Handboek natuurkundedidactiek | hoofdstuk 2: Les- en leerstofopbouw

**2.7 Didactische benaderingen**

**2.7.9 Practica**

**Cursusactiviteit**

**Practicumwerkbladen ontwerpen**

**1 Oriënteren**

Bij een practicum is het werkblad voor leerlingen een belangrijk houvast. Vanwege de beperkte tijd die per leerling of per groepje beschikbaar is voor begeleiding, is het van belang dat het werkblad doet waarvoor het ontworpen is: de leerling helpen het maximale leerrendement uit een practicum te halen.

**Voorbeeldwerkbladen**

**A** Op het water staan

**B** Spelen met water

**C** Evenwicht bij hefbomen

**D** Een hefboom in evenwicht

**E** Hijsen met katrollen

**F** Energieverbruik van een elektrisch apparaat

**G** Fruit als spanningsbron

**H** De spanningzoeker

**I** Suiker oplossen

**J** De specht

Op de handboekwebsite staan twee voorbeeldwerkbladen voor een practi­cum over oppervlaktespan­ning in vmbo 2KB. Werkblad A *Op het water staan* wordt gekenmerkt door zeer direct taalgebruik en duidelijke instruc­ties. Voor de leerlingen is er veel te ontdekken. Werkblad B *Spelen met water* heeft niet zo’n handige titel. Verder is de organisatie en de volgorde van de proefjes niet goed doordacht. Nu moet enkele keren de bak met water schoon­gemaakt worden, en dat lukt eigenlijk slecht. Met zeep moet je erg oppassen, dus een druppeltje met een luciferstokje is meer dan genoeg.

1. Bestudeer de twee werkbladen, en maak een lijst van criteria voor een goed werkblad.
2. Vergelijk je eigen lijst van criteria voor een goed werkblad met de hieronder weergegeven *Checklijst practicumwerkbladen ontwerpen*. Geef aan welke aandachtspunten ook in je eigen lijst met criteria voorkomen, en welke van je eigen criteria zouden kunnen leiden tot uitbreiding van de hieronder genoemde aandachtspunten.

|  |
| --- |
| **Checklijst practicumwerkbladen ontwerpen** |
| **Inhoud**   * Uitvoerbaar, natuurkundig juist en leerzaam * Zinnige natuurkunde qua leerstof en qua onderzoeksactiviteiten * Afwisseling in opdrachten (motiverend) * Informatief, maar kauwt niet alles voor (stimulerend) * Sluit aan bij de belevingswereld van leerlingen (motiverend) * Effectief qua tijdbesteding en leereffect * Aansluiten op de doelgroep |
| **Indeling**   * Pakkende titel, een prikkelende inleiding en een duidelijke onderzoeksvraag * Een opdrachtendeel en verwerkingsdeel met toepassingen * Puntsgewijze instructie * Niet teveel tegelijk in één opdracht |
| **Opbouw**   * Van gemakkelijk naar moeilijk * Van oriënterend naar gedetailleerd * Van meer gesloten naar opener * Logisch in verband met leerstof * Met oriëntatie en praktijktoepassingen |
| **Afwisseling**   * Met betrekking tot de te onderzoeken verschijnselen * Met betrekking tot de soort onderzoeksactiviteiten * Met betrekking tot de manier van verslag geven * Met betrekking tot de samenwerking |
| **Materiaal**   * Simpel, degelijk, goedkoop en veilig * Met veel onderzoeksmogelijkheden |
| **Organisatie**   * Handige manier van klaarzetten, uitvoeren en opruimen |
| **Tekst en taal**   * Kort en bondig * Eenvoudige zinsbouw en simpele formulering * Correct Nederlands: spelling, zinsbouw/stijl, interpunctie. * Duidelijk en eenduidig * Geen onnodig lange zinnen, geen onnodig korte zinnen * Geen onnodig abstracte begrippen en onnodig moeilijke woorden * Taalgebruik in overeenstemming met leerlingenniveau |
| **Omvang**   * Werk voor ‘redelijke’ tijd: niet te kort, niet te lang, passend in de les * Tijd voor onderzoek en verwerking of verslag in evenwicht |
| **Vormgeving**   * Verzorgd, overzichtelijk en aantrekkelijk * Duidelijke indeling met onderscheid tussen opgaven * Tekst niet te dicht op elkaar * Een rustige bladspiegel (lettertype, lay-out, voldoende ruimte) * Invulruimtes groot genoeg * Uniforme stijl (consistent en consequent) * Rustige vormgeving: niet te druk en bont * Visualisering (grafieken, tabellen en tekeningen in plaats van tekst) * Duidelijke koppeling tekst en plaatjes of kaders |
| **Algemeen**   * Een goede vormgeving is erg belangrijk. Een goed verzorgd werkblad is nodig om eisen te kunnen stellen aan de verzorging van de verslagen. Gebruik verschillende lettertypes en lettergroottes voor het zichtbaar maken van de indeling, en vet of cursief voor het leggen van accenten – maar overdrijf dit niet: het wordt al snel (weer) onover­zichtelijk. * Het verdient aanbeveling meteen na het practicum het werkblad te verbeteren zodat het klaar ligt voor het volgend jaar. * Werkbladen die de leerlingen moeten invullen hebben nogal wat nadelen. De ruimte is voor de een te klein en voor de ander te groot. Het is duur en kost veel papier. Het voordeel ervan is dat het corrigeren ervan weinig tijd kost. |

**2 Oriënteren: leerproces sturen**

Een werkblad geeft sturing aan het leerproces van de leerling. Dat vraagt om duidelijke keuzes van de ontwerper van het werkblad:

* Past de leerling in het practicum bekende theorie toe, of moet de leerling door het practicum nieuwe verschijnselen ontdekken?
* Is er een gedetailleerd handelingsvoorschrift nodig zoals in een kook­boek, of kun je volstaan met het aangeven van de onderzoeksdoel en de leerlingen zelf de handelingen laten bedenken?
* Kun je naar leerlingen toe duidelijk zijn zonder alles voor te kauwen?

Op de handboekwebsite staan twee voorbeeldwerkbladen voor een practi­cum over hefbomen in 2hv: werkblad C *Evenwicht bij hefbomen* en werk­blad D *Een hefboom in evenwicht*.

1. Bestudeer de twee werkbladen, en leg uit op welke manier ze verschillen in de sturing van het leerproces.
2. Beargumenteer welke van de twee werkbladen voor dit practicum over hefbomen je voorkeur heeft.

**3 Oriënteren: soorten opdrachten**

Bij het leren van natuurkundige of scheikundige begrippen via practicum speelt *objectwisseling* een belangrijke rol. Het object dat de meeste aandacht krijgt is het materiaal waarmee de proef gedaan wordt, en de directe waar­nemingen en metingen daaraan. Maar het leren van begrippen vindt meestal plaats aan een ander object, namelijk de vastgelegde waarnemingen en metingen. Door voorspel-, doe-, waarneem-, en denkopdrachten te onder­scheiden wordt met deze objectwisseling rekening gehouden.

* Een voorspelopdracht vraagt de leerling om zijn verwachting vast te leggen. Het resultaat van het experiment wordt daardoor veelzeggender.
* Een doe-opdracht vraagt de leerling een handeling uit te voeren met spullen.
* Een waarneemopdracht vraagt de leerling om waarnemingen en metingen te doen en deze weer te geven in een geschikte verslagvorm.
* Een denkopdracht vraagt de leerling de geordende waarnemingen en metingen nader te overdenken.

De waarneemopdracht vormt daarmee de schakel tussen de doe-opdracht waarin de practicumspullen object van onderzoek zijn en de denkopdracht waarin de vastgelegde waarnemingen en metingen het object van onderzoek zijn.

Het onderscheid in voorspel-, doe-, waarneem- en denkopdrachten maakt voor de leerlingen duidelijk welke aandacht gevraagd wordt, en dat practi­cum doen niet alleen het uitvoeren van handelingen is met het verstand op nul.

Op de handboekwebsite staat een voorbeeldwerkblad voor een practicum over hijsen met katrollen in 2 hv: werkblad E *Hijsen met katrollen*.

1. Bestudeer het werkblad, en identificeer de voorspel-, doe-, waarneem- en denkopdrachten (en de manier waarop deze soorten opdrachten op het werkblad worden onderscheiden).
2. Karakteriseer de opbouw van het werkblad: wat zijn de opeenvolgende onderdelen, en wat is – in algemene termen – de inhoud van elk onderdeel?
3. Het werkblad bestaat uit een opdrachtenblad en een verslagblad. Wat zijn de voor- en nadelen van een dergelijke splitsing?

**4 Oriënteren: soorten practica**

Practica zijn te onderscheiden in vaardigheids-, begrips- en onderzoeks­practica.

Op de handboekwebsite staan drie voorbeeldwerkbladen voor een practicum rond elektriciteit: werkblad F *Energieverbruik van een elektrisch apparaat*, werkblad G *Fruit als spanningsbron* en werkblad H *De spanningzoeker*.

1. Bestudeer de drie werkbladen, en identificeer om welk soort practicum het in elk van de drie gevallen gaat. Geef argumenten voor je keuze.
2. Bedenk bij elk van de drie soorten practica hoe je het practicum bij de leer­lingen zou introduceren: wat vertel je, wat laat je zien en wat doe je voordat de leerlingen zelf aan het werk gaan?

Op de handboekwebsite staan ook twee voorbeeldwerkbladen voor een onderzoeks­practicum: werkblad I *Suiker oplossen* en werkblad J *De specht*.

1. Vergelijk de beide werkbladen. Maak een lijst met overeenkomsten en ver­schillen. Geef aan waardoor ze leerlingen uitnodigen tot onderzoek.

**5 Ontwerpen: vaardigheidspracticum**

Een vaardigheidspracticum bestaat (meestal) uit vier onderdelen: oriënteren, voordoen, nadoen en zelf doen (zie het voorbeeld in het kader hieronder).

* Oriënteren – De leraar geeft aan wat de vaardigheid inhoudt en wat de betekenis van die vaardigheid is. Toepassingsgebieden van de vaardigheid en variaties worden verkend.
* Voordoen – De leraar doet de vaardigheid stap voor stap voor en benoemt iedere stap die genomen wordt. Een ander mogelijkheid is dat de leerling de vaardigheid oefent onder voortdurende instructie van de leraar.
* Nadoen – De leerling probeert de vaardigheid stap voor stap uit in een situatie die lijkt op de situatie die de leraar heeft voorgedaan. De leerling kan de stappen benoemen en oefent de handelingen.
* Zelf doen – De leerling gebruikt de vaardigheid in andere situaties. Soms zijn die moeilijker, soms alleen anders.

|  |
| --- |
| **Energieverbruik van een elektrisch apparaat**  De vier onderdelen van een vaardigheidspracticum, passend bij het practicum *Energie­verbruik van een elektrisch apparaat* (voorbeeldwerkblad F).  **Oriënteren** – De leraar laat de opstelling zien waarmee je het energieverbruik van een apparaat kunt meten. Hij vertelt dat een overeenkomstige meter aanwezig is in de meeste huizen. Met die meter kan bepaald worden hoeveel ieder huishouden voor het verbruik van elektrische energie moet betalen.  **Voordoen** – De leraar doet voor hoe je met de energiemeter het verbruik kunt meten.   * Hij sluit een apparaat aan op de meter die in het stopcontact zit. * Hij meet de tijdsduur van vijf rondjes. * Hij leest de energie per rondje af op de meter. * Hij berekent het energieverbruik in kWh en het vermogen in W. * Hij leest af op het plaatje wat het vermogen van het apparaat is. * Hij vergelijkt beide waarden. * Hij noteert tijdens het meten de gevonden waarden in de tabel.   **Nadoen** – Met behulp van het opdrachtenblad voert de leerling metingen uit met andere apparaten.  **Uitvoeren en evalueren**  Je kunt natuurlijk het bij opdracht 5, 6 en 7 ontworpen vaardigheids-, begrips- en/of onderzoekspracticum – al dan niet na bijstel­ling – uitvoe­ren en evalueren als dat te zijner tijd op je (stage)school aan de orde is.  **Zelf doen** – Bij nieuwe experimenten kan de leerling dit benutten. |

1. Maak een lijst van de vaardigheden die in een (willekeurig, zelf te kiezen) leerjaar op je (stage)school worden aangeleerd. Ga na hoe het gebruikte leerboek het aanleren van die vaardigheden ondersteunt.
2. Kies één vaardigheid uit de lijst en maak een opzet voor een vaardigheids­practicum, inclusief het bijbehorende werkblad. Laat je stagebegeleider feedback geven op het werkblad.

**Variabelen**

Eén van de kenmerken van onder­zoekspractica is (meestal) de veel­heid van variabelen, waarbij het ver­band tussen slechts twee variabelen wordt onderzocht.

Bij een camera kun je bijvoorbeeld het verband onderzoeken tussen het diafragma en de scherpte van de foto.

Voordat je een verband gaat onder­zoeken, ga je na welke grootheden je allemaal kunt variëren. Bij het maken van een foto zijn dat bijvoor­beeld de afstand, het diafragma, de belichting, maar ook de richting van fotograferen, de keuze van het voorwerp en de keuze van de lens. Dit noem je de *instelbare groot­heden*.

Dan ga je na welke grootheden mee veranderen. Bij een foto zijn dat bij­voorbeeld de scherpte, de belichting of het contrast. Dat noem je *afhanke­lijke grootheden*.

Om een verband te onderzoeken kies je een instelbare grootheid die je varieert. De andere instelbare groot­heden houd je *constant*. Je kijkt hoe de afhankelijke grootheid mee veran­dert. Bij een foto kun je bijvoorbeeld het diafragma variëren en kijken hoe de scherpte van de foto mee veran­dert. Je houdt wel de sluitertijd constant.

Noteer zorgvuldig de waarden van de instellingen en het nummer van de bijbehorende foto. Gooi ‘mislukte’ foto’s niet weg, die kun je goed gebruiken om te analyseren welke verbanden er zijn.

**6 Ontwerpen: begripspracticum**

Een begripspracticum heeft als doel kennis te maken met verschijnselen en daarmee een ervaringsbasis te bieden voor begripsleren. De uitgebreide kennismaking met een verschijnsel levert de concrete ervaring die geabstra­heerd kan worden tot begrippen. De opdrachten van een begripspracticum hebben vaak (in elk geval in het begin) een kookboekachtig karakter, zodat het nieuwe verschijnsel goed kan worden waargenomen en de waarnemin­gen goed kunnen worden vastgelegd.

Een begripspracticum bestaat meestal uit drie onderdelen (die overeen­komen met de eerste drie fasen van de leerstofopbouw in paragraaf 2.6 van het handboek): oriënteren, aanleren en verwerken.

1. Maak een lijst van de begrippen die bij een (willekeurig, zelf te kiezen) onderwerp op je (stage)school worden aangeleerd. Ga na hoe het gebruikte leerboek het aanleren van die begrippen ondersteunt.
2. Kies één begrip uit de lijst en maak een opzet voor een begripspracticum, inclusief het bijbehorende werkblad. Laat je stagebegeleider feedback geven op het werkblad.

**7 Ontwerpen: onderzoekspracticum**

In een onderzoekspracticum onderzoekt een leerling zelf een verschijnsel aan de hand van een zelf opgesteld werkplan (dat meestal eerst moet worden goedgekeurd door de leraar in de vorm van een *go* of *no-go*). Er is veel inbreng van de leerling bij het formuleren van de vraag, het maken van een opstelling, het contoleren van de variabelen en het kiezen van de verslag­vorm. Bij onderzoekspractica wordt vaak het verband tussen twee groot­heden onderzocht. Eerlijk onderzoeken door (leren) variabelen te controleren is dan van belang.

Een onderzoekspracticum bestaat meestal uit de volgende onderdelen: oriënteren en onderzoeksvraag bedenken, onderzoek ontwerpen, uitvoeren en meten, gegevens verwerken en evalueren. Het bedenken van een goede onderzoeksvraag, een opstelling en een onderzoeksmethode is vaak heel lastig voor leerlingen. De leraar moet leerlingen hierbij helpen door ze zoveel mogelijk aan het denken te zetten en ze zo min mogelijk voor te zeggen. Maar vaak is het nodig om als leraar enkele aspecten zelf vast te leggen (zie het voorbeeld in het kader hieronder) of de verschillende onderdelen van een onderzoekspracticum apart met de leerlingen te oefenen (zie paragraaf 5.3 in het handboek).

|  |
| --- |
| **Zoutgehalte van chips**  De leraar heeft als onderwerp gekozen: het zoutgehalte van chips. Hij introduceert dit onderwerp bij de leerlingen en inventariseert de vragen die leerlingen hebben over dit onderwerp.  De volgende vragen worden genoemd:   * Waarom wordt er zout in chips gedaan? * Is er zout nodig voor een lekkere smaak van chips? * Is het zout in chips slecht voor je gezondheid?   Van de tweede vraag wordt een onderzoeksvraag gemaakt:   * Zijn de lekkerste chips de chips met het meeste zout erin?   De leerlingen bedenken als onderzoeksmethode een smaaktest met geblinddoekte leer­lingen. De leraar reikt een onderzoeksmethode aan voor het bepalen van het zoutgehalte (ontleend aan het Cito). Een bekende massa chips wordt intensief gemengd met water. Aangenomen wordt dat het zout uit de chips oplost in het water. De vloeistof wordt gefiltreerd en daarna ingedampt. De massa van de indamprest wordt nu gelijk gesteld aan de massa van het zout in de chips.  **Onderzoeken**  De Kernpunt-video *Stap voor stap* | *Eerlijk getest* laat zien hoe een onder­zoek naar de rolweerstand bij een fiets in opeenvolgende stappen verloopt, inclusief het al dan niet eerlijk zijn van dat onderzoek.  Website: <http://www.schooltv.nl> > Categorieën > Techniek en exact > Kernpunt > Aflevering 18 Stap voor stap | Eerlijk getest  Met behulp van deze resultaten wordt de onderzoeksvraag beantwoord. |

1. Maak een lijst van de onderzoekspractica die in een (willekeurig, zelf te kiezen) leerjaar op je (stage)school worden gegeven. Ga na welk stappen­plan daarbij hoort en welke (onderzoeks)vaardigheid van de leerlingen.
2. Kies een onderwerp voor een onderzoekspracticum dat aansluit bij de lessen en het leerboek, en maak een opzet voor een onderzoekspracticum, inclusief het bijbehorende werkblad. Laat je stagebegeleider feedback geven op het werkblad.