

De weg van practicum naar

Waarom moeten natuurkundestudenten practicum doen? De belangrijkste reden is waarschijnlijk dat we willen dat studenten worden voorbereid op het doen van fysisch onderzoek. Maar is het 'klassieke' natuurkundepracticum daar eigenlijk wel geschikt voor? Bij een onderwijsexperiment in het tweede studiejaar Natuurkunde aan de Universiteit Utrecht is getracht een vorm te vinden die beter voorbereid op de onderzoekspraktijk. W.B. Westerveld¹, J.N.H. van Hoof¹, P.M. Huisman-Kleinherenbrink¹, K.M.R. van der Stam¹, S.A.M. Wils² en P.J. van Eijl²

HET NUT VAN PRACTICA

Afgelopen jaren is het eerstejaars natuurkundepracticum in Utrecht omgevormd van het doen van 'kookboekexperimenten' naar de stapsgewijze ontwikkeling van belangrijke basale vaardigheden: een gegeven onderzoeksgebied verkennen, een werkplan maken, het labjournaal bijhouden, meten en analyseren, rapporteren. Studenten doen deze vaardigheden op via een aantal experimenten, waarbij nieuwe elementen geleidelijk aan worden toegevoegd. 'Echt' onderzoek doen vereist echter meer dan deze basale vaardigheden. Het vereist het kunnen formuleren van een vraagstelling, zelfstandig werken, plannen van onderzoeksactiviteiten, functioneren in een team, onderscheiden van hoofd- en bijzaken en, niet in de laatste plaats, kunnen omgaan met tegenslagen. In Utrecht wordt het bacheloronderwijs in het derde jaar afgerond met een afstudeeronderzoek. Daarom is besloten in het tweede studiejaar een (keuze)vak aan te bieden om de genoemde vaardigheden aan te leren. Dit vak, PNO (Project Natuurkundig Onderzoek), moest de brug vormen tussen het eerstejaarspracticum en het bachelorafstudeeronderzoek.

ZELF ONTDEKKEN

Het idee was om studenten zoveel mogelijk vrij te laten. Alles mag, mits het past binnen bepaalde marges (financiële, technische, en dergelijke). De verwachting was dat absolute vrijheid niet altijd tot optimaal leren leidt. Daarom is besloten om een vorm van projectmatig werken in te voeren met een geschikte fasering. Voor iedere fase werden criteria geformuleerd waaraan het resultaat van die fase moet voldoen. In de natuurkunde staat dit bekend als *guided discovery learning*. Het voordeel hiervan is dat studenten meer zelf aan het denken worden gezet en er een redelijke kans op succes is door de aanwezige *guidance* (net voldoende structuur, criteria voor tussenproducten en begeleiding). Door studenten in kleine teams te laten samenwerken zou het mogelijk worden een ruimere probleemstelling aan te pakken en van elkaar te leren. Deze manier van werken sluit goed aan bij de onderzoekspraktijk.

HET STAPPENMODEL

Er is een onderwijsopzet ontwikkeld in zes stappen (zie het schema) aan de hand waarvan studenten een onderzoek doen. Stap 0 is een voorfase waarbij studenten voorlichting krijgen over de onderzoeksmogelijkheden, een groep vormen en een onderzoeksgebied kiezen.

Iedere stap moet aan een aantal criteria voldoen om door te mogen gaan (\Rightarrow^* in het schema). Dit is vastgelegd in een *beslisformulier*.

Als niet aan de criteria voldaan is, moeten studenten opnieuw met die stap aan de slag. Aan het eind van het project wordt een klein symposium georganiseerd waarbij de projectgroepen hun projectresultaten presenteren. De onderwijsdoelen die bij deze opzet werden geformuleerd weken af van de tot dan toe gebruikelijke. De nadruk kwam vooral te liggen op het onderzoeksmatig handelen, en verder waren samenwer-

ken, overleggen, plannen, rapporteren en fysische begrip belangrijke doelen. Studenten kregen van te voren een handleiding met daarin onder andere criteria per stap, tips voor het samenwerken en een checklist voor de beoordeling.

OMMEZWAAI IN DE BEGELEIDING

De nieuwe benadering betekende niet alleen een ommezwaai in de onderwijskundige opzet, maar ook in de begeleiding. De begeleiders (de practicumstaf) wisten niet langer 'dé oplossing', maar moesten meedenken met de studenten zonder dat ze hen het werk teveel uit handen namen. Begeleiders gingen uit van het principe dat studenten in de eerste plaats zelf met ideeën, voorstellen en eventuele oplossingen moeten komen. Ze gaven tips die de studenten niet noodzakelijkerwijs hoefden op te volgen: ze mochten fouten maken! Er werd alleen ingegrepen als het hele project in gevaar kwam.

DE BEOORDELING

De beoordeling werd op de leerdoelen afgestemd door veel aandacht aan de fasen van het onderzoeksmatig handelen te besteden. De gesprekken tussen studenten en begeleiders na iedere stap zijn een vorm van tussentijdse beoordeling. Aan het eind van het project moesten de studenten ook een kort projectverslag maken. Hierin keken de studenten terug op de efficiëntie en effectiviteit van hun manier van werken. Vlak na de mondelinge presentaties vond een beoordelingsgesprek plaats waarbij aan de hand van een checklist het gehele onderzoeksproces aan de orde kwam. De fysische inhoud was maar een beperkt deel van de beoordeling. De begeleiders gaven eerst aan de hand van de checklist een voorlopig cijfer waarna er over het gehele project gediscussieerd werd. Het cijfer kon zonnig worden bijgesteld.

onderzoek

ERVARINGEN MET DE NIEUWE OPZET

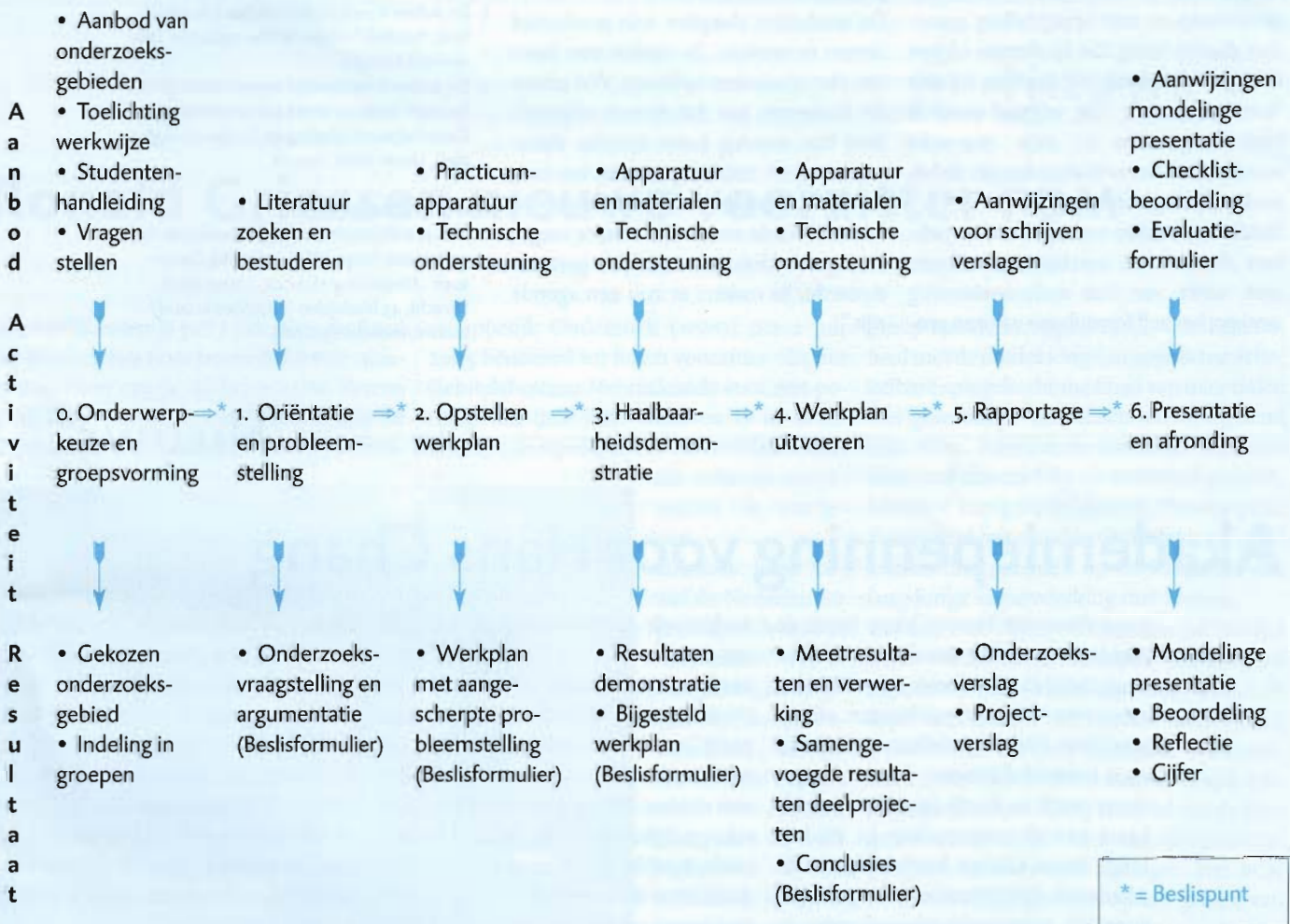
Wat in fase 0 opviel was dat studenten graag zelf een onderwerp kiezen en tot een eigen probleemstelling komen, maar dat ze dat tegelijkertijd ook heel moeilijk vonden. Het inperken van de onderzoeksvraag (fase 1) vonden ze moeilijk, net zoals het maken van een goed werkplan (fase 2). Bijna altijd werd gaandeweg het project de onderzoeksvraag bijgesteld. Studenten bleken zich

gemakkelijk te verkrijken op wat haalbaar was.

Met de fasering werd soepel omgegaan. In fase 2 kon men bijvoorbeeld ook alvast proefmetingen doen. Ook kon in deze fase een voorstel worden gedaan voor de aanschaf van nieuwe apparatuur of software. In fase 3 werd een haalbaarheidsdemonstratie gedaan om te checken of het werkplan kans van slagen had. Naar aanleiding van deze haalbaarheids-

demonstratie werd het werkplan soms bijgesteld. De medewerking van de technische staf van het instituut werd zeer gewaardeerd: "Blij verbaasd ben ik trouwens over onze technische staf, die een zegen is. Ze kunnen en willen veel, en zijn onmisbaar geweest, omdat hun vaardigheden niet aanwezig waren in ons team" (citaat uit een projectverslag). In fase 4 gingen de studenten in sub-groepjes aan de slag met deelprojecten.

Schematisch overzicht van Project Natuurkundig Onderzoek



* = Beslispunt

Gekozen onderwerpen

Inmiddels hebben negen groepen Project Natuurkundig Onderzoek (PNO) gevolgd. Welke onderwerpen hebben zij voor hun practicumonderzoek gekozen?

- Chaos (twee keer)
- Sonoluminescentie (drie keer)
- De vortexbuis (n.a.v. NTvN 68-9, 298–299)
- Trillingen en laagfrequent geluid in het Minnaertgebouw
- De valversnelling bij bungeejumping (n.a.v. NTvN 69-10, 316–319)
- Supergeleiding

Het samenvoegen van de resultaten van de subgroepen vonden ze onverwacht lastig. Ze stelden dat vaak te lang uit. De eindrapportage en vooral het symposium waren voor de studenten het spannendst.

EVALUATIE-ENQUÊTE

Door middel van enquêtes werd het nieuwe initiatief geëvalueerd. De gekozen opzet werd door de studenten als goed tot zeer goed beoordeeld. Het zelf mogen kiezen van een onderzoeks- onderwerp en een vraagstelling scoorden daarbij hoog. De studenten blijken veel gemotiveerder te zijn dan bij een 'kookboekproef': "De vrijheid vond ik heel aangenaam in mijn overvolle rooster. Ook het zelf uitzoeken en de beperkte sturing vond ik erg fijn." Studenten zeiden meer geleerd te hebben dan in het eerstejaarspracticum, met name van het onderzoeksmatig werken, het zelf formuleren van een pro-

bleemstelling, het samenwerken, het rapporteren én van het omgaan met tegenslagen. Dit komt goed overeen met de indruk die de docenten tijdens de projecten hadden gekregen.

Wat studenten als een simpel onderzoek beschouwden, bleek na vier à vijf maanden werken maar een kleine stap verder gekomen te zijn. Ze hadden de neiging het succes van hun project te beoordelen naar harde fysische resultaten. Daardoor gingen ze soms hun eigen prestaties onderschatten.

De studenten slaagden erin productief samen te werken. Ze vinden een team van vier studenten optimaal. Wel geven de studenten aan dat ze een volgende keer hun overleg beter zouden documenteren en zouden proberen tot concretere afspraken en deadlines te komen: "Na de eerste vier interne vergaderingen is besloten om ze iets gestructureerder te maken: er zou een agenda zijn."

VERRASSEND

Voor de begeleiders bleek de nieuwe opzet ook verrassend. Het contact tussen begeleiders en studenten werd meer 'samen ontdekken hoe het zit'. De begeleiders zijn tevreden over hun keuze om studenten fouten te laten maken. Uit de evaluaties blijkt dat de studenten veel geleerd hebben van de problemen die zich voordeden in hun onderzoek, en dat ze zich tegelijk voldoende ondersteund voelden door de begeleiders. Af en toe zijn er ook leuke nieuwe inzichten: "Terugkijkend moet ik zeggen dat ik experimentele natuurkunde toch een stuk leuker en interessanter ben gaan vinden dan ik vooraf had gedacht. Vooral de variatie en de zelfstandigheid heb ik erg prettig gevonden. Het is zelfs zo goed bevallen dat de keuze tussen experimenteel en theoretisch voor mij geen uitgemaakte zaak meer is." Intussen hebben negen groepen PNO gevolgd en blijkt dit onderwijs keer op keer te voldoen, en enthousiasme bij studenten én begeleiders op te wekken.

NOTEN

- 1 De auteur is verbonden aan het Julius Instituut, faculteit Natuur- & Sterrenkunde, Universiteit Utrecht.
- 2 De auteur is verbonden aan het IVLOS (Interfacultair Instituut voor Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en Studietoelagen), Universiteit Utrecht.

MEER INFORMATIE

- 'Van practicumproef naar de wereld van het onderzoek: Project Natuurkundig Onderzoek', *Mededeling 72*, IVLOS, Universiteit Utrecht, 43 bladzijden (<http://www.uu.nl/content/mededeling72.pdf>).

Akademiepenning voor Hans Chang

FOM-directeur Hans Chang heeft de Akademiepenning van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) gekregen. Deze jaarlijkse onderscheiding is bedoeld voor iemand die zich – naast zijn gewone werk – heeft ingezet voor de bloei van de wetenschap in Nederland. Hans Chang heeft volgens de Akademie grote verdiensten geleverd voor de wetenschapsbeoefening in het algemeen en het natuurkundig

onderzoek in Nederland in het bijzonder.

Sinds 1985 is Chang directeur van de Stichting FOM. Onder leiding van hem heeft FOM een agendabepalende rol voor het Nederlandse onderzoek kunnen spelen. Hij zorgde voor een maatschappelijke oriëntatie van het onderzoek, haalde de relaties met het bedrijfsleven aan, en betrok ook andere en nieuwe vakgebieden (zoals de fysica van levensprocessen) bij FOM.

Chang is volgens de KNAW uitgegroeid tot een gezaghebbende figuur binnen de Nederlandse fysische gemeenschap, die bestuurlijk zeer actief is. Hij leidde de Nederlandse delegatie naar het Global Science Forum en hij was tot voor kort voorzitter van het European Strategy Forum for Research Infrastructure, dat zich bezighoudt met grote investeringen in wetenschappelijke apparatuur in Europa.

BRON: KNAW