

## Samenvatting

De cruciale rol van docenten bij het implementeren van onderwijsvernieuwingen wordt al lang onderkend. De docent wordt daarbij niet alleen als uitvoerder maar ook als ontwerper van onderwijs beschouwd. Voor het ontwerpen van lessen hebben docenten echter veel minder tijd en middelen ter beschikking dan professionele ontwerpers. In dit artikel wordt daarom een pleidooi gehouden voor de ontwikkeling van praktische ontwerpondersteuning die enerzijds aansluit bij de onderwijsvernieuwing en anderzijds rekening houdt met beperkte tijd en omstandigheden waarin een docent lessen moet ontwerpen. We presenteren een theoretisch kader en een werkwijze voor het ontwikkelen van dergelijke ontwerpondersteuning. Volgens deze werkwijze hebben we ook ondersteuning voor biologie docenten ontwikkeld en beproefd voor het ontwerpen van lessen waarin leerlingen kennis ontwikkelen over biologische systemen door deze te herontwerpen (ontwerpend leren). Resultaten van het onderzoek laten zien dat de meeste deelnemende docenten met behulp van aangeboden ontwerpondersteuning in staat en bereid zijn lessen te ontwerpen volgens principes van ontwerpend leren.

## 1 Inleiding

Docenten in het voortgezet onderwijs worden regelmatig geconfronteerd met onderwijsvernieuwingen. Deze onderwijsvernieuwingen kunnen worden geïnitieerd op nationaal niveau, zoals zelfstandig leren in de Tweede Fase, of op lokaal niveau (school, team of individuele docent). De cruciale rol van docenten bij het implementeren van zowel nationale als lokale onderwijsvernieuwingen wordt al geruime tijd onderkend (Fullan, 2007). Daarbij worden docenten al lang niet meer gezien als louter uitvoerder maar ook als ontwerpers van onderwijs (Hoogveld, 2003; Nij-

hof, 1995; Tillema, 1983). Ook in onderwijsbeleidsrapporten wordt steeds vaker gewezen op het belang van de docent als ontwerper in de context van onderwijsvernieuwingen (KNAW, 2003; Ministerie van OC&W, 2007). De kans op succesvolle implementatie van de onderwijsvernieuwing, met beoogde leer-effecten bij leerlingen, wordt groter als docenten de vernieuwing ook willen en kunnen realiseren in hun klas (Fullan, 2007). Versterking van de rol van ontwerper is echter ook van belang voor de docent zelf. Docenten zullen met meer plezier (blijven) lesgeven indien hun lessen ook aansluiten bij hun eigen wensen en mogelijkheden (Janssen, Veldman, & Tartwijk, 2008). Dit veronderstelt echter wel dat docenten beschikken over een breed ontwerprepertoire, en dus veel verschillende onderwijsaanpakken kunnen ontwerpen, zodat hun onderwijspraktijk kan aansluiten bij zowel eigen wensen en kwaliteiten als die van hun leerlingen.

Hoewel het belang van docent als ontwerper steeds breder wordt onderschreven, moet worden geconstateerd dat professionalisering van en onderzoek naar docenten zich nauwelijks richt op het ontwerpproces (Hashew, 2005). Bovendien laat het relatief schaarse onderzoek naar ontwerpen door docenten zien dat ontwerpvaardigheden van docenten vaak niet toereikend zijn voor het ontwerpen van complexere onderwijsaanpakken (Clark & Peterson, 1986; Sanchez & Valcarel, 1998). Docenten zullen dus moeten worden ondersteund bij het ontwerpen van complexere vormen van onderwijs.

In dit artikel wordt nagegaan aan welke eisen een dergelijke ontwerpondersteuning moet voldoen en hoe dergelijke ondersteuning kan worden ontwikkeld. Daarbij richten we ons op ontwerpondersteuning voor onderwijsvernieuwingen die gebaseerd zijn op beproefde onderwijstheorieën. We zullen dergelijke onderwijsvernieuwingen voortaan aanduiden met de term theoriegeleide onderwijsvernieuwingen. Het formuleren van criteria voor ontwerpondersteuning vraagt aller-

eerst om een analyse van de situatie waarin een docent zich bevindt indien hij overweegt een theoriegeleide onderwijsvernieuwing vorm te geven in zijn lessen (paragraaf 2). Wij beargumenteren vervolgens op basis van deze analyse en voortbouwend op werk van Doyle en Ponder (1977) dat dergelijke ontwerpondersteuning praktisch moet zijn. Voor een nadere uitwerking van het idee van praktische ontwerpondersteuning gaan we te rade bij de theorie over evolutionair ontwerpen van Pollock (2006) en de theorie over snelle en zuinige heuristieken van Gigerenzer en zijn collega's (Gigerenzer, Todd, & ABC group, 1999; paragraaf 3). Deze theorieën bieden tevens aanknopingspunten voor een werkwijze voor de ontwikkeling van praktische ontwerpondersteuning voor docenten (paragraaf 4). Vervolgens worden opzet en resultaten van een exploratief onderzoek beschreven, gericht op het ontwikkelen en beproeven van praktische ontwerpondersteuning voor biologiedocenten (paragraaf 5). We sluiten dit artikel af met enige suggesties voor vervolgonderzoek (paragraaf 6).

## 2 Docent als ontwerper in de context van een theoriegeleide onderwijsvernieuwing

Ontwerpondersteuning voor docenten is alleen effectief indien ze is aangepast aan de situatie waarin de docent zich bevindt (vgl. Simon, 1996). Deze situatie bestaat enerzijds uit informatie en materiaal over de onderwijsvernieuwing en wordt anderzijds bepaald door de praktische omstandigheden waarin een docent zich bevindt. Wij gaan nu eerst na welk type informatie en materiaal over de vernieuwing een docent veelal tot zijn beschikking heeft. De laatste twee decennia zijn de onderwijstheorieën die ten grondslag liggen aan theoriegeleide onderwijsvernieuwingen in toenemende mate het resultaat van ontwerponderzoek (Plomp & Nieveen, 2009). In dit ontwerponderzoek wordt door middel van een iteratief proces van theoretische reflectie, ontwerpen en uitvoeren van onderwijs en onderzoeken van het verloop van onderwijsleerproces en leerresultaten een tweeledig doel nagestreefd: praktijkverbete-

ring en ontwikkeling van een onderwijstheorie. Dergelijk onderzoek resulteert dan ook veelal in beproefd lesmateriaal waarin de theorie exemplarisch is uitgewerkt. De onderwijstheorie zelf is veelal uitgewerkt in zogenaamde ontwerpprincipes. In deze ontwerpprincipes wordt gespecificeerd en verantwoord aan welke kenmerken het onderwijs moet voldoen willen bepaalde doelen worden gerealiseerd.

Ontwerponderzoek is door zijn arbeidsintensieve karakter vaak kleinschalig van opzet. Dit betekent dat maar een klein aantal docenten zelf betrokken is bij het ontwerponderzoek en dat de onderwijstheorie slechts voor een beperkt aantal onderwerpen en leer groepen is uitgewerkt. Analyses van schoolboeken tonen keer op keer aan, dat veel theoriegeleide onderwijsvernieuwingen niet adequaat worden vertaald in schoolboeken waar de meeste docenten mee werken (Van Berkel, 2005). Daarom zullen de meeste docenten die een theoriegeleide onderwijsvernieuwing willen vormgeven in een les of een lessenserie dit onderwijs vaak eerst zelf moeten ontwerpen, daarbij gesteund door enkele ontwerpprincipes en voorbeeldlesmateriaal.

Bij de ontwikkeling van ontwerpondersteuning moet niet alleen rekening worden gehouden met beschikbare informatie en materiaal, maar ook met de praktische omstandigheden waarin een docent zich bevindt. Ten eerste zal daarbij rekening moet worden gehouden met de beschikbare tijd van docenten. Hoewel er de laatste jaren bij een groeiend aantal scholen extra ontwerptijd in de jaartaak wordt opgenomen voor een klein aantal docenten, is voor het merendeel van de docenten de beschikbare ontwerptijd zeer beperkt (Bergen, Meer, & Otterlo, 2009). Recent grootschalig onderzoek naar tijdsbesteding van meer dan 2000 docenten in het voortgezet onderwijs laat zien, dat gemiddeld tegenover een uur lesgeven een half uur aan lesgebonden taken wordt besteed. (Bergen et al., 2009). Van deze lesgebonden taken wordt dan weer het meeste tijd besteed aan nakijken en corrigeren van werk van leerlingen, gevolgd door klaarmaken en -zetten van materiaal. De resterende tijd, veelal minder dan 15 minuten, wordt besteed aan het ontwerpen van lessen. Bij de inrichting van ontwerp-

ondersteuning zullen we er dus rekening mee moeten houden dat docenten maar weinig tijd ter beschikking hebben om lessen te ontwerpen.

Er is nog een tweede praktische omstandigheid die consequenties heeft voor inrichting van ontwerpondersteuning voor docenten. In tegenstelling tot veel ontwerponderzoekers zijn docenten niet alleen ontwerper maar ook zelf uitvoerder van de ontworpen lessen (Gustafson & Branch, 2002). Bovendien zijn docenten ook na het 'experiment' verantwoordelijk voor de klas waarin de lessen worden gegeven. Dit betekent dat een docent bij het ontwerpen van lessen niet alleen gericht zal zijn op het optimaliseren van het leerproces van de leerlingen, maar zich ook zal afvragen of hij zelf het ontworpen onderwijs kan en wil geven en op welke wijze de lessen de relatie met de leerlingen zullen beïnvloeden (Janssen, Veldman, & Tartwijk, 2008; Sanchez & Valcarel, 1998). Bij de ontwikkeling van ontwerpondersteuning zal ook hiermee rekening moeten worden gehouden.

De geschetste praktische omstandigheden zorgen er voor dat docenten onderwijsvernieuingsvoorstellen primair beoordelen op praktische gebruikswaarde (Doyle & Ponder, 1977). Doyle en Ponder hebben al in de jaren zeventig nader omschreven waaraan een vernieuwingsvoorstel moet voldoen wil een docent het als praktisch bruikbaar beschouwen. Drie criteria spelen hierbij een centrale rol: instrumentaliteit, harmonie en een gunstige kosten-batenverhouding. Wij werken deze criteria hieronder kort uit omdat ze richting geven aan ontwikkeling van ontwerpondersteuning die door docenten als praktisch bruikbaar wordt beoordeeld. Een vernieuwingsvoorstel heeft instrumentele inhoud indien wordt aangegeven wat een docent stap voor stap moet doen bij ontwerp en uitvoering van de lessen om de vernieuwing te implementeren. De docent beoordeelt een vernieuwingsvoorstel niet alleen op instrumentaliteit maar ook op harmonie. Het gaat hier om de vraag of het voorstel past bij de wijze waarop de docent normaliter te werk gaat.

De docent zal in het algemeen voorstellen willen uitvoeren die aansluiten bij en voortbouwen op wat hij wil en kan. Voorstellen die

erg van afwijken van opgebouwde routines zullen vaak als onpraktisch worden aangemerkt. Tot slot zal een docent een kosten-batenafweging maken bij het beoordelen van een onderwijsvernieuwing. Een centrale kostenfactor is dan de ingeschatte tijdsinvestering. Niet alleen de ontwerptijd, ook de onderwijstijd voor het behandelen van een onderwerp is beperkt. Als het gaat om opbrengsten denken docenten vaak niet in de eerste plaats aan het realiseren van uiteindelijke doelen van de vernieuwing, maar aan directe reacties van leerlingen en collega's en daarmee aan hun positie in de klas en school bij invoering van de vernieuwing. Vernieuwen biedt in dit opzicht namelijk een kans, maar is ook een risico (Janssen et al., 2008). Een zorgvuldig opgebouwde relatie met leerlingen en collega's wordt hiervoor niet graag op het spel gezet. Is de tijdsinvestering hoog en schat de docent directe reacties van leerlingen en collega's negatief in dan zal een voorstel eerder als onpraktisch worden beoordeeld.

Onderwijsinnovatieonderzoek dat sinds de jaren zeventig is verricht, bevestigt het belang van de door Doyle en Ponder geformuleerde criteria voor het succesvol invoeren van een onderwijsvernieuwing door docenten (Fullan, 2007). Tegen deze achtergrond kunnen we ook beter begrijpen waarom veel (theoriegeleide) onderwijsvernieuwingen vaak door docenten als minder praktisch worden beoordeeld (Doyle & Ponder, 1977; Fullan, 2007). Ze scoren vaak matig op harmonie, omdat het voor een docent vaak niet direct herkenbaar is hoe het voorstel aansluit bij wat de docent normaal al doet. Bovendien lijken in veel gevallen de kosten in termen van tijd (te) hoog te zijn en zijn de baten vaak onzeker. Omdat een docent nog niet in zijn eigen klas met het onderwijs heeft geëxperimenteerd, weet hij vaak niet hoe leerlingen in eerste instantie zullen reageren. Wat echter vooral ontbreekt bij de meeste onderwijs-theorieën is een instrumentele inhoud (Jonassen, 2005). De ontwerpprincipes schrijven wel voor aan welke kenmerken het onderwijs moet voldoen maar daarmee is nog niet duidelijk volgens welke stappen een docent onderwijs kan ontwerpen dat aan deze eisen voldoet. Als dergelijke procedures al worden

bijgeleverd dan kosten ze docenten vaak te veel tijd om regelmatig toe te passen (Hoogveld, 2003; Tillema, 1983; Tracey & Richey, 2007).

Als we daarom docenten in staat willen stellen om theoriegeleide onderwijsvernieuwingen vorm te geven in hun lespraktijk, is het van belang dat een onderwijstheorie wordt vergezeld van bijbehorende praktische ontwerpondersteuning voor docenten. Dit is ondersteuning die docenten helpt bij het ontwerpen van lessen volgens de ontwerpprincipes van de onderwijsvernieuwing. De ontwerpondersteuning is praktisch, indien ze procedures bevat waarmee docenten snel lessen volgens bepaalde ontwerpprincipes kunnen ontwerpen (instrumentele inhoud), die aansluiten bij en voortbouwen op wat een docent nu al doet (harmonie) en waarbij de verhouding tussen opbrengsten en kosten gunstig is.

Tot nu toe hebben we het maken van lessen door docenten volgens ontwerpprincipes van een bepaalde onderwijstheorie aangeduid met de term ontwerpen en het ondersteunen van dit proces met de term ontwerpondersteuning. Deze keuze vraagt om een nadere toelichting. In de literatuur worden de termen ontwerpen en ontwikkelen op twee manieren gebruikt (Gustafson & Branch, 2002). Enerzijds kunnen beide als overkoepelende termen worden gebruikt om te verwijzen naar de gehele systematische procedure van het analyseren, ontwerpen, ontwikkelen, implementeren en evalueren van onderwijs. Gustafson en Branch (2002) geven in dit verband de voorkeur aan de term ontwikkeling. Daarnaast verwijzen ontwerpen en ontwikkelen ieder naar afzonderlijke fasen binnen deze systematische procedure. In de ontwerpfasen worden ontwerpprincipes bepaald waaraan onderwijs moet voldoen en worden globale keuzes gemaakt met betrekking tot inhoud, volgorde, werkvormen en media. In de ontwikkelingsfase worden de keuzes uit de ontwerpfasen nader uitgewerkt tot concreet onderwijsmateriaal.

Wij willen docenten lessen laten maken die aansluiten bij een bepaalde onderwijstheorie. In dit geval hoeven de ontwerpprincipes niet door de docent te worden geformuleerd, maar zijn deze bij aanvang al gegeven.

De docent dient vervolgens globale keuzes te maken met betrekking tot inhoud, volgorde, werkvormen en media en werkt deze daarna uit in concreet onderwijsmateriaal. Dit betekent dat de activiteiten van de docenten deels kunnen worden gekarakteriseerd als ontwerpen (formuleren van globale keuzes op basis van gegeven ontwerpprincipes) en deels als ontwikkelen (het uitwerken van deze keuzes tot concreet onderwijsmateriaal). Omwille van de spaarzaamheid willen we activiteiten die docenten verrichten bij het maken van lessen volgens ontwerpprincipes van een bepaalde onderwijstheorie niet aanduiden met twee termen maar met één term. Wij kiezen om drie redenen voor de term ontwerpen en de daarvan afgeleide term ontwerpondersteuning. Ten eerste bepalen keuzes in de ontwerpfasen in belangrijke mate het uiteindelijke onderwijs. Ten tweede zullen docenten juist voor deze fase de meeste ondersteuning nodig hebben. Ten slotte worden de termen ontwerpen en ontwerpondersteuning onmiddellijk geassocieerd met het maken van lessen en de ondersteuning daarbij, terwijl de termen ontwikkelen en ontwikkelondersteuning gemakkelijk worden geassocieerd met docentprofessionalisering in het algemeen. We zullen daarom de term ontwikkelen hier alleen gebruiken om, in navolging van Gustafson en Branch (2002), het geheel van activiteiten aan te duiden die wij zelf hebben ondernomen om ontwerpondersteuning voor docenten te bedenken en te beproeven.

### 3 Evolutionair ontwerpen en snelle en zuinige heuristieken

De drie criteria van Doyle en Ponder (instrumentaliteit, harmonie en gunstige kosten-batenverhouding) geven weliswaar enige richting aan de ontwikkeling van praktische ontwerpondersteuning, maar deze criteria zullen nog wel moeten worden uitgewerkt. Aanknopingspunten hiervoor hebben we gevonden bij een tweetal theorieën, die voortbouwen op de idee van begrensde rationaliteit die Herbert Simon al in de jaren vijftig introduceerde (Simon, 1996). Simon gaat er vanuit dat mensen in de praktijk niet de tijd, middelen en capaciteiten hebben alle moge-

lijke oplossingen te overdenken en vervolgens de optimale oplossing voor een praktisch probleem te kiezen. In plaats daarvan hanteren ze heuristieken om snel bevredigende oplossingen te genereren. Pollock (2006) heeft in deze traditie een theorie uitgewerkt over evolutionair ontwerpen die vooral antwoord geeft op de vraag wat mensen bevredigende oplossingen vinden en biedt daarmee een nadere uitwerking van het harmonie en kosten-batencriterium. Gigerenzer en zijn collega's (1999) hebben zogenaamde snelle en zuinige heuristieken uitgewerkt waarmee het criterium van instrumentaliteit nader kan worden uitgewerkt.

### **3.1 Evolutionair ontwerpen**

Pollock heeft een theorie over oplossen van praktische problemen ontwikkeld met als uitgangspunt dat mensen in de praktijk vaak niet streven naar een onbereikbaar optimum maar naar verbetering van de bestaande situatie (Pollock, 2006). In de praktijk wordt veelal begonnen met een globaal ontwerp dat afhankelijk van beschikbare denktijd en middelen kan worden bijgesteld en/of aangevuld tot een beter ontwerp. Pollock gaat daarbij uitvoerig in op de vraag wat als beter kan worden beschouwd.

Hij werkt dit nader uit aan de hand van een centraal begrip binnen veel beslis-, attitude- en innovatieonderzoek: verwachte opbrengst (Chuttur, 2009; Fishbein & Ajzen, 2010). De verwachte opbrengst van een ontwerp wordt bepaald door het product van twee factoren: 1) ingeschatte wenselijkheid van verwachte uitkomsten en 2) ingeschatte waarschijnlijkheid dat de persoon met het betreffende ontwerp de verwachte uitkomsten kan realiseren. Pollock beargumenteert en demonstreert dat mensen een verandering van een bestaand ontwerp als een verbetering beschouwen, indien de verwachte opbrengst van een nieuw ontwerp hoger is dan van het bestaande ontwerp. Volgens Pollock streven mensen dus niet naar een vaak onhaalbare optimalisering van verwachte opbrengst maar 'slechts' naar verhoging van verwachte opbrengst t.o.v. van de bestaande situatie. In de theorie van evolutionair ontwerpen worden daarmee twee aspecten van praktische bruikbaarheid nader uitgewerkt. Het kosten-

batenaspect wordt uitgewerkt in het preciezer begrip verwachte opbrengst. Er is expliciet aandacht voor harmonie doordat de bestaande situatie telkens als referentiepunt wordt genomen om in te schatten of verandering ook als verbetering wordt beschouwd. Aan een ander belangrijk aspect van praktische bruikbaarheid, namelijk instrumentele inhoud, wordt in de theorie van Pollock nauwelijks aandacht besteed. Hiervoor gaan we te rade bij de theorie van Gigerenzer over snelle en zuinige heuristieken.

### **3.2 Snelle en zuinige heuristieken**

Gigerenzer benadrukt, in navolging van Simon, de centrale rol van heuristieken bij het oplossen van praktische problemen. Heuristieken zijn vuistregels die helpen bij het zoeken van een bevredigende oplossing voor het probleem. Gigerenzer richt zich daarbij dan vooral op een bepaalde klasse van heuristieken: snelle en zuinige heuristieken (Gigerenzer, 2004; Gigerenzer et al., 1999). Dit zijn heuristieken waarmee je met weinig informatie (zuinig) snel tot een oplossing kunt komen. Hoe vangt bijvoorbeeld een honkbalspeler een hoge bal? Het berekenen van de baan is niet eenvoudig. Goede spelers hoeven echter helemaal niet te berekenen waar de bal komt; ze hanteren veelal de volgende eenvoudige fixeerheuristiek: fixeer je blik op de bal, begin te lopen of te rennen en pas je snelheid zodanig aan dat de hoek waaronder je de bal waarneemt, constant blijft. Een speler die deze heuristiek toepast, hoeft niets te weten van windsnelheid, luchtweerstand etc. Alle relevante feiten zijn besloten in de belangrijkste variabele: de hoek waaronder hij de bal ziet.

Gigerenzer en zijn onderzoeksgroep laten niet alleen zien dat met snelle en zuinige heuristieken vaak goed praktische problemen kunnen worden opgelost, ze hebben voor diverse heuristieken ook aangetoond dat hiermee problemen zelfs beter worden opgelost dan wanneer ingewikkeldere procedures worden gehanteerd waarvoor veel meer informatie en reken capaciteit nodig is. Zo zijn krachtige computers niet in staat om precies de plaats te berekenen waar de bal terecht zal komen. Ook de spelers zelf kunnen niet goed inschatten waar de bal terecht zal komen.

Maar de heuristiek brengt de speler wel exact naar die plek toe. Snelle en zuinige heuristieken werken goed omdat ze zijn aangepast aan de omgeving waarin ze moeten functioneren. Ze benutten juist die informatie uit de omgeving die direct relevant is voor de probleemoplosser en bovendien relatief eenvoudig kan worden verwerkt.

Met het idee van snelle en zuinige heuristieken kan het aspect van instrumentele inhoud van praktische bruikbaarheid nader worden ingevuld. Bij een voorstel voor onderwijsvernieuwing zouden eigenlijk snelle en zuinige ontwerpheuristieken moeten worden bijgeleverd zodat een docent ook weet hoe hij lessen volgens deze aanpak op eenvoudige en snelle manier kan ontwerpen.

Wij zijn van mening dat evolutionair ontwerpen en snelle en zuinige heuristieken beide aanknopingspunten kunnen bieden voor ontwikkeling van praktische ontwerpsteuning. Pollock laat zien hoe rekening kan worden gehouden met de bestaande situatie (harmonie) en werkt het kostenbatenaspect nader uit in termen van verwachte opbrengst. Gigerenzer laat zien dat met name snelle en zuinige heuristieken de benodigde instrumentele inhoud kunnen leveren om doelen ook daadwerkelijk te realiseren in beperkte tijd en met beperkte informatie.

#### 4 Ontwikkeling van praktische ontwerpsteuning voor docenten

In deze paragraaf wordt een werkwijze gepresenteerd voor het ontwikkelen van praktische ontwerpsteuning voor docenten. De zojuist beschreven twee theorieën leveren de belangrijkste ingrediënten voor deze werkwijze.

Het eerste centrale element zijn snelle en zuinige ontwerpheuristieken. Met behulp van deze heuristieken kan een docent in staat worden gesteld lessen te ontwerpen volgens de ontwerpprincipes van de betreffende onderwijsvernieuwing. Dergelijke ontwerpheuristieken zullen dan eerst moeten worden geïdentificeerd. Daarvoor kunnen we docenten raadplegen die al ruime ervaring hebben opgedaan met ontwerpen van lessen volgens

een bepaalde theoriegeleide onderwijsvernieuwing. Docenten die ervaring hebben het ontwerpen van onderwijs volgens een bepaalde onderwijsaanpak zullen we voortaan aanduiden met de term ervaren docenten. Voor de constructie van praktische ontwerpsteuning dienen we niet alleen inzicht te hebben in snelle en zuinige ontwerpheuristieken van ervaren docenten, maar ook in de heuristieken en resulterende leskenmerken van docenten die nog nauwelijks ervaring hebben met de betreffende onderwijsaanpak. Deze docenten zullen we voortaan aanduiden met de term onervaren docent (let wel: onervaren met betrekking tot ontwerpen van de betreffende onderwijsaanpak). Kennis van gehanteerde heuristieken en resulterende leskenmerken van onervaren docenten is van belang, omdat het alleen zo mogelijk wordt aan te sluiten bij wat onervaren docenten al doen en hun aanpak verder te ontwikkelen in de richting van de ervaren docenten. Deze ontwerpheuristieken kunnen evenals andere cognitieve strategieën worden geleerd volgens het meester-gezelmodel (Collins, Brown, & Newman, 1989). Dit betekent dat docenten nieuwe heuristieken leren hanteren door dit hen eerst voor te doen en docenten vervolgens hiermee met afnemende ondersteuning en feedback te laten oefenen bij realistische ontwerp taken.

Een snelle en zuinige ontwerpheuristiek zal een docent alleen kunnen helpen als hij deze ook wil gebruiken. De theorie over evolutionair ontwerpen voorspelt dat de bereidheid van de docent zal toenemen indien hij inschat dat de verwachte opbrengst van de nieuwe onderwijsaanpak hoger is dan de verwachte opbrengst van zijn reguliere onderwijsaanpak (Pollock, 2006). Voor de ontwikkeling van praktische ontwerpsteuning is vooral inzicht in de opvattingen die de verwachte opbrengst bepalen van belang. Het zijn namelijk nu juist deze achterliggende specifieke opvattingen waarbij moet worden aangesloten en voortgebouwd bij de constructie van praktische ontwerpsteuning (Fishbein & Ajzen, 2010). Om inzicht te krijgen in opvattingen die de wenselijkheidcomponent van de verwachte opbrengst bepalen (ingeschatte consequenties en hoe deze worden gewaardeerd), vragen we zowel erva-

ren als onervaren docenten naar ingeschatte voor- en nadelen van de nieuwe onderwijsaanpak (zie Tabel 3). Om inzicht te krijgen in opvattingen die aan de waarschijnlijkheidscomponent van verwachte opbrengst ten grondslag liggen (waarschijnlijkheid dat gewenste consequenties ook worden gerealiseerd), vragen we naar moeilijkheden die ervaren en onervaren docenten verwachten bij zowel ontwerpen als uitvoeren van onderwijs volgens de nieuwe onderwijsaanpak (zie Tabel 3). Op basis van kennis van deze opvattingen kan praktische ontwerpondersteuning verder worden vormgegeven.

Voor het uitlijnen van de praktische ontwerpondersteuning nemen we de theorie van Pollock als uitgangspunt: in praktijksituaties streven mensen niet naar optimalisatie maar naar verbetering van verwachte opbrengst ten opzichte van de bestaande situatie. Dit betekent dat we de praktische ontwerpondersteuning zo willen vormgeven dat het start bij het reguliere onderwijs van de docent en dat docenten vervolgens ervaren dat door stapsgewijze kleine aanpassingen in de richting van de gewenste onderwijsvernieuwing (gestuurd door snelle ontwerpheuristieken) de verwachte opbrengst verbetert (zie Tabel 9 voor een voorbeeld). De verwachte opbrengst kan worden verbeterd door ingeschatte voordelen van gewenste onderwijs te vergroten en ingeschatte nadelen en moeilijkheden te verkleinen (Fishbein & Ajzen, 2010). Nu zijn inschattingen van onervaren docenten niet altijd reëel. Dergelijke niet realistische opvattingen kunnen we veranderen door docenten zelf deze opvattingen te laten toetsen in de praktijk. Als onervaren docenten bijvoorbeeld inschatten dat het nieuwe onderwijs veel meer uitvoeringstijd vraagt dan hun bestaande onderwijs, dan nodigen we docenten uit om deze uitvoeringstijd ook daadwerkelijk te meten. De reëel ingeschatte nadelen en moeilijkheden zullen in veel gevallen het resultaat zijn van beperkte ontwerpvaardigheden in casu beperkte beschikbaarheid van snelle en zuinige ontwerpheuristieken die we vervolgens docenten kunnen aanbieden.

De hierboven beschreven werkwijze voor de ontwikkeling van praktische ontwerpondersteuning hebben we hieronder kort samengevat in een stappenplan.

- 1) Onderzoek bij ervaren docenten: gehanteerde ontwerpheuristieken; kenmerken onderwijs; verwachte opbrengst in relatie tot regulier onderwijs; en voor- en nadelen en moeilijkheden bij ontwerpen en uitvoeren van het onderwijs.
- 2) Onderzoek bij onervaren docenten: gehanteerde ontwerpheuristieken; kenmerken onderwijs; verwachte opbrengst; en ingeschatte voor- en nadelen en moeilijkheden.
- 3) Formuleer op basis van vergelijking van uitkomsten bij stap 1 en 2 welke ontwerpheuristieken en ingeschatte voor- en nadelen en moeilijkheden aangrijpingspunten dienen te zijn voor ontwerpondersteuning.
- 4) Ontwikkel ontwerpondersteuning op basis van 3) opdat de onervaren docenten zich in de richting van ervaren docenten kunnen ontwikkelen met betrekking tot ontwerpen van betreffende onderwijs.
- 5) Test bij de groep onervaren docenten in hoeverre de ontwerpondersteuning tot gewenste resultaten leidt. Herhaal indien nodig eerdere stappen in het licht van de gevonden resultaten.

## 5 Ontwikkeling en effecten van praktische ontwerpondersteuning voor biologiedocenten

Het eerder beschreven theoretisch kader en de daarvan afgeleide werkwijze hebben we toegepast voor het ontwikkelen en onderzoeken van praktische ontwerpondersteuning voor biologiedocenten behorend bij de onderwijstheorie ontwerpend leren (Janssen, 1999). Dit onderzoek heeft een praktisch en een theoretisch doel. Enerzijds willen we praktische ontwerpondersteuning ontwikkelen waarmee biologiedocenten ook daadwerkelijk lessen kunnen ontwerpen volgens de principes van ontwerpend leren. Anderzijds willen aan de hand van deze exemplarische uitwerking meer inzicht krijgen in bruikbaarheid en effectiviteit van de theoretische kernelementen voor praktische ontwerpondersteuning: snelle en zuinige ontwerpheuristieken en stapsgewijze verbetering van verwachte opbrengst.

## 5.1 Introductie

Uitgangspunt bij ontwerpnd leren is dat biologische systemen, als nier, hart, immuunsysteem etc. kunnen worden beschouwd als goede ontwerpen, waardoor leerlingen kennis over deze systemen kunnen ontwikkelen door het systeem in een aantal stappen opnieuw te ontwerpen (Janssen, 1999). Startpunt daarbij is de functie van het systeem als geheel, dat wordt geherformuleerd in het eerste ontwerpprobleem. Zo heeft het immuunsysteem de functie ons te beschermen tegen binnengedrongen ziekteverwekkers. Het eerste ontwerpprobleem dat leerlingen krijgen voorgelegd is dan ook: hoe kan een binnengedrongen ziekteverwekker onschadelijk worden gemaakt? Leerlingen werken vervolgens eerst individueel en daarna in groepjes aan een oplossing voor dit probleem waarbij ze telkens zoeken naar de meest eenvoudige oplossing en deze bekritisieren en bijstellen door na te gaan wat het nadeel is van deze oplossing voor het organisme als geheel. Vervolgens wordt klassikaal onder leiding van de docent de beste oplossing van ieder groepje besproken en geëvalueerd en gerelateerd aan de oplossing die in de natuur voor dit probleem is geselecteerd. Het nadeel van deze oplossing wordt op zijn beurt weer geherformuleerd in het nieuwe ontwerpprobleem, waarna de procedure zich weer herhaalt. Op deze manier ontwikkelen leerlingen door het stellen en oplossen van een reeks opeenvolgende ontwerpproblemen kennis over de functies en werking van een biologisch systeem. Voor een uitvoerige onderwijspsychologische en vakdidactische verantwoording van ontwerpnd leren en resultaten van het ontwerp onderzoek verwijzen we naar Janssen (1999).

Het ontwerpen van dergelijk onderwijs is niet eenvoudig voor een biologiedocent. In schoolboeken die veel biologiedocenten voor hun lesvoorbereiding gebruiken, wordt kennis namelijk niet via opeenvolgende problemen gepresenteerd. Vergelijk bijvoorbeeld de wijze waarop in een veel gebruikt biologieschoolboek bloedstolling wordt gepresenteerd met de wijze waarop dit volgens ontwerpnd leren aan de orde zou kunnen worden gesteld.

Als er een bloedvat stuk is gegaan, komen

er uit het beschadigde weefsel stoffen vrij. Bloedplaatjes kleven aan de beschadigde bloedvatwand en gaan te gronde, waardoor ook uit de bloedplaatjes stoffen vrijkomen. In beide gevallen brengen de vrijgekomen stoffen een keten van reacties op gang. Hierdoor wordt protrombine (een inactief pro-enzym) omgezet in trombine (een actief enzym). Onder invloed van trombine wordt fibrinogeen uit het bloedplasma omgezet in fibrine. Fibrine vormt een netwerk van draden, waartussen bloedcellen blijven hangen. Ook deze bloedplaatjes gaan te gronde, waardoor de stoffen uit de bloedplaatjes blijven vrijkomen. Het proces van bloedstolling blijft doorgaan tot het bloedstolsel de wond geheel afsluit" (Smits & Waas, 2005, p. 323).

Een docent dient dus eerst na te gaan voor welke ontwerpproblemen de gepresenteerde kennis een oplossing is. Vervolgens moet hij zich bij de formulering en ordening van ontwerpproblemen telkens verplaatsen in de leerlingen. Hij moet nagaan in hoeverre leerlingen met hun voorkennis in staat zijn de gewenste oplossingen en nadelen te bedenken en zo nodig de formulering van het probleem aanpassen en/of extra informatie aanbieden. Veel docenten hebben ondersteuning nodig bij het ontwerpen van een dergelijke complexe vorm van onderwijs. Het praktisch doel van ons onderzoek was daarom ontwikkeling van een praktische ontwerpondersteuning voor biologiedocenten voor het ontwerpen van lessen volgens principes van ontwerpnd leren. Hierbij hebben we de van ons theoretisch kader afgeleide werkwijze gehanteerd die in vorige paragraaf is beschreven. Ten behoeve van de ontwikkeling van praktische ontwerpondersteuning dienen dan ook de volgende vragen te worden beantwoord:

- 1) Welke kenmerken heeft het onderwijsontwerp van ervaren en onervaren docenten?
- 2) Welke ontwerpheuristieken hanteren ervaren en onervaren docenten bij het ontwerpen van het gewenste onderwijs (in casu onderwijs volgens principes van ontwerpnd)?
- 3) Wat is de verwachte opbrengst van gewenst en regulier onderwijs volgens ervaren en onervaren docenten?
- 4) Wat zijn voor- en nadelen van gewenst on-



Tabel 1

Globale opzet van een lesontwerp over bloedstolling volgens de principes van ontwerpnd leren

Systeem : Bloedstollingsmechanisme		
Functie : Bloedstolling na verwonding		
Ontwerpprobleem	Eenvoudige oplossing	Nadeel
1. Hoe zorg je er voor dat bloed stolt na verwonding?	1. Met een soort lijm wordt het wondje dichtgeplakt ( <i>fibine</i> ).	1. Die lijm kan ook zonder wondje er voor zorgen dat je bloed dik wordt en gaat plakken (ga naar probleem 2)
2. Hoe zorg je er voor dat de lijm aanwezig is als er ook inderdaad een wondje is.	2a Lijm wordt ergens veilig opgeslagen en komt pas te voor schijn als het nodig is.	2a. De lijm moet dan worden getransporteerd naar wondje en kan op de weg er naar toe al zorgen voor ongewenst dik worden en plakken van het bloed (oplossing wordt verworpen).
	2b. Lijm is in inactieve vorm altijd en overal aanwezig ( <i>fibrinogeen</i> ) en wordt pas actief door stoffen in je bloed	2b. Die lijmactiverende stoffen mogen pas in het bloed komen als er ook inderdaad een wondje is (ga naar probleem 3)
3. Hoe zorg je er voor dat lijmactiverende stoffen pas in bloed komen als er een wondje is.	3. Stoffen zijn zelf in een inactieve vorm aanwezig ( <i>pro-trombine</i> ), worden actief ( <i>trombine</i> ) door stoffen die vrijkomen bij beschadiging van de huid tijdens verwonding.	

*Noot:* Gecursiveerd zijn de biologische termen die door de docent worden aangeboden. Keuzes met betrekking tot sturing, representatievormen en groepeeringsvorm zijn hier nog niet gespecificeerd.

- derwijs volgens ervaren en onervaren docenten?
- 5) Wat zijn moeilijkheden van gewenst onderwijs volgens ervaren en onervaren docenten?
- 6) Welke kenmerken en effecten heeft praktische ontwerpondersteuning waarin onervaren docenten zich ontwikkelen tot ervaren docenten met betrekking tot ontwerpen van gewenst onderwijs?

## 5.2 Methode

### *Deelnemers*

Voor beantwoording van deze vragen hebben 11 ervaren en 11 onervaren docenten aan dit onderzoek deelgenomen. De ervaren docenten hebben in het kader van hun lerarenopleiding al eerder kennisgemaakt met ontwerpnd leren. Zij hebben in het kader van hun opleiding een lessenserie gegeven volgens principes van ontwerpnd leren over het immuunsysteem die door eerste auteur zijn ontwikkeld (Janssen, 1999). Deze docenten hebben echter geen scholing gehad in het ontwerpen van lessen volgens de principes van ontwerpnd leren. De ervaren docenten in dit onderzoek hebben allen deze lessen-

serie sindsdien meerdere keren gegeven en hebben de eerste auteur regelmatig gerapporteerd over hun pogingen ook voor andere biologische onderwerpen lessen te ontwerpen volgens de principes van ontwerpnd leren. Wij verwachten dat docenten die vaker hebben geprobeerd lessen volgens principes van ontwerpnd leren te ontwerpen waarschijnlijk bruikbare ontwerpheuristieken hebben ontwikkeld, die onervaren docenten kunnen helpen bij ontwerpen van soortgelijke lessen. Uit deze groep zijn 15 ervaren docenten aangeschreven om mee te doen met dit onderzoek. De 13 docenten die bereid waren om mee te doen hebben ons vervolgens een lesontwerp toegestuurd, waarmee ze beoogden ontwerpnd leren uit te werken voor een bepaald biologisch onderwerp. Deze lesontwerpen zijn met behulp van een *rubric* beoordeeld (zie Tabel 2 voor fragment van deze *rubric*). De lesontwerpen van 11 docenten bleken voldoende om mee te kunnen doen met dit onderzoek. De leservaring van de betreffende docenten varieerde van twee jaar ervaring tot vier jaar. De onervaren docenten in dit onderzoek waren ten tijde van het onderzoek in de vierde maand van hun universitaire lerarenopleiding biologie. Zij beschik-

ten allen over een master biologie of biomedische wetenschappen en gaven drie maanden zelfstandig enige biologielessen, variërend van 5-12 lessen per week.

### *Dataverzameling en -analyse*

Wij schetsen eerst kort het tijdsverloop van de dataverzameling. Daarna zullen we voor elke vraag in meer detail beschrijven en verantwoorden welke data zijn verzameld en hoe deze zijn geanalyseerd. We hebben eerst vastgesteld hoe ervaren en onervaren docenten verschilden met betrekking tot kenmerken van het lesontwerp, gehanteerde ontwerpheuristieken, verwachte opbrengst, ingeschatte voor- en nadelen en moeilijkheden. Vervolgens zijn de belangrijkste verschillen tussen ervaren en onervaren docenten geïdentificeerd. Een verschil werd belangrijk gevonden indien drie of meer onervaren docenten zich met betrekking tot het betreffende kenmerk (kenmerken lesontwerp, ontwerpheuristiek, voor- en nadelen en moeilijkheden) onderscheidde van de ervaren docenten. Op basis van de geïdentificeerde verschillen is praktische ontwerpondersteuning ontwikkeld en aangeboden. Daarna zijn opnieuw bovengenoemde kenmerken bij de onervaren docenten vastgesteld.

Voor het vaststellen van *kenmerken van het onderwijsontwerp* (vraag 1) zijn schriftelijke lesplannen van ervaren en onervaren docenten verzameld en beoordeeld met behulp van een *rubric*. (zie Tabel 2 voor fragment van deze *rubric*). Voor ieder gewenst onderwijskenmerk (ontwerpprincipe) zijn drie niveaus zijn geformuleerd (1 = *onvoldoende*, 2

= *voldoende* en 3 = *goed*). De ervaren docenten mochten deelnemen aan het onderzoek indien ze minimaal vier van de zes kenmerken voldoende of goed scoorden. Bij de onervaren docenten werd aan het begin en aan eind (respectievelijk fase 0 en fase 6, zie Tabel 9) van de praktische ontwerpondersteuning een schriftelijk lesplan ingenomen en gescoord met behulp van de *rubric*. De lessen van zowel de ervaren als onervaren docenten zijn door twee beoordelaars (een biologiedidacticus die ook zelf lesgeeft en de eerste auteur) met behulp van de *rubric* onafhankelijk van elkaar beoordeeld. Daarbij is nagegaan hoeveel docenten bij een bepaald onderwijskenmerk voldoende of goed scoorden. In de meeste gevallen kon overeenstemming worden bereikt. In zeven gevallen bleek er verschil van mening te zijn of een leskenmerk als voldoende of als goed zou moeten worden gescoord. Dit maakt echter voor de eindscore geen verschil omdat hiervoor de kenmerken die voldoende en goed scoorden bij elkaar werden opgeteld.

Van zowel ervaren als onervaren docenten is vastgesteld welke *ontwerpheuristieken* ze gebruiken bij het ontwerpen van lessen volgens de principes van ontwerp leren (vraag 2). Bij de onervaren docenten zijn gehanteerde ontwerpheuristieken zowel aan begin (fase 0, zie Tabel 9) als aan het eind van de praktische ontwerpondersteuning vastgesteld (fase 6, zie Tabel 9). Voor het vaststellen van gehanteerde ontwerpheuristieken hebben we onervaren en ervaren docenten gevraagd tijdens het ontwerpproces elke drie minuten te noteren in eigen woor-

Tabel 2

*Fragment van een rubric waarmee de lessen van docenten zijn beoordeeld*

<i>Ontwerpprincipe</i>	<i>Onvoldoende</i>	<i>Voldoende</i>	<i>Goed</i>
Nadeel van de gekozen oplossing wordt in een nieuw ontwerpprobleem geformuleerd	Nieuw ontwerpprobleem komt niet voort uit nadeel van gekozen oplossing	Nieuwe ontwerpprobleem komt voort uit nadeel maar in het ontwerpprobleem worden nieuwe criteria geformuleerd	Nieuwe ontwerpprobleem is herformulering van nadeel van de gekozen oplossing
Voorbeeld: Gekozen oplossing: Macrofaag (eetcel) Nadeel: Kan ook lichaamseigen materiaal opeten	Ontwerpprobleem: Hoe kunnen virusgeïnfecteerde cellen onschadelijk worden gemaakt?	Ontwerpprobleem: Hoe kunnen lichaamseigen materiaal specifiek worden herkend?	Ontwerpprobleem: Hoe kan worden voorkomen dat een eetcel lichaamseigen materiaal opeet?

den op papier (ontwerpnootities) welke activiteiten ze hebben ondernomen tot dan toe. Vervolgens hebben de twee beoordelaars onafhankelijk van elkaar deze schriftelijke ontwerpnootities geanalyseerd. De gehanteerde ontwerpheuristieken werden daarbij geclusterd naar het betreffende ontwerpprincipes van ontwerpend leren. Indien ontwerpheuristieken sterk overeenkwamen werden ze onder één noemer beschreven. Bij drie ontwerpheuristieken bleek er een verschil tussen de beoordelaars te bestaan dat eenvoudig kon worden opgelost. Eén ontwerpheuristiek (nr.1, zie Tabel 5) bleek bij meerdere ontwerpprincipes te kunnen worden ondergebracht. Een andere ontwerpheuristiek bleek te bestaan uit drie deelheuristieken (nr. 5, zie Tabel 5) die de ene beoordelaar apart en de andere beoordelaar als onderdelen van overkoepelende heuristiek had beschreven. Vervolgens is voor iedere ontwerpheuristiek aangegeven hoeveel ervaren docenten en hoeveel onervaren docenten deze heuristiek hanteerden.

Voor het vaststellen van *verwachte opbrengst* van hun reguliere onderwijs en onderwijs volgens ontwerpend leren (vraag 3)

hebben we de deelnemende docenten wenselijkheid en waarschijnlijkheid laten scoren op een zevenpunts schaal. De wenselijkheid schaal liep van -3 (*zeer onwenselijk*) naar +3 (*zeer wenselijk*). De waarschijnlijkheids-schaal liep van -3 (*dat gaat mij zeker niet lukken*) naar +3 (*dat gaat me zeker wel lukken*; Tabel 3). De onervaren docenten hebben deze vragen met betrekking tot verwachte opbrengst aan het begin (fase 0, zie Tabel 9) en aan het eind van de praktische ontwerpondersteuning ingevuld (fase 7, zie Tabel 9). Op basis van deze gegevens zijn gemiddelde scores voor *wenselijkheid* en *waarschijnlijkheid* van zowel ervaren als onervaren docenten (bij begin- en eindmeting) vastgesteld.

Voor beantwoording van vragen over *voor- en nadelen* en *moeilijkheden* (vragen 4 en 5) is de deelnemende docenten gevraagd de vier meest zwaarwegende voor- en nadelen te noemen en de vier meest zwaarwegende moeilijkheden ten aanzien van zowel ontwerpen als uitvoeren van ontwerpend leren (Tabel 3). De onervaren docenten hebben deze vragen zowel aan begin als aan eind van de praktische ontwerpondersteuning beantwoord (respectievelijk fase 0 en fase 7, zie

Tabel 3

*De vragen met betrekking tot verwachte opbrengst (wenselijkheid en waarschijnlijkheid) en achterliggende opvattingen die de deelnemende docenten zijn gesteld*

1. Het onderwijs dat ik meestal geef, vind ik:  
 Zeer onwenselijk : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : Zeer wenselijk
2. Het onderwijs dat ik meestal geef, lukt mij :  
 Zeker niet : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : Zeker wel
3. Onderwijs geven volgens principes van ontwerpend leren, vind ik:  
 Zeer onwenselijk : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : Zeer wenselijk
4. Onderwijs geven volgens principes van ontwerpend leren, lukt mij:  
 Zeker niet : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : \_ : Zeker wel

5. Wat zijn volgens u de vier meest zwaarwegende voordelen van onderwijs volgens principes van ontwerpend leren?
6. Wat zijn volgens u de vier meest zwaarwegende nadelen van onderwijs volgens principes van ontwerpend leren?
7. Wat zijn volgens u de vier meest zwaarwegende moeilijkheden bij ontwerpen en uitvoeren van onderwijs volgens principes van ontwerpend leren?

Tabel 4

*Gewenste onderwijskenmerken (ontwerpprincipes) van ontwerpend leren en het aantal ervaren docenten, onervaren docenten voor en na het praktische ontwerpondersteuning die voldoende of goed scoorde voor het betreffende onderwijskenmerk*

	Ervaren docenten (n = 11)	Onervaren docenten voor (n = 11)	Onervaren docenten na (n = 11)
Introductie start met functie van het systeem als geheel dat wordt geherformuleerd in een eerste ontwerpprobleem.	9	4	7
Eén of meerdere oplossingen en nadelen voor dit probleem worden aangeboden die leerlingen zouden kunnen bedenken of worden zelf bedacht door de leerlingen.	8	2	8
Alternatieve oplossingen worden gewogen en het eenvoudigste alternatief met minste nadelen wordt gekozen.	9	4	7
Deze oplossing wordt vergeleken met werkelijke oplossing en kennis wordt waar nodig aangevuld.	10	8	11
Nadeel van gekozen oplossing wordt in een nieuw ontwerpprobleem geformuleerd.	9	5	8
Leerlingen passen regelmatig verworven kennis toe.	11	6	10

Tabel 9). We kozen er voor te vragen naar een beperkt aantal ingeschatte voor- en nadelen en moeilijkheden, omdat uit attitudeonderzoek blijkt dat mensen slechts een beperkt aantal aspecten in overweging (kunnen) nemen bij beslissingen (Fishbein & Ajzen, 2010). Bovendien krijgen we zo zicht op die opvattingen die waarschijnlijk de beslissingen van docenten het meest bepalen en dus ook het belangrijkste zijn voor de inrichting van praktische ontwerpondersteuning. Antwoorden van docenten zijn door de twee beoordelaars onafhankelijk van elkaar geclusterd en geteld. Slechts in twee gevallen bleek er verschil van mening te bestaan. In beide gevallen had de ene beoordelaar twee gerapporteerde moeilijkheden apart benoemd en gescoord, terwijl de andere beoordelaar deze had samengevoegd tot één moeilijkheid, na overleg is voor de laatste oplossing gekozen.

Op basis van de belangrijkste gevonden verschillen tussen ervaren en onervaren is *praktische ontwerpondersteuning* ontwikkeld (vraag 6). In Tabel 9 wordt een overzicht gegeven van de aangeboden praktische ontwerpondersteuning. De onervaren docenten voerden de ontworpen lessen telkens uit in hun eigen (stage)klas (fasen 2, 5 en 6, zie Tabel 9).

### 5.3 Resultaten

#### *Kenmerken onderwijsontwerp en gehanteerde ontwerpheuristieken van ervaren en onervaren docenten*

Wanneer we kenmerken van onderwijsontwerpen van onervaren en ervaren docenten vergelijken (Tabel 4) dan valt enkele resultaten vooral op: onervaren docenten beginnen regelmatig niet bij de functie van het systeem als geheel, er worden vaak geen alternatieve oplossingen geformuleerd, en de geformuleerde oplossingen kunnen vaak niet door leerlingen worden bedacht. De oplossingen veronderstellen met andere woorden vaak kennis van leerlingen waarover ze op dat moment nog niet kunnen beschikken. Dit laatste betekent dat de stappen tussen de ontwerp-problemen vaak te groot zijn om door leerlingen betekenisvol te kunnen worden gevolgd. Onervaren docenten kiezen daarbij ook vaker voor een alles-of-niets aanpak: of leerlingen moeten het helemaal zelf bedenken of de oplossing wordt helemaal aangeboden. Bij ervaren docenten zien we daarentegen dat ze de keuzes en de begeleiding bij oplossen van een ontwerpprobleem zo voorstructureren dat leerlingen met grotere kans van slagen zelf een belangrijk onderdeel van het systeem kunnen ontdekken.

Deze verschillen in ontwerp kunnen grotendeels worden toegeschreven aan verschillen in de ontwerpheuristiek die onervaren en ervaren docenten hanteren (Tabel 5). Ervaren docenten starten vaker bij de functie van het systeem als geheel door onder meer na te gaan wat er zou gebeuren als het betreffende systeem zou ontbreken. Ervaren docenten genereren meer alternatieven door ten eerste steeds na te gaan of een oplossing niet nog eenvoudiger kan en ten tweede veel meer gebruik te maken van analogieën: hoe wordt het probleem in techniek opgelost? (technisch), hoe doen andere soorten dat? (vergelijkend) of hoe dacht men er vroeger over? (historisch). Doordat ze meerdere alternatieven genereren en beter nagaan of het niet eenvoudiger kan, zijn vaak de stappen tussen ontwerpproblemen bij ervaren docenten kleiner dan bij onervaren docenten. Bovendien gaan ervaren docenten vaker na of leerlingen de oplossing kunnen bedenken door voorkennis te expliciteren die een dergelijke oplossing veronderstelt. Tenslotte gebruiken veel ervaren docenten een aantal manieren (splitsen van ontwerpprobleem, hints, keuzemogelijk-

heden aanbieden) om leerlingen enerzijds voldoende ruimte te geven om iets zelf te ontdekken en ze anderzijds voldoende sturing te bieden, zodat ze hierin ook kunnen slagen.

#### *Verwachte opbrengst, voor- en nadelen, moeilijkheden*

Niet alleen met betrekking tot gehanteerde heuristieken, maar ook met betrekking tot verwachte opbrengst van ontwerpen zijn er belangrijke verschillen tussen onervaren en ervaren docenten. Onervaren docenten vinden ontwerpend leren minder wenselijk dan ervaren docenten en staan bovendien veel positiever tegenover bestaand onderwijs dan de ervaren docenten (Tabel 6). Het overzicht van ingeschatte voor- en nadelen door onervaren en ervaren docenten kan deze verschillen in wenselijkheid deels verklaren en nader duiden (Tabel 7). Onervaren docenten schatten in tegenstelling tot ervaren docenten in dat ontwerpend leren hen in voorbereiding en in uitvoering veel extra tijd gaat kosten, zijn bang voor mogelijke ordeproblemen die kunnen ontstaan en vragen zich af of deze aanpak niet alleen geschikt is voor de betere

Tabel 5

*Ontwerpheuristieken zoals uitgevoerd door ervaren docenten en onervaren docenten voor en na het aanbieden van praktische ontwerpondersteuning*

	Ervaren docenten (n = 11)	Onervaren docenten voor (n = 11)	Onervaren docenten na (n = 11)
Stel vast welke kennis echt moet worden behandeld van het betreffende ontwerp.	9	6	10
Ga na wat nadeel van systeem is als het niet aanwezig zou zijn.	8	0	4
Stel de functie van systeem als geheel vast en herformuleer deze in het eerste ontwerpprobleem.	10	3	9
Formuleer voor elk ontwerpprobleem telkens één of meerdere zo eenvoudig mogelijke oplossingen ga na wat nadelen zijn.	10	3	7
Als je geen alternatief kan bedenken denk dan aan een technische, vergelijkende of historische analogie.	6	2	7
Test of leerlingen de oplossing zouden kunnen bedenken door na te gaan welke voorkennis deze oplossing veronderstelt.	7	2	9
Indien leerlingen een oplossing niet kunnen bedenken: splits dan ontwerpprobleem in deelproblemen; en/of geef hints; en/of bied keuzemogelijkheden aan.	9	3	7
Bedenk toepassingsopdrachten bij gewenste begrippen behorend bij een probleem.	6	2	9

Tabel 6

Gemiddelde verwachte opbrengst (wenselijkheid x waarschijnlijkheid) van bestaand onderwijs en onderwijs volgens principes van ontwerpend leren volgens ervaren docenten en onervaren docenten voor en na het aanbieden van praktische ontwerpondersteuning

	Ervaren docenten (n = 11)	Onervaren docenten voor (n = 11)	Onervaren docenten na (n = 11)
Bestaand onderwijs			
wenselijkheid	-1,1	1,5	1,3
waarschijnlijkheid	2,3	2,2	2,2
Gewenst onderwijs			
wenselijkheid	2,2	1,5	2,3
waarschijnlijkheid	2,0	-0,9	1,5

Tabel 7

Ingeschatte voor- en nadelen volgens ervaren docenten en onervaren docenten voor en na aanbieden van praktische ontwerpondersteuning

	Ervaren docenten (n = 11)	Onervaren docenten voor (n = 11)	Onervaren docenten na (n = 11)
<b>Voordelen</b>			
Leerlingen leren hoe het werkt en waarom het zo elkaar zit.	11	8	11
Leerlingen zijn creatiever en kritischer met de stof bezig.	10	7	9
Leerlingen leren zelf hoe ze functionele problemen moeten aanpakken.	9	5	7
Leerlingen zijn gemotiveerder en actiever met de stof bezig.	11	6	10
Je leert zelf waarom het systeem in elkaar zit zoals het in elkaar zit.	11	6	9
Je krijgt meer inzicht in hoe leerlingen denken.	9	3	8
Je komt zo veel losser van het boek dat maakt lesgeven weer spannend.	9	3	7
<b>Nadelen</b>			
Kost meer tijd in voorbereiding.	4	11	5
Kost meer tijd in uitvoering.	3	10	2
Alleen de goede leerlingen kunnen dit aan.	0	7	3
Eerder kans op orde problemen.	1	8	4
Leerlingen kunnen onterecht gaan denken dat organismen zijn ontworpen.	3	2	3
Leerlingen onthouden ook de foute alternatieve oplossingen.	0	6	2
Leerlingen nemen minder snel iets van je aan als docent.	3	0	4

leerlingen. Bovendien vraagt meer dan de helft van de onervaren docenten zich af of leerlingen wel het goede antwoord onthouden als ze meerdere alternatieven moeten afwegen. Tegenover deze extra nadelen die onervaren docenten ervaren ten opzichte van ervaren docenten staan geen extra voordelen. Enkele voordelen die veel ervaren docenten benoemen worden door de meeste onervaren docenten niet genoemd, zoals afstand kunnen nemen van het schoolboek en inzicht krijgen in denken van leerlingen.

Belangrijker dan verschil in wenselijkheid is echter het verschil in waarschijnlijkheid tussen ervaren en onervaren docenten (Tabel 6). Onervaren docenten schatten waarschijnlijkheid bijna 3 punten lager in dan ervaren docenten. Belangrijkste moeilijkheden die ze ervaren bij het ontwerpen, zijn het bedenken van alternatieve oplossingen en het inschatten wat leerlingen denken. Het is dan ook niet vreemd dat veel onervaren docenten bij ingeschatte moeilijkheden tijdens uitvoering (Tabel 8) aangeven zich vooral zorgen te

maken over hoe ze moeten omgaan met on-  
verwachte antwoorden van leerlingen.

*Kenmerken en effecten van praktische ontwerpondersteuning waarin onervaren docenten zich ontwikkelen tot ervaren docenten*

Op basis van geconstateerde belangrijkste verschillen tussen ervaren en onervaren docenten hebben we een praktische ontwerpondersteuning ontworpen volgens de principes die we in paragraaf 5 hebben beschreven. In Tabel 9 worden de fasen van het traject zeer beknopt weergegeven. Daarbij worden cursief de saillante verschillen tussen ervaren en onervaren docenten genoemd die we middels de betreffende fase kleiner proberen te maken.

De resultaten van de praktische ontwerpondersteuning staan weergegeven in Tabellen 4 t/m 8. Samenvattend kan worden vastgesteld dat de meeste onervaren docenten aan het eind van het traject een les hebben ont-

worpen die van vergelijkbare kwaliteit is als die van de ervaren docenten. De meeste onervaren docenten hanteren nu ook de ontwerpheuristieken die we hadden geïdentificeerd bij de meerderheid van de ervaren docenten. Er zijn zelfs meer onervaren docenten dan ervaren docenten die voorwaardelijke voorkennis inschatten voor oplossingen. Ervaren docenten blijken echter nog wel vaker manieren toe te passen om ontwerp-ruimte voor leerlingen hanteerbaar te houden.

Ingeschatte *wenselijkheid* en *waarschijnlijkheid* zijn gestegen met respectievelijk 0,8 en 2,6. Belangrijkste nadelen die aanvankelijk wel en nu bij de meeste onervaren docenten nauwelijks meer een rol spelen zijn extra uitvoeringstijd, ordeproblemen en de inschatting dat aanpak alleen geschikt zou zijn voor betere leerling en dat leerlingen niet het goede antwoord zouden onthouden. Niet alleen de ingeschatte wenselijkheid van het onderwijs is toegenomen. Ook de ingeschat-

Tabel 8

*Ingeschatte moeilijkheden bij ontwerpen en uitvoering volgens ervaren docenten en onervaren docenten voor en na het aanbieden van praktische ontwerpondersteuning*

	Ervaren docenten (n=11)	Onervaren docenten voor (n=11)	Onervaren docenten na (n=11)
<b>Moeilijkheden bij ontwerpen</b>			
Bij welk systeem niveau moet je beginnen?	5	0	3
Hoe alternatieve oplossing of een nadeel te bedenken?	3	9	4
Hoe omgaan met ontwerpproblemen die niet aansluiten op elkaar?	4	1	2
Hoe inschatten wat leerlingen zullen bedenken?	3	7	4
Wat doen als alternatieve oplossing beter is dan oplossing in de natuur?	3	2	2
Hoe bepalen wat leerlingen moeten bedenken en wat wordt aangeboden?	4	1	4
<b>Moeilijkheden bij uitvoering</b>			
Hoe leerlingen stimuleren om een alternatieve oplossing te bedenken?	2	2	3
Hoe ga je er mee om dat leerlingen antwoord meteen al weten?	1	4	1
Hoe ga je om met onverwachte antwoorden?	3	8	4
Hoe recht doen aan alternatieven en toch op het juiste antwoord uitkomen?	6	3	2
Hoe en waar les afronden zodat draad weer makkelijk kan worden opgepikt?	3	1	1
Wanneer bied je extra informatie aan?	4	1	2

Tabel 9

*Opzet van praktische ontwerpondersteuning voor het leren ontwerpen van lessen volgens principes van ontwerpend leren*

Fase 0	Korte introductie van de ontwerpend leren aanpak en onervaren docenten zelf als leerling het immuunsysteem laten ontwerpen. Daarna hen zelf als docent les over hart laten ontwerpen volgens ontwerpend leren. Gehanteerde ontwerpheuristieken en kenmerken van ontworpen les worden vastgesteld t.b.v. vaststellen beginsituatie. Tevens worden docenten bevraagd op verwachte opbrengst, voor- en nadelen en moeilijkheden t.b.v. vaststellen beginsituatie.
Fase 1	Vereenvoudigen van de ontwerptaak door bestaande lesaanpak uit schoolboek eenvoudigweg om te keren. Van behandeling van werking eerst naar behandeling functie eerst. Functie vervolgens laten herformuleren in ontwerpprobleem. Vervolgens ontwerpheuristiek aanbieden om alternatieve oplossingen te bedenken (voorbereidingstijd?; hoe alternatieve oplossingen bedenken?; op welk systeemniveau met ontwerpen starten?).
Fase 3	Uitvoeren ontworpen les in een eenvoudige docentgestuurde variant in de experimentele klas. Controleklas volgt reguliere aanpak. Uitvoeringstijd en leereffecten bij leerlingen vaststellen (uitvoeringstijd?; welke antwoorden onthouden leerlingen?; kans op ordeproblemen?).
Fase 4	Opnieuw les ontwerpen volgens ontwerpend leren met aanwijzingen hoe ze stappen tussen ontwerpproblemen voor leerlingen hanteerbaar kunnen houden en aanwijzingen van hoe tijdens uitvoering om te gaan met onverwachte antwoorden (hoe stappen tussen ontwerpproblemen voor leerlingen hanteerbaar maken?; hoe inschatten wat leerlingen kunnen bedenken?).
Fase 5	Uitvoeren van ontworpen les volgens gedeelde sturing in experimentele klas. Controleklas volgt reguliere aanpak. Uitvoeringstijd en leereffecten bij leerlingen vaststellen (kunnen alleen de betere leerlingen dit?; uitvoeringstijd? grotere kans op ordeproblemen?; hoe omgaan met onverwachte antwoorden van leerlingen?).
Fase 6	Herhaling van fase 4 en 5 voor een nieuw onderwerp, daarbij worden kenmerken van de ontworpen lessen en de gehanteerde ontwerpheuristieken geregistreerd (t.b.v. de eindmeting) alsmede registratie van voorbereidingstijd (dezelfde aspecten als die bij fase 4 en 5 zijn gecursiveerd).
Fase 7	Opnieuw beantwoorden van vragen m.b.t. verwachte opbrengst, moeilijkheden en voor- en nadelen t.b.v. eindmeting.

te waarschijnlijkheid dat ze het onderwijs adequaat kunnen ontwerpen en geven is sterk gestegen, omdat een groot deel van de docenten het bedenken van alternatieve oplossingen, het inschatten wat leerlingen zullen denken en het omgaan met onverwachte antwoorden als minder moeilijk zijn gaan ervaren.

## 6 Slotbeschouwing

Wij hebben in dit artikel een pleidooi gehouden voor de ontwikkeling van praktische ontwerpondersteuning voor docenten. Dergelijke ontwerpondersteuning zou docenten in staat moeten stellen, met beperkte tijd en middelen, lessen te ontwerpen volgens de ontwerpprincipes van een bepaalde theoriegeleide onderwijsvernieuwing. We hebben tevens een theoretisch kader en een werkwijze aangereikt voor de ontwikkeling van dergelijke ontwerpondersteuning. Deze werkwijze hebben we toegepast voor het ontwikkelen van ontwerpondersteuning voor

biologiedocenten. Resultaten van dit onderzoek laten zien dat de ontwikkelde ontwerpondersteuning voor deze groep docenten effectief is gebleken. De meeste onervaren docenten waren met de geboden ontwerp-ondersteuning in staat zelfstandig lessen te ontwerpen met vergelijkbare kenmerken als dat van de ervaren docenten en bovendien is hun motivatie om dergelijke lessen te ontwerpen sterk toegenomen.

Het in dit artikel gepresenteerde theoretische kader verschaft ook inzicht in waarom de ontwikkelde ontwerpondersteuning bruikbaar en effectief is. Geïnspireerd door de theorie van Gigerenzer hebben we onervaren docenten, door ervaren docenten beproefde, snelle en zuinige ontwerpheuristieken aangeboden waarmee ze in staat worden gesteld de betreffende lessen ook te ontwerpen. Dergelijke heuristieken geven om twee redenen docenten richting bij het ontwerpproces. Ten eerste bepalen heuristieken in welke zoekruimte een docent relevante informatie voor het ontwerpproces kan vinden (vgl. Simon, 1996). De aanwijzing om te starten met func-



tie van het systeem als geheel geeft bijvoorbeeld duidelijk richting aan welke informatie moet worden gezocht. Ten tweede zijn de heuristieken zo geconstrueerd dat de docent ook relatief eenvoudig aan de vereiste informatie kan komen (vgl. Gigerenzer et al., 1999). Bij de meeste heuristieken die voor ontwerpended leren zijn ontwikkeld kan vereiste informatie worden verkregen door raadplegen van schoolboek of eigen voorkennis (over bijvoorbeeld functionele analogieën).

Geïnspireerd door de theorie van Pollock hebben we de praktische ontwerpondersteuning zo opgebouwd dat stapsgewijs de verwachte opbrengst voor docenten werd verbeterd. Doordat we van onervaren docenten wisten welke specifieke voor- en nadelen en moeilijkheden ze verwachtten, konden we gericht ondersteuning ontwikkelen voor het vergroten van voordelen enerzijds en het verkleinen van nadelen en moeilijkheden anderzijds (Fishbein & Ajzen, 2010). Uiteindelijk wordt met ontwerpondersteuning een verandering in ontwerp*gedrag* nagestreefd. Sociaalpsychologisch onderzoek gericht op gedragsbeïnvloeding laat zien dat specifieke opvattingen belangrijker voorspellers zijn voor gedrag dan algemene opvattingen (Fishbein & Ajzen, 2010). In de ontwikkelde ontwerpondersteuning zijn dan ook specifieke opvattingen zoals voor- en nadelen en moeilijkheden als aangrijpingspunt gekozen voor de gedragsbeïnvloeding en niet algemene opvattingen over leren en onderwijzen.

Nu zijn bovengenoemde resultaten gebaseerd op een kleinschalig exploratief onderzoek. We schetsen hieronder een aantal beperkingen van dit onderzoek en in samenhang hiermee vier lijnen voor vervolgonderzoek. Ten eerste willen we nagaan of de veelbelovende resultaten kunnen worden gerepliceerd in een grootschaliger onderzoek waarin we effecten van ontwerpondersteuning voor ontwerpended leren willen onderzoeken voor zowel docenten-in-opleiding als voor biologiedocenten die al meerdere jaren lesgeven. Ten tweede zouden we in een kleinschalig vervolgonderzoek juist het ontwerpproces van docenten meer in detail willen volgen. Meer inzicht in het ontwerpproces kan ons meer inzicht verschaffen in mogelijke verklaringen voor de gevonden re-

sultaten. Docenten hardop laten denken tijdens het ontwerpproces is hiervoor heel geschikt (vgl. Simon, 1996). Analyse van hardop-denkenprotocollen kan ons meer inzicht verschaffen in vragen als: hoe bepalen heuristieken de zoekruimte van docenten?, hoe helpen de heuristieken bij het mobiliseren van relevante informatie?, hoe integreren docenten veelsoortige informatie (vakkennis, kennis over leerlingdenkbeelden etc.) tot een lesontwerp?, en op grond van welke criteria besluiten docenten zoeken naar informatie te stoppen en een ontwikkeld alternatief te kiezen?

In het hier gerapporteerde onderzoek hebben we de verwachte opbrengst alleen aan het begin en eind van het onderzoek gemeten. We zouden in vervolgonderzoek ook de stapsgewijze ontwikkeling in verwachte opbrengst en de hieraan ten grondslag liggende opvattingen willen vaststellen. Dit zou ons namelijk in staat stellen meer inzicht te verwerven in de samenhang tussen twee kern-elementen van praktische ontwerpondersteuning: verwachte opbrengst en snelle en zuinige heuristieken. Wij vermoeden op basis van observaties tijdens ons exploratieve onderzoek dat succeservaringen van docenten met een nieuwe aanpak hierbij de verbindende schakel vormen. Indien een docent een les ontwerpt met een snelle en zuinige heuristiek, leidt dit tot een succeservaring en leidt dit veelal weer tot verhoging van verwachte opbrengst ten aanzien van de onderwijsvernieuwing. Dit vermoeden wordt ondersteund door onderzoek van Bandura dat laat zien dat succeservaringen er niet alleen toe leiden dat een persoon meer vertrouwen krijgt dat hij de taak kan uitvoeren, maar de taak vaak ook belangrijker gaat vinden (Bandura, 1997).

Een derde lijn van onderzoek heeft betrekking op de integratie van praktische ontwerpondersteuning en de gangbare algemene ontwerpmodellen voor docenten die vanaf de jaren vijftig door onderwijswetenschappers zijn ontwikkeld en veel in lerarenopleidingen worden gebruikt (De Corte, Geerligts, Lagerweij, Peters, & Vandenbergh, 1981; Gustafson & Branch, 2002). De algemene ontwerpmodellen geven inzicht in (de samenhang tussen) de componenten (doelen, werkvoor- men etc.) waarover beslissingen moeten wor-

den genomen bij het ontwerpen van iedere vorm van onderwijs. Praktische ontwerp-ondersteuning geeft docenten daarentegen concreet richting bij ontwerpen van onderwijs dat aan bepaalde ontwerpprincipes voldoet. In navolging van Tracey en Richey (2007) willen we verkennen of we de voordelen van algemene en specifieke ontwerp-ondersteuning kunnen combineren door de zogenaamde *overlay*benadering. In dit geval wordt een algemeen ontwerpmodel als basis genomen dat afhankelijk van de onderwijstheorie die men wil realiseren wordt ingevuld met specifieke praktische ontwerp-ondersteuning. Daartoe hebben we voor iedere component van een algemeen ontwerpmodel (doelen, inhouden, onderwijsleerproces etc.) een beperkt aantal generieke bouwstenen geformuleerd. Een bepaalde onderwijstheorie kan nu worden getypeerd door selectie en combinatie van bouwstenen voor de verschillende componenten. Zo kan bijvoorbeeld de inhoudelijke component van de onderwijstheorie ontwerpend leren worden getypeerd als *functioneel* en *mechanistisch verklaren* (vergelijk met typering inhoudelijke component regulier biologieonderwijs: *mechanistisch beschrijven*). Het onderwijsleerproces van ontwerpend leren kan worden getypeerd met de bouwstenen: *centrale vraag stellen* → *antwoord bedenken* → *toetsen* → *uitleggen* → *toepassen* → *centrale vraag stellen* etc. (vergelijk met typering onderwijsleerproces van regulier biologieonderwijs: *uitleggen* → *herhalen* → *toepassen*). Op deze manier kunnen afhankelijk van de gekozen onderwijstheorie de componenten van het algemene ontwerpmodel met behulp van een beperkt aantal generieke bouwstenen worden ingevuld en verbonden aan bijbehorende praktische ontwerp-ondersteuning (zie Janssen, 2009 voor nadere uitwerking en voorbeelden).

In ons exploratieve onderzoek hebben we praktische ontwerp-ondersteuning exemplarisch uitgewerkt voor één onderwijstheorie, in casu ontwerpend leren in het biologieonderwijs. Voor de meeste onderwijstheorieën is dergelijke praktische ontwerp-ondersteuning voor docenten nog niet ontwikkeld. Een vierde lijn van vervolgonderzoek betreft dan ook het ontwikkelen van praktische ontwerp-ondersteuning voor andere onderwijstheo-

rieën. In het kader van een promotieonderzoek wordt momenteel bijvoorbeeld praktische ontwerp-ondersteuning ontwikkeld voor contextgericht biologieonderwijs. Op deze manier kan onderzoek bijdragen aan uitbreiding van het ontwerp-repertoire van docenten, zodat docenten in staat en bereid zijn snel lessen volgens meerdere onderwijsaanpakken te ontwerpen. Hierdoor wordt de kans vergroot dat theoriegeleide onderwijsvernieuwingen daadwerkelijk worden gerealiseerd in de klas en kunnen docenten hun onderwijs beter laten aansluiten bij hun eigen wensen en bij interesses en mogelijkheden van hun leerlingen.

## Literatuur

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bergen, C. T.A., Meer, M. M. van der, & Otterlo, S. G. van der. (2009). *Tijdsbesteding leraren voortgezet onderwijs*. Amsterdam: Regioplan Beleidsonderzoek. Opgehaald op 2 juli 2010, van <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/notas/2009/04/07/eindrapport-bapo-180-tijdsbesteding-leraren-voortgezet-onderwijs.html>.
- Berkel, B. van. (2005). *The structure of dominant current school chemistry. A quest for conditions of escape*. Dissertatie. Universiteit Utrecht, Utrecht, Nederland.
- Chuttur M. Y. (2009). *Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, developments and future directions*. Opgehaald op 21 maart 2010, van [http://sprouts.aisnet.org/785/1/TAM\\_Review.pdf](http://sprouts.aisnet.org/785/1/TAM_Review.pdf)
- Clark, C. M., & Peterson, P. L. (1986). Teachers' thought processes. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 255-296). New York: MacMillan.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. In L.B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction. Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- De Corte, E., Geerligns, C. T., Lagerweij, N. A. J., Peters, J.J., & Vandenberghe, R. (1981). *Beknopte didaxologie*. Groningen, Nederland: Wolters-Noordhoff.

- Doyle, W., & Ponder, G.A. (1977). The practicality ethic in teacher decision making. *Interchange*, 3, 1-25.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (2010). *Predicting and changing behavior. The reasoned action approach*. New York: Psychology Press.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. New York: Teachers College Press.
- Gigerenzer, G. (2004). Fast and frugal heuristics: the tools of bounded rationality. In D. Koehler & N. Harvey (Eds.), *Blackwell handbook of judgement and decision making* (pp. 62-88). Oxford, Verenigd Koninkrijk: Blackwell.
- Gigerenzer, G., Todd, P. M., & ABC Research group. (1999). *Simple heuristics that makes us smart*. New York: Oxford University Press.
- Gustafson, K., & Branch R. M. (2002). *Survey of instructional development models* (4<sup>th</sup> ed.). Syracuse, NY: Eric Clearinghouse on information and Technology.
- Hashweh, M. (2005). Teacher pedagogical constructions: A reconfiguration of PCK. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 11, 273-292.
- Hoogveld, A. W. M. (2003). *The teacher as designer of competency-based education*. Dissertatie. Open Universiteit Nederland, Heerlen, Nederland.
- Janssen, F. J. J. M. (1999). *Ontwerpend leren in het biologieonderwijs. Uitgewerkt en beproefd voor immunologie*. Dissertatie. Universiteit Utrecht, Utrecht, Nederland.
- Janssen, F. J. J. M., Veldman, I., & Tartwijk, J. van. (2008). Professionele docenten opleiden: Een opleidingsvisie. *Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, 29, 5-13
- Janssen, F. J. J. M. (2009). *Naar beslissondersteuning voor docenten. Modelgestuurd Leren van Succes*. Intern Rapport. Leiden, Nederland: ICLON.
- Jonassen, D. H. (2005). Problem solving. The enterprise. In J.M. Spector, C.Ohrazda, A. Schaack, & D.A.Wiley (Eds.), *Innovations in instructional technology. Essays in honor of M.David Merrill* (pp. 91-111). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- KNAW. (2003). *Ontwikkeling van talent in de tweede fase. Advies van de KNAW-klankbordgroep voortgezet onderwijs*. Amsterdam: KNAW.
- Ministerie van OC&W. (2007). *Leerkracht van Nederland*. Opgehaald op 21 maart 2010, van <http://www.minocw.nl/documenten/2007255Actieplanp6.pdf>.
- Nijhof, W. J. (1995). De realisering van het curriculum. In J. Lowyck & N. Verloop (red.), *Onderwijskunde. Een kennisbasis voor professionals* (pp. 189-215). Groningen, Nederland: Wolters Noordhoff.
- Plomp, Tj., & Nieveen, N. (Eds.) (2009). *An introduction to educational design research*. Enschede, Nederland: SLO.
- Pollock, J. L. (2006). *Thinking about acting. Logical foundations for rational decision making*. Oxford, Verenigd Koninkrijk: Oxford University Press.
- Sanchez, G. M., & Valcarcel, M. V. (1998) Science teachers' views and practices in planning for teaching. *Journal of research in science teaching*, 36, 493-513.
- Simon, H.A. (1996). *The sciences of the artificial* (3<sup>rd</sup> ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Smits, G., & Waas, B. (2005). *Biologie voor jou. VWOB1*. Den Bosch, Nederland: Malmberg.
- Tillema, H. H. (1983). *Leerkrachten als ontwerpers*. Dissertatie. Universiteit Utrecht, Utrecht, Nederland.
- Tracey, M. W. & Richey, R. C. (2007). ID model construction and validation. A multiple intelligence case. *Educational Technology Research and Development*, 55, 369-390

Manuscript aanvaard op: 15 september 2010

## Auteurs

**Dr. ir. Fred Janssen** is als universitair hoofd-docent werkzaam bij het Interfacultair Centrum voor Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en Nascholing (ICLON) van de Universiteit Leiden. **Prof. Dr. Jan van Driel** is als hoogleraar-directeur werkzaam bij het ICLON in Leiden. **Prof. Dr. Nico Verloop** is als hoogleraar werkzaam bij het ICLON in Leiden

*Correspondentieadres:* Dr. ir. Fred Janssen, ICLON, Universiteit Leiden, Postbus 905, 2300 AX Leiden. Email: [fjanssen@iclon.leidenuniv.nl](mailto:fjanssen@iclon.leidenuniv.nl).

## Abstract

### **Towards practical design support for teachers**

It is commonly accepted that teachers play a pivotal role in the implementation of educational reform. Teachers are expected to teach as well as to design lessons. However, compared to professional designers, they have far less time and resources available. In this paper we therefore make a plea for the development of practical design support for teachers, which is adapted to both the educational reform and the limited time and resources of teachers. We develop a theoretical framework and a method for developing practical design support. This method has been tried out with Biology teachers designing lessons in which students learn about biological systems by redesigning the lessons (learning by designing). The results show that most of the participating Biology teachers guided by practical design support were both willing and able to design lessons according to principles of learning by designing.