

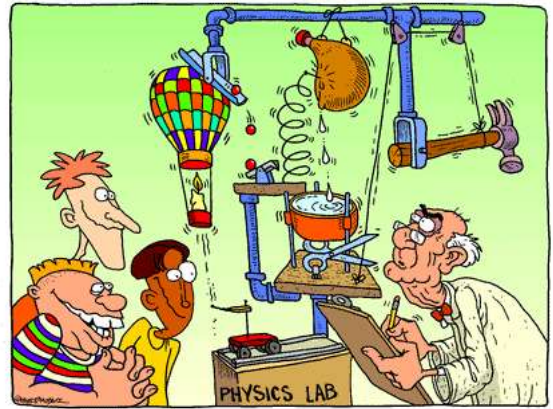
Een visie op het natuurkundig practicum

Martijn Koops, Peter Duifhuis en Floor Pull ter Gunne;
vakgroep Nastec, FE, HU

Inleiding

Practicum is belangrijk bij het vak natuurkunde. Het kan de theorie ondersteunen en voor verrassing en verdieping zorgen. Het is leuk om te doen, zorgt voor een andere werkvorm en leert je diverse vaardigheden. Verslagen schrijven wordt meestal niet als leuk en nuttig ervaren.

Wij zijn aan de slag gegaan om het practicum beter te laten aansluiten bij de doelen die wij ervoor hebben (van den Berg, 1994).



Drie soorten practicum

De belangrijkste doelen die wij met practicum willen halen zijn: apparaten leren kennen en bedienen, toepassen en verwerken van begrippen uit de theorie en onderzoek leren doen. Onze practicumlijn is dan ook onderverdeeld in drie typen (A-B-O):

1. **Apparatenpracticum**
2. **Begripspracticum**
3. **Onderzoekspracticum**

De idee achter deze indeling is dat een student pas een onderzoek kan uitvoeren als hij/zij de benodigde vaardigheden, kennis en inzichten beheerst. Evenzo zal een student pas begrip verwerven via het practicum, als de werking van de benodigde apparatuur en de vereiste vaardigheden bekend zijn. Bij een begripspracticum over stroom en spanning zal de aandacht van de student uitgaan naar de werking van de multimeter, als deze voor het eerst gebruikt wordt. Het beoogde leerresultaat: inzicht in stroom en spanning, wordt dan niet bereikt. De student zal zich in plaats daarvan een beeld hebben gevormd van de multimeter. De student heeft het begripspracticum dan “gebruikt” om de multimeter te leren kennen. De opdrachten van het begripspracticum passen niet bij dit doel, en dus zal het leerrendement laag zijn.

Fasering

De verschillende soorten practicum hebben elk hun fasering:

1. **Apparatenpracticum:**
 - a. oriënteren,
 - b. instructie en eventueel voordoen,
 - c. nadoen,
 - d. zelf doen

De student sluit dit practicum af door te laten zien dat hij de vastgestelde vaardigheden beheerst.

2. **Begripspracticum:**
 - a. oriënteren,
 - b. voorspellen,
 - c. waarnemen,
 - d. verklaren.

De student sluit dit practicum af door een ingevuld verslagblad of door een beschrijving van de meting en verklaring daarvan in te leveren.

3. **Onderzoekspracticum:** de onderzoekende werkwijze staat centraal

- a. verkennen van praktijk en theorie,
- b. werkplan maken met onderzoeksvraag,
- c. uitvoering van het onderzoek,
- d. antwoord op de onderzoeksvraag.

De student sluit dit practicum af in fases: eerst moet het werkplan goedgekeurd worden, daarna maakt hij een verslag.

Opbouw binnen een cursus

Binnen een cursus is de opbouw van de practicumleerlijn ontleend aan de indeling vaardigheden en apparatuurpracticum, begripspracticum en onderzoekspracticum.

Deze typering kun je nader preciseren met behulp van de vier leerstijlen van Kolb. Voor onderzoeken geeft dit naast het sturen van het onderzoek vier kenmerkende onderzoeksactiviteiten: verkennen, voorspellen, plannen maken, handelen. In de drie soorten practicum is de eigen inbreng van de studenten erg verschillend:

1. Bij **apparatuurpracticum** is er weinig inbreng van studenten bij verkennen, voorspellen en plannen maken. De eigen inbreng is groot bij het handelen.
2. Bij het **begripspracticum** is er weinig inbreng van de student bij het verkennen, plannen maken en handelen, maar des te meer bij het voorspellen en verwerken. Om dit te leren wordt begonnen met een invul verslagblad. In plaats van begripspracticum kan ook gebruik gemaakt worden van een demonstratieproef.
3. Bij een **open onderzoekspracticum** heeft de student inbreng bij het verkennen, voorspellen, plannen maken en handelen. De student stuurt zelf het hele onderzoek. Om dit te leren wordt eerst gewerkt met een invul werkplan en een invul verslagblad.

Opbouw binnen een jaar

Ons curriculum kent meerdere vakcursussen per jaar. Gedurende een jaar wordt gewerkt aan dezelfde practicumvaardigheden maar gericht op verschillende onderwerpen.

Opbouw tussen de jaren

Naast de onderverdeling in verschillende soorten practicum (die gehanteerd is bij de opbouw van de practica binnen een cursus) is er ook een onderscheid te maken aan de hand van de stappen in het practicum. Deze nemen in moeilijkheid en diepgang toe.

De tabel op de volgende bladzijde toont :

1. Drie kolommen waarin de typen practicum die per cursus aan bod komen zijn getoond. De aanhef van elke kolom benoemt het type practicum en beschrijft heel kort het soort opdracht dat erbij hoort.
2. Twee rijen waarin alle verlangde handelingen/vaardigheden van de student worden benoemd. De bovenste rij voor het eerste jaar, de tweede rij voor het tweede jaar.

De invulling van de verschillende typen practicum is gegeven in de formats voor apparaten-, begrips- en onderzoekspracticum. De formats en voorbeelden staan [hier](#) . Kies map 2009-2010 en map practicumwerkgroep.

Bibliografie

van den Berg, E. &. (1994). Practicum: leren ze er wat? *NVOX* , 245-249.

Format Apparatenpracticum

Uitgangspunten apparatenpracticum:

1. Het gaat in eerste instantie om het leren kennen van een apparaat of meetmethode: dat wordt beschreven in de vaardigheden of handelingen die uitgevoerd moeten kunnen worden
2. Het gaat niet om onderzoeksvaardigheden zoals het bedenken van een meetplan: de instructie voor het doen van de meting is gesloten: hierbij is een opdrachtenblad een leidende instructie voor de student.
3. Er wordt geen verslag geschreven: de student kan laten zien dat hij de aangegeven vaardigheden beheerst. Dit ter beoordeling van de practicum instructeur of assistent.

Niveau eisen per leerjaar:

In Jaar 1,2 en 3 wordt verlangd dat de studenten:

- a. De instructie nauwkeurig uitvoeren
- b. Oefenen met het apparaat
- c. Benodigde vaardigheden kunnen laten zien.
- d. Na dit practicum het apparaat zelfstandig kunnen gebruiken voor een meting

Inhoud van de beschrijving van het apparatenpracticum (zie voorbeeld)

1. Titel

Noem het apparaat, bv: de Oscilloscoop

2. Inleiding

om de aandacht te richten en te motiveren, bv: waar gebruik je het apparaat voor

3. Vaardigheden die je moet beheersen en kunt laten zien na het experiment

Bv: Je kunt uitleggen waarom je de knoppen op de oscilloscoop op een bepaalde stand hebt ingesteld

4. Werkwijze, hieronder vallen:

- a. *Verwijzing naar een handleiding van het apparaat, waarin de onderdelen en werking daarvan worden uitgelegd. Dit kan een eigen gemaakte handleiding zijn, maar studenten moeten ook leren om uit te voeren te kunnen met de handleiding van de fabrikant. Zoveel mogelijk ter beschikking stellen van de student.*
- b. *Verkenning van het apparaat volgens een stappenplan*
- c. *Oefenen van vaardigheden met het apparaat volgens een stappenplan*

5. Afronding

De student laat aan de practicum instructeur zien dat hij de aangegeven vaardigheden beheerst. Dit wordt afgetekend op een practicumkaart.

Format begripspracticum natuurkunde

Uitgangspunten begripspracticum:

1. Het gaat in eerste instantie om het aanleren van een begrip, en niet om practicumvaardigheden: de instructie voor het doen van de meting is gesloten.
2. De te gebruiken apparaten en methoden moeten al bekend zijn uit een eerder apparatenpracticum
3. Eventueel kunnen meetwaarden beschikbaar gesteld worden. Nadeel daarvan is dat de student het meten niet ervaren heeft. Er kan ook een demo gegeven worden bij tijdnoed.
4. Er kan een invul verslagblad gemaakt worden om ervoor te zorgen dat:
 - a. In besprekingen tijdens de les ingegaan kan worden op vragen in dit verslagblad
 - b. De student een beeld krijgt hoe een verslag eruit ziet
 - c. De docent snel kan zien of de student op de goede weg is, door de eenduidige verslaggeving is gemakkelijk te vergelijken)

Niveau eisen per leerjaar:

In jaar 1 wordt verlangd:

- a. Grafiek tekenen
- b. Recht evenredig verband herkennen
- c. Fout in de helling bepalen, bijvoorbeeld door minimale en maximale richtingscoëfficiënt in de grafiek te bepalen
- d. Mogelijke foutenbronnen noemen

In jaar 2 en 3 wordt daarbij verlangd:

- a. Rechte lijn grafiek maken
- b. Betekenis geven aan richtingscoëfficiënt en asafsnijding
- c. Grafiek in Excel maken en lineaire regressie toepassen

Inhoud van de beschrijving van het begripspracticum (zie voorbeeld)

1. Titel

niet de onderzoeksvraag maar alleen het onderwerp, bijvoorbeeld: Geluidsintensiteit

2. Inleiding

om de aandacht te richten en te motiveren

3. Onderzoeksvragen of onderzoeksvraag

zorg dat de begrippen in de vragen bekend zijn, maar dat het antwoord op de vragen onbekend is. Bijvoorbeeld: "Hoe verandert de geluidsintensiteit als de afstand groter wordt?"

4. Voorspelling

laat de student in een zin of in een grafiek een voorspelling doen.

Bijvoorbeeld:

De student maakt een keuze uit verschillende grafieken en licht de keuze voor dit verband toe. Vervolgens discussiëren de studenten in groepen over hun voorspelling.

5. Werkwijze, hieronder vallen:

- a. *Materialen en opstelling*
- b. *Verkenning van de opstelling*
- c. *Uitvoering van het experiment (invullen van meetwaarden in de gegeven tabel)*

6. Verwerking van de meetresultaten

a. Theoretische verkenning

hier kan de veronderstelde theorie kort aangehaald worden, zodat de student de meetgegevens in de juiste grafiek kan weergeven en een vergelijking met de voorspelling mogelijk is. Dit kan natuurlijk ook als huiswerk gegeven worden als voorbereiding op

b. Verwerkingsvragen

Een grafiek met andere grootheden kan hierbij een vervolgstap zijn. De student wordt gedwongen om na te denken over de meetgegevens en het wordt duidelijk of de student de meetgegevens juist heeft geïnterpreteerd.

7. Conclusie en discussie

hierin wordt de voorspelling getoetst en indien mogelijk antwoord gegeven op de onderzoeksvragen compleet met een toelichting. Ook kan gevraagd worden of het doel bereikt is. De student moet hier ook een mate van nauwkeurigheid aangeven, uit bv spreiding van meetpunten rond de getrokken lijn

8. Inleveren

hierin wordt aangegeven wat ingeleverd moet worden

9. Doelen van het practicum

hier kan de student controleren of hij de genoemde doelen heeft bereikt

Mogelijke inlevervormen bij begripspracticum natuurkunde

a) Een verslagblad

een invulblad voor studenten, zie voorbeeld

b) Alleen grafieken en conclusies

Een werkplan hoeft niet gemaakt te worden bij een begripspracticum!

Format onderzoekspracticum natuurkunde

Uitgangspunten onderzoekspracticum:

1. Het gaat in eerste instantie om het aanleren van onderzoeksvaardigheden, waaronder maken van een werkplan bij een gegeven onderzoeksvraag. Ook kan het voorkomen dat de onderzoeksvraag zelf geformuleerd moet worden.
2. De meetinstrumenten en de benodigde begrippen en formules moeten bekend zijn. Het onderzoek kan bijvoorbeeld uitgevoerd worden over het begrip in een nieuwe context
3. Er kan in de eerste jaren een invul werkplan en verslagblad gemaakt worden om ervoor te zorgen dat:
 - a. Studenten leren wat er in een werkplan moet staan
 - b. Studenten leren waar ze rekening mee moeten houden bij het schatten van fouten en verwerken van meetresultaten
 - c. In besprekingen tijdens de les ingegaan kan worden op vragen in het verslagblad
 - d. De student een beeld krijgt hoe een verslag eruit ziet
 - e. De docent snel kan zien of de student op de goede weg is

In latere jaren wordt van de student verwacht dat hij zelf structuur kan aanbrengen in het onderzoek en een werkblad en verslag kan schrijven

Niveau eisen per leerjaar:

In jaar 1 en 2 wordt verlangd:

Studenten doen een onderzoek aan de hand van een invulwerkplan en verslagblad. Zij leren hiermee de structuur en onderzoeksvaardigheden aan.

In jaar 2 en 3 wordt daarbij verlangd:

Studenten leren om onderzoek te doen met een steeds opener karakter. Ze kunnen zelf een werkplan opstellen en een verslag schrijven.

Inhoud van de beschrijving van het onderzoekspracticum (zie voorbeeld)

1. Titel

niet de onderzoeksvraag maar alleen het onderwerp, bijvoorbeeld: Geluidssnelheid

2. Inleiding

om de aandacht te richten en te motiveren

3. Onderzoeksvragen of onderzoeksvraag

Welke verschijnsel ga je onderzoeken, en wat wil je daar van weten? Zorg dat de begrippen in de vragen bekend zijn, maar dat het antwoord op de vragen onbekend is. Bijvoorbeeld: "Onderzoek de voor- en nadelen van het meten van de geluidssnelheid met een stopwatch in vergelijking met meten met coach?" Of: "Hoe hangt ... af van ...?"

4. Hypothese

Welk mechanisme vermoed je en waarom?

“We verwachten dat de op wijze afhangt van omdat.....”

De student kan ook in een tabel of grafiek een voorspelling doen. Aandacht in contacttijd kan zijn om ze in groepjes te laten discussiëren over deze voorspelling.

Om een goede hypothese op te stellen moeten de studenten de benodigde theorie verkennen

5. Werkwijze, hieronder vallen:

- a. *Materialen en opstelling; deze moet geschetst worden door de student*
- b. *Verkenning van de opstelling; bv aan de hand van vragen*
- c. *Het maken van een werkplan, al dan niet aan de hand van een invulblad of sturende vragen*
- d. *Uitvoering van het experiment; met een eigen bepaalde meting of meetserie*

Hierbij wordt informatie gegeven, maar niet teveel. In het invulwerkplan kunnen vragen gesteld worden over onderdelen waar ze rekening mee moeten houden.

6. Verwerking van de meetresultaten

a. Theorie

Deze is niet nieuw; opgeschreven moet worden welke theorie nodig is om de metingen te kunnen verwerken.

b. Toetsing aan de hypothese (zie 4)

c. Verwerkingsvragen

Deze helpen de student om een juiste conclusie te kunnen trekken

7. Conclusie en discussie

hierin wordt, indien mogelijk, antwoord gegeven op de onderzoeksvragen compleet met een toelichting. Ook kan gevraagd worden of het doel bereikt is. De student moet hier ook een mate van nauwkeurigheid aangeven, uit bv spreiding van meetpunten rond de getrokken lijn, of uit de schatting van de meetfouten. Er kan ook een vraag gesteld worden of de meetopstelling de juiste was om het doel te bereiken, of de meetserie juist gekozen was.

8. Inleveren

hierin wordt aangegeven wat ingeleverd moet worden

9. Doelen van het practicum

hier kan de student controleren of hij de genoemde doelen heeft bereikt

Mogelijke inlevervormen bij begripspracticum natuurkunde

a) Een ingevuld werkplan

b) Een verslagblad

een invulblad voor studenten, zie voorbeeld

c) Als er niet gewerkt wordt met invulbladen (bijvoorbeeld in het derde jaar):

Een eigen gemaakt werkplan en verslag.