

'Pedagogical content knowledge': een verbindend element in de kennisbasis van docenten

J. van Driel en N. Verloop

Samenvatting

In dit artikel wordt een analyse gemaakt van de aard en betekenis van een begrip dat de laatste jaren internationaal een meer centrale rol is gaan spelen in de literatuur over het onderwijzen: 'pedagogical content knowledge'. Hiertoe is een literatuuronderzoek verricht, toegespitst op het doceren van natuurwetenschappelijke vakken. PCK kan gezien worden als een specifieke vorm van praktijkkennis, die betrekking heeft op het toegankelijk maken van vakinhoudelijke kennis ten behoeve van lerenden. In dit artikel wordt in eerste instantie op de aard van PCK ingegaan. Uit een analyse van de literatuur komt naar voren dat PCK een eigenstandig element vormt in de kennisbasis voor het onderwijzen, waarin vakinhoudelijke noties zijn verbonden met algemeen-didactische kennis en vaardigheden. In deze optiek omvat PCK twee kernelementen, te weten kennis over representaties van vakinhouden en doceerstrategieën enerzijds, en over concepties en moeilijkheden van lerenden anderzijds, beide met betrekking tot specifieke inhouden. Vervolgens zijn opbrengsten van empirisch onderzoek naar PCK van docenten geïnventariseerd, binnen het domein van de natuurwetenschappelijke vakken. Dit onderzoek blijkt onder andere te leiden tot de identificatie van strategieën voor het op adequate en flexibele wijze doceren van specifieke onderwerpen. Bovendien komt hieruit naar voren welke factoren de vorming van PCK beïnvloeden. Op grond van deze bevindingen worden aanbevelingen geformuleerd voor de ontwikkeling van PCK via scholingsprogramma's.

Inleiding

De laatste jaren is sprake van een toenemende aandacht voor de praktijkkennis van docenten (zie bijvoorbeeld Carter, 1990; Grimmer & MacKinnon, 1992; Tom & Valli, 1990; Ver-

loop, 1992). Het onderzoek naar de praktijkkennis van docenten is in belangrijke mate beïnvloed door onvrede met de zogenaamde proces-product benadering. In deze benadering ligt het accent op het vinden van variabelen die correleren met leerlingprestaties, zoals leerwinstscores (Brophy & Good, 1986). Proces-product onderzoek heeft geleid tot overzichten van effectieve gedragingen (zoals 'begin de les met het meedelen van de doelen', 'zorg voor actieve inbreng van de lerenden'), welke door docenten verworven zouden moeten worden (Rosenshine & Stevens, 1986). De betreffende gedragingen zijn echter in sterke mate geabstraheerd van de specifieke context waarin ze worden toegepast: kenmerken van de school, de leerlingen, de docent en het vak spelen in dergelijke overzichten een ondergeschikte rol. Bovendien wordt door het accent op effectieve gedragingen een mechanistisch beeld van de doceerpraktijk geschetst, dat onvoldoende recht doet aan de complexiteit van het onderwijzen (Doyle, 1990). Het onderzoek naar praktijkkennis gaat uit van de gedachte dat gedragingen van docenten niet los gezien kunnen worden van de cognities die docenten van hun gedrag hebben en dat het bovendien weinig zinvol is om het onderwijzen te bestuderen los van de specifieke context waarin het optreedt. Zodoende impliceert dit onderzoek de erkenning van het complexe en contextspecifieke karakter van het onderwijzen.

De term praktijkkennis verwijst naar een geaccumuleerd en geïntegreerd geheel van kennis, opvattingen en waarden met betrekking tot het onderwijzen dat een docent opbouwt op basis van persoonlijke en professionele ervaringen. Hoewel de term wellicht anders doet vermoeden, is praktijkkennis niet het tegenovergestelde van theoretische of wetenschappelijke kennis. Aangezien doceren meer is dan een praktische vaardigheid, omvat de praktijkkennis van docenten ook theoretische kennis, bijvoorbeeld op het gebied van vakinhoud,

vakdidactiek en onderwijskunde. Deze wordt verworven via initiële opleiding, nascholing, zelfstudie, enzovoort. In de praktijkkennis van een docent is zulke theoretische kennis echter ingepast op een zodanige wijze dat deze relevant en bruikbaar is bij het plannen en uitvoeren van het onderwijs (Beijaard & Verloop, 1996). De meningen over de aard en de waarde van deze praktijkkennis lopen nogal uiteen (Verloop, 1995). Als gevolg van het persoonlijke en contextspecifieke karakter van deze kennis, die bovendien doorgaans niet gearticuleerd wordt, kan het onderzoek hiernaar volgens sommigen weinig meer opleveren dan een reeks casusbeschrijvingen (Tom & Valli, 1990). Daarentegen trachten anderen het ideosyncratische niveau te ontstijgen door te zoeken naar regelmatigheden in de praktijkkennis van verschillende docenten. De bedoeling hiervan is *niet* om te komen tot een nieuwe set van prescriptieve aanwijzingen voor de doceerpraktijk, maar om een kader te vormen waarmee beginnende en ervaren docenten ondersteund kunnen worden bij het ontwikkelen van een persoonlijk repertoire van bruikbare doceergedragingen (Grimmett & MacKinnon, 1992). Bovendien kan onderzoek naar praktijkkennis van docenten een waardevolle aanvulling leveren op reeds beschikbare wetenschappelijke kennis omtrent leren en onderwijzen, bijvoorbeeld op terreinen als leerprocessen, evaluatievraagstukken en curriculumaspecten (Verloop, 1992).

Een trend in het onderzoek naar het onderwijzen betreft de toegenomen aandacht voor vakgebonden en vakspecifieke noties. Onder invloed van het constructivisme (Cobb, 1994) en het idee van 'situated cognition' (Brown, Collins & Duguid, 1989) wint het besef terrein dat een beschrijving van processen van leren en onderwijzen in strikt algemene termen te kort schiet als men wil begrijpen hoe deze processen verlopen en hoe men ze kan beïnvloeden. Een algemene theorie voor het leren van begrippen kan bijvoorbeeld de notie van het creëren van een 'cognitief conflict' bevatten (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982). Als het echter gaat om het leren van een bepaald begrip uit de leerstof, zullen specifieke preconcepties van lerenden op dit gebied onderzocht moeten worden, waarna in de vakinhoud

gezocht kan worden naar voorbeelden die lerenden tot het inzicht kunnen brengen dat hun concepties niet langer voldoen (zie bijvoorbeeld De Vos, 1985). Ook voor het leren oplossen van problemen kan het aanbieden van algemene heuristieken, zoals bijvoorbeeld een aanpak gebaseerd op een indeling in fasen (Verschaffel, 1995), fungeren als een eerste stap, maar deze dient gevolgd te worden door een meer specifieke aanpak. Het oplossen van problemen is onlosmakelijk verbonden met de inhoud van de specifieke problemen (Lijnse, 1994) en met de context waarin deze worden aangeboden (Hennessy, 1993). Uit onderzoek is gebleken dat louter algemene trainingen in de 'vaardigheid' probleemoplossen doorgaans dan ook weinig succesvol zijn (Boekaerts & Simons, 1993).

Vanuit het perspectief van de kennisbasis van docenten kan de bovengenoemde trend als volgt worden beschreven. Deze kennisbasis omvat uiteraard kennis op het gebied van de vakinhoud als zodanig en kennis omtrent algemene onderwijskundige en didactische principes (bijvoorbeeld op het gebied van orde houden). Daarnaast zullen docenten kennis nodig hebben omtrent specifieke denkbeelden en leerbaarheid van lerenden met betrekking tot bepaalde vakinhouden en omtrent transformaties van die vakinhouden teneinde deze voor lerenden toegankelijk te maken. Voor deze laatstgenoemde gebieden is door Shulman (1986) het begrip 'pedagogical content knowledge' (PCK) ingevoerd. Shulman heeft PCK omschreven als een specifieke kenniscategorie, die moet worden onderscheiden van enerzijds vakinhoudelijke kennis als zodanig, vanwege de gerichtheid op een effectieve communicatie tussen docent en lerenden, en anderzijds van algemeen didactische kennis, vanwege de verbondenheid met de vakinhoud. Shulman heeft PCK omschreven als: '... that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding' (Shulman, 1987, p. 8). Hiermee brengt hij twee wezenlijke kenmerken van PCK naar voren, te weten (a) PCK vormt een verbindend element tussen vakinhoudelijke en algemene noties in de kennisbasis van docenten en (b) PCK is bij uitstek een vorm van praktijkkennis, in de zin dat deze kennis het handelen in de doceerpraktijk stuurt,

voor zover het vakspecifieke zaken betreft. Het gaat hierbij om – al dan niet bewuste – inzichten in vakspecifieke moeilijkheden van lerenden en in de effectiviteit van het gebruik van bepaalde vakinhoudelijke representaties, welke ten grondslag liggen aan feitelijk doceergedrag. Dergelijke inzichten zullen door docenten voornamelijk worden opgebouwd op basis van ervaringen in de lespraktijk. Via reflectie hierop kunnen in PCK ook theoretische elementen (bijvoorbeeld afkomstig van cursussen in de lerarenopleiding op het gebied van de vakdidactiek) worden geïntegreerd.

De zojuist genoemde kenmerken van PCK vormen het uitgangspunt voor dit artikel. Hierin worden de betekenis en de eventuele meerwaarde van PCK als verbindend element in de kennisbasis van docenten geëxploreerd. Daartoe wordt de conceptuele betekenis van PCK op basis van een literatuurstudie geanalyseerd. Aansluitend wordt ingegaan op opbrengsten van empirisch onderzoek naar PCK. Het uiteindelijke doel is om de relevantie van het begrip PCK en het onderzoek hiernaar te evalueren in termen van het bijdragen tot reeds beschikbare wetenschappelijke kennis en als bron voor de opleiding en nascholing van docenten. Concreet gaat het in dit artikel om de volgende vragen:

1. Welke elementen maken deel uit van het

begrip PCK en welke relaties vertoont PCK met andere categorieën uit de kennisbasis van docenten?

2. Wat levert empirisch onderzoek naar PCK van docenten tot dusver op in theoretische zin (inzicht in de kennisbasis van docenten) en in praktische zin (opbrengsten ten behoeve van scholingsprogramma's voor docenten)?

1 Conceptualisering van pedagogical content knowledge

In het artikel waarin hij PCK introduceert, geeft Shulman (1986) aan welke elementen door dit begrip worden omvat. Dit betreft 'the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others' (Shulman, 1986, p. 9). Om in te kunnen spelen op verschillende contexten en op specifieke vragen van lerenden, zou een leraar over een groot scala van zulke representatievormen moeten beschikken. Bovendien omvat PCK 'an understanding of what makes the learning of specific topics easy or difficult' (Shulman, 1986, p. 9). Hierbij gaat het onder meer om pre-en misconcepties die voor kunnen komen bij lerenden van verschillende leeftijd en achtergrond. Tenslotte gaat het bij PCK ook om kennis van vakspecifieke strategieën die leerpro-

Tabel 1
De conceptualisatie van PCK door verschillende auteurs

Auteurs → Kennis van ↓	Shulman (1987)	Grossman (1990)	Marks (1990)	Cochran et al. (1993)	Fernández-Balboa & Stiehl (1995)
Vakinhoud	#	#	PCK	PCKg*	PCK
Representaties en doceerstrategieën	PCK	PCK	PCK	-(?)	PCK
Leerlingdenkbeelden en leermoeilijkheden	PCK	PCK	PCK	PCKg	PCK
Algemene didactiek	#	#	-	PCKg	-
Curriculum en media	#	PCK	PCK	-	-
Context	#	#	-	PCKg	PCK
Onderwijsdoelen	#	PCK	-	-	PCK

#: Dit aspect is ondergebracht in een aparte categorie van de kennisbasis van docenten en behoort volgens deze auteurs dus *niet* tot PCK.

∴: Wordt niet expliciet besproken.

*: Deze auteurs prefereren de term 'pedagogical content knowing' (=PCKg).

cessen kunnen bevorderen. Wat Shulman betreft zou het onderzoek naar PCK goed kunnen aansluiten op het onderzoek naar vakspecifieke concepties van lerenden, waarvan inmiddels de resultaten met betrekking tot een groot aantal uiteenlopende onderwerpen beschikbaar zijn.

In een later artikel heeft Shulman PCK opgenomen als een van de zeven categorieën in de 'kennisbasis voor het onderwijzen' (Shulman, 1987). Drie van de zeven categorieën hierin zijn verbonden met de vakinhoud (behalve PCK betreft dit vakinhoudelijke kennis en kennis van het curriculum). De andere vier hebben betrekking op algemene didactiek ('pedagogy'), lerenden en hun (algemene) kenmerken, de context waarin het onderwijs plaatsvindt en onderwijsdoelstellingen.

Voortbouwend op het werk van Shulman hebben andere onderzoekers de twee kernelementen uit het concept PCK (te weten kennis van representaties van vakinhouden en kennis van leerlingdenkbeelden en leermoeilijkheden m.b.t. deze inhouden) overgenomen. Bovendien is door sommigen het concept PCK uitgebreid met andere componenten. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de manier waarop PCK door verschillende onderzoekers geconceptualiseerd is.

Zo omvat PCK bij Grossman (1990) kennis van doceerstrategieën en representaties gericht op het onderwijzen van bepaalde inhouden en kennis van de (mis-) concepties van lerenden hieromtrent. Bovendien rekent Grossman ook de kennis en de opvattingen die docenten hebben over de onderwijsdoelen in verband met deze inhouden en de in dit verband tot de beschikking staande curriculummaterialen tot PCK. In het model van Grossman vormt PCK het centrale concept, dat aangevuld wordt door drie verwante kennis categorieën, te weten kennis van de vakinhoud, algemene didactische kennis en kennis van de context waarin het onderwijs wordt uitgevoerd. Grossman bespreekt een viertal bronnen voor de vorming en de ontwikkeling van PCK:

a) Het bijwonen en observeren van lessen, zowel in de rol van leerling als in de rol van docent-in-opleiding. Dit kan leiden tot het overnemen van doceerstrategieën van de geobserveerde docenten. Daarnaast blijken toekomstige docenten hun verwachtingen

van leerlingen te baseren op herinneringen aan hun eigen leerproces. Grossman concludeert dat de bijdrage van observaties aan de vorming van PCK 'may be more tacit than explicit, more conservative than innovative, and may prove difficult to overcome in professional education' (Grossman, 1990, p. 12).

- b) De vakinhoudelijke (voor-)opleiding, die bijvoorbeeld kan leiden tot voorkeuren voor bepaalde onderwerpen of doelen.
- c) Bepaalde onderdelen van de lerarenopleiding (met name 'subject-specific methods courses'). Er is echter nauwelijks empirisch onderzoek verricht naar de inhoud van dergelijke onderdelen en naar de impact hiervan op de kennisontwikkeling van docenten-in-opleiding en hun proces van leren onderwijzen. In het weinige onderzoek dat op dit gebied is uitgevoerd, wordt doorgaans impliciet aangenomen dat de betreffende onderdelen de kennis en de opvattingen van de docenten-in-opleiding beïnvloeden, zonder dat deze assumptie empirisch wordt getest.
- d) Doceerervaringen in de lespraktijk. Hierbij kunnen docenten-in-opleiding de specifieke voorkennis en misconcepties van leerlingen leren kennen. Bovendien kunnen zij het effect in de praktijk van bepaalde doceerstrategieën voor specifieke onderwerpen ervaren. Hiertegenover noemt Grossman het mogelijke risico dat stage-ervaringen de oriëntatie van docenten-in-opleiding kunnen inperken tot hetgeen 'what works'.

Marks (1990) heeft het model van Shulman eveneens verbreed, door onder PCK ook vakinhoudelijke kennis als zodanig en kennis van specifieke media te laten vallen. Bij de bespreking van bronnen voor de ontwikkeling van PCK legt Marks echter het accent op de twee kernelementen van Shulman: Marks ziet de ontwikkeling van PCK namelijk als een integratief proces waarbij de interpretatie van vakinhoudelijke kennis in relatie tot een specificatie van algemeen didactische kennis centraal staat. Marks bespreekt bovendien enkele concrete voorbeelden waarin het ondoenlijk is om PCK te onderscheiden van vakinhoudelijke kennis ofwel van algemeen didactische kennis. Met andere woorden: PCK is niet altijd scherp af te bakenen van andere kennis categorieën.

Uitgaande van een expliciete constructivistische visie op leren en onderwijzen, hebben Cochran, DeRuiter en King (1993) de term PCK veranderd in 'pedagogical content knowing' (PCKg). Met deze term willen zij het dynamische karakter van kennisontwikkeling benadrukken. Deze auteurs geven bovendien aan hun PCKg een veel bredere invulling dan Shulman aan PCK: zij definiëren PCKg als het geïntegreerde inzicht dat een docent heeft van de domeinen vakinhoud, leerlingkenmerken, algemene didactiek en de context waarin het leren plaatsvindt. Cochran et al. zien de ontwikkeling van PCKg als een synthese van de simultane ontwikkelingen van een docent op de genoemde domeinen.

Fernández-Balboa en Stiehl (1995) zien PCK eveneens als een geïntegreerd geheel van een aantal kenniscomponenten, namelijk kennis van de vakinhoud, van de lerenden, van doceerstrategieën, van onderwijsdoelen en van de onderwijscontext.

Op grond van het bovenstaande kan een (voorlopig) antwoord worden gegeven op de eerste onderzoeksvraag. Hoewel aan het begrip PCK verschillende invullingen zijn gegeven, in termen van de elementen die deel uitmaken van PCK en de specifieke inhouden van deze elementen, lijkt er consensus te bestaan over de twee kernelementen uit Shulmans definitie: PCK omvat in alle gevallen kennis van representaties van vakinhouden en inzicht in moeilijkheden en concepties van lerenden met betrekking tot die inhouden. Bovendien lijkt er overeenstemming te bestaan over de aard van PCK. In de eerste plaats heeft PCK altijd betrekking op specifieke onderwerpen of inhouden, waardoor het als kennisvorm kan worden onderscheiden van kennis van onderwijsdoelen, didactiek of leerlingkenmerken in meer algemene zin. Ten tweede kan PCK, als gevolg van de verbondenheid met het onderwijzen van specifieke onderwerpen, behoorlijke verschillen vertonen met vakinhoudelijke kennis als zodanig. Zodoende komt PCK naar voren als een, binnen de context van het onderwijzen, eigenstandige vorm van kennis waarin vakinhoudelijke en algemene didactische noties met elkaar verbonden zijn. Tenslotte wordt de ontwikkeling van PCK door alle auteurs gezien als een integratief en cumulatief

proces waarbij concrete doceerervaringen, alsmede de reflectie hierop, een centrale rol vervullen. Dit laatste ondersteunt de eerder beschreven opvatting dat PCK te beschouwen is als een specifieke vorm van praktijkkennis.

2 Empirisch onderzoek naar PCK van docenten van natuurwetenschappelijke vakken

2.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de aandacht geconcentreerd op de opbrengsten van empirisch onderzoek naar PCK. In dit verband is gekozen voor een inperking tot onderzoek naar de PCK van docenten van de natuurwetenschappelijke vakken in het voortgezet onderwijs, te weten natuurkunde, scheikunde en biologie (in het onderstaande kortweg aangeduid als 'bèta-docenten'). De redenen voor deze toespitsing zijn: (a) gezien het inhoudsspecifieke karakter van PCK is afbakening tot een min of meer samenhangend domein onvermijdelijk en (b) er is in het natuurwetenschappelijk domein, in vergelijking met andere vakgebieden, veel onderzoeksliteratuur beschikbaar over het leren en onderwijzen van vakspecifieke begrippen en vaardigheden. Een overzicht is te vinden in het *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*; met name in de hoofdstukken over de opleiding van bèta-docenten (Anderson & Mitchener, 1994), over concepties en moeilijkheden van lerenden met betrekking tot specifieke inhouden (Wandersee, Mintzes & Novak, 1994), en over het onderwijzen van natuurwetenschappen (Tobin, Tippins & Gallard, 1994).

2.2 Onderzoek naar PCK van bèta-docenten

Bij het bestuderen van het onderzoek in dit domein valt op dat het meeste onderzoek tot dusver is gericht op de *ontwikkeling* van PCK bij zowel beginnende als ervaren docenten, met name op de factoren en de bronnen die van invloed zijn op deze ontwikkeling. In mindere mate is onderzoek verricht naar de *inhoud* van de PCK van (ervaren) docenten. Voorafgaand aan de bespreking van de resultaten, opgesplitst in de rubrieken 'inhoud' en 'ontwikkeling', worden eerst enkele methodische

aspecten van het onderzoek naar PCK van bèta-docenten beschreven.

Kenmerken van het onderzoek naar PCK van bèta-docenten

Hieronder wordt het onderzoek naar PCK beschreven door het te typeren op een aantal uitvoeringsdimensies, te weten (a) de groep(en) onderzochte docenten en de context waarin het onderzoek is uitgevoerd en (b) de vraagstellingen en de operationalisering hiervan in termen van design en instrumentarium.

- a) Ongeveer de helft van de hier te bespreken studies betreft aanstaande of beginnende docenten in de context van hun opleiding (bijvoorbeeld Adams & Krockover, 1997 en Geddis, 1993). In de andere helft gaat het om ervaren docenten, doorgaans in de context van een nascholingsprogramma. Deze programma's zijn soms gericht op het doceren van een specifiek onderwerp (bijvoorbeeld 'chemisch rekenen', De Jong, 1991) en soms op een meer algemene thematiek, zoals het leren omgaan met denkbeelden van leerlingen (Shymansky et al., 1993). In enkele studies is geen sprake van een scholings- of innovatieve context (Hashweh, 1987; Sanders, Borko & Lockard, 1993). Met één uitzondering (Shymansky et al., 1993) gaat het telkens om studies waarbij een klein aantal docenten (kleiner dan 10) betrokken is.
- b) In vrijwel alle studies is sprake van een beschrijvende vraagstelling. Doorgaans ligt het accent op het beschrijven van de inhoud of de aard van de PCK van de betrokken docenten, en de ontwikkelingen hierin onder invloed van een opleidings- of nascholingsprogramma (bijvoorbeeld Acampo, 1997 en Geddis, 1993). In enkele studies is het primair de bedoeling om de effectiviteit van het scholingsprogramma te evalueren (Shymansky et al., 1993; Smith & Neale, 1989). In andere studies staat de relatie tussen PCK en doceergedrag in de praktijk centraal (Carlsen, 1993; Hashweh, 1987; Sanders et al., 1993).

Alle studies op één na (Geddis, 1993) worden gekenmerkt door een min of meer longitudinaal design. Op verschillende momenten worden gegevens verzameld bij de betrokken docenten. De lengte van de totale periode waarin de docenten gevolgd wor-

den, varieert van enkele weken (Sanders et al., 1993) tot een jaar (Carlsen, 1993; Gess-Newsome & Lederman, 1993). Gezien de aantallen betrokken docenten zijn vrijwel alle studies van kwalitatieve aard. In enkele gevallen is sprake van een 'multiple case study' (Adams & Krockover, 1997; Gess-Newsome & Lederman, 1993).

In de meeste studies worden meerdere instrumenten gebruikt voor de gegevensverzameling. In ongeveer de helft van de studies worden (stage-)lessen van de betrokken docenten geobserveerd en geregistreerd, in combinatie met het afnemen van interviews voorafgaand aan en na afloop van deze lessen (Carlsen, 1993; Sanders et al., 1993). In aanvulling hierop zijn in sommige studies nog andere instrumenten ingezet, zoals registraties van (na-)scholingsbijeenkomsten van docenten (Van Driel, Verloop & De Vos, 1998), door docenten bijgehouden logboeken (Adams & Krockover, 1997) en vragenlijsten (Smith & Neale, 1989). In de andere helft van de studies worden de gegevens dus niet in reële lessituaties verzameld. In plaats hiervan wordt soms gebruik gemaakt van simulatie-opdrachten, zoals hard-op denken tijdens het opstellen van een lesplan (Hashweh, 1987) of het becommentariëren van videofragmenten van lessituaties, zowel voorafgaand aan als na afloop van een workshop (Clermont, Krajcik & Borko, 1993). In andere studies wordt een bepaalde opdracht diverse malen herhaald, zoals bij Shymansky et al. (1993), waar de docenten op drie momenten een concept-map maakten, of bij Lederman en Gess-Newsome (1994), die hun docenten-in-opleiding vier keer een reeks vragen hebben laten beantwoorden.

Inhoudelijke typering van de PCK van bèta-docenten

Er is onderzoek verricht onder ervaren docenten naar de inhoud van hun PCK met betrekking tot het onderwijzen van specifieke onderwerpen. Dit onderzoek heeft geleid tot de identificatie van specifieke transformaties en representaties van het betreffende onderwerp, die door docenten worden gehanteerd teneinde het begrip van lerenden omtrent dit onderwerp te bevorderen. Hierbij kan het gaan om representaties van de vakinhoud in de vorm van ana-

logieën (Van Driel et al., 1998), om het gebruik van vakinhoudelijke contexten (Acampo, 1997) of om strategieën waarmee bepaalde vakinhoudelijke problemen aangepakt kunnen worden (De Jong, 1991, 1995). Ervaren docenten kunnen doorgaans putten uit een aantal alternatieve representaties met betrekking tot een specifiek onderwerp. Hun keuze wordt in de praktijk onder andere bepaald door de inschatting die zij maken van concepties van hun leerlingen en van eventuele leermoeilijkheden. In vergelijking met feitelijke concepties van leerlingen blijkt echter dat de gekozen representatie niet altijd adequaat is, bijvoorbeeld omdat de leerlingen een bepaalde analogie niet accepteren (Van Driel et al., 1998). Ook blijken docenten zich niet altijd bewust te zijn van de alternatieve aanpakken van hun leerlingen om vraagstukken op te lossen (De Jong, 1995). Tenslotte is gebleken dat het geavanceerde niveau van hun eigen vakinhoudelijke kennis docenten kan belemmeren bij het inleven in de redeneerwijzen en de concepties van hun leerlingen (De Jong, 1991).

Er is een aantal studies uitgevoerd naar het doceergedrag van ervaren docenten als functie van de mate waarin de docent bekend is met de vakinhoud. De resultaten van deze studies wijzen er op dat een grotere bekendheid met de vakinhoud niet alleen betekent dat docenten zelf minder misconcepties hebben, maar ook dat hun PCK beter ontwikkeld is in de zin dat zij meer alternatieve manieren kennen om de vakinhoud te representeren en beter kunnen inspelen op misconcepties van lerenden (Hashweh, 1987; Sanders et al., 1993). Bij onbekendheid met de vakinhoud blijken docenten langduriger aan het woord te zijn en zich te beperken tot vragen van laag cognitief niveau (Carlsen, 1993).

In twee studies hebben Clermont et al. (1993, 1994) de PCK van ervaren en beginnende docenten vergeleken. Hierbij ging het om de PCK van scheikunde-docenten met betrekking tot het verzorgen van chemische demonstraties. Een conclusie luidde dat ervaren docenten beschikken over een groter repertoire van representaties en strategieën bij het verzorgen van demonstraties over verschillende onderwerpen dan hun beginnende collega's. Bovendien blijken ervaren docenten demonstraties flexibeler te kunnen toepassen voor verschil-

lende doelen en kunnen zij hun demonstraties effectiever inzetten ten behoeve van lerenden. Uit onderzoek naar de PCK van beginnende docenten komt naar voren dat zij bij hun lesplanning sterk stof-gericht en weinig leerling-gericht zijn (De Jong, 1997). Dat wil zeggen: bij het transformeren en representeren van de vakinhoud houden zij nauwelijks rekening met specifieke denkbeelden of leermoeilijkheden van de lerenden.

Ontwikkelingen in PCK van bèta-docenten

Er is zowel onder ervaren als onder beginnende bèta-docenten onderzoek verricht naar ontwikkelingen in de PCK. Dit onderzoek is gesitueerd in de context van nascholing (vaak verbonden met een onderwijsinnovatie) respectievelijk de initiële opleiding. Uit dit onderzoek volgt dat de ontwikkeling van PCK wordt beïnvloed door de volgende factoren:

- *Kennis van de vakinhoud.* Volgens Smith en Neale (1989) komt de ontwikkeling van PCK pas op gang nadat docenten een 'deeply principled conceptual knowledge of the content' (Smith & Neale, 1989) hebben verworven. In dit verband hebben Sanders et al. (1993) geconstateerd dat ervaren docenten bij gebrek aan vakinhoudelijke kennis (bijvoorbeeld bij het onderwijzen van een voor hen 'nieuw' onderwerp) vooral gebruik maken van hun algemeen-didactische kennis en van hun ervaring (bijvoorbeeld op het gebied van orde houden) om het onderwijs naar behoren te laten verlopen. Ervaren docenten blijken doorgaans echter in staat om vakinhoudelijke kennis vlot te verwerven, waarna zij PCK (bijvoorbeeld in de vorm van geschikte inhoudsspecifieke doceerstrategieën) op het betreffende gebied ontwikkelen. Sanders et al. concluderen dat de algemeen-didactische kennis van ervaren docenten hen een kader verschaft dat zij kunnen 'invullen' met vakspecifieke kennis en PCK omtrent onbekende onderwerpen. Voor wat betreft docenten-in-opleiding is gebleken dat hun vakinhoudelijke kennisstructuur, tot stand gekomen onder invloed van voorafgaand vakinhoudelijk onderwijs, bij de aanvang van de opleiding meestal vaag en gefragmenteerd is. In de loop van de opleiding ontwikkelen zich meer coherente en geïntegreerde kennisstructuren. De vor-

ming van PCK wordt echter bemoeilijkt als gevolg van de complexiteit van de lespraktijk. Kennelijk moet een docent eerst over voldoende algemene doceervaardigheden beschikken voordat een ten behoeve van het onderwijs goed bruikbare transformatie van vakinhoudelijke kennis verwacht kan worden (Gess-Newsome & Lederman, 1993).

- *Doceerervaring met betrekking tot het betreffende onderwerp.* Volgens Lederman, Gess-Newsome en Latz (1994) komt de vorming van PCK bij docenten-in-opleiding pas op gang onder invloed van het voortdurende gebruik van vakinhoudelijke kennis in onderwijssituaties. Aanvankelijk blijken docenten-in-opleiding vakinhoudelijke kennis en algemeen-didactische kennis niet te integreren. Deze scheiding tussen vakinhoudelijke kennis en algemeen-didactische kennis vervaagt geleidelijk onder invloed van doceerervaringen.
- *Kennis van concepties en leerproblemen van leerlingen.* Uit verschillende studies komt naar voren dat de PCK van docenten kan worden beïnvloed door activiteiten waarbij de docenten worden geconfronteerd met concepties en leerproblemen van leerlingen. Door docenten-in-opleiding de misconcepties van leerlingen over een bepaald onderwerp te laten bespreken en te laten vergelijken met hun eigen concepties omtrent dit onderwerp, kunnen docenten-in-opleiding representaties van de vakinhoud en bijbehorende instructiestrategieën ontwikkelen (Geddis, 1993). Ook bij ervaren docenten kunnen activiteiten waarbij zij uitspraken en redeneringen van leerlingen analyseren, bijdragen tot ontwikkelingen in PCK, in termen van een beter begrip van de concepties en problemen van leerlingen en van strategieën om hierop adequaat in te spelen (Van Driel et al., 1998).
- *Kennis van doceerstrategieën.* De PCK van beginnende docenten met betrekking tot specifieke doceerstrategieën kan worden ontwikkeld via cursorische activiteiten. Zo kan een korte, intensieve workshop, waarin de deelnemers met bepaalde doceerstrategieën kunnen oefenen, een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van PCK in de richting van meer ervaren docenten (Clermont et al., 1993). Onderdelen van de initiële opleiding

kunnen echter een negatieve voorbeeldfunctie vervullen, hetgeen kan resulteren in het overnemen van bepaalde instructiestrategieën die onvoldoende gericht zijn op het begrip van de leerlingen (Adams & Krockover, 1997).

3 Discussie en conclusies

In deze laatste paragraaf worden de bevindingen uit de literatuur besproken met betrekking tot de twee onderzoeksvragen.

3.1 Identiteit van PCK als verbindend element in de kennisbasis

PCK is geïntroduceerd als een specifieke vorm van kennis waarin vakinhoudelijke noties en algemeen-didactische kennis verbonden worden ('...that special amalgam of content and pedagogy...', Shulman, 1987, p. 8). De positie van PCK als een eigenstandig element in de kennisbasis voor het onderwijzen is echter niet onomstreden. Zo demonstreren verschillende auteurs met voorbeelden dat het niet altijd goed mogelijk is om PCK te onderscheiden van vakinhoudelijke kennis als zodanig (Marks, 1990; Tobin et al., 1994). Ook Lederman en Gess-Newsome (1992) stellen in een reactie op het werk van Shulman (1986, 1987) het eigen karakter van PCK ter discussie. De auteurs erkennen wel het belang van de interactie tussen vakinhoudelijke kennis en algemeen-didactische kennis, maar beschouwen de vraag of PCK een belangrijk en eigenstandig kennisdomein betreft 'more of a theoretical argument than a practical one' (Lederman & Gess-Newsome, 1992).

Uit een deel van het onderzoek naar PCK van bèta-docenten (bijvoorbeeld van Geddis, 1993 en Smith & Neale, 1989) blijkt echter dat het beschikken over gedegen vakinhoudelijke kennis en over didactische kennis en vaardigheden in algemene zin noodzakelijk is om als docent adequaat te kunnen functioneren, maar ook dat hiervoor meer nodig is. Om leerprocessen van leerlingen optimaal te kunnen ondersteunen, hebben docenten inzichten nodig in specifieke moeilijkheden en concepties van leerlingen. Op basis hiervan kunnen zij vakinhoudelijke kennis transformeren en op bepaalde manieren representeren. Zodoende wordt

aan algemene docerstrategieën een specifieke invulling gegeven. Door het begrip PCK te reserveren voor in de lespraktijk bruikbare kennis omtrent leermoeilijkheden en docerstrategieën *met betrekking tot specifieke inhouden*, wordt het, naar onze mening, mogelijk en zinvol om PCK als een aparte kenniscategorie te onderscheiden. Om deze argumentatie te illustreren kan worden gewezen op studies die expliciet zijn gerelateerd aan specifieke onderwerpen (zoals 'electrochemische cellen' (Acampo, 1997) of 'verbranding' (De Jong, 1997)). In deze studies zijn, onder andere, docerstrategieën geïdentificeerd die niet universeel toepasbaar zijn, maar exclusief op het betreffende onderwerp zijn gericht. Daarmee vormen deze strategieën echter een specifieke en waardevolle aanvulling op meer algemene docerstrategieën, zoals een constructivistische strategie volgens Posner et al. (1982).

Door andere onderzoekers is het begrip PCK echter aanmerkelijk ruimer geconceptualiseerd dan hierboven is voorgesteld. Door ook vakinhoudelijke kennis als zodanig onder PCK te laten vallen, zoals Cochran et al. (1993), Fernández-Balboa en Stiehl (1955) en Marks (1990) hebben voorgesteld, vervalt echter de mogelijkheid om onderscheid te maken tussen een (beginnende) docent die weliswaar beschikt over gedegen vakinhoudelijke kennis, maar die (nog) niet goed kan inspelen op specifieke problemen van lerenden en een docent die zijn vakinhoudelijke kennis adequaat kan transformeren ten behoeve van lerenden.

3.2 Opbrengsten van onderzoek naar PCK

Op grond van het literatuuroverzicht in dit artikel kan worden geconcludeerd dat studies naar PCK van bèta-docenten een bijdrage leveren aan inzichten omtrent het onderwijzen van specifieke onderwerpen. Dit betreft met name de hierboven genoemde studies waarbij docerstrategieën zijn geïdentificeerd die met succes kunnen worden ingezet bij de ontwikkeling van concepties van lerenden met betrekking tot zulke onderwerpen. Dergelijk onderzoek naar PCK kan bovendien een belangrijke aanvulling vormen op een ander onderzoeksgebied, te weten de studie van specifieke (pre- en mis-) concepties van lerenden. Op dit gebied is in de afgelopen decennia een groot scala van specifieke onderwerpen bestudeerd. Voorbeelden

uit het natuurwetenschappelijk domein betreffen 'kracht', 'energie' of 'evolutie' (overzichten zijn onder andere te vinden in Driver & Easley, 1978; Dykstra, Boyle & Monarch, 1992 en Vosniadou, 1994). De resultaten van dergelijk onderzoek blijven doorgaans echter beperkt tot de beschrijving van de verschillende concepties en, soms, hun mogelijke oorzaken. Een 'vertaling' naar geschikte en beproefde docerstrategieën zou juist kunnen voortkomen uit onderzoek naar PCK.

Bovenstaande conclusies zijn gebaseerd op empirisch onderzoek naar de (praktijk-) kennis van docenten. We hebben in dit overzicht geen aandacht besteed aan artikelen in vakbladen waarin docenten *zelf* schrijven over het leren en onderwijzen van specifieke onderwerpen. In het domein van de natuurwetenschappen gaat het om bladen zoals *Journal of Biological Education*, *The Physics Teacher*, *Education in Chemistry* en in Nederland *NVOX*. Hierin komen bijvoorbeeld artikelen voor waarin docenten het succes van bepaalde docerstrategieën in hun eigen praktijk beschrijven. De waarde van zulke artikelen ligt vooral in het feit dat de auteurs erin geslaagd zijn om hun eigen PCK te expliciteren. Meer dan de onderzoeksrapportages die in dit artikel centraal staan, bieden zulke artikelen inzicht in de inhoud en de diepgang van de kennis die bepaalde docenten op een bepaald gebied in hun praktijk hebben ontwikkeld ('...uniquely the province of teachers...'; Shulman, 1987, p. 8). Hoewel deze artikelen doorgaans niet gebaseerd zijn op systematisch (veld-)onderzoek, zouden ze wel het uitgangspunt kunnen vormen voor onderzoek, dat zowel gericht kan zijn op de PCK van andere docenten op hetzelfde gebied, als op de wijze waarop de beschreven PCK in de onderwijspraktijk functioneert, met name in relatie tot leerprocessen van lerenden.

Voor wat betreft de *ontwikkeling* van PCK blijkt uit het in de vorige paragraaf beschreven onderzoek naar bèta-docenten dat zowel een grondig en coherent begrip van de vakinhoud, als het beschikken over adequate docervaardigheden in algemene zin, noodzakelijke voorwaarden vormen, waaraan voldaan moet zijn voordat de vorming van PCK kan plaatsvinden (Gess-Newsome & Lederman, 1993, Sanders

et al., 1993, Smith & Neale, 1989). Zodoende kan worden verklaard waarom beginnende of aanstaande docenten vrijwel niet beschikken over PCK (Lederman et al., 1994). Het effect van scholingsprogramma's op PCK is wisselend: terwijl Smith en Neale (1989) geen duidelijk effect vaststellen, claimen Clermont et al. (1993) en Geddis (1993) dat specifieke scholingsprogramma's een aanwijsbaar effect hebben op de PCK van de deelnemende docenten.

Deze conclusies komen in grote lijnen overeen met de eerder besproken bevindingen van Grosman (1990). Zij heeft, zoals gezegd, vier bronnen voor de vorming van PCK geïdentificeerd, waarbij doceerervaring en de vakinhoudelijke opleiding (dat wil zeggen de vorming van vakinhoudelijke kennis) van groot belang worden geacht, terwijl de invloed van de twee andere bronnen niet goed onderzocht is (zoals de impact van 'subject-specific methods courses' in de lerarenopleiding) of sterk kan variëren (observatie van lessen).

Op grond van het hier besproken onderzoek kan een aantal voorlopige aanbevelingen geformuleerd worden omtrent de ontwikkeling van PCK via nascholing en initiële opleiding. In algemene zin zou deze ontwikkeling bevorderd kunnen worden door docenten specifieke vakinhouden te laten bestuderen vanuit een doceerperspectief. Meer specifiek kan het bijvoorbeeld effectief zijn dat docenten zich verdiepen in de concepties van lerenden over specifieke onderwerpen. Zo beschrijven Shymansky et al. (1993) hoe docenten hun eigen (vakinhoudelijke) kennis van een bepaald onderwerp kunnen verbeteren door leerlingen te interviewen omtrent hun preconcepties over het betreffende onderwerp, waarna de docenten de ontwikkeling van deze concepties bij leerlingen onderzochten tijdens en na een reeks door henzelf verzorgde lessen. Geddis (1993) beschrijft de opzet van een scholingsprogramma waarbij docenten eerst zelf enkele vakinhoudelijke vragen beantwoorden en daarna hun antwoorden vergelijken met die van leerlingen. Door discussie en reflectie ontstonden bij de docenten ideeën over transformaties van vakinhouden en over mogelijk bruikbare doceerstrategieën.

Gezien het belang van doceerervaring voor de vorming van PCK is het zinvol dat scho-

lingsprogramma's docenten in de gelegenheid stellen om PCK in lessituaties toe te passen en op de praktijkervaringen te reflecteren. Clermont et al. (1993) behaalden gunstige resultaten met een intensieve, kortdurende workshop, waarin tweederde van de tijd was ingeruimd voor praktische oefeningen door de deelnemers (beginnende docenten), feedback hierop van de workshopdocenten, observatie van de andere deelnemers en het geven van feedback op hun presentaties. Deze aanpak leidde bij de deelnemers tot een vergroting van hun repertoire van representaties en een toegenomen flexibiliteit in het gebruik hiervan. Van Driel et al. (1998) laten zien hoe de PCK van docenten over een zeker onderwerp toe kan nemen wanneer zij in hun eigen klassen een experimentele lessenreeks uitvoeren en hun ervaringen hiermee tijdens nascholingsbijeenkomsten uitwisselen en hierop reflecteren.

Ter afronding van dit artikel komen we terug op de eerder beschreven controversie omtrent de vraag of onderzoek naar de praktijkkennis van docenten, waaronder PCK, gedoemd is om te blijven steken in beschrijvingen op ideosyncratisch niveau (Tom & Valli, 1990). Op grond van de in dit artikel besproken literatuur menen wij dat de resultaten van het onderzoek naar PCK het individuele niveau overstijgen en bijdragen aan de vorming van kennis van een meer algemene aard, bijvoorbeeld in de vorm van een typologie van concepties van docenten (Acampo, 1997) of van doceerstrategieën (De Jong, 1995), beide met betrekking tot specifieke onderwerpen. Tegelijkertijd blijkt dat er behoorlijke verschillen kunnen bestaan tussen docenten, voor wat betreft de inhoud van hun PCK en de wijze waarop deze wordt ontwikkeld: hetzelfde nascholingsprogramma kan voor de PCK van sommige docenten een belangrijke impuls vormen, terwijl de PCK van anderen hierdoor nauwelijks beïnvloed wordt (Van Driel et al., 1998). Deze constatering is echter inherent aan de praktijkkennis-benadering. Deze benadering is immers niet gericht op het genereren van algemeen geldige indicatoren voor effectieve instructie, maar op de vorming van een kennisbasis voor het op flexibele wijze onderwijzen van specifieke onderwerpen, in situaties die worden beïnvloed door contextuele en persoonlijke factoren. Het lijkt

crop dat PCK een onmisbaar element vormt van een dergelijke kennisbasis.

Literatuur

- Acampo, J. (1997). *Teaching electrochemical cells* (Academisch proefschrift, Universiteit Utrecht). Utrecht: CD- β Press.
- Adams, P.E., & Krockover, G.H. (1997). Beginning science teacher cognition and its origins in the preservice secondary science teacher program. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 633-653.
- Anderson, R.D., & Mitchener, C.P. (1994). Research on science teacher education. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 3-44). New York: Macmillan.
- Beijaard, D., & Verloop, N. (1996). Assessing teachers' practical knowledge. *Studies in Educational Evaluation*, 22, 275-286.
- Boekaerts, M., & Simons, P.R.J. (1993). *Leren en instructie. Psychologie van de leerling en van het leerproces*. Assen: Dekker & van de Vegt.
- Brophy, J.E., & Good, T.C. (1986). Teacher behavior and student achievement. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 328-375). New York: Macmillan.
- Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), 32-42.
- Carlsen, W.S. (1993). Teacher knowledge and discourse control: Quantitative evidence from novice biology teachers' classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 471-481.
- Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. In W.R. Houston (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education* (pp. 291-310). New York: Macmillan.
- Clermont, C.P., Krajcik, J.S., & Borko, H. (1993). The influence of an intensive in-service workshop on pedagogical content knowledge growth among novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 21-43.
- Clermont, C.P., Borko, H., & Krajcik, J.S. (1994). Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 419-441.
- Cobb, P. (1994). Constructivism and learning. In T. Husén & T.N. Postlethwaite (Eds.), *The international encyclopedia of education* (2nd ed., pp. 1049-1052). Oxford: Pergamon.
- Cochran, K.F., DeRuiter, J.A., & King, R.A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44, 263-272.
- Doyle, W. (1990). Themes in teacher education research. In W.R. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 3-24). New York: Macmillan.
- Driel, J.H. van, Verloop, N., & Vos, W. de (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 673-695.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Dykstra, Jr., D.I., Boyle, C.F., & Monarch, I.A. (1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education*, 76, 615-652.
- Fernández-Balboa, J.-M., & Stiehl, J. (1995). The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. *Teaching & Teacher Education*, 11, 293-306.
- Geddis, A.N. (1993). Transforming subject-matter knowledge: The role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International Journal of Science Education*, 15, 673-683.
- Gess-Newsome, J., & Lederman, N.G. (1993). Preservice Biology teachers' knowledge structures as a function of professional teacher education: A year-long assessment. *Science Education*, 77, 25-45.
- Grimmett, P.P., & MacKinnon, A.M. (1992). Craft knowledge and the education of teachers. In G. Grant (Ed.), *Review of research in education* (Vol. 18, pp. 385-456). Washington: AERA.
- Grossman, P.L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York/London: Teachers College Press.
- Hashweh, M.Z. (1987). Effects of subject-matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching & Teacher Education*, 3, 109-120.
- Hennessy, S. (1993). Situated cognition and cognitive apprenticeship: Implications for classroom learning. *Studies in Science Education*, 22, 1-42.
- Jong, O. de (1991). Expertise as a source of difficulties: teaching and learning 'chemical calculations'. In J. T. Voorbach, J.H.C.Vonk & L.G.M.Prick (Eds.), *Teacher education 7, Research and developments on teacher education in the Netherlands* (pp. 5-16). Amsterdam/Lisse: Swets & Zeitlinger, Amsterdam/Lisse.

- Jong, O. de (1995). Learning experiences of teachers and students: solving proportion problems in science education. In J. T. Voorbach (Ed.), *Teacher education 11, Research and developments on teacher education in the Netherlands* (pp. 88-98). De Lier: Academisch Boeken Centrum.
- Jong, O. de (1997). Dutch preservice chemistry teachers' ideas about teaching the topic of combustion. In J. McCall & R.M. Mackay (Eds.), *Partnership and cooperation* (pp. 73-87). Glasgow: University of Strathclyde.
- Lederman, N.G., & Gess-Newsome, J. (1992). Do subject matter knowledge, pedagogical knowledge, and pedagogical content knowledge constitute the Ideal Gas Law of science teaching? *Journal of Science Teacher Education*, 3, 16-20.
- Lederman, N.G., Gess-Newsome, J., & Latz, M.S. (1994). The nature and development of preservice science teachers' conceptions of subject matter and pedagogy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 129-146.
- Lijnse, P.L. (1994). Probleemoplossen en algemene vaardigheden: een poging tot discussie. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 12, 246-260.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41, 3-11.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Rosenshine, B., & Stevens, R. (1986). Teaching functions. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 376-391). New York: Macmillan.
- Sanders, L.R., Borko, H., & Lockard, J.D. (1993). Secondary science teachers' knowledge base when teaching science courses in and out of their area of certification. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 723-736.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15 (2), 4-14.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Shymansky, J.A., Woodworth, G., Norman, O., Dunkhase, J., Matthews, C., & Liu, C.-T. (1993). A study of changes in middle school teachers' understanding of selected ideas in science as a function of an in-service program focusing on student preconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 737-755.
- Smith, D.C., & Neale, D.C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching & Teacher Education*, 5, 1-20.
- Tobin, K., Tippins, D.J., & Gallard, A.J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 45-93). New York: Macmillan.
- Tom, A.R., & Valli, L. (1990). Professional knowledge for teachers. In W.R. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 372-392). New York: Macmillan.
- Verloop, N. (1992). Praktijkkennis van docenten: een blinde vlek van de onderwijskunde. *Pedagogische Studiën*, 69, 410-423.
- Verloop, N. (1995). De leraar. In J. Lowyck & N. Verloop (Red.), *Onderwijskunde* (pp. 108-150). Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Verschaffel, L. (1995). Beïnvloeden van leerprocessen. In J. Lowyck & N. Verloop (Red.), *Onderwijskunde* (pp. 152-187). Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Vos, W. de (1985). *Corpusculum delicti* (Academisch proefschrift). Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Vosniadou, S. (Ed.). (1994). Conceptual change in the physical sciences [Special issue]. *Learning and Instruction*, 4 (1).
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J., & Novak, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 177-210). New York: Macmillan.

Manuscript aanvaard 2-7-1998

Auteurs

J. van Driel is als universitair docent werkzaam bij het Interfacultair Centrum voor Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en Nascholing (ICLON) van de Rijksuniversiteit Leiden.

N. Verloop is hoogleraar-directeur van het Interfacultair Centrum voor Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en Nascholing (ICLON) van de Rijksuniversiteit Leiden.

Correspondentie-adres: ICLON, Postbus 9555, 2300 RB Leiden.

Abstract

Pedagogical content knowledge as a unifying element in the knowledge base of teachers.

J. van Driel & N. Verloop. Pedagogische Studieën, 1998, 75, 225-237.

In educational research, the interest in teachers' practical knowledge has increased over the past decade. In this respect, the concept of 'pedagogical content knowledge' (PCK) can be perceived as a specific form of practical knowledge, which addresses the way in which teachers transform and represent subject matter knowledge in order to promote their learners' understanding. This article attempts to evaluate the concept of PCK on the basis of research results in the past decade. First, the identity of PCK is analyzed, which leads to the conclusion that PCK is to be considered as a separate element in the knowledge base of teachers, in which subject-matter knowledge and general pedagogical knowledge are unified. We suggest a definition which restricts PCK to two basic components, i.e., knowledge of representations of subject matter and teaching strategies on the one hand, and knowledge of learners' conceptions and difficulties on the other hand, both *with respect to specific topics*. Next, the results of empirical research on science teachers' PCK are analyzed. These studies appear to lead to the identification of specific strategies, aimed at an adequate and flexible way of teaching specific topics. Moreover, these studies contribute to understanding the development of PCK. From these results, suggestions for the in-service and preservice education of teachers are derived.