

2.7 Didactische benaderingen

2.7.9 Practica

Achtergrondinformatie

Practicumwerkbladen

Inleiding

Het gedrag van de leerlingen bij het practicum wordt gestuurd door het werkblad. De mate waarin het gedrag sturing nodig heeft om binnen redelijke tijd het gewenste doel te bereiken hangt af van de leerling, de moeilijkheidsgraad, het type practicum, de beschikbare tijd en middelen, de klas, en je relatie met die klas. Een onzelfstandige leerling die in korte tijd een lastig verifiërend practicum moet doen heeft uitgebreide instructies nodig. Bij een onderzoekend practicum voor een goede leerling is een onderzoeksopdracht van twee regels soms al voldoende. Omdat je niet voor elke leerling een ander werkblad kunt maken, moet er een compromis gezocht worden.

Gesloten en open werkbladen

Werkbladen kunnen sturend zijn in twee opzichten: ze leggen het einddoel vast en/of ze leggen de werkwijze vast. In bijna alle practica zal het einddoel vastgelegd zijn. Als ook de werkwijze stap voor stap is voorgeschreven, noemen we het werkblad gesloten. Een open werkblad geeft meestal wel het einddoel aan, maar laat de leerling zelf een onderzoeksplan of werkplan maken. Er zijn uiteraard vele half-open tussenvormen.

Een gesloten werkblad heeft het voordeel dat het de leerling in een vrij korte tijd precies daarheen brengt waar de leraar hem wil hebben. Als de leerling tenminste precies doet wat er staat, en daar ontbreekt het nogal eens aan. Bij een open werkblad heeft de leerling meer vrijheid en werkt hij ook aan andere onderwijsdoelen, zoals leren plannen of leren samenwerken. In de examenprogramma's voor de tweede fase havo/vwo is het profielwerkstuk opgenomen, waarbij de leerling zelfstandig een onderzoek moet plannen en uitvoeren. We zullen de leerlingen moeten leren zelfstandig te werken, en daarbij zijn werkbladen nodig die in hogere leerjaren in toenemende mate open zijn (zie paragraaf 5.3).

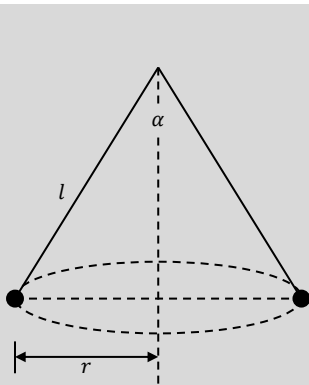
Bij een geheel open werkblad is het risico dat de leerling een onvruchtbare weg inslaat of vastloopt vrij groot. Er zijn verschillende manieren om dat risico te verkleinen. Een veel gebruikte manier is dat de leerling (of het groepje) een onderzoeksplan maakt en dat inlevert bij de leraar. De leraar beoordeelt het onderzoeksplan, en neemt een beslissing: *go* of *no-go*. In het eerste geval kan de leerling het onderzoeksplan gaan uitvoeren, in het tweede geval moet hij het onderzoeksplan bijstellen. Een tussenvorm is dat de leerling (of het groepje) een onderzoeksplan maakt, dat inlevert en daarna een werkblad met een voorgeschreven werkwijze krijgt. Zo oefent de leerling met het opzetten van een onderzoek, zonder dat er veel tijd verloren gaat door het uitvoeren van een verkeerde onderzoeksopzet. Een andere tussenvorm bestaat uit het geven van een tabel waarin de te meten en de te berekenen grootheden staan (zie het voorbeeld in het kader hieronder). De tabel wordt niet of zeer summier toegelicht. De leerlingen zoeken dan zelf uit wat ze moeten doen om die tabel in te vullen. Als de verwerking ook gestuurd moet worden, kunnen daartoe enkele opdrachten worden opgenomen.

Ook het moment van inleveren van het verslag stuurt het gedrag. Als leerlingen meteen na afloop van het practicum een ingevuld werkblad moeten inleveren, werken ze – uit externe motivatie – harder dan wanneer dat pas een week later klaar hoeft te zijn. Bij het gebruik van een meer open werkblad wordt het verslag meestal later ingeleverd, wat ook past bij een – door het vervolgonderwijs vrij hoog gewaardeerde – doelstelling als 'leren plannen'.

Op welke gronden kan bij een bepaald practicum de mate van openheid bepaald worden? De aandacht voor onderzoeksvaardigheden in het examenpro-

gramma en het toenemende belang van zelfstandig kunnen werken wijzen in de richting van een zo open mogelijk werkblad. Daarnaast kunnen ook de volgende argumenten tot een keuze voor open werkbladen leiden.

- Het is een enthousiaste klas die gesloten werkbladen maar saai vindt en die hard aan het werk gaat als ze zelf wat mogen bedenken.
- De leraar vindt zijn werk veel aantrekkelijker nu de leerlingen zelfstandiger werken, zelfs al zou hij daardoor zelf harder moeten werken.
- De natuurkundeles geeft leerlingen een verkeerd beeld van de natuurkunde door ze alleen practicum te laten doen aan de hand van precies voorgeschreven handelingen.



Kegelslinger

Cirkelbeweging

De leraar wil een 4-havo klas een kwantitatieve proef laten doen over de cirkelbeweging. Ze kiest daarvoor de kegelslinger. Bij deze proef kan de middelpuntzoekende kracht F_{mpz} bij een gegeven massa m op twee manieren berekend worden:

- Door tekenen van de krachtvectoren is, als de tophoek bekend is, de middelpuntzoekende kracht te berekenen.
- Door meting van de straal, de lengte en de omwentelingstijd is de snelheid en daarmee de middelpuntzoekende kracht te berekenen.

De twee werkwijzen moeten hetzelfde resultaat opleveren. Een open opdracht is voor 4 havo te lastig, en ze besluit de leerlingen met een tabel te laten werken.

Ze besluit wel de formule voor de middelpuntzoekende kracht F_{mpz} en niet die voor de berekening van de snelheid v op te nemen. Ook eist ze geen werken met nauwkeurigheid. Verder neemt ze nog wat aanwijzingen op om met een constructie de middelpuntzoekende kracht te bepalen. Zonder die aanwijzingen vindt ze dat te moeilijk voor 4-havo leerlingen.

Er zijn in de gegeven tabel vijf rijen, en daarmee geeft ze aan dat ze vijf metingen verwacht. Hieronder is niet de gehele instructie opgenomen, maar alleen de tabel.

metingen			berekeningen			constructie	
$10 \cdot T$	l	r	T	v	F_{mpz} uit $m \cdot v^2/r$	α	F_{mpz} uit constructie

Als meetrapport eist ze de ingevulde tabel en een afzonderlijk papier met namen, doel van de proef, conclusie en bespreking.

Ze kan de tabel gemakkelijk aanpassen voor eenzelfde practicum in een 4-vwo klas. Minder aanwijzingen, rekenen met nauwkeurigheid en de leerlingen zelf het gewenste aantal metingen laten bepalen. Dat laatste kan ze aangeven door de tabel af te breken met een golflijntje, maar dat betekent dat de leerlingen dan zelf de tabel opnieuw moeten maken en dat kost tijd. Ze kan het ook doen door absurd veel rijen te maken.

Figuur 1 – Een practicum gestuurd door een half-open werkblad.

Valversnelling

Bij het herhalen van de mechanica in 6-vwo wil de leraar de valversnelling laten bepalen op drie verschillende manieren (er zijn er overigens meer). Hieronder zijn drie werkbladen opgenomen, variërend van zeer open (1) tot tamelijk gesloten (3). Bij de tussenvariant (2) moeten de leerlingen zelf een meetplan ontwerpen en mogen ze dat pas uitvoeren na goedkeuring door de leraar.

1 Open variant

- Bepaal op drie verschillende manieren de grootte van de valversnelling en schrijf daarover een meetrapport.

2 Half-open variant

- Bedenk drie verschillende manieren om de valversnelling te bepalen
- Zet het principe van elke methode kort op papier en vraag commentaar aan je leraar.
- Maak, na goedkeuring van het principe van elke methode door de leraar, een meetplan voor elke methode en geef daarin aan:
 - de benodigde spullen
 - een tekening van de opstelling

- wat je gaat meten en hoe vaak
- hoe de berekening verloopt
- de te verwachten nauwkeurigheid

Lever het meetplan in bij je leraar.

- Voer, na goedkeuring van het meetplan door de leraar, de metingen uit, doe de berekeningen en schrijf daarover een meetrapport waarin staat:
 - een tekening van de opstelling
 - een tabel met resultaten van metingen en berekeningen
 - een voorbeeldberekening
 - het eindresultaat met nauwkeurigheid
 - een eindconclusie waarin je de drie methoden met elkaar vergelijkt en aangeeft welke methode de beste is.

3 Gesloten variant

- In dit experiment ga je op drie verschillende manieren de grootte van de valversnelling bepalen: door het laten vallen van een kogel, met een slinger en met een draaiende kogel.

Valbeweging

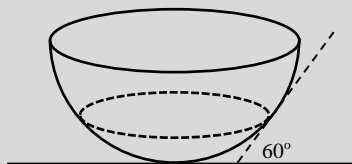
- Maak een video-opname van een vallende stalen kogel.
- Bepaal met videometen de snelheid van de kogel als functie van de tijd.
- Bereken daaruit de waarde van de valversnelling en bepaal de nauwkeurigheid.

Slinger

- Hang een massa aan een touwtje en bepaal bij drie waarden van de lengte de grootte van de slingertijd door telkens de tijdsduur van tien slingeringen te meten. Maak de uitwijking niet te groot.
- Bereken daaruit de waarde van de valversnelling en bepaal de nauwkeurigheid.

Draai beweging

- Gebruik een doorzichtige kom met daarin getekend een cirkelvormige lijn. De lijn is zo getekend dat de raaklijn aan de kom op dat punt een hoek maakt van 60° met het tafelvlak (zie de figuur hiernaast).
- Laat een knikker in de kom draaien, zodanig dat hij zo goed mogelijk langs de getekende lijn beweegt. Oefen daar een paar keer mee.
- Maak een tekening van de krachten op een knikker die langs de getekende lijn rolt, en bedenk hoe je daarmee de valversnelling kunt bepalen. Maak daarbij gebruik van de gegeven hoek van 60° .
- Laat de knikker langs de lijn rollen en meet de tijd die nodig is voor tien omwentelingen. Herhaal dat drie keer.
- Bereken de gemiddelde omwentelingstijd en bepaal de nauwkeurigheid daarvan.
- Bereken de snelheid van de knikker.
- Bereken de grootte van de benodigde middelpuntzoekende kracht op de knikker.
- Bereken daaruit de waarde van de valversnelling en bepaal de nauwkeurigheid.



Doorzichtige kom met ingetekende cirkelvormige (streep)lijn.

Nabespreking

- Vergelijk de drie methoden en geef aan waarom de ene methode een beter resultaat geeft dan de andere.

Figuur 2 – Eenzelfde practicum gestuurd door werkbladen met een verschillende mate van openheid: open, half-open en gesloten.

Beperkingen

In de praktijk zijn er vele redenen die de mate van openheid beperken. Beperkingen die te maken hebben met de *leerdoelen*, de *klas*, de *leraar* en de *randvoorwaarden*.

Leerdoelen – Er is een duidelijk omschreven einddoel en de weg erheen biedt vele valkuilen, zodat de kans klein is dat leerlingen binnen redelijke tijd het einddoel halen.

Klas – De klas telt tamelijk veel leerlingen die moeite hebben met zelfstandig werken en die het beste werken in een sterk gestructureerde situatie. Of de relatie tussen de leraar en de klas is moeizaam, en een open instructie zou voor sommige leerlingen aanleiding kunnen zijn om de werksfeer te verstoren en zich er zo gemakkelijk mogelijk vanaf te maken.

Leraar – De leraar heeft geen tijd beschikbaar om de verslagen na te kijken. Of hij heeft zeven lessen op die dag en vindt dat een open werkblad een te groot beroep doet op zijn werkkracht. Of hij vindt dat een open werkblad te weinig

mogelijkheden biedt voor controle van de voortgang van de individuele leerling.
Randvoorwaarden – De te gebruiken apparatuur is te kwetsbaar om leerlingen zonder duidelijke instructies aan het werk te zetten. Of er is weinig tijd beschikbaar en er moet toch een practicum gedaan worden. Of de TOA is voor dat lesuur niet beschikbaar.

Bron

Verhagen, P.A.J. (1993). *Werkbladen maken*. Utrecht: CDβ.