

# Hvad skal ph.d.-studerende på naturvidenskab vide om undervisning?

*Birgitte Lund Nielsen, ph.d.-studerende, Center for Scienceuddannelse, Aarhus Universitet og lektor ved Læreruddannelsen i Århus*

*Michael E. Caspersen, lektor, Center for Scienceuddannelse, Aarhus Universitet*

*Bettina Dahl, ph.d., lektor, Center for Scienceuddannelse, Aarhus Universitet*



Birgitte Lund Nielsen er cand. scient., master i naturfagernes didaktik, og ph.d.-studerende ved Center for Scienceuddannelse, Aarhus Universitet og desuden lektor ved Læreruddannelsen i Århus. Primær forskningsinteresse er underviseres professionelle udvikling.



Michael E. Caspersen er lektor i programmering og programmeringsdidaktik og centerleder ved Center for Scienceuddannelse, Aarhus Universitet. Forskningsinteresser er programmeringsdidaktik, it-uddannelsesforskning og scienceuddannelsesforskning.



Bettina Dahl er lektor i matematikdidaktik på Center for Scienceuddannelse, Aarhus Universitet. Hun er ph.d. i matematikdidaktik, cand.scient. i matematik og samfundsfag og M.Sc. i Educational Research Methodology. Primær forskningsinteresse er særligt dygtige elever og progression i matematikkompetencer.

## Reviewet artikel

*Vi præsenterer en teoretisk analyse af rammesætningen af et kursus i undervisning for ph.d.-studerende ved Det Naturvidenskabelige Fakultet på Aarhus Universitet (NAT-AU). Analysen anvendes som referenceramme for en præsentation af det udviklede kursus og de studerendes evaluering af første gennemløb. Fremover er et lettere revideret kursus obligatorisk for alle ph.d.-studerende ved NAT-AU, bl.a. begrundet i de positive erfaringer fra det beskrevne kursus.*

*Med afsæt i den teoretiske analyse og evalueringsresultaterne diskuteres, hvordan man kan indarbejde en progressionstankegang i udvikling af universitetsunderviseres undervisningsfaglighed, der omfatter dette grundkursus og adjunkt-pædagogikum.*

## Indledning

I efteråret 2009 havde Center for Scienceuddannelse (CSE) ved Det Naturvidenskabelige Fakultet (NAT) på Aarhus Universitet fået til opgave at udvikle et 2½ ECTS grundkursus i undervisning for fakultetets ph.d.-studerende.

I planlægningen ønskede vi at gøre brug af forskning om professionel udvikling for undervisere. I planlægningen indgik derfor en analyse med overvejelser om strukturering af kurset, så det ikke blot blev formidling af deklarativ didaktisk viden (Biggs og Tang, 2007), som det ville være op til deltagerne at se, om de kunne anvende i praksis. Visionen var derimod, at læringsmål, aktiviteter og evalueringsform skulle have direkte reference til deltageres kompetenceudvikling som undervisere (*Functioning Knowledge*: Biggs & Tang, 2007).

## Problemstilling

Med udgangspunkt i ovenstående vil vi i denne artikel adressere følgende spørgsmål:

- Hvordan kan nye ph.d.-studerende ved naturvidenskab kvalificeres til den del af deres ansættelse, der handler om undervisning?
- Hvilke fag- og almindidaktiske elementer er relevante, og hvor teoretisk/praktisk skal det være?
- Kan det udformes, så det meningsfuldt kan indgå i progression med universitetets adjunkt-pædagogikum (på AU kaldet Adjunktkurset)?

## Metode og struktur af artiklen

Problemstillingen angribes todelt: Først præsenteres en teoretisk analyse med brug af generelle modeller, der illustrerer karakteren af undervisningsfaglighed og professionel udvikling som underviser; dernæst anvendes denne analyse til at argumentere for kursusopbygningen. Læringsmål, didaktisk design og en evaluering af første gennemførelse af kurset præsenteres, og artiklen afsluttes med en perspektivering, hvor vi diskuterer progression i udvikling af undervisningsfaglighed fra ph.d.- til adjunktniveau.

## Teoretisk rammesætning

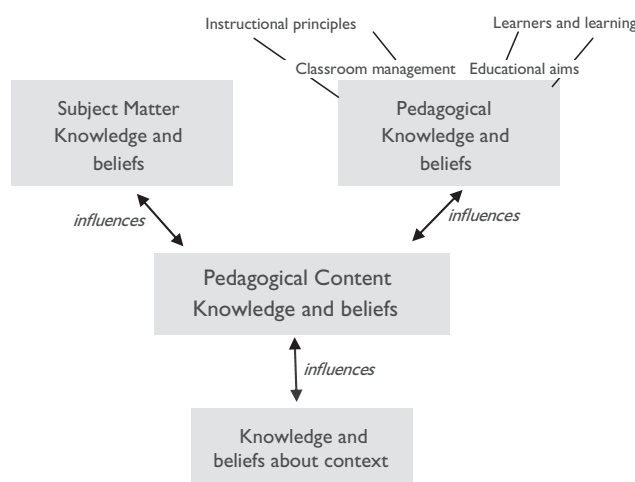
Det overordnede formål er at kvalificere ph.d.-studerende som *undervisere*. Derfor refereres i den teoretiske ramme nedenfor til centrale teoridannelser og forskningsresultater inden for området *undervisningsfaglighed* og udvikling heraf.

## Undervisningsfaglighed

Pedagogical Content Knowledge (PCK) er i de sidste 25 år blevet brugt som begreb til at identificere underviseres professionelle viden og kompetence (Shulman, 1986; Abell, 2007). På dansk anvendes både oversættelsen undervisningsfaglighed og forkortelsen PCK med reference til forskningsprogrammet, hvor udvikling af undervisningsfaglighed i såvel grundskole som gymnasium og videregående uddannelse og i forhold til flere forskellige fagområder har været inddraget – dog med overvægt af studier med reference til gymnasiet og naturvidenskab. Som eksempler på studier med brug af PCK som begrebsætning i udvikling af universitetsundervisning henvises til Major & Palmer (2006) og Padilla, Ponce-de-Leon, Rembado & Garritz (2008).

Shulmans introduktion af PCK refererede til den *fag-* og *kontekstspecifikke* karakter af undervisningsfaglighed som en helt central grundantagelse. Hans argumentation var, at det faglige indhold på dette tidspunkt så ud til i mange tilfælde at mangle helt i diskussion af underviseres faglighed (Shulman, 1986). PCK (Figur 1) er den kombination af underviserens forståelse af det faglige indhold og af hans pædagogiske indsigt,

der påvirker den måde, han vælger at angribe et givet indhold, så studerende udfordres til dybdelæring. At bruge PCK som begrebsætning er altså populært sagt at se på undervisningsfaglighed med fagdidaktiske briller, hvad der må være centralt for et kursus målrettet et bestemt fakultet.



Figur 1: Model over PCK (efter Gess-Newsome & Lederman (eds.), 1999)

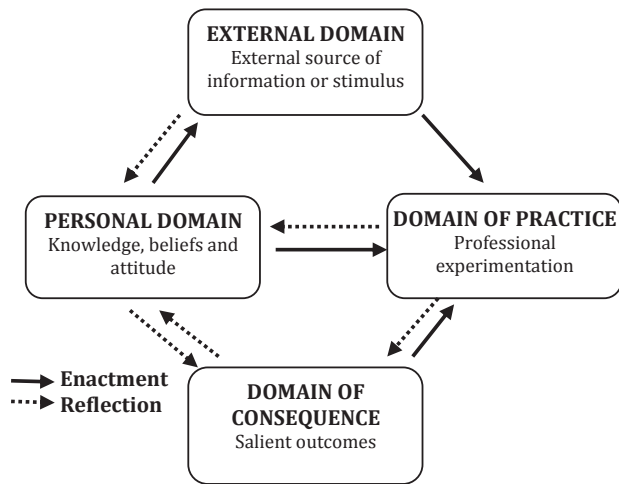
Som begrebskonstruktion er PCK ofte blevet brugt til at identificere erfarne underviseres særlige faglighed, men er desuden anvendt i diskussion af, hvordan man som novice bedst uddannes og kvalificeres (Abell, 2007; Berry, Loughran & van Driel, 2008).

I denne artikel er der fokus på undervisning af universitetsstuderende i naturvidenskabeligt indhold bredt set. I forskellige forskningsstudier er det kontekstspecifikke mere detaljeret diskuteret, f.eks. brug af partikkelmodeller i undervisning i kemi (De Jong; van Driel & Verloop, 2005).

## Professionel udvikling som underviser

Forskning har vist, at det sjældent er så enkelt, at undervisere ændrer deres grundlæggende viden og overbevisning (*'beliefs'*) om undervisning som følge af deklarativ input fra kurser om undervisning og selv omsætter ny viden og ideer til egen praksis. En kursusmodel, hvor der tænkes omvendt, så underviseren (1) faciliteres i at afprøve nye muligheder i egen praksis, (2) opdager positive ændringer i studerendes læringsudbytte, og (3) først som følge af dette faktisk kan ændre viden og overbevisning (*'beliefs'*) om undervisning, har vist sig at være en mere dækkende måde at beskrive udvikling af undervisningskompetencer på (Clarke & Hollingsworth, 2002).

Clarke og Hollingsworth introducerer en empirisk baseret model, der anerkender kompleksiteten og multiple udviklingsveje i underviseres professionelle udvikling (Figur 2). I modellen indgår to typer af medierende processer: Dels *'enactment'*, dvs. systematisk afprøvning i praksis, og dels refleksion.



Figur 2: Den såkaldte »interconnected model of professional growth« (fra Clarke & Hollingsworth, 2002).

Clarke og Hollingsworths model er anvendt i forskellige sammenhænge i den didaktiske forskning til analyse af udvikling af underviseres PCK, bl.a. er der i flere projekter sat fokus på kollegial interaktion som en del af 'Salient outcomes', dvs. udbytte som værdsættes og bliver centralt for underviseren (van Driel & Beijaard, 2003).

### Analyse

Med afsæt i den præsenterede teoretiske ramme analyseres hvilke opmærksomhedspunkter og udfordringer, der bør tages højde for i design af kurset.

### Teoretisk analyse: PCK-modellen

Med hjælp af PCK-modellen i Figur 1 kan vi identificere en række udfordringer. De ph.d.-studerende har en dybtgående faglig viden (Subject Matter Knowledge, SMK) især inden for det område, hvor de via deres forskning er specialiserede, men i mange tilfælde virker de som undervisere på bredere introducerende kurser og i øvelsesundervisning i forbindelse med en bred vifte af aktiviteter. Deltagerne i kurset havde undervisningsopgaver, der – typisk for bredden inden for naturvidenskabelig universitetsundervisning – rakte lige fra øvelsesundervisning med klassisk opgaveregning til undervisning i praktisk programmering eller på felt- og laboratoriekurser.

Derimod havde de som udgangspunkt ingen pædagogisk-didaktisk viden. Udfordringen var derfor at få nye (fag-)didaktiske begreber bragt i samspil med deres SMK på en måde, hvor der var mulighed for, at de blev bevidste om egen kontekstforståelse og værdier om, hvad der er god undervisning, som afsæt

for på reflekteret vis at kunne inddrage og afprøve nye undervisningsformer.

I forhold til *knowledge & beliefs about context* (Figur 1) er de ph.d.-studerende typisk gennem eget uddannelsesforløb socialiseret ind i kulturen i det naturvidenskabelige, danske universitetssystem, så de kan forventes at have en bestemt forestilling om universitetsundervisning i naturvidenskab: Typisk forelæsninger efterfulgt af teoretiske øvelser eller laboratorieøvelser:

*'Faculty commented that their decisions about how to teach a particular subject were influenced most by how they have been taught, which was most frequently in a traditional lecture model'* (Major & Palmer, 2006, p.626).

På trods af at en del af de ph.d.-studerendes undervisning er på øvelseshold tilknyttet mere erfarne lektors forelæsninger, vil de i mange tilfælde stå relativt alene i planlægningen. Forskning har vist, at kollegiale interaktioner kan støtte undervisere i deres udvikling af PCK (bl.a. Van Driel & Beijaard, 2003), så kollegialt samarbejde kan med fordel inkorporeres i kurset.

### Teoretisk analyse: Clarke & Hollingsworth-modellen

I anerkendelse af flere mulige udviklingsveje i en første professionel udvikling som underviser kan et kursus med fordel indeholde både 'External Inputs' og 'Professional Experimentation' (Figur 2). Forskning har vist, at undervisere, der i udgangspunktet ikke så grund til at ændre på egen praksis præget af undervisning som transmission, via et forløb med afprøvning af alternative tilgange med højere grad af studenter-aktivering (enactment pil overst til højre i Figur 2) reflekterede over, at studerende blev mere ansvarlige i forhold til egne læreprocesser (reflection pil nederst til højre i Figur 2), og derfor over tid ændrede holdning til og viden om undervisning (pil nederst til venstre i Figur 2), idet de anså udviklingen som vigtig (Salient outcomes). Dette førte i den undersøgte case til mere systematisk afprøvning af eksperimenterende tilgange til undervisningen (enactment pil på tværs i Figur 2) (Clarke & Hollingsworth, 2002).

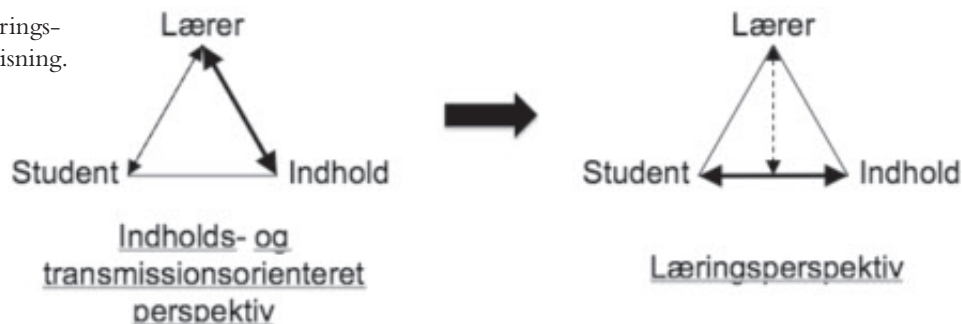
### Resultater

I dette afsnit præsenteres begrundede læringsmål og en overordnet kursusplan, begge med reference til modeller og analyse. Afsnittet afsluttes med analyse og vurdering af evalueringsdata fra kurset.

### Læringsmål for kurset

I lyset af ovenstående og bl.a. inspireret af Major & Palmer (2006), Gibbs & Coffey samt Barr & Tagg (1995) er kurset designet med det overordnede formål at få deltagerne til at tænke i læreprocesser frem for lærer-

Figur 3: Fra transmissions- til læringsorienteret perspektiv på undervisning.



processer, dvs. at tænke i studenteraktivitet og læring frem for transmission af indhold, når de tilrettelægger og praktiserer undervisning. Et meget konkret eksempel er at fremhæve betydningen af at stille spørgsmål, der stimulerer refleksion og læring frem for blot at give svar.

Formålet med kurset kan illustreres ved hjælp af en didaktisk trekant, hvor målet er at komme fra den traditionelle og intuitive fokusering på transmission af indhold – som især falder naturligt for noviceundervisere, der er usikre på egen formåen – til facilitering af studerendes læring af indhold (se Figur 3).

Med afsæt i dette overordnede formål har vi designet et kursus med de konkrete læringsmål som er listet i Figur 4.

Målet er at deltagerne efter kurset kan

- opstille kriterier for god instruktion i en given faglig kontekst og redegøre for, hvordan disse kriterier kan implementeres i praksis
- anvende teknikker til at
  - planlægge mindre undervisningsaktiviteter
  - motivere og aktivere studerende

Figur 4: Læringsmål for Grundkursus om instruktion og undervisning.

### Kursusplan

Læringsmålene søgte vi at realisere via kursusplanen, som er skitseret i Figur 5. Kurset bestod af seks blokke á tre timer, fordelt så der mellem de fire første blokke og de to sidste var en studieperiode på tre uger, hvor deltagerne havde mulighed for at afprøve dele af et forløb, som de efterfølgende skulle præsentere i Blok 5.

I grupper skulle deltagerne således afprøve en model for kollegial supervision i en såkaldt før-vejlednings-situation (Lauvås et al., 1996) rettet mod planlægningsfasen af undervisningen<sup>1</sup> med peer-supervision/peer-observation som et element. Målet var at kvalificere deltagerens refleksion over egen undervisning, altså reflekteret selv-udvikling snarere end bedømmelse af hinandens undervisning. Peer-observation anvendes internationalt som metode i professionel udvikling af både novicer og erfarne lektorer for at facilitere afprøvning af nye tilgange til undervisning og studerendes læring (Donnelly, 2007). I relation til modellerne er der her reference til professionel eksperimenteren (*Domain of Practice* i Clarke & Hollingsworths model, figur 2) og kollegiale interaktioner som ramme for refleksion (van Driel & Beijaard, 2003).

Det faglige input i Blok 1-4 (*External Domain* i figur 2) var fag- og almindidaktisk teori, der kunne understøtte deltagerens fokusskift fra dem selv som underviser (*læreprocesser*) til de studerendes *læreprocesser* (Gibbs & Coffey, 2004). Eksempler er kognitiv load teori (Caspersen, 2007; Caspersen & Bennedsen 2007;

BLOK 1-2	BLOK 3-4	3 ugers projektperiode	Blok 5-6
Constructive alignment og SOLO taxonomi	Læring Kognitiv load teori (CLT) Pointestyring	Eksperimenter i praksis (hvis muligt)  Kollegial supervision	Fremlæggelse og respons
Øvelser egne kurser			
Instruktionsprincipper /den lærende	Undervisningsplanlægning – eksempler (tilpasning til forskellige videnstyper og læringsmål) Kollegavejledning – teori og principper.		
Øvelser egne kurser			Undervisnings-portfolio

Figur 5. Kursusplan i skitseform. Hvid og sort skrift viser vekslen mellem input og arbejde med input.

Mange indikationer på positivt	Mange indikationer på negativt
Forelæsningerne Kollegavejledning Spisesedlerne Gruppearbejdet SOLO, alignment og læringsmål Præsentationerne (Blok 5) Kognitiv load Begrebskort Diskussioner og kollegaerne Pointestyling Vi har været et godt eksempel	For meget fokus på hvordan man forelæser Teoretisk load, herunder didaktiske begreber Opgavens (Blok 5) struktur Vi var dårlige eksempler For meget forskelligt på kort tid, 6 t på én dag For meget læsestof indimellem (2 SOLO) Forholdet teori-praksis Antal øvelser Litteratur der kommer på aula dagen før For få tips og tricks, eksempler Ikke tidsmæssigt passende for ph.d.-studerende

Tabel 1. Opsummering af resultater i Delphi-evalueringen.

Paas et al., 2003; Sweller, 1999), pointestyling (Herskin, 2004) og teorier om constructive alignment og SOLO taxonomi (Biggs & Tang, 2007; Brabrand & Dahl, 2008; 2009).

Det teoretiske input blev i de enkelte blokke bearbejdet i deltagerens kontekst i form af mindre øvelser (hvid markering i Figur 5) og indgik som teoretisk reference i de ph.d.-studerendes afsluttende projekter og deres præsentation/diskussion af disse.

Underviserportfolio indgik i kursets sidste blok som et fremadrettet element til brug i deltagerens fortsatte udvikling af undervisningskompetence og dokumentation heraf.

### Opsamling på og analyse af evalueringsdata

Evalueringen af kurset (undervisningsevaluering) var både mundtlig og skriftlig og bestod dels af et spørgeskemaskema med lukkede (Likert-skala) og åbne kategorier og dels af en Delphi-evaluering. Undervisningsevalueringen anvendes nedenfor i en diskussion af, hvordan kursusdesign og -indhold gav mening for deltagerne, og indgår desuden i en fremadrettet kvalificering af kurset efter dette første gennemløb. Deltagerens læring, alignet til kursets læringsmål, blev evalueret ved deres fremlæggelse af egne projekter i blok 5 og 6. Denne evaluering inddrages også i diskussionen.

Delphi-evaluering er en metode, der er inspireret af

	Sæt kryds på Likert-skalaen					Gns.
	I høj grad				Min-dre grad	
	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	
Var strukturen på kurset logisk og sammenhængende?	1	9	9	5		<u>3,3</u>
Var forberedelsesmaterialet informativt?	5	6	10	2	1	<u>3,5</u>
Var forberedelsesmaterialets sværhedsgrad passende?	5	7	8	1	2	<u>3,5</u>
Var indholdet i BLOK 1 relevant?	7	10	5	2		<u>3,9</u>
Var indholdet i BLOK 2 relevant?	4	10	6	3	1	<u>3,5</u>
Var indholdet i BLOK 3 relevant?	12	9	2			<u>4,4</u>
Var indholdet i BLOK 4 relevant?	1	7	10	5		<u>3,2</u>
Var opgaven til BLOK 5 (og 6) relevant?	15	8	1	2		<u>4,4</u>
Var indholdet i BLOK 6 relevant?	2	9	9	2	1	<u>3,3</u>
Var læringsmålene for kurset dækkende?	1	9	3	2		<u>3,6</u>
Var tidspunktet for kurset passende?	1	14	3	3	2	<u>3,4</u>
Hvor tilfreds er du med kurset overordnet set?	2	14	4	3		<u>3,7</u>

Tabel 2: Samlet evaluering, lukkede kategorier.

Delphi-forskning (Murray & Hammons, 1995), hvor målet er gennem flere runder at nå en form for konsensus. I dette tilfælde blev der anvendt en form, hvor alle skriver tre positive og tre negative udsagn og derudover markerer enighed eller uenighed med de øvrige deltageres udsagn. Resultatet af Delphi-evalueringen kan ses i Tabel 1 (rækkefølgen i tabellen er tilfældig, og nogle af udsagnene modsiger til en vis grad hinanden). Delphi-evaluering blev anvendt, for at vi umiddelbart efter kunne foretage en mundtlig opsamling med deltagerne.

Tabel 2 viser en oversigt over svarene på de lukkede spørgsmål i evalueringsskemaerne. Disse er efterfølgende opgjort, men ikke diskuteret med deltagerne. Der er tilføjet numeriske værdier (1-5), og gennemsnit er anført i søjlen til højre.

Tabellerne viser, at der generelt er tilfredshed, men at der også er områder, hvor kurset kan forbedres.

De åbne svarkategorier fra evalueringsskemaerne bekræfter billedet fra Tabel 1 og 2: Deltagerne har oplevet et stort udbytte, ikke mindst af Blok 5 (og 6), altså fremlæggelse af egne projekter og kollegavejledningen. De kommenterer positivt på den kollegiale supervision, og processen, de selv havde været igennem for at lave projektet, har tilsyneladende været meget lærerig. Det er dog tydeligt, at nogle af deltagerne har haft problemer med helt at forstå projektets karakter, hvilket fremover skal imødegås.

Det kendetegnede alle fremlæggelser (læringsevaluering), at teorien indgik på nærmest forbilledlig vis i refleksionen i projekterne (jf. balancen mellem *enactment* og *reflection* som medierende processer i Figur 2). På trods af dette er der kommentarer i evalueringerne, der problematiserer, hvad den didaktiske teori kan bruges til i praksis. Efterfølgende samtaler med deltagerne antyder, at denne tilsyneladende modsætning mellem de studerendes undervisningsevaluering og vores evaluering af deres præstationer i Blok 5 afspejler, at de studerende efterspørger flere redskaber til at kunne agere informeret i konkrete undervisningssituationer. Der, hvor vi oplevede, at de havde fået meget ud af kurset ved at deltage i og evaluere på deres fremlæggelser, var som *informerede* og *reflekterede* praktikere jf. Schön's forståelse af professionel udvikling i samspillet mellem refleksion i praksis og over praksis (teoriinformeret) (Schön, 2003). Det, de savnede og efterspurgte var i højere grad at blive *kyndige* praktikere jf. Dreyfus-brødrenes stadier af færdighedstilegnelse (Dreyfus & Dreyfus, 1980). Fremadrettet må det derfor overvejes, om fokus på konkrete færdigheder skal indgå tydeligere i læringsmålene og kan opprioriteres.

## Konklusion

Evalueringerne af kurset var generelt positive, især inden for områder analysen viste var centrale: Deltagernes afprøvning i egen praksis med kollegial supervision og fremlæggelse af egne designede og reflekterede forløb (gennemsnit på 4,4 i Tabel 2).

Med afsæt i analysen var vores mål at undgå et kursus med indhold *om* undervisning, som deltagerne selv skulle implementere i praksis efterfølgende. *Starten* på kurset endte dog med at være relativt traditionel, og konklusionen må være, at vi fremadrettet må afprøve muligheder for helt fra start at tage afsæt i deltagerne egen praksis og deres spørgsmål til denne, hvis det overhovedet er muligt. Vi er i anden kursussammenhæng i gang med at arbejde med brug af video til dette formål, men det kommer for vidt at uddybe her.

Der var blandt deltagerne delte meninger om vægtingen mellem teori og praksis. Dette afspejler formodentlig et ønske om at supplere kompetencer som begyndende reflekterede praktikere med flere kompetencer som kyndige praktikere som grundlag for at agere informeret og kvalificeret i konkrete undervisningssituationer.

Efterfølgende er det blevet besluttet at gøre kurset obligatorisk for alle ph.d.-studerende ved NAT-AU og desuden at justere omfang, indhold og form som følger: (1) opgradering fra 2,5 til 5 ECTS, (2) opprioritering af konkrete undervisningsfærdigheder ('classroom management', 'micro skills'), (3) fastholdelse/opprioritering af alignment, læringsfokus (som supplement til indholdsfokus og afsenderfokus), cognitive load theory, pointestyling, kollegial supervision og portfolio samt (4) brug af café-form med korte oplæg og (casebaserede) gruppediskussioner og flere konkrete øvelser.

## Perspektivering

Fremadrettet bliver det en vigtig opgave at etablere en fornuftig progression fra et obligatorisk ph.d.-kursus i undervisning og videre til adjunktpædagogikum: Hvad kan med fordel placeres hvor?; hvilke grundsten og basiskompetencer skal prioriteres i ph.d.-kurset?; og hvordan kan der bygges videre på disse i adjunktpædagogikum?

Den naturlige progression er at udvide fokus ved at gå fra simple og relativt veldefinerede undervisningsopgaver for et lille hold til komplekse undervisningsopgaver med store hold samt vejledning.

Vi foreslår at supplere dette ved at operere med en progression i form af trinvis kompetenceudvikling fra *informeret forbruger* til *informeret producent* af pædagogisk og didaktisk design. En sådan progressionstænkning er til dels inspireret af Dreyfus-brødrenes model for kompetenceudvikling (Dreyfus & Dreyfus, 1980). Forbruger- og producentterminologien er inspireret af Caspersen (2007) og Schmolitzky (2005).

Et konkret eksempel på brug af tænkningen er i

forhold til emner som 'constructive alignment', SOLO-taksonomi og formulering af læringsmål. Umiddelbart er disse emner ikke relevante for ph.d.-studerende, idet de ikke har ansvar for kursustilrettelæggelse, herunder formulering af læringsmål og prøveform. Imidlertid er det deres ansvar i forhold til de opstillede læringsmål og prøveformen at facilitere optimal læring i de konkrete undervisningsaktiviteter, de er involveret i. En nødvendig forudsætning herfor er, at de ph.d.-studerende er bekendte med den tænkning, der ligger bag udformningen af læringsmål og prøveform samt tilrettelæggelse af undervisnings- og læringsaktiviteter. En ph.d.-studerende har med andre ord behov for kompetencer inden for 'constructive alignment' på et basalt niveau som *informeret forbruger*. Som adjunkt eller lektor er der behov for at udvide kompetencerne til et niveau, hvor den pågældende kan agere som *informeret producent* – i dette tilfælde af kursusbeskrivelser og komplette kursusdesign.

Med en passende modulisering af adjunktpædagogikum kan ph.d.-kurset give merit for et introduktionsmodul på adjunktpædagogikum således, at alle oplever et relevant indhold og en naturlig progression i den pædagogiske uddannelse på universitetet.

## Referencer

- Abell, S.K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. In Abell, S. & N. Lederman (Eds.) *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Ass.
- Barr, P.B. & J. Tagg (1995). From Teaching to Learning – a New Paradigm for Undergraduate Education. *Change*, Vol. 27 (6), pp.12-25.
- Berry, A., J. Loughran & J.H. van Driel (Eds.) (2008). Temanummer om PCK. *International Journal of Science Education*, 30.
- Biggs, J., & K.F. Collis (1982). *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy, Structure of the Observed Learning Outcome*. London: Academic Press.
- Biggs, J. & C. Tang (2007). *Teaching for Quality Learning at University*. Open University Press.
- Brabrand, C. & B. Dahl (2008). Constructive Alignment and the SOLO Taxonomy: A Comparative Study of University Competences in Computer Science vs. Mathematics. *Conferences in Research and Practice in Information Technology*, 88, pp.3-17.
- Brabrand, C. & B. Dahl (2009). Using the SOLO-Taxonomy to Analyze Competence Progression of University Science Curricula. *Higher Education*, 58 (4), pp.531-549.
- Caspersen, M.E. (2007). *Educating Novices in the Skills of Programming*. PhD Dissertation PD-07-04, Department of Computer Science, Aarhus University. ISSN 1602-0456. <http://www.cs.au.dk/~mec/dissertation/Dissertation.pdf>

- Caspersen, M.E. & J. Bennedsen (2007). Instructional Design of a Programming Course: A Learning Theoretic Approach. *Proceedings of the 3rd International Computing Education Research Workshop*, ICER 2007, Atlanta, Georgia, USA, pp.111-122.
- Clarke, D. & H. Hollingsworth (2002). Elaborating a Model of Teacher Professional Growth. *Teaching and Teacher Education*, 18 (8), pp.948-967.
- De Jong, O., J. van Driel & N. Verloop (2005). Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Using Particle Models in Teaching Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (8), pp.947-964.
- Donnelly, R. (2007). Perceived Impact of Peer Observation of Teaching in Higher Education. *Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 19 (2), pp.117-129.
- Dreyfus H. L. & S. E. Dreyfus (1980). *A Five-Stage Model of the Mental Activities Involved in Direct Skill Acquisition*. Research Report no. A155480, Operations Research Center, University of California, Berkeley.
- van Driel, J. & D. Beijaard (2003). Enhancing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Through Collegial Interaction. In Wallace, J. & Loughran, J. *Leadership and Professional Development in Science Education*. London: Routledge Falmer.
- Gess-Newsome, J. & N.G. Lederman (Eds.) (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge – The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gibbs, G. & M. Coffey (2004). The Impact of Training of University Teachers on Their Teaching Skills, Their Approach to Teaching and the Approach to Learning of Their Students. *Active Learning in Higher Education*, 5 (1), 87-100
- Herskin, B. (2004). *Undervisning for universitetslærere – formidling og aktivering*. Samfundslitteratur.
- Lauvås, P., K.H. Lycke & G. Handal (1996). *Kollegavejledning i skolen*. Klim.
- Major, C.H. & B. Palmer (2006). Reshaping Teaching and Learning: The Transformation of Faculty Pedagogical Content Knowledge. *Higher Education*, 51 (4), pp.619-647.
- Murray, J.W. Jr & J.O. Hammons (1995). Delphi: A Versatile Methodology for Conducting Qualitative Research. *Review of Higher Education*, 18, 423-436.
- Paas, F., A. Renkl & J. Sweller (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38 (1), pp.1-4.
- Padilla, K.; A.M. Ponce-de-Leon; F.M. Rembado & A. Garrotz (2008). Undergraduate Professors' Pedagogical Content Knowledge: The Case of 'Amount of Substance'. *International Journal of Science Education*, 30 (10), pp.1389-1404.
- Schön, D.A. (1983/2001). Den reflekterende praktiker. Århus: Klim.
- Schmolitzky, A. (2005). Towards Complexity Levels of Object Systems Used in Software Engineering Education, *Ninth Workshop on Pedagogies and Tools for the Teaching and Learning of Object Oriented Concepts*, ECOOP 2005, Glasgow, UK.
- Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), pp.4-14.
- Sweller, J. (1999). *Instructional Design in Technical Areas*, Acer Press.

## Noter

- 1 Det var ikke alle deltagere, der havde undervisning samtidig med kurset, og det var således ikke muligt, at alle kunne observeres.