 Neem de opgave in zijn geheel door.	<i>Is er verband tussen de delen?</i>
STAP 2 Maak een schets van de situatie, geef daarin alle grootheden aan die in de opgave voorkomen en noteer alle gegevens bij je schets, mét de juiste symbolen en eenheden.	<i>Vaak is een schema van de schakeling handig; zet daar alle gegevens bij: ΔV, I, R, l, d, ...</i>
Analyse	
STAP 3 Noteer formules en andere verbanden die een rol kunnen spelen.	<i>Binas tabel 35!</i>
STAP 4 Vul de formules zover mogelijk in; kijk welke grootheden je al direct kunt uitrekenen.	<i>Alleen nog maar eenvoudige berekeningen.</i>

Een algemene aanpak van problemen wordt aangeleerd met het zogenaamde 7-Stappen-Plan. De stappen hieruit worden bij diverse onderwerpen toegelicht. Bovendien zijn de meeste opgaven uit de zelftoetsen (zie hieronder) uitgewerkt aan de hand van het 7-Stappen-Plan.

diagnostiek → Zelftoetsen, Leerdoelen, Oefensommen

Om de 4 á 5 paragrafen van het Kernboek is in de Leerlingenhandleiding een zelftoets opgenomen. De opgaven daarin zijn van schoolexamenniveau. De leerling kan zichzelf controleren met een complete, genormeerde uitwerking, meestal aan de hand van het 7-Stappen-Plan.

Leerdoelen zijn in de huidige versie van de Leerlingenhandleiding niet te vinden. De schrijver is bezig ze per paragraaf te formuleren en te bundelen bij elke zelftoets. Leerlingen blijken ze graag te gebruiken bij het voorbereiden van een toets. De leerdoelen zullen ook in de uitwerkingen van de zelftoetsen worden vermeld en koppelen zo terug naar een theorieparagraaf.

In de laatste delen van de Leerlingenhandleiding zijn bij alle paragrafen van de Kernboeken oefensommen opgenomen. Het niveau van deze sommen is niet hoog en de paragraaf waarin de benodigde theorie te vinden is, wordt steeds vermeld. Daarom worden slechts de antwoorden gegeven, meestal zonder verder commentaar.

Discussie

Hierna werd er door de tien aanwezigen plenair een levendige discussie gevoerd over de aangedragen vragen. Het bleek dat leerlingen in het bezit waren of geweest waren van de Leerlingenhandleiding én van complete uitwerkingen van de uitgeverij of van eigen makelij. Maar leerlingen raadplegen in deze situatie uitsluitend de uitwerkingen, hetgeen door de aanwezigen ook volkomen begrijpelijk werd gevonden. Een leerling moet immers in het drukke studiehuis zeer resultaatgericht tewerk gaan. Het inkijken van aanwijzingen leidt niet automatisch tot een oplossing en nadenken over een probleem kost moeite en tijd. Als reactie op dit leerlingengedrag – en als kostenbesparing – hadden diverse scholen de Leerlingenhandleiding al van de boekenlijst afgevoerd.

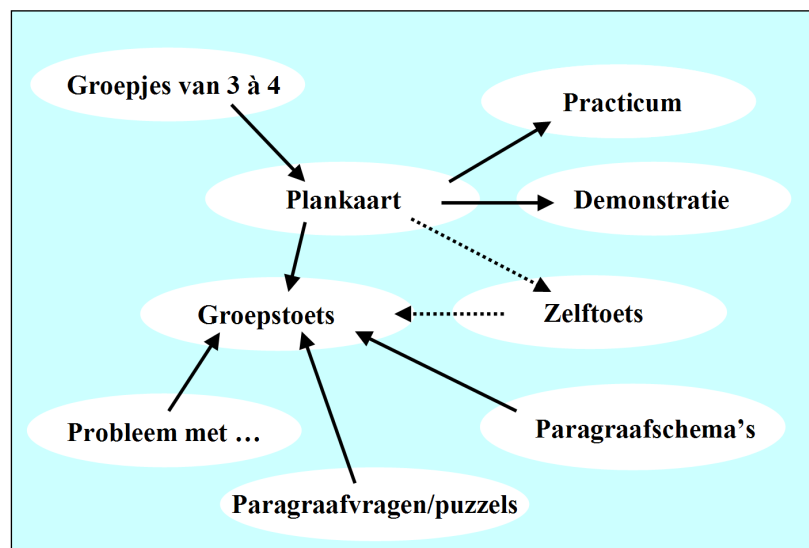
In contrast daarmee stond de algemene mening dat een leerling vaak weinig leert van uitwerkingen omdat het leidt tot passief leren en niet tot actief verwerken van de stof. Juist de zwakke leerling kijkt veel te snel in de uitwerking. Ook deelde men de mening dat de houding van de leraar bij het uitleggen van opgaven erg belangrijk is: ben je geneigd om snel met de leerling naar een oplossing toe te werken of beantwoord je (in het extreme geval) elke vraag met een wedervraag?

De zelftoetsen uit de Leerlingenhandleiding werden zowel door leraren als leerlingen gewaardeerd. Laatstgenoemden hadden soms een zetje nodig om ze te gaan maken, bijvoorbeeld door een enkele keer een opgave eruit als repetitievraag te gebruiken. Eénmaal werd opgemerkt dat de moeilijkheidsgraad nogal hoog was (bij het onderwerp trillingen en golven vwo), éénmaal werd de moeilijkheidsgraad over het geheel wat laag gevonden.

Het zelf maken van samenvattingen door leerlingen werd door de aanwezigen hoog gewaardeerd maar weinig gestimuleerd. Een deelnemer had echter als politiek dat de leerlingen bij een toets hun samenvatting erbij mochten houden en dat werkte uitstekend. Over het 7-Stappen-Plan werd gezegd dat het goed bruikbaar was, in het bijzonder voor zwakke leerlingen. Diverse deelnemers maakten gebruik van de practica die in de handleiding zijn opgenomen, soms samen met eigen practica. De paragraafvragen en -puzzels werden niet of nauwelijks gebruikt. Iemand merkte op dat de paragraafvragen misschien beter in het Kernboek konden worden opgenomen. Met de oefensommen was nog geen ervaring opgedaan.

Afronding

Ter afronding presenteerde de werkgroep leider zijn oplossingen van de gestelde problemen. Het gaat daarbij om groepswork met groepjes van 3 à 4 leerlingen volgens nevenstaand schema. Het jaarprogramma is ingedeeld in modules met een omvang van 8 à 10 contacturen (van 50 min) die gelijk opgaan met de zelftoetsen uit de Leerlingenhandleiding. Elke module wordt afgesloten met een voortgangstoets in de vorm van een groepstoets. Planning binnen het gestelde aantal lessen doen de groepjes zelf met behulp van een plankaart waarop alle activiteiten staan vermeld. Ook de datum van de groepstoets spreken ze onderling af. Op de plankaart maken de groepjes tevens hun paragraafschemas, die ze mogen gebruiken bij de groepstoetsen. Ze moeten bij de aanvang van de groepstoets de antwoorden op de paragraafvragen inleveren. Als aanmoediging mogen ze dan een voorspelling doen over het cijfer van de groepstoets; voorspellen ze goed binnen $\pm 0,5$ dan ontvangen ze een bonus van 0,5 op hun cijfer. De groepstoetsen tellen voor maximaal 20% mee voor het rapport, nooit voor het schoolexamen en mogen éénmaal herkanst worden waarbij het *laatste* cijfer telt. De 'normale' repetities blijven als vanouds, individueel en zonder gebruik van samenvattingen.



Op de plankaart maken de groepjes tevens hun paragraafschemas, die ze mogen gebruiken bij de groepstoetsen. Ze moeten bij de aanvang van de groepstoets de antwoorden op de paragraafvragen inleveren. Als aanmoediging mogen ze dan een voorspelling doen over het cijfer van de groepstoets; voorspellen ze goed binnen $\pm 0,5$ dan ontvangen ze een bonus van 0,5 op hun cijfer. De groepstoetsen tellen voor maximaal 20% mee voor het rapport, nooit voor het schoolexamen en mogen éénmaal herkanst worden waarbij het *laatste* cijfer telt. De 'normale' repetities blijven als vanouds, individueel en zonder gebruik van samenvattingen.

Uitwerkingen van opgaven hebben de leerlingen in principe niet ter beschikking. Ze zijn daarom aangewezen op de aanwijzingen uit de Leerlingenhandleiding, op elkaar en op de leraar. Toch blijkt deze structuur – ook bij grote klassen – voor vrijwel alle leerlingen voldoende mogelijkheden te bieden om zich de stof eigen te maken. En anders bieden studiereis (of hoe ze mogen heten) uitkomst voor het stellen van vragen, zoals ook voor achterstallige practica.

Met deze uiteenzetting werd een werkgroep afgesloten die door de deelnemers naar ik hoorde als zeer nuttig werd beschouwd. Voor mijzelf geldt dat misschien nog sterker, omdat het ontlocken van commentaar op de inhoud van de Leerlingenhandleiding een lastige taak blijkt te zijn. Mocht u iets te melden hebben, van een klein foutje tot groot verschil van inzicht, schrijf het naar j.w.drijver@knoware.nl. Hij is u dankbaar.

- * *Systematisch Groepswork in 4vwo*. JW Drijver & HS Wielenga , werkgroep 26 Woudschotenconferentie 1994.
- Facetten van zelfstandig leren: groepswork, groepsvragen, groepstoetsen, opgavenhulp*. JW Drijver, AJ Migchielsen, C van der Rijst, HS Wielenga, werkgroep 25 Woudschotenconferentie 1996.
- Paragraaf-vragen, -schema's en -puzzles: hoe zetten we leerlingen aan het leren?* JW Drijver, AJ Migchielsen, HS Wielenga, werkgroep 26 Woudschotenconferentie 1997.
- De Leerlingenhandleiding bij 'Systematische Natuurkunde' in 4vwo. Wat moeten leerlingen met die §-vragen, -schema's en -puzzels?* J W Drijver, werkgroep 22 Woudschotenconferentie 1998.