

MONIA

Matematik- og Naturfagsdidaktik
– tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere



SYDDANSK UNIVERSITET



DET NATUR-OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2016-4

MONA

Matematik- og Naturfagsdidaktik – tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet, Det naturvidenskabelige område ved Roskilde Universitet, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet på Aalborg Universitet og Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet.

Redaktion

Jens Dolin, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Ole Goldbech, Professionshøjskolen UCC
Sebastian Horst, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Kjeld Bagger Laursen, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Jan Sølberg, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Lars Bang Jensen/ Kathrin Otrrel-Cass, Institut for Læring og Filosofi, Aalborg Universitet
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Martin Niss, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet
Morten Rask Petersen, Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring, Syddansk Universitet
Rie Popp Troelsen, Institut for Kulturvidenskaber, Syddansk Universitet
Steffen Elmose, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland
Tinne Hoff Kjeldsen, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

MONA's kritikerpanel, som sammen med redaktionskomitéen varetager vurderingen af indsendte manuskripter, fremgår af www.science.ku.dk/mona.

Manuskripter

Manuskripter indsendes elektronisk, se www.science.ku.dk/mona. Medmindre andet aftales med redaktionen, skal der anvendes den artikelskabelon i Word som findes på www.science.ku.dk/mona. Her findes også forfattervejledning. Artikler i MONA publiceres efter peer-reviewing (dobbel-blindt).

Abonnement

Abonnement kan tegnes via www.science.ku.dk/mona. Årsabonnement for fire numre koster p.t. 225,00 kr., for studerende 100 kr. Meddelelser vedr. abonnement, adresseændring, mv., se hjemmesiden eller på tlf 70 25 55 13 (kl. 9-16 daglig, dog til 14 fredag) eller på mona@portoservice.dk.

Produktionsplan

Planen kan altid findes på <http://www.ind.ku.dk/mona/produktion/>

MONA 2017-1 udkommer 6. marts 2017.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 14. november 2016.

Deadline for indsendelse af kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder: 5. januar 2017.

MONA 2017-2 udkommer 6. juni 2017.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 14. februar 2017.

Deadline for indsendelse af kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder: 2. april 2017.

MONA 2017-3 udkommer 5. september 2017.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 2. maj 2017. Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 26. juni 2017.

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU
Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2016. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Indhold

4	Fra redaktionen
6	Artikler
7	Et undersøgende blik på læringsmål og elevplaner i matematik på min skole <i>Else Marie Jensen</i>
24	Den smarte abe: betydning af og korrektion for gætning ved karaktergivning i multiple choice-tests <i>Peter Sunde og Pernille Bødtker Sunde</i>
37	Pedagogical Content Knowledge (PCK) – et tiltrængt naturfagsdidaktisk forskningsfelt i Danmark? <i>Jens Jakob Ellebæk og Birgitte Lund Nielsen</i>
56	Aktuel analyse
57	Professionel udvikling af naturfagslærere – brikker til et fælles afsæt <i>Lars Brian Krogh</i>
71	Kommentarer
72	Matematik som struktureringsmiddel i undervisning med CAS <i>Henrik Bang og Claus Larsen</i>
79	Forandringer og udfordringer <i>Steen Grode</i>
85	Spændende projekt <i>Carsten Skovgård Andersen</i>
87	Dannelse og digitale teknologier i skolen – om at se det usete i en pædagogisk praksis <i>Ole Christensen og Steen Søndergaard</i>
95	Gymnasireformen og udfordringer – et blik fra gulvet <i>Jeanette Marie Axelsen</i>
102	Nyheder

Fra redaktionen

Julen nærmer sig. Med den kommer forhåbentlig også lidt ekstra tid til at slappe af – og til at fordybe sig i hvad MONA har at byde på i årets sidste nummer.

I skrivende stund er programmet for BIGBANG-konferencen den 23.-24. marts 2017 i Odense Congress Center ved at blive lagt. Når dette læses, er det offentliggjort på www.bigbangkonferencen.dk, og tilmeldingerne i fuld gang. Det tegner igen til at blive en forrygende konference med en meget stor vifte af forskellige oplæg og workshoper for både grundskolen og gymnasieuddannelserne. MONA står for spor 3 med temaet “Veje til professionel udvikling af undervisere”, og her vil der dels blive præsenteret erfaringer med forskellige typer efteruddannelse og kompetenceudvikling og dels afholdt workshoper hvor man kan prøve nogle formater af i praksis.

Som optakt til BIGBANG-temaet bringer vi i dette nummer en Aktuell analyse af Lars Brian Krogh der er med til at arrangere sporet. I analysen gennemgår han bud på en fælles baggrund for temaet: Hvor bredt kan/bør vi forstå professionel udvikling? Hvad ved vi om design af professionel udvikling, der nytter noget på elevniveau? Hvilke spørgsmål står ubesvarede – og hvordan ser den forskning ud, som bedst hjælper os med at besvare dem? Samtidig fortæller han om et nyt initiativ der går ud på at alle der arbejder med professionel udvikling, opfordres til at levere data til en forskningsbaseret online-database – se link i analysen. Så vil Lars arbejde videre med disse data og præsentere resultaterne på BIGBANG-konferencen.

Forinden den aktuelle analyse er der i dette nummer som sædvanlig tre artikler. De kredser alle, fra hvert sit perspektiv, om folkeskolen. De to første om de centralt definerede nutidige vilkår for skolens undervisning, og den tredje om forskningen inden for det felt der omhandler læreres faglige viden.

I *Et undersøgende blik på læringsmål og elevplaner i matematik på min skole* belyser Else Marie Jensen hvordan folkeskolens læringsmål og elevplaner kan begrundes ud fra forskellige teorier, her positivisme, konstruktivisme, hhv. kritisk rationalisme, og at disse kan anvendes meget forskelligt afhængig af lærerens syn på undervisning og læring, bl.a. fordi lærerens undervisningssyn kan indeholde elementer fra alle tre videnskabsteorier. Som følge deraf kan lærere på samme skole begrunde og anvende læringsmål forskelligt. Artiklen har mange eksempler der illustrerer dette.

I *Den smarte abe: betydning af og korrektion for gætning ved karaktergivning i multiple choice-tests* bruger Peter Sunde og Pernille Bødtker Sunde folkeskolens afgangsprøve i biologi, maj 2015 som et konkret eksempel til at demonstrere at gætning af svar har en markant effekt på antal rigtige svar og karakterfastsættelsen i den lave del af karakterspektret. Baggrunden her er at man ved multiple choice-tests har mulighed

for at opnå et forudsigeligt antal rigtige svar ved hjælp af gætning alene. I forbindelse med kriteriebaseret karaktergivning, dvs. karaktergivning baseret på læringsmål, er det derfor nødvendigt at tage højde for at eksaminander systematisk vil svare rigtigt på et højere antal spørgsmål end de egentlig kender svarene på. Artiklen viser også hvordan man kan korrigere for dette.

Artiklen *Pedagogical Content Knowledge (PCK) – et tiltrængt naturfagsdidaktisk forskningsfelt i Danmark?* af Jens Jakob Ellebæk og Birgitte Lund Nielsen præsenterer et historisk rids over PCK-forskningen. Analysen fokuserer særligt på lærerviden versus færdighed og kompetence og individuel kognition versus distribueret, medieret og situeret viden. Artiklen diskuterer begrebets relevans fra den danske læreruddannelses perspektiv og ser også på hidtidige oversættelser og anvendelser af PCK-begrebet. Endvidere beskriver den et nyt dansk ph.d.-projekt hvor natur/teknologi-læreres individuelle og kollektive PCK undersøges, og den giver sit bud på en præcisering af PCK.

Dette nummer indeholder også en række kommentarer til artikler og analyser i MONAs september-nummer: Artiklen af K. Nabb, *CAS som omstrukturingsredskab i matematikundervisningen*, har fået to kommentarer, først Henrik Bang og Claus Larsens *Matematik som struktureringsmiddel i undervisning med CAS* og dernæst Steen Grodes *Forandringer og udfordringer*. Artiklen af Majgaard et al., *At se det usete – rumlig visualisering af solsystemet med fysiske prototyper og Augmented Reality*, har også to kommentarer, nemlig Carsten Skovgaard Andersens *Spændende projekt* og Ole Christensen og Steen Søndergaards *Dannelse og digitale teknologier i skolen – om at se det usete i en pædagogisk praksis*. Endelig har Jeanette Marie Axelsen i *Gymnasierformen og udfordringer – et blik fra gulvet* givet sin vurdering af Helle Mathiasens aktuelle analyse "Gymnasierformen og udfordringer".

MONAs redaktion ønsker alle læsere en fredfyldt jul og et godt nytår. Vi ses i 2017! Husk at tilmelde dig til BIGBANG inden der bliver udsolgt.

Artikler

I denne sektion bringes artikler der er vurderet i henhold til MONA's reviewprocedure og derefter blevet accepteret til publikation.

Artiklerne ligger inden for følgende kategorier:

- Rapportering af forskningsprojekt
- Oversigt over didaktisk problemfelt
- Formidling af udviklingsarbejde
- Oversættelse af udenlandsk artikel
- Uddannelsespolitisk analyse

Et undersøgende blik på læringsmål og elevplaner i matematik på min skole



Else Marie Jensen,
Dalgasskolen i Brande.

Abstract: *Læringsmål og elevplaner kan begrundes ud fra både positivisme, konstruktivisme og kritisk rationalisme, og derfor kan de anvendes meget forskelligt afhængigt af lærerens syn på undervisning og læring. Ofte vil lærerens undervisningssyn indeholde elementer fra alle tre videnskabsteorier. Som følge deraf kan lærere på samme skole begrunde og anvende læringsmål forskelligt.*

Indledning

Der har gennem de senere år været stigende fokus på evaluering af elevernes læring i folkeskolen, bl.a. med indførelse af elevplaner og læringsmål. Anvendelsen af læringsmål diskuteres for tiden hyppigt og ofte med stort engagement. Der kan i debatten være en tendens til at være helt for eller absolut imod læringsmål. Jeg oplever selv læringsmål som effektive til at synliggøre elevernes læring, men er samtidig skeptisk i forhold til i hvor høj grad et fag kan indfanges og beskrives i læringsmål.

Derfor har jeg i forbindelse med et modul på matematikvejlederuddannelsen arbejdet med forskellige teoretiske synsvinkler på evaluering, eksemplificeret ved læringsmål og elevplaner. Jeg blev gennem dette arbejde mere opmærksom på at matematiklærerne på min skole opfatter og anvender evalueringsformer på forskellige måder. Vi anvender alle læringsmål og elevplaner, men der er stor forskel på hvad den enkelte lærer forstår ved begreberne, og derfor også på hvordan de anvendes. Jeg oplevede at det kunne være vanskeligt at samarbejde om læringsmål, men ved at forsøge at forstå begreberne læringsmål og elevplan ud fra forskellige teorier blev det synligt for mig at disse vanskeligheder skyldes at vi nogle gange taler ud fra forskellige opfattelser uden at være bevidste om det. Derfor blev jeg interesseret i om disse forskellige opfattelser kan forklares på en teoretisk baggrund, samt hvordan forståelserne er synlige i hverdagen. Samtidig anser jeg lærerens refleksion for hendes vigtigste

arbejdsredskab (henvisning), og jeg antager at jo mere bevidst læreren reflekterer over sin undervisning, jo større sandsynlighed er der for at hun også finder elevernes refleksion vigtig. Alle lærerne på skolen har arbejdet med Blooms taksonomi som jeg i denne sammenhæng bruger som et redskab til at være opmærksom på og vurdere refleksionsniveauet som det bliver synligt i læringsmål og elevplaner. Af praktiske årsager omtaler jeg i generelle sammenhænge læreren som hun og eleven som han.

Hvilke videnskabsteorier påvirker skolens matematikundervisning?

Jeg har valgt at betragte min skoles elevplaner og læringsmål ud fra de tre videnskabsteorier som jeg finder mest relevante i denne sammenhæng. Jeg er opmærksom på at videnskabsteoriene er langt mere omfattende i deres udforskning af hvad videnskab og menneskelig erkendelse er, men ved at anvende teorierne på et meget afgrænset område er det muligt i højere grad at fokusere på de praktiske konsekvenser af deres indbyrdes forskelle.

Positivismen lægger vægt på det virkelige, det nyttige, det sikre og det præcise. Denne retning mener at virkeligheden kan erfares gennem empiri. Sandhedsværdien af observationerne kan efterprøves, og derfor er der store krav til opgavernes formulering og præcisionen i elevens besvarelse. Positivismen anser sig for at være værdineutral idet den mener at videnskaben er objektiv (Lübcke, 1990). Derfor kan læreren vurdere elevens matematikfaglige kompetencer ud fra hans besvarelse af opgaver: Hvis eleven kan løse opgaverne, har han forstået det faglige indhold. Hvis han ikke kan løse opgaverne, er hans faglige forståelse mangelfuld. Derved kan eleven også selv vurdere i hvor høj grad han har nået de faglige mål, og lærerens relation til eleven er uden betydning for hendes bedømmelse af den pågældende elev.

Konstruktivismen står i et modsætningsforhold til positivismen idet den hævder at vores erkendelse ikke giver os direkte adgang til verden. Vi kan kun forstå verden som den fremtræder for os, og derved er vores forstand et filter mellem virkeligheden og os, og den påvirker vores opfattelse af omverdenen. Sproget er heller ikke en neutral beskrivelse af det vi ser, men sproget er i sig selv med til at konstruere virkeligheden som vi forstår den idet sproget er styrende for vores tænkning så det vi taler om, og den måde vi taler om dette på, er med til at påvirke hvad vi tænker (Rasborg, 2004).

Derfor er det vigtigt at eleverne taler om det de lærer så der kan opstå en vekselvirkning mellem forståelse og sprog. Sproget er vigtigt både i forståelses- og formidlingsprocesserne, og disse kan ikke adskilles. Læreren må også benytte sig af sproget for at opnå viden om elevens forståelse, og hun må være bevidst om at hendes egen

sprogbrug såvel som elevens påvirker begges opfattelse af hvad eleven kan. Herved er lærerens relation til eleven vigtig fordi den har indflydelse på hvordan eleven kan formidle sin forståelse, og hvordan læreren opfatter denne.

Kritisk rationalisme placerer sig mellem positivisme og konstruktivisme. Denne retning mener at vi danner os opfattelser af verden, men vi kan gøre det på en rationel måde. Sandheden er ikke relativ, og når man undersøger virkeligheden, må man anvende et empirisk iagttagelsessprog. På baggrund af sine iagttagelser kan man formulere den forståelse der er i bedst overensstemmelse med iagttagelserne, men med forbehold for at man altid må forholde sig kritisk til det man mener at vide. Sproget er derfor også vigtigt inden for kritisk rationalisme. Eleven må kunne løse opgaven, forklare sin fremgangsmåde og kunne vurdere om resultatet er realistisk i forhold til opgaven. Samtidig må læreren forholde sig kritisk til sin egen opfattelse af elevens læring og vurdere om denne opfattelse er i overensstemmelse med elevens opgaveløsning og forklaringer. Mens positivisme og konstruktivisme ofte lægger op til bestemte opgavetyper, kan kritisk rationalisme derfor beskrives som en bevidst refleksion over alle slags opgaver.

Læringsmål

Hvordan kan disse teorier forklare forskelle i læringsmål i matematikfaget?

“Baggrunden for at anvende læringsmål som udgangspunkt for undervisning er, at international forskning viser, at arbejdet med synlige mål, evaluering og feedback har stor betydning for elevernes læring. Klare og præcise læringsmål er med til at give eleverne et tydeligt billede af, hvad de skal lære, og giver eleverne mulighed for at følge med i deres egen læringsproces. Det kan motivere eleverne og gøre dem bevidste om betydningen af deres aktive medvirken i undervisningen.” (Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling, 2015 b).

Det er således tydeligt tilkendegivet fra ministeriet at læringsmål fremmer elevernes læring. Spørgsmålet er derfor hvordan elevernes læring påvirkes af lærerens formulering af læringsmål. Jeg forudsætter her at målene er formuleret så eleverne kan forstå dem, og at læreren inddrager læringsmålene aktivt i undervisningen.

Fra en positivistisk synsvinkel er det hensigtsmæssigt at eleverne ved hvad de skal lære. Så kan de arbejde mere målrettet med opgaverne, og de kan bedre vurdere i hvor høj grad de har lært det de skal. Ved at læreren opstiller konkrete mål for elevernes læring, fremmer hun elevernes fokus på væsentlige faglige områder og deres bevidsthed om det næste skridt i deres faglige læring.

Eksempler på læringsmål fra 5. klasse, brøker (uddrag):

“At vide, hvordan en brøk skal læses.

At kunne lave fællesnævner.

At kunne omregne brøk til decimaltal.”

Disse læringsmål er tydeligt positivistisk orienterede. Alle 10 læringsmål som den pågældende lærer har sat for dette faglige beløb, har denne karakter. Det er derfor tydeligt for eleverne hvad de arbejder med, og hvad de faglige mål er. Deraf følger også at det er nemt for lærer og elever at evaluere elevernes læring efter forløbet. Eleverne bliver opmærksomme på deres faglige fremskridt hvilket ofte fremmer deres motivation. Og læreren kan dokumentere undervisningens effekt på elevernes læring samt opnå grundlag for tilrettelæggelsen af det næste faglige forløb.

Fra en konstruktivistisk synsvinkel er det vigtigt at der lægges vægt på elevernes aktive medvirken i undervisningen, og viden ses ikke som noget læreren overfører til eleverne, men som noget de tilegner sig. Læreren skal derfor tilrettelægge undervisningen så eleverne har mulighed for at tilegne sig læring gennem arbejdet med relevante opgaver og for at opnå forståelse af faglige sammenhænge. Begreber som undersøge, forstå og forklare er derfor væsentlige inden for denne tankegang hvilket også kommer til udtryk i nedenstående mål.

Eksempler på læringsmål fra 3. klasse, areal:

“Du kan måle areal af enkle rektangulære figurer.

Du kan forklare, hvordan man måler areal af rektangulære figurer.

Du forstår sammenhængen mellem måling af areal og måleenheden cm^2 .”

Som i eksemplet fra 5. klasse indgår også her elevens evne til at løse opgaver. Samtidig lægger denne lærer vægt på elevernes forklaring, dvs. deres evner til sproglig formidling af deres faglige forståelse. Elevernes aktive tilegnelse af matematiske kompetencer er centrale i den konstruktivistiske tankegang, og hos læreren her bliver dette tydeliggjort ved at indgå i læringsmålene.

Fra en kritisk rationalistisk synsvinkel er det vigtigt at eleverne skal forholde sig til deres egen læring. Det understreger at samtale og refleksion er væsentlige i elevernes tilegnelse af læring.

Eksempler på læringsmål fra 4. klasse, division:

“Du kan forklare, hvorfor division kan løse opgaven.

Du kan udføre divisionsopgaven.

Du kan vurdere, om dit resultat er rimeligt.”

Hos denne lærer indgår evnen til at løse matematikopgaver også, men det er interessant at forud for selve opgaveløsningen fokuseres på elevens forståelse. Eleven skal have forståelse for hvorfor de pågældende opgaver kan løses med division. Dette kan være ved aktivering af forhåndsviden eller ved opnåelse af ny viden, men i begge tilfælde skal eleven have mulighed for at forklare hvorfor det er en divisionsopgave. Når eleven har løst opgaven, skal han også vurdere om resultatet er rimeligt.

Ved en sammenligning med Blooms taksonomi ses det at læreren fra 5. klasse i læringsmålene for det aktuelle forløb lægger mest vægt på elevernes evner til at huske og anvende. Anvendelse er i taksonomien mere kompleks end forståelse. Det vil være en rimelig antagelse at læreren forudsætter at når eleven kan anvende brøkrekneregler, er det fordi han også har forstået dem. Det kan dog diskuteres hvor bevidst og valid elevens forståelse er hvis den ikke italesættes. Der kan være tilfælde af falsk generalisering hvor eleven misforstår brøkreknereglerne og derfor anvender eksempler forkert.

I 3. klasse indgår begreber fra forståelse i 2 af læringsmålene, mens anvendelse er centralt i det tredje læringsmål. Denne lærer er altså opmærksom på at eleverne også fokuserer på deres forståelse og italesætter denne.

Læreren i 4. klasse anvender i dette forløb begreber fra taksonomiens 2., 3. og 6. trin (forståelse, anvendelse og vurdering). Hun lægger således vægt på at eleverne bevæger sig fra det konkrete og simple til det abstrakte og komplekse. Det kan også forklare at forståelse kommer før anvendelse i læringsmålene for dette forløb. Der er altså i lærerens formulering af læringsmål en opmærksomhed på elevernes vurderingskompetencer som må formodes at indebære at undervisningen i denne klasse i nogen grad er præget af den kritisk rationalistiske tænkning.

I de valgte eksempler giver den kritisk rationalistiske tilgang indtryk af at have potentiale til at nå det højeste refleksionsniveau. Det er væsentligt at være opmærksom på at lærerens og elevernes evner til refleksion ikke er betinget af en bestemt videnskabsteoretisk tilgang, men da kritisk rationalisme som udgangspunkt forholder sig bevidst til sin erkendelse, hvilket ikke nødvendigvis er en del af positivisme og konstruktivisme, ser jeg kritisk rationalisme som en tilgang der kan hjælpe læreren med at fastholde bevidst refleksion over hendes undervisning og elevernes læring.

Læringsmål i matematik kan altså på samme skole være meget forskellige, og de kan anvendes med forskellige begrundelser. I det citat der indleder dette afsnit, diskuteres det ikke hvilke former for læring det er muligt at opstille læringsmål for. Mens man således kan forholde sig kritisk rationalistisk til det enkelte læringsmål, er der ikke lagt op til refleksion over selve læringsmålsbegrebet.

Når læringsmål således kan opfattes og anvendes på forskellige måder, er det naturligtvis også interessant at undersøge om Forenklede Fælles Mål (som læringsmålene skal tage udgangspunkt i) i sig selv lægger op til en bestemt af disse tankegange. Dette

vil jeg eksemplificere med emnet sandsynlighed. For 4.-6. klasse er målet: "Eleven kan udføre egne statistiske undersøgelser og bestemme statistiske sandsynligheder." For fase 1 er færdigheds målet: "Eleven kan undersøge tilfældighed og chancestørrelser gennem eksperimenter." Det tilsvarende vidensmål er: "Eleven har viden om metoder til at undersøge tilfældighed og chance gennem eksperimenter." Desuden er der for hvert målpar formuleret eksempler på læringsmål; i dette tilfælde lyder de: "Eleverne kan komme med relevante, intuitive gæt på udfaldet af enkle eksperimenter. Eleverne kan sammenkæde ofte forekomne udfald i eksperimenter med høj sandsynlighed og omvendt. Eleverne kan gennemføre små eksperimenter til at undersøge chancestørrelser i enkle situationer. Eleverne kan konkludere på chancestørrelser ud fra enkle eksperimenter og herudfra gætte på fremtidige udfald."

Ved det overordnede mål, "Eleven kan udføre egne statistiske undersøgelser og bestemme statistiske sandsynligheder", vil man fra en positivistisk synsvinkel lægge vægt på udtrykkene "kan" og "bestemme". Det er således nogle færdigheder eleven skal demonstrere. En konstruktivistisk synsvinkel vil betone "udføre" idet eleven skal gøre sig sine egne erfaringer for at tilegne sig den ønskede viden. Og en kritisk rationalistisk synsvinkel vil fremhæve at for at kunne "bestemme" sandsynligheder skal man kunne begrunde og forklare, dvs. forholde sig til sine resultater.

Ved færdigheds- og vidensmålene er det her den konstruktivistiske synsvinkel der er tydeligst idet eleven skal undersøge tilfældighed gennem eksperimenter. Elevens aktive kompetenceopbygning er altså central. Men eleven skal også rent praktisk kunne foretage eksperimenterne (positivistisk), og for at undersøge dem er det nødvendigt at eleven kan forholde sig til deres udfald (kritisk rationalistisk).

Af de fire eksempler på læringsmål der er opstillet, kan de to første og det sidste siges at være præget af kritisk rationalisme idet eleverne skal kunne komme med relevante gæt, sammenkæde udfald med sandsynlighed og konkludere på udfald. Dette forudsætter som tidligere nævnt at eleverne kan løse opgaven og forstå den. I denne sammenhæng er det vigtigt at være opmærksom på at disse læringsmål netop er eksempler som lærerne ikke er forpligtede på; det er de på de overordnede mål samt færdigheds- og vidensmål, men læringsmålene er inspirationsmateriale som lærerne kan anvende eller lade ligge.

Derfor kan både en positivistisk, en konstruktivistisk og en kritisk rationalistisk indstillet lærer argumentere for sine læringsmål ud fra Forenklede Fælles Mål; forskellen ligger i hvad man fokuserer på og opfatter som det vigtigste, men som ovenfor belyst kan dette give ganske betydelige forskelle i lærerens udformning af læringsmål.

Samtidig er det mit generelle billede af arbejdet med læringsmål på skolen at anvendelsen af læringsmål kan kvalificeres gennem en højere grad af vidensdeling samt fælles og individuel refleksion. Dette er ledelsen også opmærksom på, og arbejdet med læringsmål er emnet for dette skoleårs pædagogiske aftener hvor skolens ny-

udnævnte læringsvejledere har mulighed for at sparre med de enkelte team. Nogle team oplever arbejdet med læringsmål som mere udfordrende end andre. Alle forløb som vi arbejder med disse aftener, tager udgangspunkt i Forenklede Fælles Mål. Ud fra det valgte målpar (videns- og færdighedsmål) opstiller vi et eller flere læringsmål for et fagligt forløb. Vi har bl.a. erfaret at det er vigtigt ikke at opstille for mange mål fordi der skal være tilstrækkelig tid til at arbejde med hvert enkelt læringsmål; målene skal være så konkrete at eleverne og vi tydeligt kan se om de bliver nået; og målene skal formuleres i et sprog som er forståeligt for børnene. Læringsmålene kan differentieres, hvilket vi oftest gør.

Min kollega og jeg har for nylig arbejdet med sandsynlighed i 5. klasse. Vi tog udgangspunkt i de ovennævnte færdigheds- og vidensmål. Det overordnede læringsmål for eleverne blev: Du kan forklare de eksperimenter du har gennemført.

1. Du kan gengive dine iagttagelser.
2. Du kan formulere et sandsynligt udfald.
3. Du kan sammenligne din antagelse med dit resultat.

Målet er at der på tilsvarende måde opstilles mål for alle faglige forløb, og at tilrettelæggelse og materialevalg tager udgangspunkt i læringsmålene. Alle årgangsteam mødes hver uge hvor der også er mulighed for at bruge tid på fælles forberedelse af faglige forløb. Forventningen er naturligvis at det fælles arbejde med læringsmål vil fremme den enkelte lærers bevidsthed om og kompetencer til at reflektere over egen undervisning, og en sideeffekt kan være at der er større fælles forståelse for og anvendelse af læringsmål og elevplaner.

Læringsmål – et nyt paradigme?

Overgangen fra undervisnings- til læringsmål er blevet betegnet som et paradimeskift (Vogt, 2015). Dette begreb stammer fra Thomas Kuhn og betegner et verdensbillede med en bestemt opfattelse af virkeligheden og årsagssammenhænge, og dermed følger også afgrænsninger af hvad det er legitimt at arbejde med (Jacobsen & Collin, 2003). Et paradigme er så omfattende at ingen der arbejder med det pågældende område, kan undlade at forholde sig til det. Læringsmål kan derfor opfattes som det nye paradigme i folkeskolen idet både politikere, skoleledere og lærere må forholde sig til begrebet.

Indførelsen af læringsmål kan opfattes på to meget forskellige måder. Af nogle ses det som et skift fra kontinental didaktiktradition til angelsaksisk curriculumtradition (Hedegaard, 2015), for hvor det tidligere var vigtigt at overveje hvad børnene skulle lære for at udvikle sig til hele mennesker, er der nu et mere ensidigt fokus på at opnå størst mulig faglighed. For dem er der sket et markant skift fra brede dannelsesmål

til kompetencemål. For andre er læringsmål en naturlig følge af samfundets fokus på individuel udvikling idet børnene i højere grad skal reflektere over deres egen læring og tage ansvar for den hvilket forudsætter at de ved hvad de skal lære.

Lærerne har fra 1993 skullet tilrettelægge undervisningsforløb med udgangspunkt i elevernes læringsmål (Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling, 2015 b). Der har siden været stigende fokus på undervisningens mål. Det er ikke et lovkrav at skolerne skal arbejde med læringsmålstyret undervisning, for skolelederen kan inden for kommunalbestyrelsens og skolebestyrelsens rammer fastsætte de pædagogiske retningslinjer (ibid.). Læringsmål er dog blevet udbredt idet de af mange ses som en hensigtsmæssig metode til at synliggøre de faglige mål og elevernes læring. Læringsmålene præger derfor mange steder undervisningens tilrettelæggelse og gennemførelse, men også ofte elevsamtalen da læringsmål kan danne et konkret udgangspunkt for dialogen om elevens læring. Derfor opfatter lærere, elever og forældre ofte læringsmål som en vigtig indikator på elevens faglige niveau. Læringsmål giver eleven øget mulighed for at fokusere på de faglige mål og grundlag for at evaluere om han har nået dem. Det har for mange elever stor betydning for deres motivation og dermed deres læring, især i forhold til målbare områder (Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling, 2015 b, samt EVA, 2013).

If. Peter Ø. Andersen er de senere årtiers øgede målstyring og fokusering på evidensbaseret udtryk for ændringer fra indre til ydre kontrol (Andersen, 2011). Det er ikke tilstrækkeligt at vurdere elevens kompetencer i forhold til hans tidligere niveau eller resten af klassen; der er også krav om at vurdere eleven i forhold til centralt fastlagte kriterier. Det er relevant at overveje konsekvenserne for skolens undervisning hvis der i stigende grad fokuseres på målbare resultater. Ligeledes er det væsentligt at læreren forholder sig til denne tendens. Det kan overvejes om man kan imødegå ydre kontrol ved at fremme den indre kontrol, eller om man blot opnår at styrke den ydre kontrol ved at inddrage dens tænkemåder i den indre kontrol. Derfor er det vigtigt at læreren er bevidst om hvordan hun bedømmer elevernes læring, og dette indeholder flere aspekter: Reflekterer læreren over hvad der er væsentligt at lære, frem for udelukkende at interessere sig for mængden af elevens læring? Har læreren et snævert fokus på målbare resultater, eller er der et bredere perspektiv på elevens alsidige personlige udvikling? Og endelig: Er formålet med lærerens evaluering at opnå viden om hvordan elevens læring bedst fremmes gennem den kommende tids undervisning, eller er evalueringen en afsluttende kontrol af hvad eleven har lært eller ikke lært?

Det kan også diskuteres om læringsmålenes udbredelse er tegn på en mere organisationsmæssig professionalisme der bl.a. bygger på standardisering af arbejdspraktikker (ibid.), og hvilke konsekvenser det kan have. Derfor kan man fra en kritisk rationalistisk synsvinkel spørge om den enkelte lærer kan arbejde med læringsmål på den måde

hun finder bedst. Hvis læringsmål er det nye paradigme i folkeskolen, har læreren så mulighed for at stille sig kritisk til det? Læreren kan naturligvis forholde sig kritisk rationelt til det enkelte læringsmål og vurdere dets relevans for sine elever, men er det legitimt at forholde sig kritisk til læringsmål som begreb?

Elevplan

Hvordan anvendes elevplaner i matematik?

Ministeriet har beskrevet elevplanen i folkeskolen som:

“... den professionelle og åbne dialog om elevens faglige niveau og alsidige udvikling ... Elevplanen bruges til en systematisk evaluering og opfølgning af den enkelte elevs udbytte af undervisningen. Målet er at forbedre elevens udbytte.” (Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling, 2015).

Elevplanen skal indeholde individuelle mål for elevens læring, vise elevens fremskridt i forhold til målene og beskrive hvordan der følges op på målene. Elevplanens opbygning er ikke nærmere beskrevet fra ministeriets side, og udformningen af den varierer mellem kommunerne og også mellem den enkelte kommunes skoler. I vores kommune blev der taget udgangspunkt i SMTTE-modellen som efterhånden er blevet justeret til tre overskrifter: Status, Mål og Aftaler. Under status indgår elevens faglige niveau, faglige fremskridt, arbejdsindsats m.m. Mål er oftest 1-2 konkrete mål som Aftaler knytter sig tæt til. Omfang og vægtning af indholdet i elevplanen er overladt til den enkelte lærer. På min skole udfylder vi i dansk og matematik elevplanen to gange årligt, de øvrige fag en gang årligt. Nogle lærere tilføjer jævnligt ny status, mål og aftaler. Jeg forudsætter i det følgende at der afholdes en elevsamtale i tilknytning til elevplanen da dette er praksis hos os.

Positivistisk: Elevsamtale og -plan tager ofte udgangspunkt i konkrete opgaver, og læreren har mulighed for at spørge ind til elevens forståelse og dermed verificere sin bedømmelse af elevens faglige niveau.

Uddrag af 2 elevplaner fra 5. klasse (hele afsnittet om koordinatsystemet):

“K-system:

Du har styr på:

- at den vandrette linje kaldes x-akse
- at den lodrette linje kaldes y-akse
- at aflæse et punkt i K-systemet. F.eks. (5,2) og (-3,10)

- at afsætte et punkt i K-systemet. Dvs. at man selv kan placere et punkt rigtigt. F.eks. $(-2,7)$
- at tegne en linje i K-systemet ud fra 2-3 punkter
- at tegne en linje i K-systemet vha. et sideben
- at finde skæringspunktet mellem 2 linjer
- at spejle en figur i både x-aksen og y-aksen
- at beskrive, hvad parallelle linjer, er og hvad linjer, der står vinkelret på hinanden, er
- at skubbe figurer i et K-system"

"K-system:

Du har stort set styr på:

- at den vandrette linje kaldes x-akse
- at den lodrette linje kaldes y-akse
- at aflæse et punkt i K-systemet. F.eks. $(5,2)$ og $(-3,10)$
- at afsætte et punkt i K-systemet. Dvs. at man selv kan placere et punkt rigtigt. F.eks. $(-2,7)$
- at tegne en linje i K-systemet ud fra 2-3 punkter
- at tegne en linje i K-systemet vha. et sideben

Du har ikke styr på:

- at finde skæringspunktet mellem 2 linjer
- at spejle en figur i både x-aksen og y-aksen
- at beskrive, hvad parallelle linjer, er og hvad linjer, der står vinkelret på hinanden, er
- at skubbe figurer i et K-system"

Denne lærer har i elevplanen taget udgangspunkt i læringsmålene for forløbet og vurderer i hvor høj grad eleverne kan løse opgaverne. Da læringsmålene mest fokuserer på færdighedsmål, har dette en afsmittende virkning på elevplanerne. Dette kommer også til udtryk i formuleringerne "har styr på/har ikke styr på". Elevens evne til at løse opgaverne opfattes som udtryk for hans læring. Der er dog også et eksempel på forklaring (at beskrive parallelle og vinkelrette linjer).

Konstruktivistisk: Sproget er et bærende element i elevsamtale og -plan. Gennem samtalen søger læreren at blive klogere på hvordan eleven forstår faglige elementer, fx ved at spørge til definitioner på begreber. Det fremhæver betydningen af at viden ikke kan overføres passivt, men eleven må bearbejde viden og gøre den til sin egen. Tænkning er forbundet med sprog og begreber, og derfor er det væsentligt at eleven italesætter sin forståelse for at kvalificere sin faglige viden.

2 elevplaner fra 3. klasse:

“Du er lidt usikker i din forståelse for og anvendelse af titalssystem og positionssystem.

Du har grundlæggende forståelse for plus, minus, gange og division. Du kan aflæse tabeller og skemaer. Du har forståelse for og kan anvende geometriske begreber og metoder. Du er lidt usikker i spejling og i isometrisk tegning. Du kan aflæse statistik og du kan anslå chancestørrelser. Du kan løse regnehistorier hvor du skal udtrække matematik ud fra en tekst og anskue hvilken regneproces, der skal bruges til udregning. Samlet set er du steget 2 trin i MAT evaluering fra 2. til 3.klasse. Flot arbejde!”

“Du har forståelse for og kan anvende titalssystem og positionssystem. Du er sikker i plus og har grundlæggende forståelse for gange og division. Du har forståelse for og kan anvende geometriske begreber og metoder. Du kan aflæse statistik og anslå chancestørrelse. Du er desuden steget to trin i MAT evalueringen fra 2. til 3.klasse. Flot klaret!”

Denne lærer medtager både elevernes evne til at løse opgaver og deres forståelse i elevplanerne. I det første uddrag fremgår det tydeligt at denne elev forholder sig til hvordan regnehistorien kan løses. Det andet uddrag er fra en elev der har vanskeliggere ved at gennemskue denne opgavetype. Her har læreren valgt ikke at nævne regnehistorier i elevplanen. I begge elevplaner lægger læreren tydeligvis vægt på at fremhæve elevernes kompetencer og påvise deres fremskridt.

Kritisk rationalistisk: I elevsamtalen skal eleven forholde sig reflektivt til sin egen læring. De faglige mål forudsætter at der er en essens i fagene som eleven kan lære. Elevplanens formål er derfor at hjælpe eleven så langt som muligt i forståelsen af denne essens. Derimod opfordrer elevplanens baggrund og struktur ikke eleven til at sætte spørgsmålstejn ved væsentligheden af de overordnede faglige mål.

2 elevplaner fra 4. klasse:

“Du er blevet bedre til brøker og til tabellerne; nu kan du 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 7-, 9- og 10-tabellerne. Du kan noget af 6- og 8-tabellerne. Du arbejder rigtig godt i matematiktimerne, og du når opgaverne i timerne. Du arbejder både godt sammen med 1-2 andre og alene; du vil gerne arbejde sammen med en anden, hvis opgaven er lidt svær. Du kan som regel forklare en opgave for andre, og du kan forklare, hvordan du selv har regnet. Du kan sige og forklare begreber som kvadrat og vinkelret. Du kan skrive længder med decimaltal og sortere decimaltal efter størrelse. Du har let ved at lave eksperimenter og finde sandsynligheder. Du er god til at aflæse og afsætte punkter i et koordinatsystem. Du kan løse enkle ligninger. Du kan forklare omkreds og areal, og du kan forklare, hvordan du finder

omkreds og areal af rektangler og trekanter. Du er sikker i positionssystemet foran kommaet, og du kan regne ud, hvad pladserne bag kommaet hedder. Du er sikker i addition og subtraktion med decimaltal; addition er lidt lettere. Det bedste ved matematik er matematikkurset! Du vil gerne arbejde mere sammen i grupperne, som I sidder i klassen.”

“Du er blevet bedre til 9-tabellen og kan regne den med fingrene; nu kan du 1-, 10-, 9- og 5-tabellerne. Du arbejder tit godt i matematiktimerne, men du kan have svært ved at koncentrere dig. Du arbejder meget bedre sammen med 1-2 andre end alene; du vil helst arbejde sammen med nogen, fordi så kan I hjælpe hinanden. Du synes, det er svært at forklare en opgave for andre; det er lettere at fortælle, hvordan du selv har løst en opgave. Nogle gange er det svært at fortælle med ord, hvordan du har regnet, men du ved det selv inde i hovedet. Du kan forklare, at et kvadrat er en firkant med lige lange sider. Da vi arbejdede med decimaltal, kunne du skrive nogle længder med decimaltal, men det var svært for dig at sortere decimaltal efter størrelse. Du har ret let ved at lave eksperimenter og finde sandsynligheder, og du kan fortælle om eksperimenter. Du kan aflæse og afsætte punkter i et koordinatsystem. Du er god til at løse ligninger, også i hovedet. Du er i tvivl om begreberne omkreds og areal. Addition er nemmere end subtraktion, men begge dele er svært ved decimaltal. Du kan bedst lide, når vi arbejder i grupper i matematik.”

Denne lærer har ligesom læreren i 5. klasse taget udgangspunkt i læringsmålene for de faglige forløb. I disse to elevplaner er det tydeligt at læreren både lægger vægt på at eleverne kan løse opgaverne, og at de kan forholde sig til deres løsningsmetoder. Udtrykkene “forklare” og “fortælle” anvendes således ofte i elevplanerne. Ligesom læreren i 3. klasse lægges der vægt på elevens fremskridt, men det påpeges også når der er områder der stadig er vanskelige. Desuden forholder eleven sig til arbejdsformerne i matematiktimerne.

Som det fremgår af disse eksempler, afhænger elevplanens anvendelse af den enkelte lærer, og den kan derfor opleves meget forskelligt af eleven når den anvendes af forskellige lærere. I alle eksemplerne indgår der konkrete vurderinger af elevens beherskelse af faglige områder. Hvordan læreren formulerer sig om områder som eleven ikke behersker, varierer dog (en mangel eller noget der er ved at blive lært), ligesom elevens evne til mundtlig forklaring vægtes forskelligt.

Styrker og svagheder ved forskellige evalueringssyn

“Hvad er det rigtige svar?” Positivistisk prægede vurderinger er velegnede til at vurdere konkrete færdigheder. De vægter ofte opgaver der er entydige i forhold til rigtig/forkert besvarelse så det kan konstateres om eleven har opnået den pågældende kompetence. Det giver lærer, forældre og elev mulighed for at tage udgangspunkt i en konkret op-

gavebesvarelse i stedet for at tale om lærerens vurdering af elevens færdigheder som måske ikke stemmer overens med elevens og forældrenes opfattelse. Derimod kan det være vanskeligt at opnå klarhed over elevens forståelse gennem denne type opgaver. Det er ikke altid muligt at afgøre hvorfor en opgave er løst forkert, eller om et korrekt svar skyldes et rigtigt ræsonnement.

“Hvordan fandt du det rigtige svar?” Konstruktivistiske vurderinger lægger vægt på elevens ræsonnement. Eleven spørges således både til hvad svaret er, og hvordan han fandt det. Sprog og tænkning er nøje forbundet, og derfor vil eleven ofte opnå en mere kvalificeret forståelse ved at tale med andre om fremgangsmåde og forståelse. Det forudsætter at eleven er fortrolig med at tale om sine ræsonnementer, også under tankeprocessen hvilket er vanskeligt for nogle elever. Dels kan der være en forventning om at matematik handler om at finde det rigtige svar, og det kan være svært for eleverne at vænne sig til at fremgangsmåden ofte er mere interessant end svaret. Dels har nogle elever generelt udfordringer med at udtrykke sig mundtligt, især om deres egen forståelse. Derfor er det en læreproces for eleverne at anvende sproget som forståelses- og forklaringsmetode, og læreren kan ikke forudsætte at der er overensstemmelse mellem elevens forståelse og hans evne til at udtrykke denne mundtligt.

“Hvordan ved du at svaret er rigtigt?” Kritisk rationalistiske vurderinger af elevens forståelse lægger vægt på at eleven kan forholde sig til sin løsning, dvs. både svar og fremgangsmåde. Det forudsætter at eleven kan besvare opgaven og forklare sin forståelse af den og altså behersker både en positivistisk og en konstruktivistisk besvarelse. Et tilsvarende spørgsmål kan være: “På hvilke andre måder kan du løse opgaven?” Elever der kan besvare disse spørgsmål, viser forståelse og overblik over det faglige område. Derimod kan det være svært for elever der er usikre på det matematiske indhold af opgaven, samt konkret tænkende elever at finde og forklare andre løsningsmetoder.

Bogsystemer og videnskabsteorier

Matematiklærerne på en skole bruger tit samme bogsystem med en bestemt tilgang til faget. Med forbehold for at et bogsystem med positivistisk præg kan anvendes af en konstruktivistisk indstillet lærer såvel som omvendt, kan det alligevel overvejes hvad det betyder for eleven hvis han bruger et positivistisk bogsystem, men ved elevsamtalen skal forholde sig til sin læring på en konstruktivistisk og kritisk rationalistisk måde. Og tilsvarende hvordan en elev der anvender et konstruktivistisk bogsystem, kan besvare evalueringer med mere positivistisk tilgang.

Vi har i dette skoleår skiftet matematikbøger i indskolingen fra Sigma til Kontext. Jeg opfatter Sigma som et bogsystem med vægt på opgaveløsning (positivistisk præget)

mens Kontext lægger mere vægt på elevernes forståelse (konstruktivistisk opbygget). Matematiklærerne i indskolingen oplevede at Kontext stillede større krav til elevernes forståelse, og at det faglige niveau var højere. Det tog nogle måneder at vænne sig til det nye system, men mod slutningen af skoleåret udtrykker alle lærerne tilfredshed med Kontext, og eleverne er blevet mere fortrolige med bøgernes opbygning og arbejdsform. En af lærerne nævnte at elevernes niveau i den årlige MAT-test (som vi gennemfører på 1.-6. klassetrin) generelt var højere end sidste år, og efter hendes opfattelse var skiftet i bogsystemet en del af forklaringen på dette.

En elev der er vant til et bogsystem med vægt på opgaveløsning, kan have svært ved at forklare sin tankegang. Det kan være udfordrende at skulle forklare løsningsmetoden hvis det normalt er tilstrækkeligt at kunne give det rigtige svar. Det er en læreproces for eleven at reflektere over sin læring, og derfor må læreren være opmærksom på at udfordre eleven optimalt så eleven stadig udvikler sin refleksion over egen læring samtidig med at læreren italesætter elevens færdigheder og kompetencer så han oplever at blive set og anerkendt for det han kan.

Jeg oplever at der er en øget opmærksomhed blandt matematiklærerne på min skole på sprogets betydning for elevernes forståelse. Vi har for nylig besluttet at skifte bogsystem på mellemtrinnet (vi har hidtil brugt Sigma). I argumenterne for og imod hvert bogsystem indgik bl.a. om læringsmålene for hvert forløb fremgik eksplicit, i hvilket omfang faglige begreber blev anvendt og forklaret, samt i hvor høj grad systemet lagde op til elevernes egen forklaring og italesættelse. Ud fra disse kriterier var der enighed om at Multi ville være et godt valg.

En elev der er vant til et bogsystem med vægt på forståelse og forklaring, har umiddelbart et godt udgangspunkt for at løse positivistisk prægede opgaver idet konstruktivismen både er interesseret i at eleven kan løse opgaven, og hvordan han gør det. Det kan dog være svært for eleven at løse opgaver selvstændigt idet han er vant til at kunne tale sig frem til forståelse med kammerater eller læreren. Ligeledes kan han være så optaget af ønsket om at forstå opgaven og af overvejelser om den bedste løsningsmetode at selve opgaveløsningen foregår langsommere end hensigtsmæssigt.

Både ved nationale test, MAT-test og prøver efter faglige forløb har vi oplevet at eleverne kan finde det svært at arbejde med og løse opgaverne uden at kunne tale med andre om dem. Samtidig var en del af eleverne utrygge ved de individuelle prøver da arbejdsformen ikke lignede den almindelige undervisning, og situationen fik i høj grad præg af en summativ bedømmelse af elevernes matematikkompetencer. Tilsammen betød disse faktorer at nogle elever klarede sig markant dårligere i prøvesituationer end i den daglige undervisning, og at de opfattede test og prøver som noget ubehageligt hvor fokus var at undgå fejl. Sammen med en kollega arbejder jeg derfor med at udvikle evalueringsformer der i højere grad ligner den daglige undervisning. Disse arbejdsformer er eleverne fortrolige med, og vores vurdering er at

disse evalueringer giver et mere retvisende billede af elevernes færdigheder. Eleverne oplever i højere grad at de får mulighed for at vise hvad de kan, og at det er i orden at spørge om hjælp. For eksempel har vi i dette skoleår brugt en Cooperative Learning-struktur ("Besøg en vismand") ved evalueringen af et forløb på 5. årgang; ved denne arbejdsform forklarer alle børnene deres forståelse af et fagligt begreb for de andre i deres gruppe, og de skal så sammenligne forklaringerne og i fællesskab finde frem til den formulering som de har lettest ved at forstå. Børnenes tilbagemelding var at de alle havde fået forklaret faglige begreber for andre, men at det godt kunne være vanskeligt at forklare et begreb så de andre forstod hvad man mente. Et andet forløb evaluerede vi ved at børnene fik et ark med en traditionel prøve, men havde mulighed for at arbejde sammen om løsningen, og de kunne anvende bøger, hæfter og computer som hjælp. Børnene gav udtryk for at det var rart at evaluere på en måde der lignede den daglige undervisning.

Konklusion

Matematikundervisningen på en skole kan være meget varieret. Der er stor forskel på lærernes opfattelse af hvordan de bedst fremmer elevernes tilegnelse af matematiske kompetencer, og dette har naturligvis indvirkning på den enkelte lærers anvendelse af læringsmål, elevplaner og undervisningsmaterialer.

Det er naturligt at arbejde med udviklingen af metoder der kan fremme elevernes læring, og for alle de nævnte teorier kan læringsmål betragtes som en mulighed for at styrke elevernes udbytte af undervisningen gennem hhv. tydelige mål, elevernes aktive deltagelse i undervisningen og deres refleksion over egen læring. Lærerens anvendelse af læringsmål vil tage udgangspunkt i hendes undervisningssyn som kan indeholde elementer fra alle tre videnskabsteorier. Derfor kan lærere begrunde og anvende læringsmål forskelligt.

Læringsmål er blevet et markant begreb i folkeskolen som den enkelte lærer må forholde sig til. Det kræver at læreren forholder sig refleksivt til læringsmål og overvejer hvilke faglige områder der er velegnede til at udtrykkes i læringsmål, og hvordan hun arbejder både med disse og med de øvrige områder som kommunikation og ræsonnement der i højere grad kan udvikles gennem bevidsthed om arbejdsformen end gennem opstilling af læringsmål.

Evaluering og læringsmål kan anvendes med høj etisk bevidsthed og opmærksomhed på lærerens professionelle ansvar og derved bidrage til at fremme undervisningens kvalitet. Hvis evaluering og læringsmål derimod anvendes ureflekteret, kan der være en risiko for at de ikke fremmer elevens refleksion og læring idet der kan opstå et misforhold mellem metodernes anvendelsesmuligheder og lærernes opfattelse af deres egnethed. Lærerens refleksion over evalueringsmetoders og læringsmåls karakter

og anvendelse er dermed afgørende for om hun anvender evaluering og læringsmål som en integreret del af undervisningen der overordnet skal fremme elevens faglige, personlige og sociale udvikling.

Referencer

- Andersen, P.Ø. (2011). *Pædagogikken i evalueringssamfundet*. Hans Reitzels Forlag.
- Biesta, G. (2011). "Evidensbaseret undervisning mellem videnskab og demokrati". I: G. Biesta, *God uddannelse i målingens tidsalder* (s. 39-60). Klim.
- Biesta, G. (2014). "Indledning". I: G. Biesta, *Den smukke risiko i uddannelse og pædagogik* (s. 15-25). Klim.
- Brinkkjær, U. & Høyen, M. (2011). "Konstruktive forståelsesrammer". I: U. Brinkkjær & M. Høyen, *Videnskabsteori for de pædagogiske professionsuddannelser* (s. 119-132). Hans Reitzels Forlag.
- Brinkkjær, U. & Høyen, M. (2011). "Positivism og kritisk realisme". I: U. Brinkkjær & M. Høyen, *Videnskabsteori for de pædagogiske professionsuddannelser* (s. 55-77). Hans Reitzels Forlag.
- Børne- og undervisningsudvalget (2013). *Redegørelse til Folketinget om de nationale test i folkeskolen*. Lokaliseret d. 17. november 2015 på <http://www.ft.dk/samling/20131/almdel/buu/bilag/71/1312728.pdf>.
- EVA, Danmarks Evalueringsinstitut (15.08.2013): "God og motiverende undervisning på mellemtrinnet". Lokaliseret d. 8. oktober 2016 på <https://www.eva.dk/projekter/2013/undervisning-pa-mellemtrinnet/notat-det-siger-forskningen-om-god-undervisning-i-skolen/notat-det-siger-forskningen-om-god-undervisning-i-skolen>.
- Hedegaard, K.M., Rasmussen, T.N. & Simonsen, S. (2015). "Kan man have noget imod målstyret undervisning?" I: V. Boelt m.fl. (red.), *Målstyret undervisning* (s. 70-82). KvaN.
- Hermann, S. (2007). "Michel Foucault – pædagogik som magtteknologi". I: S.G. Olesen & P.M. Pedersen, *Pædagogik i sociologisk perspektiv* (s. 80-106). Forlaget PUC.
- Jacobsen, B. & Collin, F. (2003). "Kritisk rationalisme og paradigmer". I: F. Collin & S. Kjøppe, *Humanistisk videnskabsteori* (s. 97-120). DR Multimedie.
- Lübcke, Poul (red.) (1990). *Politikens filosofileksikon*. Politikens Forlag.
- Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling (2015 a). *Elevplaner i folkeskolen*. Lokaliseret d. 17. november 2015 på <https://www.uvm.dk/Uddannelser/Folkeskolen/Elevplaner-nationale-test-og-trivselsmaaling/Elevplaner>.
- Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling (2015 b). *Undervisning med udgangspunkt i læringsmål*. Lokaliseret d. 17. november 2015 på <https://www.uvm.dk/Uddannelser/Folkeskolen/Laering-og-laeringsmiljoe/Laeringsmaalstyret-undervisning/Undervisning-med-udgangspunkt-i-laeringsmaal>.

Popper, K. (1996). "Videnssociologien". I: K. Popper, *Kritisk rationalisme – udvalgte essays om videnskab og samfund* (s. 106-117). Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck.

Rasborg, Klaus (2004). "Socialkonstruktivismen i klassisk og moderne sociologi". I: L. Fuglsang og P. Bitsch Olsen (red.), *Videnskabsteori i samfundsvidenskabene*. Roskilde Universitetsforlag.

Scruton, R. (2007). "Knowledge and feeling". I: R. Scruton, *Culture Counts – Faith and Feeling in a World Besieged* (s. 28-44). Encounter Books, New York.

Vogt, L. (2015). "Meningen med de nye Fælles Mål". I: V. Boelt m.fl. (red.), *Målstyret undervisning* (s. 16-30). KvaN.

English abstract

Learning Goals and student plans can be justified by both positivism, constructivism and critical rationalism. Therefore, they can be used very differently depending on the teacher's views on teaching and learning. The teacher's view on teaching may include elements of all three theories of science. Accordingly, teachers at the same school may reflect on and use Learning Goals differently.

Den smarte abe:

betydning af og korrektion for gætning ved karaktergivning i multiple choice-tests



Peter Sunde, Institut
for Bioscience, Aarhus
Universitet



Pernille Bødtker Sunde,
DPU, Aarhus Universitet,
og VIA Læreruddannelsen
i Aarhus

Abstract: I forbindelse med eksamener baseret på multiple choice-tests er der en mulighed for at opnå et forudsigeligt antal rigtige svar ved hjælp af gætning alene. I forbindelse med kriteriebaseret karaktergivning (karaktergivning baseret på læringsmål) er det derfor nødvendigt at tage højde for at eksaminander systematisk vil svare rigtigt på et højere antal spørgsmål end de egentlig kender svarene på. Med udgangspunkt i et konkret eksempel (folkeskolens afgangsprøve i biologi, maj 2015) demonstrerer vi hvorledes gætning har en markant effekt på antal rigtige svar og karakterfastsættelsen i den lave del af karakterspektret. Vi viser endvidere hvorledes man kan korrigere for dette.

Introduktion

Multiple choice-tests (MCT's) er udbredt i mange uddannelsessystemer verden over og har i de senere år også fundet stigende anvendelse i Danmark, herunder i Undervisningsministeriets (UVM's) egne afgangsprøver for folkeskolen.

En MCT er kendetegnet ved at eksaminanden skal vælge et eller flere rigtige svar blandt en række mulige, og karaktergivningen baseres på andelen af rigtige svar. Det betyder også at det er muligt at gætte et svar hvis man ikke kender det i forvejen. Dermed vil en eksaminand altså i testen kunne få flere svar rigtige end det han/hun egentlig kender svaret på eller pga. tidsnød ikke kan nå at tænke over svaret til. Medmindre der i testen opereres med minuspoint for forkerte svar ("negative marking"), vil tilfældig gætning på spørgsmål man ikke kender svaret på, være en smart strategi som enhver eksaminand bør benytte sig af da det er en strategi man kun kan vinde på. I virkeligheden vil der også være en gråzone mellem det sikre svar og den blinde gætning idet eksaminanden ofte vil "chance" et svar han/hun ikke er 100 % sikker på er rigtigt.

Problemstillingen med gætning har været kendt og diskuteret lige så længe som MCT'en, og mange forskellige løsninger og korrektionsmetoder har været foreslået (Betts et al., 2009; Lesage et al., 2013). I denne artikel vil vi indskrænke os til at påpege

nogle af de problemstillinger som kan opstå når MCT's bruges i en dansk kontekst, nærmere betegnet i forbindelse med karaktergivning efter 7-trinsskalaen.

I angelsaksiske uddannelsessystemer hvor MCT's er vidt udbredt, er karaktergivning på basis af testens resultat ofte *normbaseret*, forstået således at den enkelte præstation vurderes i forhold til den samlede pointfordeling i eksamenspopulationen. Dvs. at en elevs besvarelse sammenholdes med alle elevers samlede pointfordeling.

Ved normbaseret karaktergivning er der derfor ikke behov for at korrigere de opnåede pointtal for at en del af svarene er opnået gennem gætning da de ekstra point opnået gennem gætning ikke ændrer på de forskellige eksamenspræstationers indbyrdes placering (forudsat alle eksaminander gætter svar på spørgsmål de ellers ikke kan svare på).

Den danske 7-trinsskala adskiller sig på et væsentligt punkt fra ovennævnte karaktergivningsprincip ved at være *kriteriebaseret*, forstået således at karakteren skal fastsættes ud fra i hvilken grad præstationen svarer til en given opfyldelse af fagets læringsmål. Beståelseskarakteren 02 ("den tilstrækkelige præstation") skal således gives for den præstation som demonstrerer den lavest acceptable grad af målopfyldelse (Undervisningsministeriet, 2007). Ligeledes er det i vejledningen præciseret at de øvrige karakterer over beståelseskarakteren 02 i eksamenssituationen skal gives efter faglige kriterier og ikke efter populationsnormen. Heri ligger (i det mindste implicit) også at graden af fagets målopfyldelse for en given præstation skal kunne udtrykkes i form af tilstræbt objektive kriterier og ikke blot som en relativ placering i pointfordelingen. I forbindelse med MCT's, som i sagens natur tester deklarative læringselementer ("viden": Kender man svaret på et lukket spørgsmål, eller gør man ikke?), skal karaktergivningen altså baseres på hvor stor en del af den adspurgte stofmængde eksaminanden bør kunne svare rigtigt på. Og da bliver andelen af rigtige svar som kan opnås gennem gætning, betydende, ikke mindst for de eksaminander som kun kender svaret på en mindre del af spørgsmålene. Det er derfor vigtigt at sondre mellem hvor stor en reel viden der ønskes for at opnå en given karakter, og hvor stor en del af de stillede spørgsmål denne viden vil resultere i rigtige svar på når den forventede "gætningsbonus" lægges til.

I det følgende vil vi redegøre for problemstillingen med rigtige svar baseret på gætning samt vise hvorledes man i forbindelse med fastsættelse af læringsmålsbaserede pointkriterier for karaktergivning kan korrigere for det forventede antal rigtige svar pga. gætning. For at illustrere problemstillingen har vi som praktisk eksempel undersøgt en af UVM's egne MC-prøver, folkeskolens afgangsprøve i biologi, maj 2015. Disse prøver er tilgængelige på ministeriets hjemmeside, og ud fra deres rettevejledning (Undervisningsministeriet, 2015) er det muligt at kvantificere præcis hvor stor en del af den testede viden en eksaminand skal besidde for at opnå karaktererne -3, 00, 02, 4 osv., altså videnskriterierne for at opnå de forskellige karakterer.

I analysen og diskussionen vil vi udelukkende forholde os til de matematiske og statistiske aspekter i forbindelse med gætnings betydning for andel rigtige svar i forhold til eksaminandens reelle paratviden og hvilken indflydelse dette kan have for den kriteriebaserede karaktergivning. Vi vil således ikke forholde os til andre relevante aspekter i forbindelse med MCT's såsom emnevalg, faglig sværhedsgrad eller muligheder for misforståelser i forbindelse med besvarelsenerne som tidligere har været diskuteret i dette tidsskrift (fx Andersen & Linderøth, 2012; Lauritsen, 2006; Allerup, 2012). Vi vil heller ikke forholde os til hvorvidt den reelle andel af svar som en eksaminand skal kende (uden at gætte) for at opnå en given karakter, er fagligt acceptabel fra et samfundsmæssigt synspunkt. Vores anliggende er alene at kvantificere og illustrere betydningen af tilfældig gætning for sandsynligheden for opnåelse af de forskellige karakterer samt foreslå praktiske løsninger til hvorledes man kan tage højde for dette i karakterudmålingen i forbindelse med kriteriebaseret karaktergivning.

Teori

Rent matematisk vil det gennemsnitlige antal rigtige svar (N) som en eksaminand opnår i en MCT, kunne beskrives som:

$$N = n \left(p + \frac{1}{k} (1 - p) \right)$$

hvor n er antal spørgsmål, p er andelen af spørgsmål som eksaminanden reelt kender svaret på, og k er antallet af svarmuligheder per test (hvis alle testspørgsmål har det samme antal svarmuligheder hvoraf ét er rigtigt). En tipskupon med 13 spørgsmål og tre svarmuligheder (1, X, 2) repræsenterer således en MCT hvor p er 0 (eksaminanden har ikke nogen forudgående forudsætninger for at vide hvad det rigtige svar er), n er 13, og k er 3. Ved hjælp af sypigetips (tilfældig gætning) kan man i gennemsnit forvente 4,333 rigtige svar per korrekt udfyldt tipskupon. Da udfaldet af hvert gæt er enten rigtigt eller forkert (dvs. at udfaldet er en binomialfordelt stokastisk variabel), er det principielt muligt at få alt fra 0 til 13 rigtige. Sandsynligheden for 0 rigtige er således $(1-1/3)^{13} = 0,0051$ og for 13 rigtige $(1/3)^{13} = 0,0000000063$. Fra et evaluerings-synspunkt repræsenterer det forventede antal rigtige svar ved hjælp af sypigetips en "nul-fordeling" eller en "abe-fordeling", dvs. den fordeling af tilfældigt rigtige svar man vil få hvis man sætter en stor gruppe eksaminander helt uden faglige forudsætninger til at løse opgaven. Sat på spidsen kunne dette være en chimpanse som er trænet i at sætte kryds i en computerstyret menu, men som ingen idé har om hvad den svarer på. Ud fra principperne for 7-trinsskalaen skulle en sådan eksaminand takseres med karakteren -3. Følgelig bør en stringent karakterfastsættelse også tage udgangspunkt i at selv en "abe" vil forventes at opnå væsentligt mere end 0 point.

Det samme princip gør sig gældende i afgangsprøven i biologi. Forskellen er blot at antallet af svarmuligheder er større, og sandsynlighederne for at gætte sig frem til et rigtigt svar varierer fra 0,33333 til 0,04167 i de forskellige items (appendiks 1).

Materiale og metoder

Folkeskolens afgangsprøve i biologi

Folkeskolens afgangsprøve i biologi består af en elektronisk MCT hvor eksaminanden inden for den afsatte tid skal sætte kryds ved de rigtige svarmuligheder. Opgavesættet for maj måned 2015 bestod af i alt 20 opgaver med i alt 53 items (<http://www.uvm.dk/Uddannelser/Folkeskolen/Folkeskolens-proever/Censur-og-evaluering/Rettevejledninger/Tidligere-rettevejledninger?smarturl404=true>). Det maksimale pointtal var altså 53 rigtige svar. Ifølge UVM's omsætningstabel blev 0 rigtige svar tildelt karakteren -3, 1-18 rigtige svar blev tildelt karakteren 00, 19-24 rigtige svar blev tildelt karakteren 02, 25-30 rigtige svar blev tildelt karakteren 4, 31-37 rigtige svar blev tildelt karakteren 7, 38-45 rigtige svar blev tildelt karakteren 10, og 46-53 rigtige svar blev tildelt karakteren 12. En eksaminand skulle altså kunne give korrekt svar på mindst 36 % (19/53) af de stillede svarmuligheder for at opnå karakteren 02.

Simulering af eksamensforsøg med forskellig grad af viden og gætning

Ved hjælp af en computersimulering hvor udfaldet af hver item-besvarelse (rigtigt eller forkert svar) afhang af sandsynligheden for at gætte rigtigt, simulerede vi resultatet af 25.000 opgavebesvarelser under forskellig grad af gætning, dvs. at vi lod "eksaminanden" kende svaret på 0 til 50 af de 53 items og gætte svaret på de resterende. Da chancen for at gætte sig frem til den rigtige svarmulighed i de forskellige items varierede fra 0,042 til 0,33 (appendiks 1), lod vi (for at lade testen være så konservativ som muligt) de simulerede elever starte med at kende svarene på de spørgsmål hvor den relative gevinst ved at gætte spørgsmålet var mindst, dvs. hvor der var færrest valgmuligheder. De første 13 items som en eksaminand kunne svare på i denne simulering, havde således sandsynligheden 0,333 (én rigtig ud af tre svarmuligheder) for at gætte rigtigt, det 14.-16. item havde sandsynligheden 0,29 (to rigtige ud af syv muligheder), det 17.-41. item havde sandsynligheden 0,25 (én ud af fire) for rigtigt svar ved en tilfældighed osv. Eller sagt med andre ord: 25.000 gange lod vi en elev gætte alle spørgsmål, 25.000 gange lod vi eleven kende ét svar på et item med én af tre valgmuligheder og gætte svarene på de resterende 52 items, 25.000 gange lod vi eleven kende svaret på to items med én af tre valgmuligheder og gætte svarene på de resterende 51 items og så fremdeles. Dermed genererede vi for hvert antal items eksaminanden kendte svaret på, en pointfordeling bestående af antal items med kendt svar plus de point som eksaminanden opnåede ved at gætte.

Fordi gætning er en tilfældig (stokastisk) proces, varierede antallet af point opnået ved gætning fra “eksamensforsøg” til “eksamensforsøg”. Den absolutte pointspredning var naturligvis omvendt proportional med antallet af items der blev gættet. Som naturlig følge heraf fandtes den største pointspredning eksamensforsøgene imellem når alle 53 items blev gættet, hvor pointfordelingen var tilnærmelsesvis normalfordelt (fig. 1). Omvendt var pointspændet mellem forskellige eksamensforsøg pga. gætning indskrænket til 3 point når simuleringen var baseret på at eksaminanden kunne svaret på 50 af de 53 items.

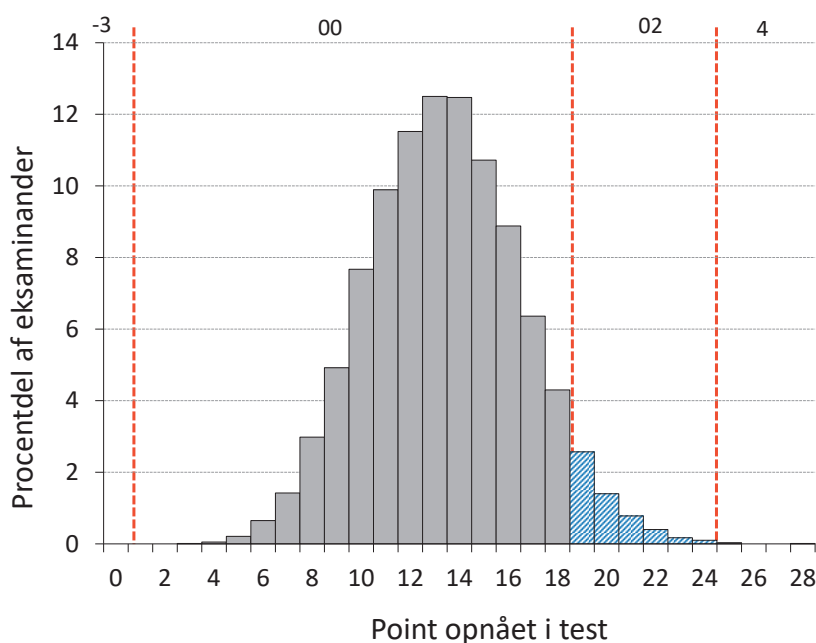
For at inkludere den af tilfældigheder fremkomne spredning (som følge af gætning) i evalueringen af eksaminandernes pointopnåelse angiver vi for hvert simuleringstrin den nedre percentil (dvs. det pointtal som skiller de nederste 1 % fra de øverste 99 % eksamensforsøg med identiske antal kendte svar), den nedre kvartil (det pointtal som skiller de nederste 25 % fra de øverste 75 %), medianværdien (det pointtal som skiller de nederste 50 % fra de øverste 50 %), den øverste kvartil (det pointtal som skiller de nederste 75 % fra de øverste 25 %) og den øverste percentil (det pointtal som skiller de nederste 99 % fra de øverste 1 %). Vi vil især lægge vægt på medianpointtallet da dette angiver hvilket pointtal halvdelen af eksamensforsøgene som minimum vil resultere i ved et givent vidensniveau.

Dermed kan vi sammenholde andelen af items med rigtige svar i testen med andelen af items eksaminanden reelt kunne svaret på. Ud fra dette kan vi estimere hvor stor en andel af de stillede items en eksaminand behøvede at kunne svaret på (eksaminandens “reelle” viden) for at have mindst 50 % chance for at opnå en given karakter.

Resultater

En simpel summation af sandsynlighederne for at gætte sig til det rigtige svar tilsiger at en eksaminand helt uden faglige forudsætninger som gættede på alle spørgsmål (en “smart abe”), i gennemsnit ville opnå 13,4 point i biologiprøven i maj 2015. En multiplikation af sandsynlighederne for at svare forkert på samtlige spørgsmål giver tilsvarende en sandsynlighed på $1,6 \cdot 10^{-7}$. En “abe” løb med andre ord en risiko på ca. én til fem millioner for ikke at opnå et eneste point og dermed opnå karakteren -3.

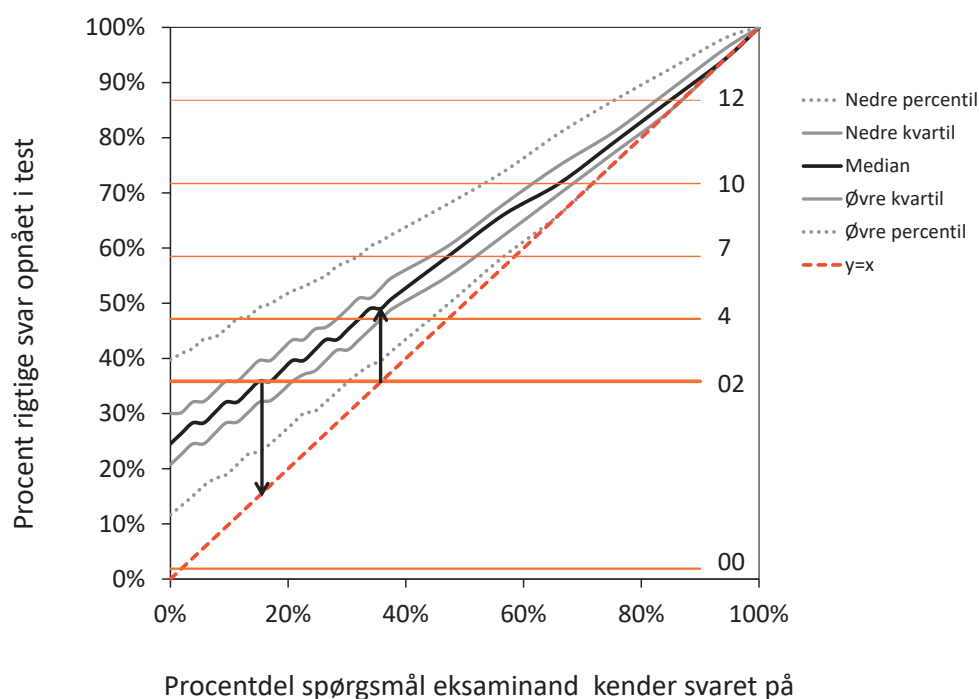
I computersimuleringen (fig. 1) opnåede 1.365 ud af 25.000 “aber” (5,5 %) mindst 19 rigtige svar hvilket ville have udløst karakteren 02. Omtrent hver 18. “abe” som blev sat til at løse eksamensopgaven i biologi, ville med andre ord have held til at bestå prøven. I 11 tilfælde (0,4 % eller én gang ud af 2.273) var “aben” endvidere så heldig at opnå mindst 25 rigtige svar og dermed et 4-tal. Oddsene for at en “abe” vil opnå karakteren 4, var dermed ca. 2.700 gange højere end for at få -3.



Figur 1. Pointfordeling af 25.000 simulerede eksamensforsøg i folkeskolens afgangsprøve i biologi, maj 2015, opnået alene gennem tilfældig gætning. De vertikale linjer angiver pointkriterier for opnåelse af karaktererne 00 til 4.

I figur 2 vises antal opnåede point for forskellige kvartiler af eksamensforsøgene som funktion af hvor stor en del af spørgsmålene de simulerede eksaminander kendte svarene på. Ved i grafen at aflæse x-værdien for medianpointlinjens skæring med $y = 19/53 = 36\%$ (som er 9 ud af 53 svarmuligheder = 17%) fremgår det at en eksaminand for at have mere end 50 % chance for at opnå 19 point og dermed opnå karakteren 02 kun behøvede at kende det rigtige svar på 9 ud af 53 svarmuligheder (og gætte resten). Paratvidenskriteriet for at opnå karakteren 02 i folkeskolens afgangsprøve i biologi, maj 2015, var altså 17 % (9/53) og ikke 36 % (19/53) som UVM's pointfordelingsnøgle umiddelbart kunne give indtryk af (tabel 1).

Fra grafen kan man også aflæse at i fald det tiltænkte kompetencekrav i virkeligheden var ca. 36 % korrekt viden, og UVM i sin pointnøgle ikke har korigeret for gæt (vi har ingen viden om hvorvidt dette er tilfældet), skulle pointkriteriet for opnåelse af karakteren 02 have været 26 point eller en korrekt svarprocent på 49 (aflæses i figur 2 som medianlinjens y-værdi ved $x = 36\%$) hvilket under de gældende karakterkriterier ville være tilstrækkeligt til et 4-tal (kriterium: $25/53 = 47\%$ rigtige svar). Da også den nedre kvartil-linje kryber over x,y-koordinatet (36 %, 47 %), vil over 75 % af alle eksaminander som kender svaret på 36 % af spørgsmålene, altså opnå mindst 47 % rigtige svar ved at gætte resten og dermed score et 4-tal.



Figur 2. Sammenhængen mellem procent rigtige svar i test (hvor eksaminanden gætter svar han/hun ikke kender) og procent svar som eksaminanden reelt kender svaret på (uden at gætte) i 25.000 simulerede eksamensforsøg i folkeskolens afgangsprøve i biologi, maj 2015. Linjen $y=x$ angiver sammenhængen mellem antal rigtige opnåede svar og andelen af svar som eksaminanden reelt kunne svare på uden at gætte.

De forskellige linjer angiver spredningen i pointfordeling pga. vekslende held med at gætte rigtigt: Den øvre percentil angiver således pointtallet som skiller de øverste (heldigste) 1 % fra de underliggende 99 %, den øvre kvartil angiver pointskellet mellem de øverste 25 % og de underliggende 75 %, medianen skiller de øverste og nederste 50 %, den nedre kvartil skiller de nederste 25 % fra de overliggende 75 %, og den nedre percentil angiver pointgrænsen mellem de nederste 1 % og de overliggende 99 % af eksamensforsøgene. Intervalzonerne mellem den øvre og nedre kvartil og øvre og nedre percentil angiver således pointspændet for henholdsvis 50 % og 98 % af alle eksamensforsøg. De horisontale linjer angiver pointkriterierne for opnåelse af karaktererne 00-12. Det faktuelle vidensniveau (andel svar eksaminanden reelt kan svare på) for at opnå en given rigtig svarprocent i testen med 1, 25, 50, 75 eller 98 % sandsynlighed (y -værdien) kan aflæses på x -aksen. Omvendt kan andel rigtige svar i testen for et givent vidensniveau (x -værdi) aflæses på y -aksen.

Den vertikale pil ned angiver forskellen mellem andel rigtige svar i testen (36 %) som skal til for at opnå karakteren 02, og andelen af spørgsmålene en eksaminand reelt be-

høver at kunne svaret på (17 %) for at have 50 % chance for at opnå 36 % rigtige svar ved at gætte.

Den vertikale pil op angiver hvor stor en andel rigtige svar en eksaminand i gennemsnit skulle have i testen (49 %) for at modsvare en paratviden svarende til 36 % af spørgsmålene (uden brug af gætning).

Som en naturlig konsekvens af at antallet af spørgsmål som gættes, aftager proportionalt med antallet af spørgsmål som eksaminanden kender svaret på (jf. formel), mindskes spændet mellem andelen af rigtige svar og andelen af svar som eksaminanden rent faktisk kan svaret på, for de højere karakterer (tabel 1, figur 2).

Mens en eksaminand med 50 % chance for at få 02 kunne forvente at opnå 112 % flere rigtige svar ved hjælp af gætning ($[19/9] - 1$), var den tilsvarende relative “gættebonus” på 47 % for en eksaminand på vippen til et 4-tal ($[25/17] - 1$), 23 % for en 7-tals-kandidat, 13 % ved grænseværdien for et 10-tal og 2 % ved grænseværdien for et 12-tal (tabel 1).

Eller sagt med andre ord, så er det de svageste eksaminander som opnår den største pointfordel ved gætning, mens 12-talseleven som kender næsten alle svarene på spørgsmålene, kun har minimal gevinst af gætning (af den simple årsag at der næsten ikke er nogen spørgsmål han/hun behøver at gætte svaret på).

Karakter	Minimum rigtige svar i test		Reel viden	
	Antal point	Andel	Antal svar	Andel
-3	0	0 %	0	0 %
00	1	2 %	0	0 %
02	19	36 %	9	17 %
4	25	47 %	17	32 %
7	31	58 %	25	47 %
10	38	72 %	34	64 %
12	46	87 %	45	85 %

Tabel 1. Pointtabel for karaktergivning i folkeskolens afgangsprøve i biologi, maj 2015, i form af antal og andel opnåede point (ud af 53 mulige) og den reelle viden (antal og andel rigtige svar ud fra viden) en eksaminand skal besidde for i gennemsnit at opnå dette pointtal når der gættes på spørgsmål man ikke kender svaret på (se også figur 2).

Diskussion

To vigtige pointer kan udledes af denne analyse.

For det første viser resultaterne klart at gætning giver et betydeligt pointbidrag i situationer hvor eksaminanden kun kender svaret på en mindre del af spørgsmålene. Dermed vil fagligt svage elever kunne få et betydeligt utilsigtet karakterløft hvis der ikke tages højde for gætning i pointudmålingen. I det konkrete tilfælde betød dette at det i praksis er umuligt at opnå nul karakteren -3 medmindre man som eksaminand gør en aktiv indsats for at svare forkert. UVM's egne tal (Undervisningsministeriet, 2016) viser da også at ingen eksaminander fik karakteren -3 i biologi ved majeksamen 2015, ligesom dette heller ikke var tilfældet for UVM's øvrige prøver hvor karaktergivning var baseret på en ren MCT. Derimod var det fuldt muligt (hver 18. eksamensforsøg) for en "abe", som per definition har et kundskabsniveau der skulle takseres til -3, at opnå beståelseskarakteren 02.

Hvad angår tærskelværdien for opnåelse af beståelseskarakteren 02 ("den tilstrækkelige præstation"), fremgår det også af analysen at det reelle kompetencekrav for at have mere end 50 % chance for at bestå eksamen svarer til at eksaminanden skal kende svaret på ca. 17 % af den paratviden der eksamineres i, og ikke 36 % som testens omsætningstabel umiddelbart giver udtryk for. I den helt lave ende af karakterudmålingen burde det stringente pointkriterie for at opnå 00 således rettelig have været 13 point og ikke 1 point da en "abe" i over halvdelen af tilfældene ville få mindst 13 point ved blind gætning.

Ud over at påpege at gætningsfaktoren giver et betydeligt pointbidrag for karaktergivningen i den nedre ende af præstationsfordelingen, kan eksemplet også bruges til at illustrere hvorledes det er muligt at beregne hvor stor en reel viden en given pointsum svarer til og vice versa. For tilrettelæggere af MCT's er hermed også angivet hvorledes man i pointkriterierne for karaktergivning kan korrigere for forventet gætning. For brugere af testen vil en sådan beregning også give transparens i forhold til hvad de reelle kompetencekrav er for opnåelse af en given karakter. Dette kan være nyttig viden for de lærere som forbereder fagligt udfordrede elever til folkeskolens afgangsprøve i biologi, såvel som alle dem der måtte have en undervisningspolitisk interesse i at kende de faglige beståelseskrav til en given uddannelse.

Vi vil i det følgende knytte nogle supplerende bemærkninger til disse to diskussionspunkter. Om ikke andet så for at foregribe de mest forventede kritikpunkter som vores konklusioner vil blive mødt med.

Af forventelige modargumenter som også har været fremført tidligere (fx Downing, 2003; Nørgård, 2006), kan nævnes (1) at meget få eksaminander vil møde frem til en eksamen helt uden faglige forkundskaber, (2) at eksaminander ikke nødvendigvis vil gætte et svar de ikke kan, samt (3) at pointkorrektion for gætning ikke ændrer på den relative rangering af eksaminandernes pointfordeling.

Til det første modargument vil vi blot påpege at en stringent karaktergivning skal tage højde for de (sjældne) tilfælde hvor en eksaminand med utilstrækkelige faglige forudsætninger skulle forsøge sig mod de faglige odds. Hvad vigtigere er, så viser vores eksempel at gætning også giver et betydeligt merbidrag til pointsummen for de eksaminander som på et meget sparsomt fagligt grundlag er på vippen til at opnå karakteren 02. Dette skyldes det simple forhold at gættebonussen er omvendt proportional med andelen af spørgsmål eksaminanden reelt kender svaret på (fig. 2). Følgelig er det de eksaminander som møder op med de svageste faglige forudsætninger som vinder mest ved at gætte. Hvis man ikke er sig dette bevidst, betyder det at eksaminander består eksamen med meget ringere kundskaber end fastsat ud fra de egentlige målopfyldelseskriterier. Og jo lavere beståelseskravet er sat i forhold til andel rigtige svar, jo større bliver afvigelsen mellem det eksaminanden reelt kan, og det han/hun svarer rigtigt på.

Den markante pointeffekt af gætning på chancen for at opnå 02 (112 %) og 4 (47 %) i det aktuelle eksempel skyldes netop at pointkriterierne for opnåelse af disse to karakterer var mindre end 50 % rigtige svar (tabel 2). I eksamenssystemer hvor beståelseskriteriet typisk er 60-95 % rigtige svar (fx højere uddannelser eller den danske teoriprøve for kørekort eller indfødsret), er evalueringsproblemet pga. gætning tilsvarende mindre, grænsende mod ikkeeksisterende.

Til det andet modargument vil vi anføre at som en del af arbejdet med at forberede elever til den gældende eksamensform er det i princippet enhver lærers pligt at instruere sine elever i at gætte svar de ikke kender. Det er derfor op til testens tilrettelægger at sørge for at tage højde for at eksaminanden agerer optimalt under de givne testrammer. Som alternativ til at korrigere for gætning (som her anvist) kan testen også tilrettelægges således at der gives strafpoint ved forkerte svar. Dette har dog den negative effekt at eksaminander ofte underpræsterer ved at afholde sig fra at besvare spørgsmål som de ikke er helt sikre på er rigtige (Betts et al., 2009). Det er nemlig vigtigt at huske at der i virkelighedens verden er en glidende overgang fra det stensikre svar givet uden tvivl over det kvalificerede gæt til det helt ukvalificerede gæt.

Hvad angår det forhold at pointkorrektion for gætning i forbindelse med pointgivning ikke ændrer på den normbaserede rangordning af eksaminandernes pointsum, er dette fuldstændig korrekt. Ifølge UVM's bekendtgørelse skal karakterer på 7-trinsskalaen imidlertid tildeles på grundlag af specifikke læringsmål (Undervisningsministeriet, 2007). Selv hvis man i praksis (og i givet fald mod bekendtgørelsens retningslinjer) tilpasser karakterfordelingen på basis af rangordning, så giver en ukorrigeret pointfordeling ingen information om hvor i pointfordelingen grænsen går mellem det minimalt fagligt tilstrækkelige og det utilstrækkelige (beståelseskriteriet). Helt konkret gælder dette for opnåelse af den laveste beståelseskarakter (02: "den tilstrækkelige præstation") som i princippet skal fungere som kvalitetssikring for hvor ringe

kompetencer en eksamineret studerende må sendes ud i samfundet med. Manglende opmærksomhed omkring det præcise kompetencemål for at kunne bestå en eksamen i en MCT vil dermed i værste fald kunne betyde at eksaminander består eksamener de rettelig ikke burde have bestået ud fra deres faglige standpunkt.

Afsluttende bemærkninger

Vi har her demonstreret hvorledes man bør tage forbehold for gætningsfaktoren ved en kriteriebaseret karaktergivning baseret på MCT's, og hvor karakterkriterierne er baseret på mindre end 50-60 % rigtige svar. Denne analyse har taget udgangspunkt i en specifik case (folkeskolens 9. klasses afgangsprøve i biologi, maj 2015), men problemstillingen er alment gældende i alle sammenhænge hvor MCT's benyttes til kriteriebaseret karaktergivning (herunder også UVM's eksamener for 9. klasse i skriftlig fransk og geografi).

Vores anbefaling for dem som ønsker en stringent kriteriebaseret karaktergivning på grundlag af MCT's (hvilket alle som benytter 7-trinsskalaen, i princippet er forpligtet til), er at man korrigerer for antal rigtige svar opnået ved gætning i forbindelse med fastsættelse af pointkriterier for opnåelse af de forskellige karakterer. Dette kræver naturligvis at man i tråd med principperne for kriteriebaseret karaktergivning rent faktisk deklarerer hvor stor en reel vidensmængde (andel af spørgsmål som eksaminanden rent faktisk skal kende svaret på) der skal til for at opnå en given karakter. Når dette er besluttet, kan man så for den konkrete test (som i fig. 2) beregne eller simulere hvor mange ekstra point eksaminanden med en given sandsynlighed (fx 50 % svarende til medianværdien) kan regne med at score ved hjælp af gætning i tillæg til denne vidensmængde. Ud fra dette kan man så i karakterfastsættelsen korrigere for antal forventede rigtige svar opnået gennem gætning, som demonstreret i det konkrete eksempel.

Afslutningsvis skal det endnu en gang pointeres at karaktergivning baseret på inddeling i pointfraktiler efter rangordning, hvilket er gængs praksis i udlandet, reelt er et udtryk for normbaseret karaktergivning og dermed i modstrid med de oprindelige principper for karakterfastsættelse efter 7-trinsskalaen.

Referencer

- Allerup, P. (2012). Folkeskolens centralt stillede test. *MONA*, 2012(3), s. 84-87.
- Andersen, P.U. & Linderøth, U.H. (2012). Undervisning og centralt stillede test i folkeskolen. *MONA*, 2012(2), s. 23-36.
- Betts, L.R., Elder, T.J., Hartley, J. & Trueman, M. (2009). Does correction for guessing reduce students' performance on multiple-choice examinations? Yes? No? Sometimes? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(1), s. 1-15.

- Burton, R.F. (2005). Multiple-choice and true/false tests: Myths and misapprehensions. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 30(1), s. 65-72.
- Downing, S.M (2003). Guessing on selected response examinations. *Medical Education*, 37, s. 670-671.
- Lauritsen, H.J. (2006). En prøve i bakgear. *MONA*, 2006(1), s. 1-10.
- Nørgaard, K. (2006). De digitale afgangsprøver har høj kvalitet. *MONA*, 2006(3), s. 86-92.
- Lesage, E., Valcke, M. & Sabbe, E. (2013). Scoring methods for multiple choice assessment in higher education – Is it still a matter of number right scoring or negative marking? *Studies in Educational Evaluation*, 39(3), s. 188-193.
- Undervisningsministeriet (2007). *Bekendtgørelse om karakterskala og anden bedømmelse. BEK nr 262 af 20/03/2007*. Lokaliseret den 11. august 2016 på <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=25308>
- Undervisningsministeriet (2015). *Omsætningstabeller biologi og geografi 2015*. Lokaliseret den 7. august 2016 på <https://www.uvm.dk/Uddannelser/Folkeskolen/Folkeskolens-proever/Censur-og-evaluering/Rettevejledninger/Tidligere-rettevejledninger>
- Undervisningsministeriet (2016). *Karakterfordeling i prøvefag 9. kl. (FP9), fordelt på fag og fag-disciplin, 2014/15*. Lokaliseret den 7. august 2016 på <http://statweb.uni-c.dk/Databanken/uvmdataweb/fullClient/Default.aspx?report=KGS-antkar-fag-kar&res=1280x819>

Appendiks 1. Sandsynlighederne for at svare rigtigt på de 53 spørgsmål og delspørgsmål (items) i folkeskolens afgangsprøve i biologi, maj 2015, (Undervisningsministeriet, 2015) ved hjælp af simpel gætning. Listen skal læses således: Item¹: sandsynlighed for at svare rigtigt ved hjælp af gætning(antal rigtige svarmuligheder i item/samtlige antal svarmuligheder i item).

1: 0,2(1/5); 2: 0,2(1/5); 3-1: 0,25(1/4); 3-2: 0,25(1/4); 3-3: 0,25(1/4); 3-4: 0,25(1/4); 3-5: 0,25(1/4); 4: 0,2(1/5); 5-1: 0,25(1/4); 5-2: 0,25(1/4); 5-3: 0,25(1/4); 5-4: 0,25(1/4); 5-5: 0,25(1/4); 6: 0,04167(1/24); 7-1: 0,2857(2/7); 7-2: 0,1667(1/6); 8-1: 0,25(2/8); 8-2: 0,1429(1/7); 9-1: 0,25(1/4); 9-2: 0,25(1/4); 9-3: 0,25(1/4); 10-1: 0,25(2/8); 10-2: 0,1429(1/7); 11: 0,2(1/5); 12-1: 0,3333(1/3); 12-2: 0,3333(1/3); 12-3: 0,3333(1/3); 12-4: 0,3333(1/3); 13-1: 0,25(1/4); 13-2: 0,25(1/4); 13-3: 0,25(1/4); 13-4: 0,25(1/4); 13-5: 0,25(1/4); 14: 0,2(1/5); 15-1: 0,33333(1/3); 15-2: 0,33333(1/3); 15-3: 0,33333(1/3); 16-1: 0,2857(2/7); 16-2: 0,1667(1/6); 17-1: 0,3333(1/3); 17-2: 0,3333(1/3); 17-3: 0,3333(1/3); 17-4: 0,3333(1/3); 17-5: 0,3333(1/3); 18-1: 0,2857(2/7); 18-2: 0,1667(1/6); 19-1: 0,25(1/4); 19-2: 0,25(1/4); 19-3: 0,25(1/4); 19-4: 0,25(1/4); 20-1: 0,3333(1/3); 20-2: 0,25(2/8); 20-3: 0,1429(1/7).

1 "3-1" betyder første item i opgave 3 osv.

English abstract

Multiple choice tests provide the possibility of attaining a predictable number of answers correct by mere guesswork, which may inflate grading based on fulfillment of learning objectives unless corrected for. On the basis of a concrete example, we demonstrate how correct answers obtained by guesswork can have a substantial impact on the number of correct answers and grading for students knowing the answers of less than half of the questions posed. Simple guidelines are given for how grading criteria based on the number of correct answers can be adjusted in order to align to a given learning objective.

Pedagogical Content Knowledge (PCK)

– et tiltrængt naturfagsdidaktisk forskningsfelt i Danmark?



Jens Jakob Ellebæk, UC
Syddanmark



Birgitte Lund Nielsen, VIA
University College

Abstract: Artiklen præsenterer et historisk rids over PCK-forskningen frem mod en ny model der er udviklet i konsensus af centrale forskere. Analysen fokuserer særligt på lærerviden versus færdighed og kompetence og individuel kognition versus distribueret, medieret og situeret viden. Relevans i dansk læreruddannelse diskuteres, inkl. en oversigt over hidtidig oversættelse og anvendelse af PCK-begrebet. Endvidere introduceres et nyt dansk ph.d.-projekt hvor natur/teknologi-læreres individuelle og kollektive PCK undersøges. PCK præciseres som læreres indholdsspecifikke pædagogiske viden og kompetence, og gensidig påvirkning med forskningsbaserede almen- og fagdidaktiske vidensbaser, lærernes grundlæggende overbevisninger og oplevelse af elevernes læring illustreres via modellen.

Hvad bør en lærer egentlig vide og kunne?

Hvad er det egentlig en lærer bør vide og kunne for at bedrive god og effektiv undervisning i en given klasse, under givne forhold og betingelser, i et givet emne og i forhold til en given målgruppe – så eleverne rent faktisk lærer det intendede? Med andre ord: Hvilken viden er essentiel for at kunne undervise professionelt? Det er på mange måder et komplekst spørgsmål. Hvilken viden er det fx nødvendigt læreren besidder for at kunne gennemføre en undervisning i 3. klasse i natur/teknologi i emnet “kriblekrable-dyr” så eleverne lærer det tilsigtede? Og hvad er det tilsigtede? Det nationale lovgrundlag og Fælles Mål kan hjælpe læreren på vej, men ligegyldigt hvor meget man fra nationalt hold forsøger at rammestyre undervisningen, efterlader det – heldigvis kunne man sige – adskillige beslutninger tilbage. Reflekterede og intuitive beslutninger i selve undervisningssituationen, forudgående planlægning og efterfølgende evaluering af undervisningen fordrer stor viden inden for en række fagligheder. Forskningen omkring Pedagogical Content Knowledge (PCK) har igennem de sidste 30 år forsøgt at indkredse hvad en lærers faglighed består af, og hvordan den kan beskrives.

Meget tyder på at der er et stigende behov for at kunne beskrive denne faglighed i en dansk sammenhæng. Det er eksempelvis slående hvordan begrebet "lærerfaglighed" finder øget anvendelse i ministerielle bekendtgørelsestekster (fx Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2015) på trods af at begrebet er forholdsvist ubeskrevet i litteraturen. Man kan selvfølgelig spørge om PCK-begrebet kan indfange den betydning man forsøger at adressere med lærerfaglighedsbegrebet, og hvorvidt PCK er mere entydig end lærerfaglighed. Er PCK "bare" noget en lærer ved, eller er det en kompetence, og er det en individuel viden, eller kan man tale om kollektiv PCK? Her kan man ifølge Wallace og Loughran (2012) forestille sig et kontinuum mellem et individuelt-kognitivt perspektiv hvor viden og værdiforestillinger (beliefs) er de primære faktorer der afgør handling, og et kollektivt-situeret perspektiv hvor viden og værdiforestillinger er uadskillelige fra de situationer hvori de er indlejret (Wallace & Loughran, 2012; Peressini et al., 2004).

Artiklen indledes med et tilbageblik på forskningens forskellige konceptualiseringer af PCK frem mod den nyeste udvikling i forskningsfeltet med et særligt analytisk blik på vidensform. Er lærerens PCK eksempelvis bedst beskrevet som deklarativ viden¹, eller er det i højere grad en færdighed eller en kompetence?² Dette diskuteres nedenfor. Det analytiske blik gennem artiklen er dog primært rettet mod distinktionen mellem viden som individuelt kognitivt orienteret versus viden som distribueret, medieret og situeret. Analysen leder videre til diskussion af relevans i dansk kontekst og konkret til forslag til metodiske tilgange ved undersøgelse af danske natur/teknologi-læreres PCK.

Pedagogical Content Knowledge (PCK) – ophav og historik

Siden Shulman skrev sine berømte artikler, har PCK været et centralt internationalt pædagogisk/didaktisk forskningsfelt (Shulman, 1986a, 1986b, 1987). De oprindelige artikler er stadig blandt de mest citerede kilder inden for naturfagsdidaktikken, så der har været – og er stadig – en stor interesse for at forstå hvordan en lærers viden, kunnen og gøren kan karakteriseres. Dette aktualiseres i dansk kontekst ved en nylig oversættelse af 1987-artiklen (Albrechtsen, 2016) hvor PCK oversættes til "fagdidaktisk viden". Vi diskuterer denne oversættelse nærmere nedenfor.

1 Bevidst viden der kan forklares til andre.

2 Begreberne og skelnen mellem begreberne viden, færdighed og kompetence er omdiskuterede, men anvendes i denne artikel til at beskrive hvad et individ "ved" (deklarativ viden der er bevidst og kan forklares til andre), hvad et individ "kan" (færdigheder), og hvad individet rent faktisk "gør" betragtet som "helhedsorienterede kapaciteter, dispositioner og potentialer ved anvendelse af viden, færdigheder og holdninger i en given kontekst" (kompetencer) (se Illeris, 2015). Den vigtigste pointe er at PCK ikke kun handler om deklarativ viden. Nedenfor bruger vi flere steder hverdagsbegreberne "viden, kunnen og gøren" for at signalere dette. I slutningen af artiklen følger overvejelser om det danske "viden" versus det engelske "knowledge" og supplerende overvejelser om kompetence.

Forskningsfeltet blev oprindeligt startet pga. et politisk behov og med et ideologisk sigte (Shulman, 2015). Der var et politisk behov i USA for at kunne rammesætte en lærers viden så den kunne evalueres. Desuden havde den oprindelige forskningsgruppe omkring Shulman et ønske om at lærere blev behandlet som professionelle og med respekt af det omgivende samfund med den autonomi som bygger på speciel og unik viden og forståelse for deres felt (Shulman, 2015, s. 11). Forskningsfeltet var oprindeligt ikke fokuseret på et specielt fagområde, men generelt på den domænespecifikke pædagogik og identitet som enhver lærer udvikler gennem uddannelse og praksis. Her kunne eksempelvis lige såvel være tale om den særlige viden en engelsklærer udvikler om undervisning i "uregelmæssige verber" i en 6. klasse, som den viden en natur/teknologi-lærer udvikler om undervisning i "årstider" i en 2. klasse. PCK er anvendt bredt, fx både inden for den matematik- og historiedidaktiske forskning (Kind, 2009), men det blev særligt det naturfagsdidaktiske forskningsmiljø der igangsatte et stort antal empiriske forskningsprogrammer (fx Abell, 2007, 2008; Gess-Newsome, 2015; Loughran et al., 2001, 2006, 2012; Magnusson et al. 1999; Nilsson, 2008, 2014; Van Driel et al., 1998, 2012).

PCK – et fornyet fokus på indholdets betydning for undervisning

Shulman præsenteres ofte som den der satte diskussion om indholdet på dagsordenen igen efter en periode med fokus på mere almene metodiske spørgsmål i 70'erne og 80'erne (Schnack, 2000). I hans lidt fabulerende artikel fra 1986 blev begrebet PCK præsenteret første gang, og han omskrev i den forbindelse George B. Shaws provokerende aforisme "He who can, does. He who cannot, teaches" til "Those who can, do. Those who understand, teach". Denne omskrivning etablerede et af Shulmans primære ærinder, nemlig at skabe opmærksomhed om den kompleksitet der ligger i en erfaren lærers faglighed, samt skabe respekt omkring de incitamenter den professionelle lærer har til at undervise (Shulman, 2015). Shulman citerede i den forbindelse Aristoteles for at mene at den ultimative test af forståelse ligger i evnen til at transformere sin viden til undervisning. Med andre ord: En lærers faglighed skal være kompleks og dyb for at kunne etablere læring om det tilsigtede hos andre. Sætningen kan ses som argument for ikke kun at fokusere på deklarativ viden, men også hvordan man er i stand til at handle. En lærers (dybe) forståelse må også komme til udtryk som "kunnen og gøre" når der undervises i et konkret fagligt indhold i klasserummet.

Shulman beskriver selv at hensigten med artiklerne fra 1986 og 1987 i højere grad var at rejse en diskussion i videnskabelige kredse om en beskrivelse af en lærers faglighed end at præsentere en præcis teoretisk ramme til forståelse af denne faglighed (Shulman, 2015). Essensen var i begge artikler at beskrive PCK som viden om de mest hensigtsmæssige måder at formidle et bestemt fagligt indhold på:

“De mest almindeligt forekommende undervisningsemner inden for ens faglige felt, de mest brugbare former for repræsentationer af disse idéer, de stærkeste analogier, illustrationer, eksempler, forklaringer og demonstrationer – i et ord, måden at repræsentere og formulere det faglige emne så det bliver forståeligt for andre” (vores oversættelse, Shulman, 1986, s. 9).

PCK blev altså præsenteret som et unikt separat vidensdomæne, tæt associeret med det indholdsområde der undervises i. Shulman kaldte også PCK for “Subject matter *for teaching*” (1986b, s. 9), en vending som skabte betydelig interesse i forsknings- og praksiskredse. Han gik så langt som at kalde det manglende fokus på indholdets betydning for “The missing Paradigm”:

“Hvad vi savner er spørgsmål om *indholdet* i de gennemførte undervisningslektioner, de stillede spørgsmål og de tilbudte forklaringer” (vores oversættelse, Shulman, 1986b, s. 8).

Andre centrale naturfagsdidaktiske forskere på feltet har siden forsøgt sig med yderligere præcisering:

“Den viden som en lærer bruger “to provide teaching situations” som hjælper den lærende til at forstå et særligt naturfagligt indhold” (vores oversættelse, engelsk formulering anvendes nedenfor, Loughran, Milroy, Berry, Mulhall & Gunstone, 2001, s. 289).

PCK angives både i en oprindelig Shulman-tænkning og den nyere Loughran-tænkning som primært et individuelt anliggende for den enkelte lærer. Ingen af de pågældende lidt tidlige definitioner/beskrivelser udelukker dog at PCK kan have et situeret kollektivt perspektiv og være noget en gruppe af lærere kan dele. Formuleringen “provide teaching situations” antyder allerede på daværende tidspunkt PCK som en slags kompetence. Vi samler op på denne centrale diskussion nedenfor efter det historiske rids.

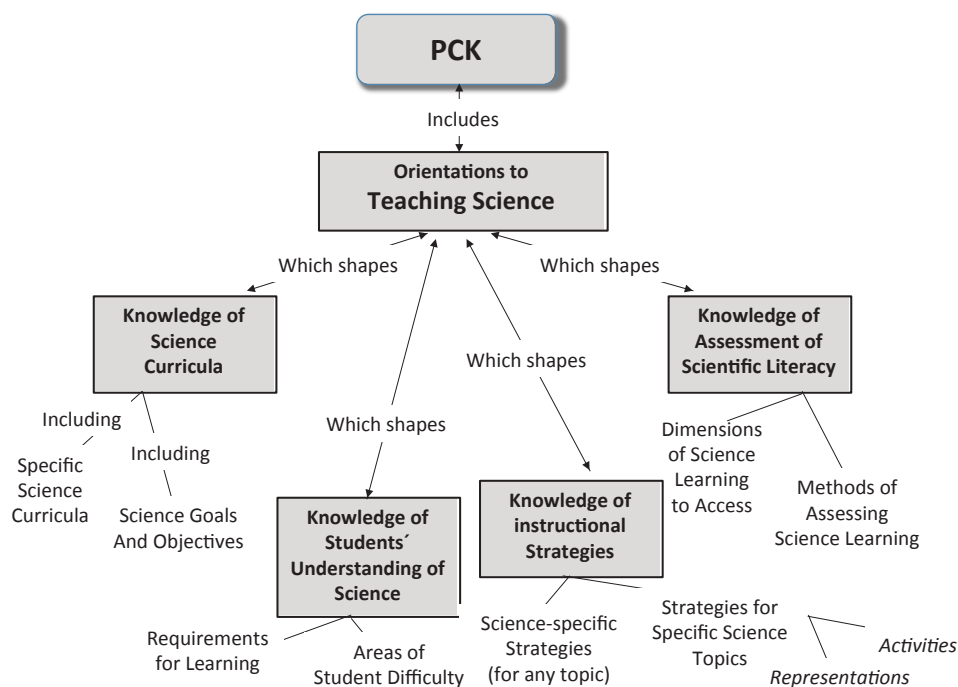
PCK-forskningen – succesrig, men ...

Shulman refererede som anført til et “missing” program i uddannelsesforskningen (1986a, s. 25), men forskningsfeltet omkring PCK fik først for alvor international udbredelse med Gess-Newsome og Ledermans antologi *Examining Pedagogical Content Knowledge* fra 1999. Set i lyset af Shulmans lidt åbne og bevidst ikke endelige beskrivelse af PCK eksisterede der på dette tidspunkt allerede mange indbyrdes forskellige videreudviklinger, og antologiens primære anliggende var at skabe overblik og en vis orientering af forskningsfeltet:

“For forskere er det en fundamental opgave at udvælge, modificere eller skabe en konceptuel model at arbejde ud fra. Gode modeller, ligesom gode teorier, organiserer viden på

nye måder, integrerer tidligere fund der peger i forskellige retninger, foreslår forklaringer, stimulerer forskning og afslører nye sammenhænge” (vores oversættelse, Gess-Newsome, 1999, s. 3).

En af de modeller som efterfølgende viste sig at få størst tilslutning internationalt og blive mest citeret i perioden frem til i dag, var modellen af Magnusson, Krajcik og Borko (review i Gess-Newsome, 2015; Kind, 2009, 2015). Styrken i denne model var at den byggede på det tidligere arbejde af Grossman (1990), men var tydeligere i de indbyrdes sammenhænge mellem de forskellige vidensdomæner og havde PCK som en slags “overkategori”. Desuden var PCK tydeligt orienteret mod naturfag, og modellen inkluderede som noget nyt “orientering mod naturfagsundervisningen”. Hermed adresseredes den parallelle forskning der havde understreget den store betydning lærerens grundlæggende overbevisninger (beliefs) har – ikke mindst ift. ændring af praksis (Magnusson, Krajcik & Borko, 1999).



Figur 1. “Magnusson-modellen” for PCK (Magnusson, Krajcik & Borko, 1999, s. 99).

I Sandra Abells internationale handbook review (Abell, 2007) blev det understreget at PCK havde etableret sig som et centralt internationalt forskningsfelt, men også at der var så mange indbyrdes forskellige modeller at der var en potentiel fare for ud-

vanding (Abell, 2007). Abell skrev derefter, i et temanummer af *International Journal of Science Education* om PCK, en artikel med den rammende titel "Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea?" (Abell, 2008). Her konkluderer hun klart at svaret på spørgsmålet er "Ja!", men at der er mange uafklarede spørgsmål inden for det hun nu kalder "PCK-paradigmet". En af de præciseringer hun mener ethvert forskningsprojekt bør eksplicitere, er hvorvidt PCK ses som individuel eller kollektiv:

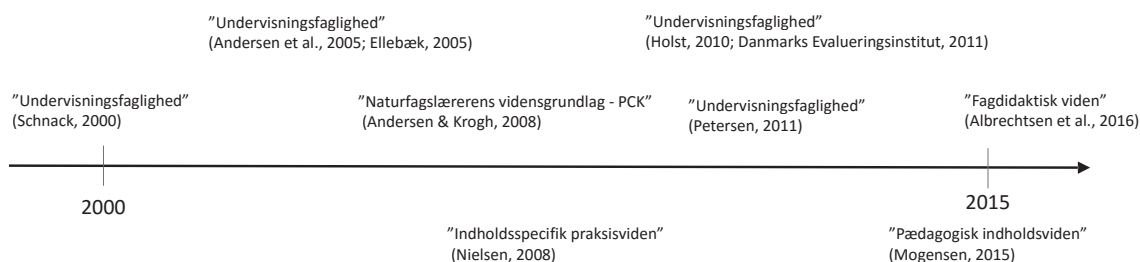
"Antager vi at PCK findes på individ- eller gruppeniveau? Arbejdet fra Loughran et al. involverer kollaborativ udvikling af CoRe-skemaer omkring naturfagsemner som en måde at støtte lærerne i at definere PCK for undervisning i et givet emne. Derfor har det bestemt implikationer for forskningsdesign om man ser PCK fra et individuelt eller et gruppeperspektiv" (vores oversættelse, Abell, 2008, s. 1409).

Hvor der i den tidlige PCK-forskning primært var et individuelt kognitivt syn på PCK, var dette nu ikke mere entydigt, og det angives at det kollektive aspekt ved PCK er noget ethvert forskningsprojekt bør overveje eksplicit. Som det fremgår af citatet, havde specielt gruppen omkring John Loughran sat fokus på dette. Gennem udvikling af to særlige instrumenter (CoRe: Content Representation og Pap-eRs: Pedagogical and Professional experience Repertoires) har de fundet tydelige tegn på at PCK også er noget som findes distribueret i en gruppe af lærere (Loughran, Berry & Mulhall, 2006, 2012).

PCK – den danske diskurs

Der har også i dansk kontekst været en del forsøg på at introducere til og konceptualisere PCK. Karsten Schnack, der var den første der anvendte begrebet i Danmark, oversatte PCK til "undervisningsfaglighed" (Schnack, 2000, s. 19). Albrechtsen, som har foretaget det seneste forsøg på en oversættelse, argumenterer for at PCK kan oversættes til "fagdidaktisk viden"³ (Albrechtsen, 2016). Forsøgene på at oversætte PCK til dansk har således været mange, og for at give et overblik over feltet har vi i figur 2 sat et udpluk af disse forsøg ind i en tidsmæssig oversigt.

3 Her vil vi mene at den generelle forståelse af "fagdidaktisk viden" blandt lærere i praksis ikke tænkes at indeholde den fag-faglige viden, og at denne oversættelse ikke flugter den nye udvikling i forskningsfeltet hvor PCK netop er stærkt kontekst- og indholdsspecifikt og nu også angives som "skills" (færdighed/kompetence). Mere herom nedenfor.



Figur 2. *Overblik over danske oversættelser af PCK. Oversættelserne er angivet med anførselstegn.*

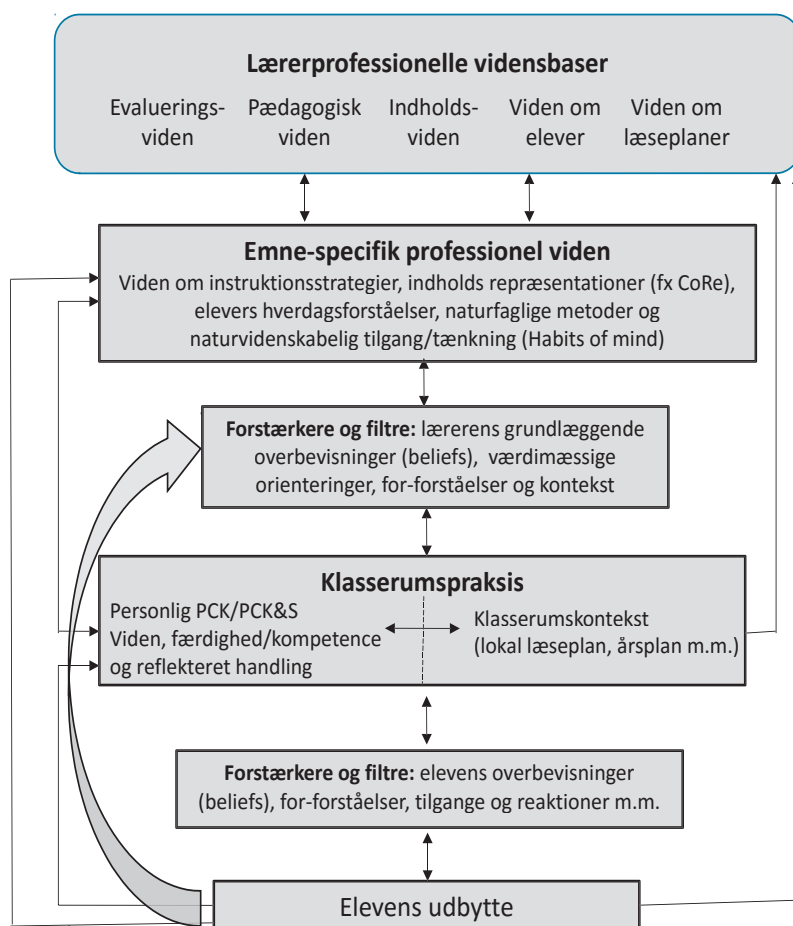
Begrebet "undervisningsfaglighed" har tilsyneladende vist sig meningsfuldt i dansk naturfagsdidaktisk sammenhæng (Andersen et al., 2005; Ellebæk, 2005; Petersen, 2011). Men begrebet har også vist sig så levedygtigt at det er blevet brugt uden tydelig reference til og opmærksomhed på begrebets ophav (Holst, 2010; Danmarks Evalueringsinstitut, 2011). Dette er både oversættelsens styrke og svaghed. Styrke fordi det giver en udpræget grad af mening at italesætte den "faglighed" en lærer skal besidde for at kunne "undervise" inden for et bestemt indholdsområde. Svaghed fordi begrebet efterhånden udvandes og ikke mere har den oprindelige betydning. Mogensen anfører i 2015 den direkte oversættelse af PCK som "Pædagogisk indholdsviden". Krogh og Andersen argumenterede i 2008 for at fastholde det internationalt genkendelige PCK. De argumenterer for at Schnack-begrebet "undervisningsfaglighed" angiver en generel faglighed om undervisning snarere end en faglighed om fag-faglighedens varetægelse (Krogh & Andersen, 2008). Den ene af forfatterne af herværende artikel anførte i 2008 for at understrege kompetenceelementet at PCK må ses som en slags "indholdsspecifik praksisviden" (Nielsen, 2008). Der har således også været en interesse for PCK i en dansk sammenhæng, men primært ift. et individuelt kognitivt perspektiv som noget den enkelte lærer besidder på et eller andet niveau.

Vi vender tilbage til denne diskussion nedenfor, men vi vil som foreløbig opsamling argumentere for i dansk kontekst at fastholde det internationalt genkendelige og veletablerede PCK, men samtidig beskrive PCK som en særlig "indholdsspecifik pædagogisk viden og kompetence".

PCK som revitaliseret internationalt forskningsfelt?

Divergerende perspektiver og metoder til undersøgelse af PCK efter årtusindeskiftet afslørede et tiltagende behov for en afklaring i den internationale forskningskreds. Er PCK eksempelvis domænespecifik på niveauet fysik eller emnespecifik på niveauet kraft og bevægelse? Hvad er relationen mellem lærerens værdiopfattelser og overbe-

visninger (beliefs) og PCK? Eksisterer PCK som en vidensbase, eller er det en færdighed eller kompetence? Disse spørgsmål blandt flere ledte til at førende forskere på feltet mødtes til et "PCK Summit" i efteråret 2012 (Gess-Newsome, 2015). Her blev det klart at for mange idéer var pakket ind i PCK, og gruppen nåede til enighed om en ny samlet model over "Teacher professional knowledge and skill". Hvilket vi vælger at oversætte til: "Lærerprofessionel viden og kompetence" – en model som inkluderer PCK (figur 3).



Figur 3. Model for "Lærerprofessionel viden og kompetence inkl. PCK og påvirkninger af klasserumspraksis og elevens udbytte" (forfatterens oversættelse med udgangspunkt i Berry, Friedrichsen & Loughran (red.), 2015, s. 31 og s. 192).

Modellen, der også omtales som "konsensusmodellen", angives af forskergruppen bag at være mere robust og forudseende end tidligere modeller og endvidere at tilbyde større forklaringskraft for den allerede eksisterende forskning inden for feltet

(Gess-Newsome, 2015). Specielt er det interessant at PCK nu har fået tilføjet "skills" (præciseret med PCK&S), og at PCK ikke mere er en slags "overkategori" som vi så det i "Magnusson-modellen" fra 1999 (figur 1). Nu er PCK sat ind i en større kontekst med gensidige sammenhænge mellem en række både generiske, situerede og kontekst-specifikke "videns"-baser. Viden i citationstegn fordi modellen tilføjer "enactment", her oversat til reflekteret handling⁴ da vi ikke har noget passende enkelt dansk ord til at indfange den betydning som ligger heri.

PCK betragtes altså jf. konsensusmodellen som en personlig/privat "viden" der er stærkt kontekstafhængig og udfolder sig i den enkelte lærers klasserumspraksis. Nogle af de elementer som tidligere var inkluderet, er nu udlejret selve PCK-begrebet og repræsenteret som mere generelle vidensområder. Disse er dog stadig placeret i tæt gensidig påvirkning af både hinanden og PCK. "Lærerprofessionelle vidensbaser" beskrives som viden *til* praksis der er generisk, normativ og ikke indholdsspecifik. Denne viden er typisk udviklet af eksperter inden for de forskellige felter (Gess-Newsome, 2015, s. 32). De angivne rækker af "vidensbaser" er ikke udtømmende og skal ifølge forskergruppen blot ses som eksempler på den type af viden som falder i den nævnte kategori. Det interessante i forskningen fremadrettet er måske netop *ikke* at udvide denne række så den bliver mere komplet, men snarere det vertikale i modellen: at uddybe forståelsen af hvordan forskellige typer af lærerfaglig viden, kunnen og gøre er gensidigt afhængige af hinanden, men alligevel har grundlæggende forskellig karakter. Dette har fx afgørende betydning i forskningen da der fordres forskellige typer undersøgelsesmetoder. De almene lærerprofessionelle vidensbaser vil i princippet kunne undersøges via et spørgeskema da lærerens viden inden for disse områder kan anskues som kontekstafhængig og generel (Gess-Newsome, 2015), men det samme gælder ikke for PCK. Dette vil vi komme nærmere ind på i næste afsnit sammen med nogle pointer om at konsensusmodellens skelnen og præcisering ikke kun er en forskningsmæssig "detalje", men også har stor praktisk betydning ift. tilgange i læreruddannelse og efteruddannelse af lærere.

Som det ligger i navnet, adskiller "emnespecifik professionel viden" sig fra de almene lærerprofessionelle vidensbaser ved at referere til et specifikt fagligt indhold og i en vis udstrækning også til elevers udviklingsniveau (illustreret med reference til naturfag i figur 3). Denne viden var tidligere indlejret i PCK, men en central pointe i konsensusmodellen er at emnespecifik professionel viden ofte er genereret af forskning og er relativt statisk og synlig, og at det er en kanonisk "offentlig" viden som der hersker en vis enighed om i forskersamfundet. Emnespecifik professionel viden adskilles i modellen fra lærerens "private" PCK som er mere dynamisk og sværere

4 Med reference til Dewey menes med enactment ikke bare en handling, men en "intelligent" handling der er baseret på refleksion og tidligere erfaring (se fx Nielsen, 2012, s. 53).

at beskrive præcist (Gess-Newsome, 2015, s. 33). Inden for naturfag er den massive forskningsbaserede viden om elevers typiske hverdagsforståelser et eksempel på emnespecifik professionel viden. Fx giver viden omkring elevers hverdagsforståelser i relation til måneseglet og månens faser læreren mulighed for at tage højde herfor i sin planlægning af undervisningen i emnet "Jorden, solen og månen". Men læreren har brug for mere end den emnespecifikke professionelle viden til at planlægge, gennemføre og evaluere undervisningsforløbet i 5.b på Skåde skole i morgen. Om dette lykkes er nemlig stærkt afhængig af lærerens PCK og den kontekst undervisningen foregår i.

Den emnespecifikke professionelle viden kan forholdsvist let detekteres gennem forskellige typer af skemaer, tests o.l., fx de omtalte CoRe-skemaer der er repræsentationer af en gruppe læreres tanker og viden om at undervise i et specifikt emne på et specifikt klassetrin (Loughran, Berry & Mulhall, 2006, 2012).

Der er en del international forskning der understøtter at lærerens grundlæggende overbevisninger og forestillinger om "god undervisning" m.m. har stor betydning for de valg læreren træffer i klasserummet, og vi betragter det som en styrke at "forstærkere og filtre" indgår to steder i konsensusmodellen – dels mellem lærerens mere generelle og emnespecifikke vidensområder og PCK/klasserumspraksis og dels mellem klasserums-praksis og elevens udbytte. Det illustreres endvidere hvordan lærerens oplevelse af elevernes udbytte påvirker lærerens overbevisninger og PCK. Dette er fremhævet i en del forskning også i dansk kontekst (fx Nielsen, 2012).

På mange måder ser vi denne nye konceptualisering af PCK som et væsentligt og meget positivt bidrag til PCK-forskningen, men mener dog modellen med rette kan kritiseres for ikke at se lærerfaglighed i en større kontekst. Det er positivt at det med konsensusmodellen er blevet mere tydeligt at en lærers PCK er situeret i den daglige praksis, men den bredere samfundsmæssige indlejring er fortsat usynlig. Med reference til Jens Dolins skelnen mellem mikro-, meso- og makroniveau (Dolin, 2005) indfanges kulturelle, politiske og økonomiske faktorer ikke i konsensusmodellen. Faktorer der på mange måder kan være afgørende for læreres professionelle faglighed og den undervisning der bedrives. Med disse forbehold ser vi modellens skelnen mellem offentlig og privat "viden" som interessant. Men vi har nogle supplerende overvejelser om kontinuummet mellem viden som individuelt kognitivt orienteret og som situeret og distribueret i en gruppe af mennesker. Vi ser denne skelnen som bredere og mere detaljeret end at skelne mellem offentlig og privat viden. Denne centrale diskussion er anslået flere gange i artiklen, og vi vil nu samle op både på diskussionen og på hvorfor vi ser diskussionen som interessant og afgørende ift. aktuelle (danske) diskurser og udviklingsinitiativer.

Fra et individuelt kognitivt perspektiv til et situeret kollektivt perspektiv & hvorfor PCK er interessant også i dansk kontekst

Med tilføjelsen S i konsensusmodellen (figur 3) understreges det at PCK handler om *både* viden, kunnen og gøren:

“Unique to this model, PCK is defined as both a knowledge base used in planning for and the delivery of topic-specific instruction in a very specific classroom context, and as a skill when involved in the act of teaching” (Gess-Newsome, 2015, s. 30. Formuleringen er en *pointe*, så dette citat er ikke oversat).

Herved konceptualiseres PCK som det vi vel nærmest i dansk kontekst vil kalde en lærerkompetence situeret i en aktuel klasserumspraksis. Kompetence er forbundet med at handle selvstændigt og hensigtsmæssigt på et fagligt grundlag. Fx understreger Illeris (2015, s. 68) kompetence som helhedsorienterede kapaciteter, dispositioner og potentialer der realiseres gennem vurderinger, beslutninger og handlinger i relation til kendte og ukendte situationer. En mere grundlæggende diskussion af kompetence som begreb vil komme for vidt, men med reference til Illeris og øvrig angivet litteratur vil vi mene at “viden, færdighed/kompetence og reflekteret handling” er den mest præcise oversættelse i modellen (figur 3). Og med reference til de forskellige feedbackloops og forstærkere og filtre der er vist i modellen, er det vores opfattelse at man bedst kan benævne PCK som *lærerens indholdsspecifikke pædagogiske viden og kompetence*.

Modellens præciseringer er bl.a. med til at problematisere om man kan måle PCK med en test – sådanne tests er udviklet og statistisk testet i en gren af forskningen (Kirschner, Borowski & Fischer, 2011). Smith og Banilower (2015, s. 99) understreger at nogle items i disse tests måler faglig indholdsviden – og altså ikke PCK – og at andre items snarere måler grundlæggende overbevisninger (beliefs). Et enkelt instrument ser således ikke ud til at kunne fange kompleksiteten af en lærers PCK; der er brug for et mix af metoder, inkl. observation (eller video) fra klasserumskontekst (Henze & van Driel, 2015; Kind, 2009). Disse præciseringer af forskellige “videns”-baser og samspillet mellem dem åbner mulighed for mere præcist at angive hvilke elementer i en lærers komplekse viden og kompetence man i et givet forskningsprojekt undersøger og hvordan. Det ser vi som en stor styrke, og modellen anvendes allerede på denne måde i den naturfagsdidaktiske forskning ved fx at angive at nogle empiriske data indfanger emnespecifik professionel viden (Toerien, 2015).

Man kan sige at præciseringen af PCK som både viden, kunnen og gøren kommer sent i forskningsprogrammet. Dette kan til dels skyldes at det engelske “knowledge” i sin natur er et bredere begreb end det danske “viden”. Fx opererer Biggs & Tang

(2011) med både “declarative og functioning knowledge” hvor det sidste præciseret med SOLO-taksonomiens verber refererer til det vi på dansk kalder færdigheder og kompetencer. Ordvalget har dog også i den engelsksprogede litteratur været til diskussion. Fx er der nogle der med reference til en konstruktivistisk læringsforståelse har anvendt “knowing” i stedet for “knowledge” (Kind, 2009, s. 178). Der har således i flere år været tradition for i dele af PCK-forskningen at anskue og undersøge PCK som en slags lærerkompetence. I Pernilla Nilssons anerkendte bidrag fra en skandinavisk kontekst fremhæves PCK eksempelvis som: “a dynamic knowledge generated in practice through the capability of the teacher” (Nilsson, 2008, s. 48).

Præcisering af PCK som indholdsspecifik viden og kompetence situeret i en bestemt undervisningskontekst er baggrunden for at vi er betænkelige ved at anvende fagdidaktisk viden som oversættelse af PCK (som i Albrechtsen, 2016). Fagdidaktisk viden kunne, med reference til konsensusmodellen, derimod være en god oversættelse af den emnespecifikke professionelle viden (figur 3). Fagdidaktisk viden kan naturligvis i princippet, med brug af Aristoteles’ begreber, forstås som både et fagdidaktisk episteme, techne og phronesis. Men vi vil stadig hævde at brugen af ordet “viden” rummer fare for kun – eller for meget – at fokusere på de kognitive aspekter af en lærers faglighed, altså episteme. Det er velkendt at der ikke altid er overensstemmelse mellem hvad man som lærer ved, tænker og tror, og den aktuelle praksis. Disse overvejelser er superaktuelle, fx i forbindelse med udvikling af kompetencemålsprøver i læreruddannelsen. I en ny evaluering af læreruddannelsen (LU13) fremhæves at man er lykkedes med en tættere kobling til skolens praksis så de nyuddannede lærere er bedre klædt på til at klare udfordringerne i undervisningen. Men der efterlyses prøveformer der i højere grad fokuserer på om de studerende er gode til at stå foran eleverne og undervise (Andersen & Hansen, 2016). Vi vil ikke gå nærmere ind i en diskussion af prøveformer, blot angive at der her signaleres en afgørende skelnen mellem hvordan man fx vil kunne evaluere en natur/teknologi-lærerstuderendes emnespecifikke professionelle viden om den nævnte forskning i elevers typiske hverdagsforståelser, og hvordan dette så kommer til udtryk i den lærerstuderendes praksis i klasseværelset som snarere handler om hendes begyndende udvikling af PCK.

Disse overvejelser er ikke blevet mindre aktuelle med den store nationale indsats for opgradering af (erfarne) læreres undervisningsfagskompetence hvor det med rette diskuteres hvordan man bedst kan anerkende den kompetence mange deltagende lærere allerede har fra undervisning i faget. Mange deltagende lærere kan have et højt niveau af PCK i relation til undervisning i et givet fagligt indhold, men ikke nødvendigvis altid en opdateret emnespecifik professionel viden (fagdidaktisk episteme). I begge tilfælde mener vi at konsensusmodellen (figur 3) kan være med til at klare begreberne.

Læreres efteruddannelse er et andet område hvor vi anser det som afgørende at have begreber for og fokus på kompleksiteten i en lærers indholds- og kontekstspe-

cifikke viden og kompetence. Med reference til denne forståelse af PCK er det ikke nok at se efteruddannelse som input om fx ny fagdidaktisk forskning *til* lærere – efteruddannelse må være tæt knyttet til lærernes praksis og til deres individuelle og fælles reflekterede anvendelse (van Driel & Berry, 2012). Dette bringer tråden videre til den anden del af spørgsmålet rejst ovenfor om individuel versus kollektiv PCK. Overvejelser om kollektiv PCK er helt naturligt blevet rejst sammen med de seneste års forskning i professionelle læringsfællesskaber (Bausmith & Barry, 2011; van Driel & Berry, 2012). Også i dansk naturfagsdidaktisk forskning har der været fokus på lærersamarbejde i fagteam og netværk, fx i QUEST-projektet (Nielsen et al., 2013). I en sociokulturel forståelse ses “viden” overordnet set som både situeret, medieret og distribueret/social (Wertsch, 1991). Vi vil her plædere for at anskue lærerfaglighed på samme måde. Dvs. det vil ved undersøgelse af natur/teknologi-læreres PCK give rigtig god mening både at søge indsigt i den individuelle lærers viden, kunnen og gøren og i den distribuerede viden, kunnen og gøren som den udspiller sig i de aktuelle daglige samarbejdsrelationer.

En del af dette aspekt af kollektiv lærerviden er adresseret i konsensusmodellen i den omtalte skelnen mellem offentlig viden, fx den emnespecifikke viden, og PCK som personlig/privat viden, kunnen og gøren. Denne skelnen er vigtig og central, også i vores påstand om at fagdidaktisk viden bedst kan beskrives som en offentlig viden: en viden som videreudvikles i forskersamfundet og er relativt statisk og synlig. Men vi vil hævde at der er flere nuancer i kollektiv lærer-“viden” end denne. Resultater fra QUEST-projektet har indikeret at udvikling af den enkelte naturfagslærers kunnen og gøren i praksis er tæt koblet med det lokale fagteams distribuerede kunnen og gøren: Fælles positiv energi og aktive møder i et fagteam kan tilsyneladende være med til at starte en positiv spiral hvor nye tilgange sættes reflekteret i værk i egen klasse af den enkelte lærer – og omvendt: Positive erfaringer med nye tilgange i klassen der deles i fagteamet, kan inspirere og sætte gang i en positiv spiral i fagteamet (Nielsen, 2016). Man kunne her hævde at der er tale om kollektiv PCK i den forstand som PCK konceptualiseres i konsensusmodellen: en indholds- og kontekstspecifik viden og kompetence der er situeret og distribueret i samarbejdssituationen, til dels ekspliciteret i dialogen i fagteamet, men også til dels tavs og filtreret gennem fælles overbevisninger om og lokale traditioner for hvad god naturfagsundervisning er m.m. Denne type kollektiv PCK der ikke i sin natur er offentlig, ser ud til at være underbelyst, også i konsensusmodellen, men der er meget der tyder på at den kan være helt central for at forstå hvorfor udviklingen af naturfagsundervisningen blomstrer på nogle skoler, fx i et projekt som QUEST, mens der på andre skoler ikke sker den store udvikling. Dette er afsættet for et nyt dansk ph.d.-projekt med fokus på PCK og professionelle læringsfællesskaber som vil blive uddybet i næste afsnit, særligt med henblik på nogle metodiske overvejelser.

Udvikling af N/T-læreres PCK – et nyt dansk forskningsprojekt

I det strategiske samarbejde LSUL⁵ mellem SDU, UCL og UC Syd sættes i et nyt dansk forskningsprojekt fokus på udvikling af PCK i natur/teknologi (N/T) gennem kollegialt samarbejde. Helt konkret undersøges det i forskningsprojektet hvorvidt og hvordan erfarne folkeskolelærere fra praksis som har undervist i N/T og har deltaget i kollegialt samarbejde, har udviklet PCK i natur/teknologi. Respondenterne i projektet er den kohorte af N/T-lærere som har haft tilknytning til QUEST-projektet⁶. Her er altså tale om en særlig gruppe af natur/teknologi-lærere som har deltaget i et langstrakt udviklingsprojekt med markant fokus på kollegialt samarbejde, og som må forventes i en eller anden udstrækning at have udviklet PCK herigennem. Der er i analysen ovenfor argumenteret for mulige (komplekse) samspil mellem individuel og kollektiv PCK, mellem lærernes viden og reflekterede handlinger i praksis og for at det er nødvendigt at koble flere metoder ved undersøgelse af PCK. I det konkrete projekt vil der blive anvendt et mixed method design, dels med en kvantitativ spørgeskemaundersøgelse hvor de pågældende N/T-lærere selvrapporterer deres egen udvikling af PCK og i hvilken udstrækning den opleves at være faciliteret af det kollegiale samarbejde (efter QUEST forventes der på skolerne at være et vist niveau af samarbejde), dels en kvalitativ undersøgelse hvor resultater fra den kvantitative kohorteundersøgelse vil blive brugt til strategisk udvælgelse af multiple cases med henblik på at repræsentere variation (Cohen, Manion & Morrison, 2007). Det er velkendt at N/T-lærere i Danmark er en meget uhomogen gruppe hvor kun ca. 55 % af underviserne har undervisningsfagskompetence eller tilsvarende (Undervisningsministeriet, 2015). Derfor er det et centralt fokus i projektet at få cases som indfanger variationen i gruppen, og at sammenholde disse cases med den forventede kompleksitet i hvordan PCK udvikles, herunder faciliteres i kollegialt samarbejde. Da et enkelt instrument ikke forventes at fange kompleksiteten i PCK (Henze & van Driel, 2015), foreslås altså et sekventielt mixed method design hvor kvantitative data er udgangspunkt for kvalitative studier, og hvor der gennem triangulation og komplementaritetsanalyser undersøges for initiation med henblik på evt. tilpasning og udvidelse af forskningsdesignet (Burke & Onwuegbuzie, 2004).

Med baggrund i førortalte kontinuum og ønske om at søge indsigt i den individuelle lærers viden, kunnen og gøre og i den distribuerede viden, kunnen og gøre vil der i forskningsprojektet blive sat særligt fokus på *ophavet* til den viden/kompetence den enkelte lærer dels refererer bevidst til og mere tavst benytter sig af i sin daglige praksis med undervisningen i natur/teknologi. Her indgår hvorvidt det kollegiale

5 LSUL (Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring) er forkortelsen for et nyt dansk forsknings- og udviklingssamarbejde mellem Syddansk Universitet, UC Lillebælt og UC Syd. Se: http://www.sdu.dk/om_sdu/institutter_lsul

6 Med "tilknytning til QUEST" menes de lærere der har undervist i N/T i den periode den pågældende skole har deltaget i QUEST (fra 2012-2015).

samarbejde i den enkelte skoles naturfagsgruppe har elementer af professionelle læringsfællesskaber, og hvorvidt man kan detektere elementer af kollektiv PCK. Hvorvidt og på hvilke måder de lokale læreres indholdsspecifikke viden og kompetence (PCK) er individuelt erhvervet versus kollektivt distribueret, undersøges primært kvalitativt gennem iterative analyser af lærerens undervisningsplanlægning, herunder observation af evt. samarbejdssituationer, observation af gennemført og evalueret klasserumspraksis og efterfølgende opklarende semistrukturerede interviews.

Med tanke på N/T-lærerne som en meget uhomogen gruppe bliver det særligt interessant at undersøge tilgængeligheden af den distribuerede viden og variationerne i hvordan den benyttes. Om der rent faktisk eksisterer en slags kollektiv PCK som også den uprøvede, måske primært humanistisk orienterede og ikke naturfagsvante N/T-lærer ind-kultureres i, er særlig interessant for et udviklingsperspektiv af skolens N/T-lærere. Vi vil dog også argumentere for at forskningsprojektets resultater kan bidrage til udviklingsperspektiver for lærerfaglighed/PCK ift. andre af folkeskolens undervisningsfag.

Sammenfatning og perspektivering

Der er meget som tyder på at vi har behov for at kunne beskrive en lærers faglighed mere indgående end tilfældet er i dag. "Lærerfaglig" og "lærerfaglighed" er begreber der har fundet indpas i dansk læreruddannelseskontekst selvom hverken begrebernes ophav eller teoretiske baggrund er særligt entydigt defineret i litteraturen. Internationalt er der 30 års omfattende forskning bag begrebet Pedagogical Content Knowledge (PCK), og centrale forskeres foreslåede "konsensusmodel" til beskrivelse af "Lærerprofessionel viden og kompetence" viser at forskningsfeltet omkring PCK er aktivt, og at PCK tilsyneladende stadig "remains a useful idea" (Abell, 2008). Konsensusmodellen anføres at være mere robust og forudseende end tidligere modeller og endvidere at tilbyde større forklaringskraft for den eksisterende forskning inden for feltet (Gess-Newsome, 2015). PCK er blevet redefineret på flere måder, og vi vurderer at den største ændring er forskningsgruppens tilføjelse af S for "skills" hvormed PCK ikke kan beskrives kun som deklarativ viden, men også til dels som en kompetence. PCK har med modellen fået en mere veldefineret plads som en indholdsspecifik, kontekstbestemt og privat/individuel viden og kompetence som er omkredset af de mere kontekstuafhængige lærerprofessionelle og emnespecifikke vidensbaser. Her foreslår vi at vi fastholder PCK som et velkendt internationalt og dansk begreb, men at PCK *beskrives* som en lærers "indholdsspecifikke pædagogiske viden og kompetence". Desuden ser vi forskningsgruppens opdeling mellem privat og offentlig viden som en vigtig tilføjelse, men savner stadig et mere nuanceret blik for hvordan PCK kan have et distribueret kollektivt aspekt, samt for PCK-begrebets aktuelle samfundsmæssige

indlejring. Et blik for den særlige type af viden og kompetence som kan være distribueret i en lokal skoles naturfagsteam, men som ikke nødvendigvis er "offentlig" og umiddelbart tilgængelig for andre uden for gruppen. Altså en slags "kollektiv PCK" vi hævder eksisterer i velfungerende naturfagsteams, og som også kan være tæt sammenknyttet og i gensidig udveksling med den enkelte lærers individuelle PCK. En dybere forståelse af denne kollektive PCK kan være afgørende for at forstå hvorfor fagteams er en "driver" for udvikling på nogle skoler, men ikke på andre. Det er derfor et centralt fokus for et nyt forskningsprojekt omkring udviklingen af N/T-læreres PCK at få et metodisk design som kan indfange ophavet til den enkelte lærers PCK på et kontinuum fra et individuelt kognitivt perspektiv til et situeret kollektivt perspektiv. Da PCK ikke kan indfanges med en enkelt metode (Henze & van Driel, 2015), er der brug for et mixed method design hvor specielt kvalitative data fra iterative observationer af praksis og efterfølgende semistrukturerede interviews ses som centralt.

Vi argumenterer i artiklen for at PCK har potentiale til at være et centralt begreb og vidensfelt i forbindelse med dansk læreruddannelse, og eksemplificerer dette med reference til design af efteruddannelse og evaluering af lærerstuderendes kompetencer. Man kunne endvidere hævde at der er brug for at udfordre det noget normative udgangspunkt læreruddannelse har i Danmark. Selvom vi på mange måder ser det normative som en styrke og nødvendighed, bør forestillinger om hvad der er god læreruddannelsespraksis, også udfordres af den viden forskningen i feltet kan bidrage med, og det fordrer præcise begreber. Her er det påfaldende hvor lidt der har været forsket i hvad en dansk lærers faglighed egentlig består af. Vi håber ovenstående kan være med til at revitalisere interessen for feltet omkring PCK.

Referencer

- Abell, S.K. (2007). Research on science teacher knowledge. I: S.K. Abell & N.G. Lederman (red.), *Handbook of research on science education* (s. 1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Abell, S.K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), s. 1405-1416.
- Albrechtsen, T.R. (red.). (2016). *Professionelle læringsfællesskaber og fagdidaktisk viden*. Frederikshavn: Dafolo.
- Andersen, A.M. et al. (2005). *Fra seminarium til skolepraksis i natur/teknik*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Andersen, T. & Hansen, M.E. (2016). *Evaluering af kompetencemålsstyring af læreruddannelsen*. Aarhus: Teknologisk Institut.
- Bausmith, J.M. & Barry, C. (2011). Revisiting professional learning communities to increase college readiness: The importance of pedagogical content knowledge. *Educational Researcher*, 40(4), s. 175-178.

- Berry, A., Friedrichsen, P. & Loughran, J. (red.). (2015). *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*. New York and London: Routledge.
- Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at the university* (4th edition). New York: Open University Press.
- Burke, J. & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed Methods Research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), s. 14-24.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Danmarks Evalueringsinstitut. (2011). *Undervisningsdifferentiering som bærende pædagogisk princip – En evaluering af sammenhænge mellem evalueringsfaglighed og differentieret undervisning*. Lokaliseret den 9. juni 2016 på: <http://www.google.dk/url?sa=t&rct=j&q=undervisningsfaglighed&source=web&cd=49&ved=0CFYQFjAIOCg&url=http%3A%2F%2Fwww.eva.dk%2Fprojekter%2F2010%2Fundervisningsdifferentiering-i-folkeskolen%2Fprojektprodukter%2Fundervisningsdifferentiering-som-baerende-paedagogisk-princip%2Fdownload&ei=GdidUdjKL8Pw4QSlv4HQDA&usg=AFQjCNGnivIL7U08xYV-UhZQ9vEskhoRfA>
- Dolin, J. (2005). Naturfagsdidaktiske problematikker. *MONA*, 2005(1), s. 7-23.
- Ellebæk, J.J. (2005). PCK som undersøgelsesramme – måske endda centralt begreb i læreruddannelsen? I: A.M. Andersen et al., *Fra seminarium til skolepraksis i natur/teknik*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Friedrichsen, P., Van Driel, J. & Abell, S.A. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education*, 95 (2), 358-376. *Science Education*, 95(2), s. 358-376.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK. I: A. Berry, P. Friedrichsen & J. Loughran (red.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (s. 28-42). New York and London: Routledge.
- Grosman, P. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Henze, I. & van Driel, J. (2015). Towards a more comprehensive way to capture PCK in its complexity. I: A. Berry, P. Freidrichsen & J. Loughran (red.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (s. 28-42). New York and London: Routledge.
- Holst, F. (2010). At arbejde professionelt med undervisningsfaglighed i musik: et udviklingsprojekt med et anderledes koncept. *Dansk sang*, 62(5).
- Illeris, K. (2015). *Kompetence* (2. udgave, 3. oplag). Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- Kind, V. (2015). On the beauty of knowing then not knowing. I: A. Berry, P. Freidrichsen & J. Loughran (red.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (s. 28-42). New York and London: Routledge.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), s. 169-204.
- Kirschner, S., Borowski, A. & Fischer, H.E. (2011). *Physics teachers content knowledge and pedagogical content knowledge: Developing test scales and measuring the relation*. NARST 2011.

- Krogh, L.B. & Andersen, H.M. (2008). Naturfagslærerens vidensgrundlag – med udgangspunkt i PCK. *MONA*, 2008(3), s. 36-55
- Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Mulhall, P. & Gunstone, R. (2001). Science cases in action: Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31, s. 289-307.
- Loughran, J., Berry, A. & Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers pedagogical content knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Loughran, J., Berry, A. & Mulhall, P. (2012). *Understanding and developing science teachers pedagogical content knowledge* (2. udgave). Rotterdam: Sense Publishers.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. I: J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (red.), *Examining pedagogical content knowledge* (s. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Mogensen, A. (2015). *Lektionsstudier i skolen. Kollegial sparring gennem fælles studier*. Frederikshavn: Dafolo.
- Nielsen, B.L. (2008). Læreruddannelse, naturfag og PCK. *MONA*, 2008(4), s. 75-78.
- Nielsen, B.L. (2012). *Science teachers meaning-making of teaching practice, collaboration and professional development*. Ph.d.-afhandling, Aarhus Universitet.
- Nielsen, B.L. (2016). Professionel læring gennem undersøgelse af elevernes læring – eksempler fra QUEST/naturfag. I: T.R. Albrechtsen (red.), *Professionelle læringsfællesskaber og fagdidaktisk viden*. Frederikshavn: Dafolo.
- Nielsen, B.L., Pontoppidan, B., Sillasen, M., Mogensen, A. & Nielsen, K. (2013). QUEST – et stor-skalaprojekt til udvikling af naturfagsundervisning. *MONA*, 2013(2), s. 49-66.
- Nilsson, P. (2008). *Learning to teach and teaching to learn: Primary science student teachers' complex journey from learners to teachers*. Ph.d.-afhandling, Linköping Universitet.
- Nilsson, P. (2014). When teaching makes a difference: Developing science teachers' pedagogical content knowledge through learning study. *International Journal of Science Education*, 36(11), s. 1794-1814.
- Peressini, B., Borko, H., Romagnano, L., Knuth, E. & Willis, C. (2004). A conceptual framework for learning to teach secondary mathematics: A situative perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 56(1), s. 67-96.
- Petersen, J.H. (2011). Hvordan bliver fagdidaktiske værktøjer fra læreruddannelsen til en del af lærernes undervisningsfaglighed? *MONA*, 2011(2), s. 36-54
- Schnack, K. (2000). Faglighed, undervisning og almen dannelse. I: H.J. Kristensen & K. Schnack, *Faglighed og undervisning* (s. 11-31). København: Gyldendal uddannelse.
- Shulman, L. (1986a). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. I: M.C. Wittrock (red.), *Handbook of research on teaching* (s. 3-36). New York: Macmillan.
- Shulman, L. (1986b). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), s. 4-14.

- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), s. 1-22.
- Shulman, L. (2015). PCK: Its genesis and exodus. I: A. Berry, P. Freidrichsen & J. Loughran (red.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (s. 28-42). New York and London: Routledge.
- Smith, P.S. & Banilower, E.R. (2015). Assessing PCK – a new application of the uncertainty principle. I: A. Berry, P. Freidrichsen & J. Loughran (red.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (s. 28-42). New York and London: Routledge.
- Toerien, R. (2015). *The development of teachers' topic specific professional knowledge for teaching chemical bonding*. PCK symposium 2, ESERA 2015.
- Uddannelses- og Forskningsministeriet. (2015). *Bekendtgørelse om uddannelse til professionsbachelor som lærer i folkeskolen*. Lokaliseret den 2. juni 2016 på: <https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=174218#Bill>
- Undervisningsministeriet. (2015). *Kompetencedækning i folkeskolen 2015*. Lokaliseret den 8. juni 2016 på: <https://www.uvm.dk/-/media/UVM/Filer/Udd/Folke/PDF16/Feb/160212-Notat-om-kompetencedaekning-2015.ashx>
- Van Driel, J.H. & Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), s. 26-28.
- Van Driel, J.H., Verloop, N. & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), s. 673-695.
- Wallace, J. & Loughran, J. (2012). Science Teacher Learning. I: B.J. Fraser, J.M. Campbell & K.G. Tobin (red.), *Second international handbook of science education* (s. 295-307). New York: Springer.
- Wertsch, J.V. (1991). *Voices of the mind – a sociocultural approach to mediated action*. London: Harvester Wheatsheaf.

English abstract

This paper presents a historical review of PCK research concerning a new model developed in consensus by central scholars. The analysis focuses on teacher knowledge versus skills and competencies, and individual cognition versus distributed, mediated and situated knowledge. Danish adaptations and their relevance in Danish teacher education and professional development are discussed. Furthermore, the paper describes a new PhD project in which the methodology is used to examine Danish primary science teachers' individual and collective PCK. This model specifies

PCK as teachers' content-specific pedagogical knowledge and skills, and is used to illuminate the interplay between shared research based generic and subject specific knowledge bases, and teacher beliefs and experiences with student learning.

Aktuel analyse

I denne sektion tages aktuelle problemstillinger i relation til matematik- og naturfagsdidaktik op til analyse og diskussion. Teksterne gennemgår ikke peer review, men skal være saglige, analytiske og argumenterende. Kontakt gerne redaktionen med idéer til indhold på mona@ind.ku.dk.

Professionel udvikling af naturfagslærere

– brikker til et fælles afsæt



Lars Brian Krogh, VIA UC

Abstract: Temaet for 2017 BIGBANG-konferencens MONA-spor er "Veje til professionel udvikling af undervisere". I denne Aktuelle Analyse giver en af sporarrangørerne begrundelser for temaet og bud på en fælles baggrund: Hvor bredt kan/bør vi forstå professionel udvikling? Hvad ved vi om design af professionel udvikling der nytter noget på elevniveau? Hvilke spørgsmål står ubesvarede – og hvordan ser den forskning ud som bedst hjælper os med at besvare dem? Disse ting kommer indlægget/analysen på generel vis omkring. Alle der arbejder med professionel udvikling, opfordres til at levere projektdata til en forskningsbaseret online-database – resultaterne af denne mapping vil blive præsenteret på BIGBANG-konferencen.

Hvorfor fokus på professionel udvikling af naturfagslærere nu?

Man behøver ikke læse længe i den nye forsknings- og uddannelsesmæssige litteratur om lærere og læreruddannelse for at identificere to konsensus-indsigter som begrundet hvorfor MONA har valgt professionel udvikling af naturfagslærere som tema.

For det første er lærere og lærerkompetence den vigtigste intra-skole-faktor af betydning for elevers udbytte af undervisningen: "Forskningen peger konsekvent på at der er positive og signifikante korrelationer mellem lærerefteruddannelse og elevudbytte hhv. lærerkvalitet og elevresultater (tilmed som vigtigste intra-skolefaktor af betydning for elevernes præstation)." (Caena, 2011, p. 2). Det er altså afgørende at der er et uddannelsesstilbud som sikrer at standen af naturfagsundervisere til enhver tid er så kompetent som overhovedet muligt.

For det andet bedrives lærerhvervet i en hastigt foranderlig kontekst. Fx betoner EU's TALIS rapport om professionel lærerudvikling netop "The changing world of teaching" (Scheerens, Hendriks, Luyten, Slegers & Steen, 2010), samtidig med der peges på en række konkrete forhold som bidrager til presset på dagens naturfagsundervisere:

- *Den generelle videnseksplosion/-erosion:* At vi lever i et vidensamfund hvor viden genereres, deles og relativeres i en hast som ikke før er set. Det gælder viden af enhver art, men i særdeleshed også naturvidenskabelig og naturfagsdidaktisk viden. Der er altså hele tiden ny viden man som lærer bør holde sig ajour med og bringe i anvendelse.
- *At ungdomstyperne til stadighed skifter:* Ungdomsforskningen har etableret at vitale træk ved moderne unge er samfundsskabte – og hvert nyt årti dukker der nye ungdomstyper op i undervisningen. Senmoderne unge, Digital Natives, Generation Z er blot nogle af de mange prædikater som i ny tid har været i omløb. Hver for sig bringer de forskellige ungdomstyper nye udfordringer ind i klasserummet – og muligheder som man som underviser skal være up-to-date for at gribe.
- *At uddannelsessystemet er blevet et "policy-problem",* altså et genstandsområde og en arena som regeringer m.m. i stigende grad bruger til at demonstrere vilje og politisk handlekraft. Cochran-Smith (Cochran-Smith, 2005) har analyseret denne intensiverede ydrestyring på læreruddannelsens område hvor tendensen bl.a. er kommet til udtryk i en stadig strøm af læreruddannelsesreformer. Reformiveren og stadigt ændrede rammebetingelser gælder alle andre dele af uddannelsessystemet, fx ændres læreplaner, målbeskrivelser og normeringer løbende og hyppigt.

Pointen er her at undervisningens hvad, hvem, hvorfor og hvordan alt sammen ændres i et tempo som gør at selv den mest evidens-belagte læreruddannelse hurtigt forældes. Dermed aktualiseres behovet for livslang professionel udvikling, hvad enten den drives af lærerne selv og/eller i samarbejde med eksterne aktører. Kontinueret, professionel udvikling er et uomgængeligt vilkår – og *kvalitet i efteruddannelse af og med naturfagslærere* er blevet et must!

Dermed er det forhåbentlig begrundet at MONA-sporet på den kommende BIG-BANG-konference har fokus på at kvalificere arbejdet med in-service-naturfagslæreres professionelle udvikling.

En indlysende kvalificering af forsknings- og udviklingsarbejdet ville være at vi i det danske felt fik skabt rammer om en meningsfuld udveksling af design-erfaringer på tværs af projekter og lagt en grund for at forskningen i design af professionel udvikling kan blive kumulativ. Fx ved at forfølge nogle af de samme spørgsmål, forholde os til samme modeller, evidens og metodologi, samt rapportere på måder som tydeliggør design mindst lige så meget som effekt. Nedenfor fremlægger jeg et bud på brikker til en sådan bestræbelse som et muligt fælles afsæt – og om ikke andet så som et afsæt for fælles drøftelse.

Karakteristika ved tiltag rettet mod lærerprofessionel udvikling (TPD)

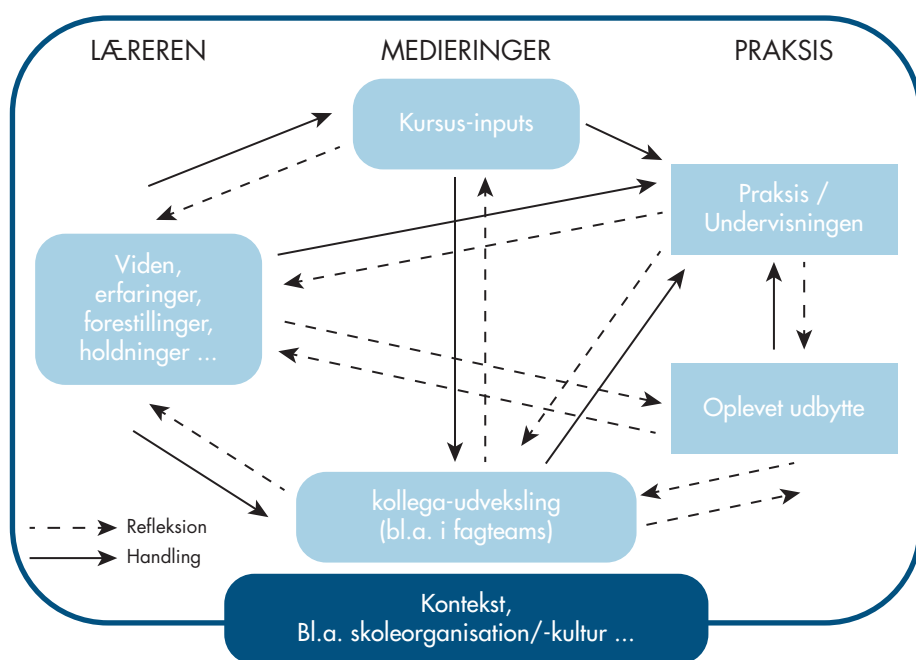
I den internationale forskningslitteratur finder en mængde delvist overlappende bud på hvordan lærerprofessionel udvikling kan og evt. bør forstås. Der er imidlertid ikke nogen autoritativ definition som entydigt afgrænser hvad der "tæller som" *Teacher Professional Development* (TPD).

Med afsæt i litteraturen kan man imidlertid godt komme med et pragmatisk bud på TPD-karakteristika som kan gælde på tværs af mange projekter og alligevel også omfatter træk som adskiller TPD fra andre læreraktiviteter. I første omgang er bestræbelsen her at indkredse deskriptive kendetegn ved TPD – ikke nødvendigvis kendetegn ved *god* TPD. Evidensen for *god* TPD vender jeg tilbage til i et senere afsnit.

- TPD anvender pejlemærker/betegnere, såsom "professionel udvikling", "professionel vækst" eller "Professionel læring" (se fx hhv. (Caena, 2011; Clarke & Hollingsworth, 2002; Darling-Hammond, Wei, Andree, Richardson & Orphano, 2009; Hargreaves, 2000)). Alle betoner det professionelle aspekt, mens der hersker nogen uenighed om hvor radikal en betegnelse for kvalitetstilvækst man kan/bør bruge. Hyppigst brugt i litteraturen er dog termen "lærerprofessionel udvikling" (Teacher Professional Development, TPD) som af samme årsag allerede ovenfor er i brug i denne artikel og med specifik reference til naturfagslærere.
- TPD har et individuelt og evt. kollaborativt, måske endda organisatorisk forandrings-sigte. Alle i feltet vil være enige i at TPD bør afspejles i den enkelte lærers under-visning – og i det udbytte eleverne får af denne. I den forstand er det naturligt at enkeltlærere er målgruppe for TPD og indgår i alle tilløb til at definere TPD, som fx hos OECD (OECD, 2009, p. 49): "Professional development is defined as activities that develop an *individual's* skills, knowledge, ekspertise and other characteristics as a teacher". [min kursivering]
- Forskningen i professionel udvikling af lærere har imidlertid klart påvist at fag-fæller og ledelse har afgørende betydning for hvad den enkelte lærer (og ved-kommendes elever) får ud af efteruddannelse. Ud fra et organisatorisk perspektiv er udviklingsprocesserne sammenvævede, så det giver god mening at lave en TPD-definition som omfatter en række aktørgrupper: Som fx hos *US National Staff Development Council* (NSDC) som fastslår at formålet med professionel udvikling er at "det fremmer *kollektivt* ansvar for forbedrede elevpræstationer", for dernæst at definere: "Vendingen "professionel lærerudvikling" betyder en omfattende, vedvarende og intensiv tilgang til forbedring af læreres og lederes

- effektivitet i forhold til at hæve elevpræstationer.” (mine kursiveringer, citater gengivet efter Wei, Darling-Hammond & Adamson, 2010, p. 4).
- Hvor fagfæller og ledelse tidligere blev set som middel til at fremme/hæmme den enkelte lærers professionelle udvikling, så knytter der sig i stigende grad i dag også selvstændige kollaborative og organisatoriske mål til TPD-tiltag, fx i relation til fagteams, professionelle læringsfællesskaber (PLC) og lærernetværk. Så TPD-tiltag *er lærerrettede, gerne lærerkollaborative og eventuelt ledelsesinvolverende.*
 - *TPD er systematisk og målrettet:* Den amerikanske evalueringsekspert inden for professionel udvikling T. Guskey (Guskey, 2002) fremhæver det systematiske, idet han definerer TPD som: “systematiske bestræbelser på at tilvejebringe ændringer i læreres klasserumspraksis, i deres indstillinger og forestillinger og i elevers læringsudbytte” (p. 381). Det ligger i det systematiske at der arbejdes hen imod ekspliciterede mål. En tilfældig erfaringsudveksling mellem lærere kan godt være udviklende for praksis, men kan ikke betragtes som TPD, idet ingen af kriterierne “systematisk” hhv. eksplicit målrettet er opfyldt. Omvendt vil en lærergruppes strukturerede arbejde med fx lektionsstudier som udviklingsvej over et skoleår fint kunne opfattes som et (internt) TPD-tiltag – hvis der blot er ekspliciterede mål med forehavendet. Det er altså ikke et ultimativt kriterium, at der er eksterne aktører “inde over”, for at det giver mening at opfatte det som et TPD-tiltag.
 - *Hvad angår det målrettede,* så er der i den nyere forskningslitteratur udbredt enighed om at TPD bør afspejles i praksis og ultimativt komme elevernes læring til gode. Som nødvendige skridt på vejen vil TPD sædvanligvis forsøge at stimulere lærernes viden, ekspertise og holdninger til fordel for mere hensigtsmæssige måder. Alt dette forbliver dog værdiløst hvis ikke lærerindsigterne faktisk sætter sig aftryk i en ny praksis som vitterligt gør en forskel.
 - T. Guskey har formuleret en vigtig model for evaluering af TPD som inkorporerer synspunktet om elevudbytte som det ultimative mål. Modellen tydeliggør at en dækkende evaluering må omfatte 5 niveauer hvor hvert niveau forudsætter de lavere niveauer. Guskey fremhæver selv at hans væsentligste bidrag er at det organisatoriske niveau også indgår i modellen. For at kunne lave en meningsfuld evaluering på modellens niveauer må man i et projekt selvsagt have formuleret mål på hvert af disse, dvs. ekspliciteret:
 1. Mål ang. deltagernes oplevelse af TPD-forløbet og dets indhold
 2. Mål ang. deltagernes læring relateret til TPD-forløbet
 3. Mål knyttet til forandringer i organisationen, støttestrukturer m.m.

4. Mål knyttet til deltagernes faktiske brug af ny viden og færdigheder/kompetencer
 5. Mål knyttet til *elevernes* udbytte af TPD-forløbet.
- Meget få TPD-projekter har mål og tiltag på samtlige niveauer. Det vil derfor næppe være farbart at insistere på at noget kun kan være TPD hvis det fulde kriterium er opfyldt. Et mere realistisk krav vil være at sige at *et TPD-projekt har expliciterede mål på flere af modellens niveauer*.
 - En anden vigtig pointe omkring målene for TPD er at *de forholder sig til og er i størst mulig overensstemmelse med intenderede læreplaner – og mål på skolen eller i kommunen (“alignment”)*. Det er et vigtigt aspekt af det professionelle aspekt i TPD at skolen og lærerhvervet er indlejret i samfundsmæssig ramme som må medtænkes. NSDC (ref. ovenfor) insisterer således på “professional learning that is aligned with rigorous state student academic achievement standards as well as related local educational agency and school improvement goals”.
 - *TPD aktiviteter involverer lærere i en (konstruktivistisk) læringsproces*. S. Harwell har skrevet en artikel med den meget sigende titel: “Det’ ikke en begivenhed, det’ en proces!” (It’s not an Event, it’s a Process”, Harwell, 2003). Pointen er at hvis man vil nå et så ambitiøst mål som professional udvikling, så er det erfaringsmæssigt usandsynligt at det vil kunne opnås vha. en enkeltstående begivenhed, fx et oplæg for en lærergruppe. NSDC er inde omkring samme pointe når de i citatet ovenfor taler om *professionel lærerudvikling som en omfattende, vedvarende og intensiv aktivitet* (“...a comprehensive, sustained, and intensive approach ...”). Professionel udvikling må tænkes som en proces, og deltagerne har brug for tid og afsæt for at konstruere (nye) mentale skemaer om undervisning og til skridtvis at udvikle bæredygtige ændringer af praksis. Lærerlæring er (som elevlæring) konstruktivistisk af natur, hvilket må afspejles i TPD-designet – hvor man fx ikke længere kan forlade sig på TPD som et “hurtigt” en-dages-kursus med et tæt program af transmission via oplæg.
 - Man kan blive klogere på det konstruktivistiske islæt og på virksomme TPD-delprocesser ved at studere *The Interconnected Model* (ICM), som er Clarke og Hollingsworths syntese over veje til lærerprofessionel vækst (Clarke & Hollingsworth, 2002). Ift. den originale ICM er der to ændringer i Figur 1: Kollega-udveksling er fremhævet som selvstændigt element (se fx Lund Nielsen, 2012), og Kontekst er tilføjet som en ramme for at explicitere betydningen af det organisatoriske og professionsrettede (jf. fx Borko, 2004).



Figur 1. Model for TPD. Bygger på revideret udgave af *The Interconnected Model* (Clarke & Hollingsworth, 2002).

- En af hovedpointerne hos Clarke & Hollingsworth er at læreres professionelle udviklingsveje er mangfoldige og forskellige fra individ til individ. For én vil et kursusinput fungere som den viden der forandrer praksis, for en anden skal ting først vendes med en kollega før de bliver anvendelige i praksis, mens en tredje måske først ændrer praksis når han har set hvad det betyder for elevernes udbytte. For en fjerde er det måske en organisatorisk beslutning om at skolen skal satse på en bestemt didaktisk tilgang (fx IBSE, motivationsmæssigt Mindset) som medierer ændringer i lærerens praksis. Forskningen viser at de fleste skal over adskillige mellemtrin i skemaet før der sker ændringer i praksis. Der er således typisk tale om en udviklingsproces hvor adskillige skridt-på-vejen og indflydelser kan identificeres. Som TPD-designer bør man derfor aktivere alle modellens elementer for at åbne for diverse veje til professionel udvikling.
- En anden hovedpointe i modellen er at dens forskellige elementer kobles af to modsat-rettede processer, nemlig deltager-refleksion og -handling. I begge tilfælde er der tale om aktive processer i overensstemmelse med konstruktivistisk læringsteori. Grundlæggende sker professionel lærerudvikling altså i et *vekselspil mellem afprøvning af nye tiltag og refleksion/diskussion* mht. hvordan det gik. Heri ligger også implicit at TPD ikke alene kan være et spørgsmål om *transmis-*

sion af ekspert-viden! Det kan helt fint være et element i et TPD-forløb at lærere præsenteres for inputs (fx via workshops), men forløbet bør samtidig indeholde aktiviteter som åbner for lærernes aktive *transformation af viden*, og ideelt endda mulighed for at lærere kan videreudvikle og sammen *konstruere ny viden* på basis af inspirationen. Der er således en bevægelse væk fra PD af lærere til PD *med* lærere og *for* lærere. I øvrigt vil mange læsere af MONA være bekendt med et af de senere års mest markante TPD-projekter, QUEST, som opererer med en såkaldt "QUEST-rytme" i sit design (Lund Nielsen, Pontoppidan, Sillasen, Mogensen & Nielsen, 2013). QUEST-rytmen kan føres tilbage til ICM.

Hvad ved vi om design af TPD? – evidens og ubesvarede spørgsmål i TPD-forskningen

I en anden sammenhæng (Krogh, 2015) har jeg præsenteret en syntese af hvad forskningslitteraturen siger om effektivt design af TPD. Som opsamling på effektorienterede reviews (fx DiPaola & Hoy, 2014; Garet, Porter, Desimone, Birman & Yoon, 2001; Hiebert, Gallimore & Stigler, 2002; Timperley, Wilson, Barrar & Fung, 2007) har syntesen næsten status som evidens på området.

På et meget overordnet plan identificerer syntesen en række faktorer, som der er udbredt konsensus om har betydning for lærernes udbytte af TPD:

1. TPD-kontaktid, udstrækning og struktur.
2. Skolebasering, -forankring og institutionalisering
3. Ledelsesstøtte
4. Fokus på faglig viden og pædagogiske færdigheder
5. Lærersamarbejde, evt. læringsfællesskab eller netværk
6. Aktive bearbejdnings af teori ift. praksis
7. Lærer-inquiry i praksis og andre praksisdata-tilgange til TPD
8. Kobling til curriculum, standarder m.m.
9. Eksterne inputs/ekspertise

Hvis listens faktorer medtænkes på rette vis, vil det øge sandsynligheden for at et TPD-forløb lykkes. TPD-planlæggere vil med udgangspunkt i listen kunne stille sig selv og hinanden tjekspørgsmål a la: hvordan har vi sikret os at tiltaget er forankret i ting som allerede sker på skolen? Bygger vi på strukturer som allerede findes – eller hjælper vi med at bygge dem? (institutionaliseringsaspektet). Tilsvarende vil TPD-forskere kunne diskutere hvorvidt koblingen til curriculum var stærk nok osv. Som tjekliste og analytisk værktøj har konsensuslisten/evidensen således en vis praktisk anvendelighed

Listen er generaliseret viden, tilvejebragt ved at kigge efter effekter på tværs af et stort antal studier, konkrete kontekster og interventioner. For at få øje på det fælles i studierne bliver man nødt til at ignorere det partikulære og det kontekstuelle. Hvor attraktiv denne type generaliseret viden end er, så gør dens natur den svær at afkode for diverse brugergrupper: forskeren har problemer med at afkode zonen for nærmeste forsknings-udvikling, og den praktiske TPD-designer står over for den udfordrende opgave at rekontekstualisere, dvs. overveje hvad fx en faktor som effektiv lederstøtte meningsfuldt betyder i den konkrete sammenhæng som han nu befinder sig i. Mon der i datagrundlaget findes kontekster som ligner min? – og hvilke indsatser viste sig da mest effektive? Overhovedet ikke nogen nem opgave da det kræver overblik over detaljerne i de mange konkrete forskningsstudier som ligger til grund for evidensen.

Afkodning af zonen for den nærmeste udvikling af TPD-forskningen kompliceres af alt dét *som ikke* fremgår af sådan en evidensliste. Kan man fx slutte at faktorer som ikke er med på listen, ikke spiller nogen rolle? Udtrykker det blot at betydningen endnu ikke er undersøgt – eller måske at man er ude af stand til at konkludere noget af forskningen fordi der er modstridende indikationer? Kun i heldige tilfælde vil man kunne gå tilbage i de underliggende forskningsreviews og finde svar på disse væsentlige spørgsmål.

I forlængelse af min syntese af forskningslitteraturen – og som et delvist modsvar på ovenstående – har jeg søgt at formulere “*principper for TPD-design*”. Inden for Design Based Research (DBR, uddybes nedenfor) er sådanne principper omdrejningspunkt for både praktisk TPD-aktivitet og for forskningen omkring TPD. Det er således meningen, at TPD-designere skal kunne bygge deres praktiske forløb op omkring etablerede designprincipper – mens TPD-forskningen tænkes at konsolidere og udbygge sættet af praksisrettede designprincipper.

Tabel 1 viser et *uddrag*¹ af de formulerede designprincipper sammen med en angivelse af hvor etablerede jeg vurderer at de er: de med “!” mærkede anvisninger baseres på omfattende, evidens-agtige belæg, hvorfor man bør inkorporere dem i sit design. Andre (mærket “!?”) befinder sig i en gråzone hvor der findes studier som peger på at det *kan* være relevant at medtænke dem. Endelig bruges “?” (i højre søjle af tabellen) ved anvisninger som der pt. er meget få forskningsmæssige belæg for. Begge de sidste kategorier udtrykker at det (efter mit subjektive skøn) vil være relevant og vigtigt med yderligere forskning her. Der er selvsagt også elementer af skøn i grænsedragningen mellem de to kategorier.

1 fuldstændig version kan tilgås på Google Drev via linket
<https://drive.google.com/file/d/0B6KzyM4XZwtFV19BWEhLSU5VMEE/view?usp=sharing>

1. TPD tids-struktur	Tentative design-principper
PD-interaktionstid til lærerne?	• Der skal være betragtelig interaktionstid (Metastudier peger på min. 50 timers interaktion for at inkorporere nyt i praksis, French (1997))
Løbende punktvis kontakt over længere tid?	• PD skal være reflective-enactive (Clarke & Hollingsworth, 2004) – derfor vekslen mellem reflektive workshops og praksisafprøvning på egen skole! • Interaktionsspænd af størrelsesordenen ét år er bedre end mere effektive end spænd på én måned?
2. Skolebaseret og kollaboration? (fx fagteams, læringsfællesskaber.)	
Target: Hvad retter TPD-deltagelsen sig imod? (Enkeltlærere? Mindre skolebaserede udviklingsgrupper? Hele faggrupper? Alle lærere på en skole? netværk ...).	• Grupper af lærere fra samme skole får mere ud af TPD end enkeltlærere! • Man kan drive udviklingen i faggrupper via TPD-aktiviteter for (dele af) faggruppen? • Det er givende for udviklingsgrupper på en skole at møde lærere fra andre skoler i et TPD-forløb? • Netværksaktiviteter er af værdi for udviklingen på deltager-skoler? • ...
Samarbejdsaktiviteter: I hvilken grad er der planlagt samarbejde om TPD i forløbet? (uv-design, observation-respons, materialeudvikling, empiri-diskussion, læseplanudvikling m.m.)	• Strukturerede samarbejdsaktiviteter øger deltager-udbyttet af TPD! • XX-type af samarbejdsaktivitet er mere givende end YY-typen af samarbejdsaktivitet mht ZZ-udbytte-mål!? • Man skal mixe novice-lærere og erfarne lærere mest muligt i udviklingsgrupperne for at de får mest muligt ud af samarbejdet?
Samarbejdets natur: Er lærer-samarbejdet konstrueret eller frivilligt?	• Konstrueret kollegialitet (og samarbejde) kan være nødvendigt – men går ud over lærernes meningsfylde og motivation!? • Når samarbejdet er rammesat fra oven, er det desto vigtigere for lærernes involvering at de får indflydelse på indholdet?
Netværks-samarbejde: Hvordan er netværksaktiviteter tænkt med som kollaborativ ressource? Sker der fx noget udover fælles workshops	• Netværk opstår ikke ved blot at bringe lærere sammen – det konsolideres ved at løse autentiske netværksopgaver? • Netværk har brug for face-to-face-interaktion i opstarts-fasen – men vil senere kunne fungere via nettet? • Virtuelle netværk kræver en central mediator for at fungere?

3. Skoleforankring, institutionalisering og ledelsesstøtte

Ressource-dækning: Har skolen afsat rimelige ressourcer (tid m.m.) til TPD-deltagelsen?

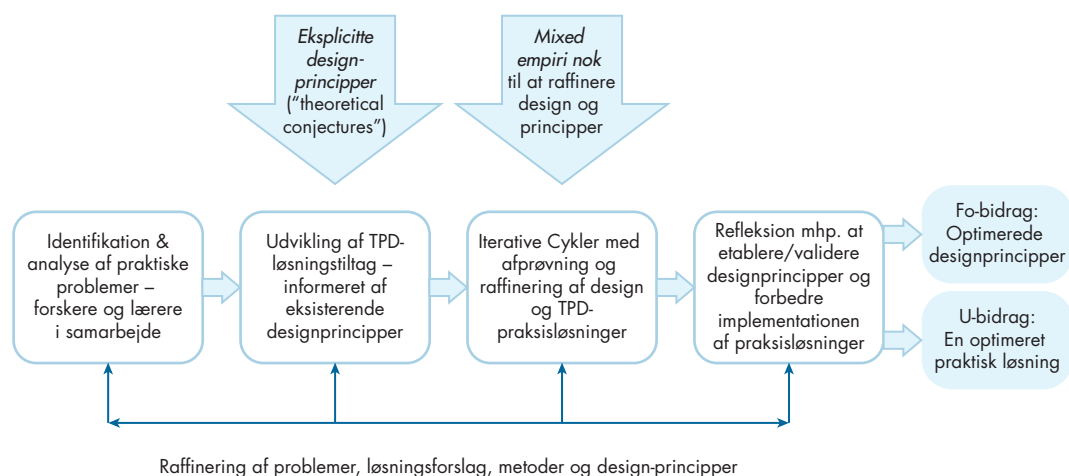
- TPD-tiltag som forudsætter markant større lærer-tidsforbrug end skolen har tildelt, bliver ikke effektive!?
- Der skal være afsat ressourcer til en koordinator på skolen?
- PD, som åbner for varetagelse af særlige roller/særlig status kan kompensere for knappe tidsressourcer!?

Som det fremgår af tabeludsnittet, er der selv på dette overordnede niveau flere uafklarede design-principper end afklarede! Når man betænker hvor meget FoU-arbejde der faktisk handler om naturfaglig lærer-TPD, så er det i bund og grund overraskende og indikerer at forskningsindsatsen, hvad angår fokus, metode og evt. rapportering, ikke stiller skarpt på TPD-design-aspekter. Der er altså god grund til at spørge sig selv om vi faktisk bedriver den optimale forskning til formålet.

Design Based Research – den pragmatiske tilgang til TPD-forskning

I en tidligere kommentar til MONA (Krogh, 2014) har jeg argumenteret for at de økonomiske rammevilkår for naturfaglig Forsknings- og udviklingsarbejde (FoU) i Danmark inducerer en uhensigtsmæssig fokusering af forskningsindsatsen omkring at dokumentere effekt i TPD-tiltagene. Uhensigtsmæssig, først og fremmest fordi effektspørgsmål praktisk taget aldrig lader sig besvare overbevisende med de lærersamples og kontrolgruppevilkår der er til rådighed i Danmark. Også uhensigtsmæssig, fordi bestræbelsen på at dokumentere *at* et TPD-tiltag har været en succes, gør at udenforstående alt for sjældent får indblik i *hvad* der gjorde at det blev en succes i den aktuelle kontekst. Denne type TPD-kvalificerende bidrag er ellers hvad et typisk dansk FoU-projekt nemmest vil kunne bidrage med da forskningen her ofte præges af evalueringsempiri og nemt overskygges af et pragmatisk fokus på at TPD-projektet jo først og fremmest skal gennemføres.

Der er for mig at se ingen tvivl om, at TPD-feltet i Danmark med stor fordel kunne basere sig på en Design Based Research (DBR) metodologi (se fx Anderson & Shattuck, 2012; Collins, Joseph & Bielaczyc, 2004; Edelson, 2002; Sandoval & Bell, 2004; V.den Akker, Gravemeijer, McKenney & Niveen, 2006).



Figur 2. Hovedtræk ved Design Based Research (LBK figur med afsæt i (Reeves, 2006))

Hovedtræk ved DBR er anskueliggjort i figuren ovenfor. I denne sammenhæng er det vigtigt at:

- DBR tager afsæt i behov som praktikere i feltet har (praksis-relevans-forsikrende)
- DBR har et design fokus (i modsætning til et effekt-fokus)
- DBR har et dobbelt sigte – praktisk OG teoretisk:
 - At udvikle et iterativt optimeret TPD-forløb (“U-bidrag”)
 - At bidrage til TPD-teori – ved at validere design-principper (“Fo-bidrag”)
- DBR bygger på eksplíciterede design-principper – og prøver at undersøge deres holdbarhed i kontekst (fx en videreudvikling af tabellen med design-principper ovenfor).

Hvis det naturfagsdidaktiske TPD-felt for alvor skal have gavn af en sådan refokusering af forskningen, bør selve rapporteringen også reformatteres så der bliver vægt på design-aspekter, hvilket kræver (Collins, 2004):

- Rig beskrivelse af *aktører og implementerings-kontekst*
- *Eksplíciterede mål og design-principper*
- *Beskrivelse af design-iterationer – m. empirisk begrundede ændringer*
- *Udbytte* – gerne proces-målt og dokumenteret m. brug af diverse data
- *Refleksioner* (fx design-begrænsninger) – og evt. *begrundede ændringer i design-principper*

Forhåbentlig vil læserne af MONA medgive at her er tale om en type publikation og et indhold som tidsskriftet for indeværende ikke er overfyldt med. I det omfang man i feltet kunne blive enige om eksplicit at forholde sig undersøgende til *den samme fond* af potentielle design-principper, ville man have lagt grunden til at TPD-forskningen seriøst kunne blive kumulativ. Via design-principperne vil man ubesværet kunne samle op på tværs af TPD-projekter, OG principperne muliggør samtidig at ét TPD-projekt eksplicit kan bygge videre på forskningen fra andre TPD-projekter. Pointen her er altså at en refokuseret FoU-indsats baseret på DBR-metodologi ikke i sig selv løser, men klart *gør det nemmere at løse* problemet med at vores forskningsviden om TPD er så lidt kumulativ.

Opsummering og invitation til et spørgeskema

Afslutningsvist en kort opsummering af de brikker som står centralt i mit forsøg på at etablere et godt fælles afsæt for udvikling af og forskning i TPD. Med forskningen har jeg argumenteret for at TPD må forstås som en målrettet, systematisk og procestænkt aktivitet der kan rette sig mod såvel enkeltlærere som faglige grupper, begge gerne i kombination med pædagogisk ledelse. TPD målene vil tilsvarende kunne være individuelle (viden, holdninger, praksisændring), kollektive og/eller organisatoriske. Det ultimative mål er at TPD resulterer i ønskede ændringer på elevniveau. Den omtalte model af Guskey giver et godt blik for TPD-mål på forskellige niveauer – og dermed også et blik for de niveauer som en relevant evaluering/forskningsmæssig empiri må operere på. Med The Interconnected Model (Figur 1) har jeg søgt at give en syntesemodel for læreres vej til professionel udvikling. Modellen betoner at lærere udvikler sig ad mangfoldige veje, og at et godt TPD-design må aktivere både kollegialt medspil og eksterne inputs, samt konsistent og målrettet må veksle mellem praksisafprøvninger og teoretisk informeret refleksion. I forlængelse af denne teoretiske optik har jeg søgt at give et generelt indblik i den foreliggende konsensus-viden om godt TPD-design. Ud fra den eksisterende vidensbase har jeg formuleret TPD-design-principper – med angivelse af, om de er evidensbelagte eller af mere uafklaret status. Design-principperne peger frem mod Design Based Research (DBR) som er den forskningsmetodologi som jeg anser for bedst egnet til både at sikre forskningsbaserede TPD-design og en praksisnær udvikling af TPD-forskningen. DBR burde med sit pragmatiske afsæt passe vældig godt til typiske FoU-konditionerne i DK, men denne type forskning bedrives kun i ringe grad.

Vel vidende at forskningsmetodologier (og underliggende paradigmer) ikke lader sig forandre overnight, så vil der i lang tid fremover være brug for andre måder at etablere forskningsinformerede tværgående blik på den samlede danske forskning i og omkring TPD. Som et værktøj for denne bestræbelse har jeg lavet en forsknings-

baseret skabelon, som kan bruges til at generere en semi-struktureret TPD-database. Her vil man kunne karakterisere sine TPD-projekter langs forskningsinformerende dimensioner OG rapportere de væsentligste resultater/udbytter i henhold til egne specificerede mål. **Jeg vil gerne opfordre alle der er eller har været i gang som TPD-afviklere til at indtaste deres væsentlige projekter i denne database som findes på <https://www.survey-xact.dk/LinkCollector?key=4EEQPMEQ3JCJ>.** Hvis ellers der er opbakning til ideen i feltet, vil der i første omgang blive givet en tværgående oversigt i tilknytning til MONA-sporet på Big Bang 2017. Yderligere vil det seneste udtræk fra databasen en gang årligt blive stillet til rådighed for feltet så alle får mulighed for at drage deres egne konklusioner. Så bidrag endelig!!

Og under alle omstændigheder: velkommen til at tage del i debatten om veje til professionel udvikling af naturfagslærere.

Referencer

- Anderson, T. & Shattuck, J. (2012). Design Based Research – A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25.
- Borko, H. (2004). Professional Development and Teacher Learning: Mapping the Terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15.
- Caena, F. (2011). *Literature review Teachers' core competences: requirements and development*. EUROPEAN COMMISSION Directorate-General for Education and Culture.
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a Model of Teacher Professional Growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967.
- Cochran-Smith, M. (2005). The New Teacher Education – for Better or for Worse? *Educational Researcher*, 34(7), 3-17.
- Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Darling-Hammond, L., Wei, R. C., Andree, A., Richardson, N. & Orphanos, S. (2009). *Professional Learning in the Learning Profession: A Status Report on Teacher Development in the United States and Abroad*. Stanford, USA: National Staff Development Council.
- DiPaola, M. F. & Hoy, W. K. (2014). *Improving Instruction through Supervision, Evaluation, and Professional Development*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F. & Yoon, K. S. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results from a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal*, (Winter), 915-945.
- Guskey, T. R. (2002). Professional Development and Teacher Change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 8, 381-391.

- Hargreaves, A. (2000). Four Ages of Professionalism and Professional Learning. *Teachers and Teaching: History and Practice*, Vol. 6(2), 151-180.
- Harwell, S. (2003). *Teacher Professional Development: It's Not an Event, It's a Process*. Waco, Texas: CORD.
- Hiebert, J., Gallimore, R. & Stigler, J. W. (2002). A Knowledge Base for the Teaching Profession: What would it look like and how can we get one? *Educational Researcher*, 31(5), 3-15.
- Krogh, L. B. (2014). Jagten på den ultimative læringsressource. *MONA*, 4, 80-84.
- Krogh, L. B. (2015). Hvordan får vi mere viden ud af de mange udviklingsprojekter indenfor det naturfaglige område? *DASERA 2015 Årsmøde*.
- Lund Nielsen, B. (2012). Naturfagslæreres konstruktion af forståelse og fortolkning af erfaring i den første praksis. *MONA*, 2, 37-54.
- Lund Nielsen, B., Pontoppidan, B., Sillasen, M., Mogensen, A. & Nielsen, K. (2013). QUEST – et storskalaprojekt til udvikling af naturfagsundervisning. *MONA*, 2, 49-66.
- OECD. (2009). *Creating Effective Teaching and Learning Environments. First Results from TALIS*. Paris: OECD Publications.
- Reeves, T. (2006). Design Research from a Technology Perspective. In J. V. D. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 52-66). New York: Routledge.
- Sandoval, W. A. & Bell, P. (2004). Design-based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39(4), 199-2001.
- Scheerens, J., Hendriks, M., Luyten, H., Slegers, P. & Steen, R. (2010). *Teachers' Professional Development – Europe in International Comparison*. Luxembourg: EU.
- Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H. & Fung, I. (2007). *Teacher Professional Learning and Development – Best Evidence Synthesis Iteration [BES]*. Wellington, NZ: Ministry of Education, New Zealand.
- V.den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Niveen, N. (Eds.). (2006). *Educational Design Research*. New York: Routledge.
- Wei, R. C., Darling-Hammond, L. & Adamson, F. (2010). *Professional Development in the United States – Trends and Challenges*. Stanford, USA: National Staff Development Council.

Kommentarer

I denne sektion bringes kommentarer til tidligere bragte artikler. Kommentarerne skal være saglige, samt fagligt og analytisk funderede. Kontakt gerne redaktionen forinden indsendelse af kommentar. Indsendte kommentarer vurderes af redaktionen og er ikke genstand for peer-review.

Matematik som struktureringsmiddel i undervisning med CAS



Henrik Bang,
Christianshavns
Gymnasium og CMU,
Københavns Universitet¹



Claus Larsen,
Christianshavns
Gymnasium og CMU,
Københavns Universitet¹

Kommentar til K. Nabb: *CAS som omstruktureringsredskab i matematikundervisningen*, MONA 2016 (3).

Indledning

Der skal også lyde en tak til MONA herfra for at bringe en dansk oversættelse af Keith Nabbs artikel fra 2009 der ikke alene giver et udmærket overblik, men også har en fin liste af referencer for dem der vil dykke lidt dybere. Det er et rigtig godt initiativ og et vigtigt bidrag til praktikere og undervisere, ikke mindst fordi vi i DK har bevæget os langt i retning af CAS-brug uden en tilsvarende debat og opsamling af erfaringer der er på højde med satsningen. Også tak til Niels Johnsen for oversættelsen, så diskussionen kan nå ud til en bredere kreds.

Artiklen introducerer til nogle termer omkring CAS-brug og forsyner os dermed med et sprog som er nyttigt når vi vil dele og vurdere erfaringer. Formidling af idéerne om redskabers tilblivelse (Instrumental Genesis) og kognitive teknologier samt tilhørende begreber er meget relevant – ikke mindst i en CAS-sammenhæng. Man kunne supplere med begreber der ligger i forlængelse af de nævnte. Organisering (se nedenfor) nævnes i artiklen, men kunne være foldet ud som del af den teoretiske baggrund². Gevinsten ved denne udfoldning er at fremhæve lærerens rolle i læreprocessen der i flere undersøgelser udpeges som central (se eksempelvis Zbiek & Hollebrands, 2008, og nyere Drijvers, 2012). Stilladsering er også et tema i undervisning med CAS – især

¹ Center for Computerbaseret Undervisning (CMU), Københavns Universitet, støttes økonomisk af Industriens Fond, Institut for Matematiske Fag ved Københavns Universitet, Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling samt Maplesoft.

² I andre sammenhænge har Nabb eksempelvis Drijvers, P. & Trouche, L. (2008).

når CAS skal understøtte en “begreb først”-tilgang (se fx Ruthven, 2002, hvor en del af de erfaringer der diskuteres i Nabbs artikel, belyses).

I oversættelse har man valgt en klar fordanskning af centrale termer. *Instrumental genesis* er blevet til *redskabers tilblivelse*, *artifact* til *genstand*, og *orchestrate* til *organisere*. Det er ikke svært at se begrundelsen i at en oversættelse fra engelsk må gå hele vejen – ellers kunne man have læst den originale artikel. Der er imidlertid tale om særdeles velbeskrevne termer der trækker på bestemte metaforer, og “orkestrering” giver helt andre billeder end “organisering”. Når nu valget er faldet på den klare fordanskning, kunne man i artiklen overveje en lille fodnote ved hvert af begreberne med en lille uddybning – ikke mindst når den viderebringes i MONA. Til en vis grad er man dog hjulpet af den righoldige litteraturliste. Begrebsparret *epistemisk værdi*/*pragmatisk værdi* er tæt på det tilsvarende engelske.

Den historiske tilgang

Artiklen er fra 2009 i en æra af forsigtig optimisme mht. mulighederne med CAS (jf. Drijvers, 2012), men i Danmark også udgangen på en æra med en fuldt indfaset gymnasiereform fra 2005 på bagen – i lærebøger står eksempelvis nu “man tager sit værktøjsprogram”, men ingen specifik henvisning til hvilket, og i STX-bekendtgørelsen for B-niveauet står anført som didaktiske principper at:

- *CAS-værktøjer skal ikke blot udnyttes til at udføre de mere komplicerede symbolske regninger, men også understøtte færdighedsindlæring og matematisk begrebsdannelse.*

Og:

- *Gennem en eksperimenterende tilgang til matematiske emner, problemstillinger og opgaver skal elevernes matematiske begrebsapparat og innovative evner udvikles.*

Man ser i bekendtgørelsesteksten en række fællestræk med temaerne fra Nabbs artikel, men hvor man mange steder i USA på gymnasieniveau ikke er gået videre end grafregneren, så er matematik på B-niveau og højere uden computer herhjemme utænkeligt. Dels nødvendiggør omfanget af opgaverne til skriftlig eksamen en vis bank af standardiserede løsninger, dels indeholder opgaverne besværlige funktionsforskrifter som på metodisk niveau lader sig behandle på samme måde som uden CAS, men ikke i selve udregningerne, og endelig er der opgavetyper inden for emneområder indført med baggrund i at eleverne har adgang til et CAS-redskab – eksempelvis hypotesetest. Spørgsmålet er ikke *om* CAS er reformbefordrende, eller om curriculum skal overvejes, men *hvordan* vi bruger CAS i lyset af at curriculum *er* ændret, og at CAS

som et vilkår i matematikundervisningen *har* reformeret undervisningen. Omfanget og rækkevidden er større end artiklen lader ane.

Siden 2009 er udviklingen i en vis forstand accelereret så læreren i dag skal tage stilling ikke blot til hvordan man vil anvende CAS til et givent forløb eller til at udføre bestemte opgaver, men også til at der i CAS som miljø er indbygget forskellige læringstilgange i CAS – eksempelvis højreklikket i Maple – som inviterer til bestemte løsningsstrategier og bestemte aktiviteter der igen kalder på didaktiske overvejelser hos læreren. Der kan være indbygget intentioner eller foretaget valg som man måske ikke deler, eller som ikke fremmer andre nødvendige tilgange. Morten Misfeldt antyder denne pointe i indledningen med en kommentar om at CAS ikke blot er et uskyldigt artefakt ... Vi er klart enige, men vi synes ikke det kan læses ud af artiklen.

Med til at kaste et historisk blik hører også at artiklen behandler CAS som det så ud i 2009. På det tidspunkt var der allerede sket en udvikling af selve værktøjet ift. fx det skærmbillede fra en lommeregner der vises, men det behandles ikke.

CAS har aldrig været én ting – der er forskelle på hvad TI 89 og hvad Maple eller Nspire kunne i 2009, men også på hvad de kan i dag. Endvidere har de forskellige CAS-platforme hver deres oprindelse. Kendskab til disse aspekter samt kendskab til maskinrummet på det CAS-værktøj man bruger, hører med til lærerens instrumentelle genese (Drijvers et al., 2009). Dette kendskab er nødvendigt, specielt fordi man ved valg af CAS-platform har mange forskellige hensyn at tage. Banalt hvad det er skolen tilbyder, men mindre banalt også hvad der peger fremad mod senere anvendelser på bl.a. videregående uddannelse. Indtil videre er opgaverne til eksaminerne uafhængige af platforme. Det afspejler også en historik, men giver samtidig anledning til en slags mindste fællesnævner som reelt udtynder variationsmuligheder.

*Og selvom læreren måske i planlægning af sin undervisning kan forlade sig på ét eller et par værktøjer, konfronteres man også med programmer som Wolfram Alfa (eller Word Mat) – fx fordi eleverne støder på dem på nettet eller via deres netværk. De opstiller igen helt andre dagsordener. Indbygget ligger ofte pragmatiske værdier (som i Word Mat) i retning af at løse opgaver, mens mulighederne for at gennemføre udforskende eller udfordrende aktiviteter med et læringsperspektiv er mindre ligetil.

Kategorierne *black box*, *white box*, *forstærker*, *diskussionsredskab* og *redskab for reform* er genkendelige og velbeskrevne, men i hvilken forstand holder artiklens model om forholdet imellem dem? Vi har ladet os inspirere af opdelingen og vil gennem nogle eksempler bidrage til den videre diskussion.

Black- og Whitebokse

Det er oplagt at kritisere for megen brug af “blackbokse” – dvs. brugen af CAS-rutiner hvor eleverne (og nogle gange også lærerne) er frataget kontrol med hvad der fore-

går: hvor man som fx i regression eller -test blot taster tal ind på en given måde, og hvor værktøjet så spytter et resultat ud. Idéen i disse blackbokse er naturligvis at der gemmer sig relevant matematik – ikke mindst relevant matematik-*anvendelse* – i sådanne rutiner, og at man kan bede eleverne forklare og fortolke resultaterne. Det er i og for sig en pæn hensigt, men en egentlig fortolkning kræver ofte at man har et reelt kendskab til den problemstilling som blackboksen anvendes på. Ellers bliver det bare papegøjesnak eller problemstillinger der vanskeligt frigør sig fra at være pseudoanvendelser. Dermed er vi ved et velkendt problem, nemlig at anvendelse af matematik kræver at de fag (samfundsfag, biologi, kemi, fysik osv.) hvor anvendelsen finder sted, er på banen. For matematik kræver det at man eksempelvis præsenterer mere end én model (såsom andre tests end -test) som input til diskussionen.

Problemet med blackbokse er altså ikke kun et problem om at man har outsourcet så meget matematik til CAS at der også er sket andre reduceringer som trivialisere elevaktiviteten. Det er lige så meget et problem om at der ikke er sket en tilstrækkelig insourcing af matematik – med eller uden CAS der promoverer nye elevaktiviteter.

På CMU har vi en del erfaringer med forløb³ der forsøger at "åbne" blackbokse, fx ved at lave simuleringer der begrundet -testen. Simuleringen foregår med CAS – men også ved andre aktiviteter, fx terningkast, så elever får en oplevelse af selv at kunne kontrollere dele af processen. Denne tilgang er naturligvis noget mere tidskrævende end den mere pragmatiske der blot satser på at give eleverne CAS-rutine ift. (eksamens)opgaver – og den løser ikke problemet med at opstilling og fortolkninger af testen ikke alene er et matematikfagligt problem. Endelig er der den vigtige tilføjelse som vedrører det systemiske, at aktiviteter som simuleringer med de nuværende eksamensformer er svære at passe ind.

Når vi taler om blackbokse, er det i øvrigt vigtigt at gøre opmærksom på at de ikke alene findes som et CAS-fænomen. Udenadslære af fx løsningsformel for 2. gradsligning kan jo sagtens for nogle elever fremstå som blackbokse hvis de ikke mestrer den bagvedliggende algebra. Forskellen er blot at en del af de blackbokse vi ser med CAS, er sat ind netop med den *hensigt* ikke at skulle åbnes for meget.⁴

Artiklen har en langt mere positiv holdning til det der kaldes *White Box* – tilgange hvor CAS faktisk via sit respons bruges til at give feedback til eleverne og på den måde synliggør fejl eller uhensigtsmæssigheder. På CMU har vi også set spændende projekter med den tilgang.⁵ Men artiklens eksempel overhales af fx højreklik i Maple eller andre veje hvor CAS-programmet selv foreslår mellemregninger m.m. Dermed bliver CAS-programmets feedback ikke længere neutral som i artiklen, men læreren må på banen og forlange bestemte brug af CAS for at fremme denne mulighed.

3 <http://cmu.math.ku.dk/projekter/2015/hypotesetest/>.

4 En generalisering kan ses i Artigue, 2002.

5 <http://cmu.math.ku.dk/projekter/2015/regning-m-funktioner/>.

I øvrigt er synspunktet om at lære af fejl vigtigt – fordi CAS ofte sælges med at det netop skal tjene til at minimere de fejl som elever begår. Noget mange af os der har set elevbesvarelser med CAS-brug, jo godt ved, ikke sker for de svagere elever. Tilgangen med whitebokse griber ind i en kultur hvor mange elever faktisk er bange for fejl og har en for præstationsorienteret tilgang til læreprocesser.

Artiklens hierarkisering

Vi vil ikke gå i detaljer med alle delene af CAS-brug, men blot her diskutere endnu et aspekt, nemlig CAS som (gen)vej til begrebsdannelse. Artiklen fremsætter med baggrund i empiriske undersøgelser og som et centralt eksempel på reformredskab den tilgang at man godt kan arbejde direkte med strukturer og begreber. Synspunktet kontrasteres med en mere proceduremæssig tilgang.⁶ Og det er muligt – argumentet er i hvert fald at i en pragmatisk forstand, altså ift. at løse bestemte opgaver, går det fint. Vi vil gerne udfordre denne tankegang lidt.

I mange af CMU-projekterne arbejdes der med indledningen af differentialregningen.⁷ Flere lærebøger har en tilgang hvor man så at sige “tegner” 3-trinsmetoden, altså viser at sekanthældning nærmer sig tangenthældning. Ved hjælp af skydere m.m. kan CAS-værktøjer effektivt illustrere dette. CAS-værktøjet kan også bruges til at zoome ind på grafen for en funktion, og differentiabilitet kan vises uden reference til tretrinsmetoden som en lokal linearitet. Problemet i begge tilfælde er her ikke CAS-værktøjets muligheder, men at der ikke foretages en egentlig analyse af hvad det er for en underliggende matematik der egentlig er i centrum. Man kunne lidt kort sige at med CAS- og grafværktøjer er værdien af differentialregningens anvendelser i form af tangentbestemmelse, kurveundersøgelse, monotoniforhold m.m. kraftigt reduceret. Hvad bliver der så egentlig tilbage som kernen i emneområdet, og hvilke opgaver eller emner vil man pege på?

Hvis den egentlige kerne – og det der peger fremad mod videregående uddannelse – faktisk er selve grænsebegrebet, bør man naturligvis tilrettelægge sin matematikaktivitet (med og uden CAS) med dette fokus. Så kommer den mere proceduremæssige tilgang måske tilbage i form af at man nøje må analysere præcis hvilke elevaktiviteter der fremmer forståelse af grænseovergang, og ikke kun hvad der fx kan bidrage til at løse de (med CAS) meget trivielle opgaver i tangentbestemmelse eller monoton.

Men man kan naturligvis diskutere den epistemiske værdi af differentialregning som grænseovergang og mene at det kun handler om kurvebeskrivelse m.m., og der-

6 En indflydelsesrig tankegang op gennem 00'erne. Slægtskabet mellem forskellige fremtrædende aktører præsenteres i Tall, 2013.

7 Se eksempelvis <http://cmu.math.ku.dk/projekter/2015/tretrinsreglen/>, <http://cmu.math.ku.dk/projekter/2015/sekanter-tangenter/>.

med outsource til CAS, men hvilken værdi har skydere m.m. *i sig selv* som matematikaktivitet? Så kunne man lige så godt inddrage hele “effektiviseringsgevinsten” ved at forkorte forløbet yderligere.

Afslutning

Den oprindelige anledning til at bringe Nabbs artikel var brugen af hans model i forbindelse med et projekt om CAS i folkeskolens matematikundervisning præsenteret i MONAs martsnummer fra 2016. (Mogensen et al., 2016, med efterfølgende kommentarer af Ejersboe, 2016, Hansen, 2016, og Weng, 2016).

Vi vil ikke her gå tæt på disse artikler, men blot understrege den pointe som ligger i ovenstående, og som også er i nogle af kommentarerne: Det er vigtigt at analysere forholdet mellem CAS og matematik i undervisningen i lyset af hvilke kompetencer i matematik (og CAS) man mener peger fremad i et videre læringsperspektiv. Herunder begrunde konkrete valg både af hvilke matematiske aktiviteter der outsources til CAS, men også af hvad der omvendt insources. “Effektiviteten” af CAS målt i forhold til løsning af bestemte opgavetyper på et bestemt trin er interessant, men på den lange bane må det suppleres med noget præcist om den matematik der er på spil. Og sammenligning mellem samme opgaver løst med og uden CAS er i den sammenhæng problematisk. Ikke fordi det er uinteressant om eleverne lærer mere eller mindre med CAS, men fordi valget af CAS eller ikke CAS ikke er “neutralt”, men kræver mangefacetterede overvejelser hos læreren.

I den forbindelse er det som nævnt vigtigt ikke at være låst i en bestemt historisk CAS-tilgang som reelt er lommeregner CAS fra 00’erne. Dagens CAS-værktøjer giver flere muligheder – herunder også mange muligheder for at trivialisere undervisning, specielt undervisning som er rettet mod løsning af bestemte (skabelonagtige) opgavetyper.

I folkeskolen må man, som i gymnasiet, være orienteret ikke kun mod hvad der er smart på det pågældende trin, men også mod hvad der kommer efterfølgende (og hvad der er sket forudgående).

Både begrebsforståelse og færdigheder på bestemte områder er relevante læringsmål (på alle trin), men dialektikken mellem CAS-brug og matematik kræver hele tiden overvejelse og forandrer løbende hvilke konkrete færdigheder der er relevante, og hvilke aktiviteter/procedurer der bidrager til at understøtte forståelse af matematiske sammenhænge og strukturer.

Vi er i øjeblikket i gang med et se på CMU’s efterhånden ret omfattende eksempel materiale på konkrete undervisningsforløb i gymnasiet med CAS og håber at vende tilbage med en artikel i MONA herom senere.

Referencer

- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), s. 245-274.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Van Gisbergen, S., Gravemeijer, K. & Reed, H. (in press). *Teachers using technology: orchestrations and profiles*. Artikel sendt til PME33 conference, 19-24 july 2009, Thessaloniki, Grækenland.
- Drijvers, P. (2012). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). I: *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematics Education* (s. 485-501). Seoul, Korea.
- Drijvers, P. & Trouche, L. (2008). From artifacts to instruments: A theoretical framework behind the orchestra metaphor. I: G.W. Blume & M.K. Heid (red.), *Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Vol. 2. Cases and perspectives* (s. 363-392). Charlotte, NC: Information Age.
- Ejersbo L.R. (2016). Kønsforskelle i brugen af CAS-værktøjer – hvad kan det mon skyldes? *MONA*, 2016(2).
- Hansen R. (2016). Når komplekse matematikdidaktiske spørgsmål søges besvaret med en kvantitativ metode. *MONA*, 2016(2).
- Mogensen, A., Bull A. & Hesselholt M. (2016). CAS i folkeskolens undervisning. *MONA*, 2016(1).
- Nabb, K.A. (2010). *CAS as a Restructuring Tool in Mathematics Education*. Proceedings of the 22nd international Conference on technology in Collegiate mathematics. (Bragt i oversat version i *MONA*, 2016-3).
- Ruthven, K. (2002). Instrumenting mathematical activity: Reflections on key studies of the educational use of computer algebra systems. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), s. 275-291.
- Tall, D. (2013). *How humans learn to think mathematically*. Cambridge University Press.
- Weng, P. (2016). Det er signifikant! Det virker! Fint! Men hvad så? *MONA*, 2016(2).
- Zbiek, R.M. & Hollebrands, K. (2008). A research-informed view of the process of incorporating mathematics technology into classroom practice by inservice and prospective teachers. I: M.K. Heid & G.W. Blume (red.), *Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Volume 1. Research syntheses* (s. 287-344). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Forandringer og udfordringer



Steen Grode,
Professionshøjskolen
Metropol

Kommentar til artiklen “CAS som omstruktureringsredskab i matematikundervisningen” i MONA, 2016-3.

CAS er alt andet end en katalysator. Det er en ingrediens som indgår i reaktioner hvis eksplosive egenskaber har vakt nysgerrighed, men samtidig har været forsøgt inddæmmet i forsigtighed.

Personligt har jeg oplevet eksplosionerne flere gange, men mest markant i min hukommelse står da jeg lå på mit stuegulv i 1996 og så en lille video fra en CD-rom med to unge mennesker som sagde: “Bang, you’ve got a graph.”

I begyndelsen var teknologi

Det ser ud til at man, i hvert fald i den elementære matematik, betragter matematik som noget der er givet en gang for alle. Og at man godt ved hvad det er vigtigt at lære for at blive god til matematik. At matematik er et sæt af regler som man skal lære, og når man kan dem godt, så er man god til matematik. I min optik er matematik helt anderledes. Der er en meget snæver sammenhæng mellem teknologi og matematik, og i mange tilfælde forekommer det mig at den sammenhæng ikke bliver erkendt.

Hvis man tager et klassisk udgangspunkt, så kan måling af jord – også kendt som geometri – beskrives ud fra punkter og cirkler. Dette er reelt en abstraktion fra teknologien reb. Sikkert den samme teknologi – reb – som man kunne slå knuder på for at sammenligne mængders størrelse uden at tælle dem. Det vil sige at opfindelsen af noget som på samme tid er stift og bøjeligt på nogle bestemte måder, i dette tilfælde reb, giver anledning til udvikling af en matematik. En anden matematik opstår hvis man opfinder en anden teknologi som er stiv og bøjelig bare på nogle andre måder. Det kunne fx være homogent papir. Der opstår en geometri ud fra det som reelt er stærkere end euklidisk geometri (den indeholder euklidisk geometri som en ægte delmængde) – og min pointe er at den på mange måder er anderledes.

Hvis man skal undervise i den ene, vil indholdet være at tegne cirkler med en snor (eller noget mere sofistikeret), mens man i det andet tilfælde skal lære at lave foldninger med papir. Indholdet vil være anderledes. Og det er tydeligt at allerede i den elementære undervisning vil indholdet være helt forskelligt.

Virtuel teknologi

I ovenstående eksempel har jeg udskiftet en fysisk teknologi med en anden. Men CAS er ikke så meget en fysisk teknologi som den er virtuel. Og det får skiftet til at få en anden karakter. Det skjulte bliver mere synligt. Jeg kan illustrere det ved at anskue en hammer. Det er en teknologi der er designet til at slå søm i noget. Selvom hammeren er meget synlig og til at tage og føle på, så skjuler den imidlertid de fysiske modeller den virker efter. Den er i bogstaveligste forstand en meget black box. Det er de færreste almindelige mennesker som bekymrer sig meget om hvilken hammer de bruger til hvilken arbejdsopgave, eller hvordan de holder hammeren, så længe sømmet kommer i, og tommelfingeren går fri.

Med virtuel teknologi bliver det pludselig synligt at noget er skjult. Der er ikke noget nyt i det. Det bliver bare meget mere synligt.

I fysik- og kemiundervisning erkendte man i 1970'erne at det var svært at lære eleverne at de modeller man opstillede for verden, ikke var nogen man kunne se. Som et pædagogisk virkemiddel lavede man sorte bokse med strikkepinde igennem og bad eleverne om at lave udfordringer til hinanden ved at hænge skiver på forskellige positioner på strikkepindene. Eleverne trak så forsigtigt pindene ud mens de lyttede efter hvornår der faldt skiver ned. Meningen var at eleverne skulle lære at man kunne gøre sig iagttagelser uden at kunne se. Det vidste eleverne sådan set godt i forvejen, men det var en måde at forsøge at gøre det skjulte synligt. Man brugte således bevidst begrebet black box på en konstruktiv måde.

Med virtuel teknologi går man et skridt videre. Der er tale om et nyt tankeunivers som adskiller sig både fra de fysiske objekter man virtualiserer, og fra de abstrakte tanker man gør sig.

Konsekvenser af virtuelle teknologier

Som det flere steder fremgår i Nabbs artikel, så har CAS og helt generelt virtuelle teknologier en indflydelse på matematik; og det bør også have en indflydelse på undervisningen i matematik. Men jeg savner – og har gjort det i mange år – at der foretages analyser af de forandringer som må være en konsekvens af disse værktøjer.

Hvis man betragter undervisningen i multiplikation hen over de seneste 40 år i grundskolen, så burde lommeregneren have været medvirkende til at forandre ind-

holdet. For 40 år siden skulle man lære bestemte tabeller og algoritmer, men reelt har der været en bevægelse væk fra det synspunkt, især med hensyn til algoritmerne. Indholdet har formelt bevæget sig fra at eleverne skulle lære bestemte algoritmer, til at de skal udvikle deres egne. Undersøgelser har vist at det ikke gør eleverne dårligere til at lave skriftlige beregninger ved hjælp af algoritmer (Hedré, 2000).

Uafhængigt af det har man lavet undersøgelser som har vist at lommeregnerne ikke har bevirket at eleverne blev dårligere til at regne, og Nabb peger på undersøgelser der viser at CAS ikke svækker elevernes evner til at lave algebra (Nabb, 2010). Men man har kun i yderst begrænset omfang lavet analyser af hvilket stof lommeregneren og CAS har gjort overflødigt, og som noget endnu mere væsentligt hvilke konsekvenser det har når man fjerner det overflødige fra indholdet i undervisningen: Fx er det fuldstændig overflødigt at arbejde med at lære at regne for at kunne regne. Man skal end ikke kunne regne i forbindelse med dagligliv i Danmark. Kasseapparaterne regner for dig, og de regner med sikkerhed rigtigt. Faktisk er det mere vigtigt at man lærer at læse sin bon, hvilket er en helt særlig læsegenre, hvis man vil kontrollere om man er kommet til at betale det for sit indkøb man forventede at skulle.

Konsekvensen er bare ikke slået igennem i undervisningen. Og den er mig bekendt heller ikke analyseret eller udforsket nogen steder. Hvad vil der ske hvis man designer en matematikundervisning som ikke tager sit udgangspunkt i at regne¹?

På lignende måde er det nemt at se at CAS gør det overflødigt at arbejde med at løse ligninger. Det er gået fra at være noget som for mange elever lignede trylleri, til at være noget en maskine klarer. Det er i dette tilfælde også nemt at se hvad der bør få langt større opmærksomhed i undervisningen når der bliver plads fordi ligningsløsningen er blevet overflødig. Opstillinger af ligninger bør spille en langt større rolle eller formuleret mere bredt: At opstille modeller vil være et nyt naturligt fokus.

Især når man tager i betragtning at CAS nemt lader eleverne teste forskellige modeller, og at CAS giver dem mulighed for at læse hvad de faktisk tester (Skånstrøm, 2005).

Faglige medlæringer

Men selvom det var nemt at se hvad der var overflødigt, og hvad som for nærværende kan være relevant at fokusere undervisningen imod i stedet, så mangler der en mere grundig analyse af et andet forhold: Hvilke medlæringer (Skott, 2003) var der i forbindelse med at lære at løse ligninger? Eller måske skal jeg udvide det til ikke kun at være medlæringer, men også medtræninger. Fx er der ingen tvivl om at elever fik øvelse i regningsarter i forbindelse med løsning af ligninger.

1 Der er nogle træk i "Ny matematik" (Lichtenberg & Christiansen, 1965) som peger på alternative begyndelser for den elementære matematikundervisning, og en del af dem findes i matematikbøger i dag sideløbende med øvelser i at skrive tal og at regne.

Der var også opgaver i forbindelse med ligninger hvor eleverne skulle tage stilling til om der var løsninger inden for givne mængder, hvilket vil sige at der var andet på spil end den rent tekniske løsning. Det er forskelligt hvordan forskellige CAS håndterer disse situationer, så der kan stadig være noget at forholde sig til for eleverne, men groft set vil eleverne i forhold til at forholde sig til de modeltest de laver, få flere erfaringer inden for dette område end tidligere. Til gengæld er jeg ret sikker på at stort set ingen elever har indset at der er nære sammenhænge mellem polynomier og tal – mine lærerstuderende bliver i hvert tilfælde meget forbavsede når jeg arbejder med det. Det kunne have været en medlæring, og den sammenhæng kunne være relevant fx i forhold til division af polynomier. På den anden side har polynomiumsdivision ikke længere den samme relevans som tidligere. Men da sammenhængen mellem tal og polynomier fortæller noget om positionssystemer og algebra, så er der stadig noget relevant som man må forsøge at dække i undervisningen.

Og så skal man være på vagt. At være på vagt er dog ikke at værne om klassiske dyder, men i stedet blive eftertænksom og overveje hvordan man på nye relevante måder kan arbejde med de ting. Langt de fleste gamle opgaver er sjældent gode, men er blevet for sure af for lang tids lagring.

CAS er meget mere end en katalysator

Undervisning i matematik trænger til mere end en omstrukturering, et “make-over” (Meyer, 2010) eller en produktudvikling. Som en af konsekvenserne af digital teknologi skal der nytænkes.

Der findes flere generelle modeller som udtrykker sig om hvordan man kan samtænke teknologi med undervisning. I Nabbs artikel er der peget på to som kan være værd at have sin opmærksomhed rettet imod. To andre er TPCK (American Association of Colleges for Teacher Education & Committee on Technology and Innovation, 2008) og SAMR (Puentedura, 2006; Reimer-Mattesen, 2012) som kan fortolkes på samme måde som jeg synes Nabb forsøger at gøre med sin model for brugen af CAS.

Man kan læse TPCK-modellen som at der “tilsættes” teknologi som en tredje mængde til det pædagogiske og det indholdsmæssige. Og når man fx “tilsætter” digital teknologi til statistik, så forandres de mulige pædagogiske tilgange, fx fordi man kan gå direkte fra rådata til billeder uden at skulle omvejen over en tabellægning af data. Der opstår også nye faglige felter, fx Machine Learning, i samspillet mellem teknologi og matematik, og endelig dukker der nogle potentielle opmærksomhedsområder op i grænselandet mellem Big Data og hacking skills (Conway, 2010; Finzer, 2013).

Målet med TPCK var at pege på at læreren må forholde sig til alle disse ting i forhold til sin undervisning. Modellen fortæller at undervisning ikke kun hviler på didaktik og indhold, men også baserer sig på teknologi. Modellen er heller ikke statisk, men

skal læses som en lærers dynamiske værktøj til at udvikle undervisningen i faget. Det vil sige at hverken teknologi, didaktik eller indhold kan betragtes som konstant. Fx så er CAS ikke blot et algebrasystem, men noget som indgår i samspil med fx tekst-behandling og dynamisk geometri (Grode, 2013; Todd, 2007)

Lad mig slutte med at pege på to eksempler som kan illustrere nogle idéer til nytænkende algebraundervisning.

Det er rigeligt værd at bruge lidt tid på at opleve Scott Steketee præsentere sammensætning af funktioner for børn på <http://grode.dk/skjult/film/Scott%20Steketee%20at%20NCSM%20Ignite%202012.mp4> til trods for videoens begrænsede kvalitet, og man kan i øvrigt se mere og prøve selv på <http://dynamicnumber.org>.

Og Dan Meyer arbejder nu med at præsentere algebraiske funktioner på en nytænkende måde. Prøv selv på <https://student.desmos.com/> med koden **us9f**.

Referencer

- American Association of Colleges for Teacher Education & Committee on Technology and Innovation (2008). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*. New York: Routledge for the American Association of Colleges for Teacher Education.
- Conway, D. (2010, 30. september). *The Data Science Venn Diagram*. Hentet 18. februar 2015 fra <http://drewconway.com/zia/2013/3/26/the-data-science-venn-diagram>.
- Finzer, W. (2013). The data science education dilemma. *Technology Innovations in Statistics Education*, 7(2). Hentet fra <http://escholarship.org/uc/item/7gv0q9dc>.
- Grode, S. (2013). Mathcad – ikke et mål, men et middel. Præsenteret ved CAS Workshop, Odense: Danmarks matematiklærerforening. Hentet fra <http://dkmat.dk/wp-content/uploads/2014/03/CAS-Workshop-MatchCad.pdf>.
- Hedrén, R. (2000). *Social konstruktivism i elementär aritmetik: kan elever i år 2-5 göra skriftliga beräkningar utan de traditionella uppställningarna?* Falun: Högskolan Dalarna.
- Meyer, D. (2010). *Math class needs a makeover*. TEDxNYED. Hentet fra https://www.ted.com/talks/dan_meyer_math_curriculum_makeover.
- Nabb, K.A. (2010). CAS as a restructuring tool in mathematics education. I: *Proceedings of the 22nd International Conference on Technology in Collegiate Mathematics* (Bd. 39). Hentet fra <http://archives.math.utk.edu/ICTCM/VOL22/R007/paper.pdf>.
- Puentedura, R.R. (2006). *Transformation, Technology, and Education*. Hentet 1. oktober 2016 fra <http://hippasus.com/resources/tte/>.
- Reimer-Mattesén, T. (2012, 25. april). *SAMR – hvad bruger vi egentlig teknologien til?* Hentet 5. oktober 2016 fra <http://laeringsteknologi.dk/415/samr-hvad-bruger-vi-egentlig-teknologien-til/>.
- Skott, C.K. (2003). *Faglige potentielle medlæringer i universiteternes matematikundervisning: Ph.D. thesis*. Aalborg: Aalborg University, Department of Mathematical Sciences.

Skånstrøm, M. (2005). "Det er ikke fordi, det er nemmere ... det er bare meget lettere at se, hvad det er man laver". *Forum for Matematikkens didaktik*, 9(1).

Todd, P. (2007). Geometry Expressions: A Constraint Based Interactive Symbolic Geometry System. *Lecture Notes in Computer Science*, (4869), s.189-202. Hentet fra https://www.researchgate.net/publication/221055213_Geometry_Expressions_A_Constraint_Based_Interactive_Symbolic_Geometry_System.

Spændende projekt



Carsten Skovgård Andersen,
Stjernerummet på Bellahøj
Skole, København

Kommentar til Majgaard et al.: *“At se det usete”*, MONA, 2016-3.

Det var spændende at læse *“At se det usete”* i MONA, september 2016. Der fortæller forfatterne om deres samarbejde med en 6. klasse og deres lærer i natur-teknologi. Sammen producerede de en *“rumlig visualisering af solsystemet med fysiske prototyper og Augmented Reality”*.

Som redskaber blev brugt Google Cardboards med indsatte mobiltelefoner. Man begyndte med en applikation som medførte at eleverne så en svævende rumlig Måne når de gennem Google Cardboardet så på et billede af Månen i bogen.

Under projektet kom eleverne til at opleve at de landede på Månen og planeterne. De så universet fra en rumlig kugle som de stod på – blot de observerede gennem et Google Cardboard.

Eleverne byggede senere rumlige modeller af planeterne. Sammen med eksperterne udviklede de forbedringer i applikationen på mobilen således at man kunne se rotationer af himmellegemerne i de rigtige størrelsesforhold.

Forfatterne fortæller at der undervejs let kan vises legemer i forkerte størrelsesforhold hvilket kan medføre forkert indlæring. Men så vidt jeg har forstået artiklen, er det muligt at finde frem til korrekte størrelsesforhold. På den måde kan eleverne komme til at forstå og forundres over fx Solens enorme størrelse. Det er også muligt med dette materiale at illustrere fx Månens faser.

Jeg har ingen erfaring med disse applikationer, men jeg kan sagtens forestille mig den fascination det kan frembringe hos en elev, at han eller hun kan se sig selv stå på Månen.

Til daglig underviser jeg elever i Stjernerummet på Bellahøj Skole. Der bruger jeg en digital Starlab projektor til at vise billeder på Stjernerummetets 50 kvadratmeter store, kugleformede loft. En hel klasse ligger på måtter på gulvet og oplever at de ser en rejse til fx Månen ud af et kæmpe vindue der udgøres af det runde loft. Eleverne oplever at de lander på fx Månen, Io, Merkur eller Mars. De ser det fremmede landskab

som en horisont med stjerner og planeter på himlen. Vi diskuterer det vi ser, og lærer meget af vores oplevelser og diskussioner.

Jeg styrer rejsen med programmet Starry Night Small Dome. Med det kan vi også rejse fx til Australien og se Stjernehimlen derfra. Vi kan se animationer der forklarer årstiderne og Månens faser og meget mere.

Andre steder i Danmark hvor de har Det digitale Starlab: Kroppedal Museum, Krogård Skole i Greve, CFU Nordjylland og HTX Grenå m.fl. På Tycho Brahe Planetariet, Orion Planetariet og Steno Museet har de endnu bedre udstyr. I Stjernekammeret har jeg tidsbestilling på hverdage kl. 9.45, mandage og torsdage også kl. 12. Tidsbestilling kan foretages på skolens kontor: 38262300 eller mail ca.bel@ci.kk.dk.

Det nye for mig er at man nu kan bruge en app på sin mobiltelefon så eleverne kan få lignende oplevelser. Hvis det gøres godt, mener jeg at det kan være med til at engagere eleverne. Forfatterne fortæller at denne app også kan bruges til at illustrere mikroskopiske objekter. Så her er også nyheder til naturfag som fx biologi og kemi. Jeg vil også tro at denne app kan bruges til en slags rumlige tegnefilm.

Når man skal vise den aktuelle stjernehimmel fra et bestemt sted på Jorden, vil jeg dog tro at et andet digitalt hjælpemiddel er mere egnet: Alle kan frit downloade programmet Stellarium fra www.stellarium.org. Elever på mellemtrinnet og i udskoling kan styre dette program og finde stjerner og planeter og Månen på himlen set fra et hvilket som helst sted på Jorden. De kan også zoome ind på fx en planet og se den og dens eventuelle måner som om de så i en kæmpekikkert.

Der findes også en god analog måde at vise størrelsesforholdene i Solsystemet. Del fx afstande og diameetre i Solsystemet med 10 mia. Så fremkommer en planetsti som klassen kan gå igennem i en dobbeltlektion. Eleverne kan være i grupper der hver fortæller om en planet. Når man kommer til planetens plads på planetstien, viser gruppen en model i korrekt målestoksforhold mens de viser billeder, videoer og animationer af planeten på deres iPads eller mobiler eller pc'er. Imens fortæller gruppen til klassen om hvad de har fundet af spændende oplysninger om planeten fx på www.rummet.dk.

Med den nye app som er beskrevet i artiklen, er der kommet nye muligheder for at lære og få oplevelser. Disse muligheder vil jeg gerne byde velkommen. Jeg tror at den nye app kan være med til at skabe kreativitet og engagement hos eleverne.

Læs selv artiklen i sidste nummer af MONA for at få en bedre forståelse af den nye måde at undervise på.

Dannelse og digitale teknologier i skolen

– om at se det usete i en pædagogisk praksis



Ole Christensen,
Professionshøjskolen UCC



Steen Søndergaard,
Professionshøjskolen UCC

Kommentar til Majgaard et al.: *“At se det usete – rumlig visualisering af solsystemet med fysiske prototyper og Augmented Reality”*, MONA, 2016-3.

“At se det usete” beskriver et eksempel på anvendelse af Augmented Reality til at understøtte undervisning i solsystemet i en 6. klasse. Der blev i forløbet udviklet en app hvor eleverne kunne se størrelsesforhold og bevægelsesmønstre for planeter i solsystemet. Eleverne og natur/teknologilæreren bidrog aktivt i designprocessen. Vi er blevet bedt om at kommentere artiklen, ikke ud fra et naturvidenskabeligt perspektiv, men i forhold til udvikling af arbejdet med teknologier og medier i folkeskolen som er vores arbejdsområde.

Der er tale om et højteknologisk og fagdidaktisk projekt der giver elever mulighed for at blive undervist i solsystemet i 6. klasse på en ny måde da der her er mulighed for at forbinde den fysiske og virtuelle verden. Der er tillige tale om et produktivt læringsforløb hvor både elever og lærer deltager aktivt i designprocessen samtidig med at nogle forskere og programmører arbejder på at udvikle en app der kan vise planeterne og deres placering i et realistisk størrelsesforhold i et virtuelt rum som vises over børnenes lærebog. Et lignende projekt blev vi præsenteret for da vi sidst i nullet arbejdede sammen med it-universitetet i Budapest hvor de på daværende tidspunkt sendte deres programmørstuderende i praktik i børnehaver og i indskolingen for at de skulle lære hvordan man udvikler gode computerprogrammer til børn. Og der var ingen tvivl om at de programmørstuderende fik et stort udbytte af at lave projekter sammen med børnene.

I denne kommentar vil vi belyse hvorvidt og hvordan eksperimenter som det der er beskrevet i artiklen, kan udfordre den pædagogiske dagsorden i folkeskolen og understøtte udvikling af en mediepædagogisk og almenfaglig platform der kan

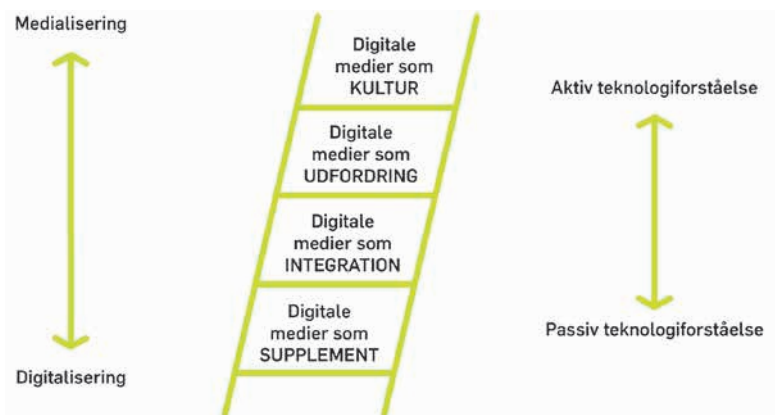
tilbyde nye læringsrum- og former som i langt højere grad er i overensstemmelse med det 21. århundredes kompetencer (The Partnership for 21st Century Skills, 2016; Horizon projekt, 2016).

Udfordringen

Folkeskolen har længe været præget af en teknologi- og medieforståelse hvor teknologier og medier oftest har fungeret som supplement til den eksisterende praksis og kun i mindre omfang har medvirket til at udfordre den pædagogiske dagsorden. Der er blevet indkøbt meget teknologisk isenkram som kun i mindre omfang har medvirket til at udvikle nye læringsrum og -former der har understøttet kreative og innovative læreprocesser, skærpet evnen til kritisk tænkning og problemløsning samt understøttet kommunikation og samarbejde i skolen.

Vi er optaget af hvorvidt og hvordan digitale teknologier både kan understøtte den eksisterende praksis og udfordre den for hermed at give pædagogisk merværdi. Alt for længe har fokus været på digitalisering frem for medialisering. Digitalisering siger blot noget om artefaktens beskaffenhed, mens medialisering belyser medier i et kultur- og læringsperspektiv. Medialiseringsbegrebet har et særligt fokus på kontekst, situerede praksisser og siger noget om mediers potentialer i en konkret brugssituation (affordances). Medialiseringsbegrebet er at betragte som et refleksionsværktøj der skal medtænkes i forbindelse med udvikling af enhver pædagogisk praksis.

I den forbindelse skal der udvikles en professionsfaglig teknologiforståelse der sigter mod at kvalificere valg af teknologier i en konkret praksis. Vi skelner i den forbindelse mellem en passiv og en aktiv teknologiforståelse hvor man med en passiv teknologiforståelse blot betragter teknologier som de fremstår, og anvender dem til det de er designet til. Med en aktiv teknologiforståelse vurderer man hvilke teknologier der kan bruges til at understøtte hvilke dele af læreprocessen. Følgende model illustrerer dette og er vores refleksionsværktøj:



(Christensen & Søndergaard, 2016)

Vi er samtidig optaget af hvorledes kompetenceudviklingen i skolen i langt højere grad skal medtænke at teknologier og medier er kulturkræfter der skal anskues og håndteres i et dannelsesperspektiv. Digitale teknologier og medier er en integreret del af børns og unges hverdagsliv i dag hvilket ikke betyder at alle er i stand til umiddelbart at anvende teknologier og medier reflekteret i en undersøgende og skabende praksis. Man bliver ikke god til at analysere tv bare fordi man ser meget fjernsyn.

Dannelse handler nu til dags om evnen til at håndtere hverdagens kompleksitet samt at kunne omsætte denne evne til handlinger, såvel i fysiske som i virtuelle kontekster, såvel i direkte som i indirekte møder mellem mennesker og i mødet med omverdenen. Digitale teknologier og digital mediebrug bør indgå som en naturlig og integreret del af en moderne dannelsesforestilling.

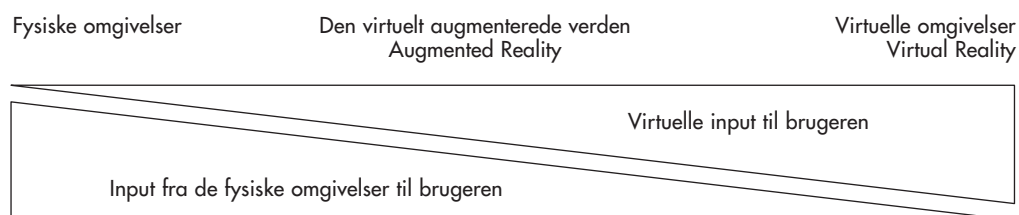
Om at se det usete i en pædagogisk praksis

Først og fremmest må vi erkende at vi med sætningen "om at se det usete" som udgangspunkt har en anden optagethed af hvad digitale teknologier kan bidrage med i forbindelse med udvikling af en pædagogisk praksis. Da vi er optaget af digital teknologibrug der giver pædagogisk merværdi i praksis, og som er usete i og med de er at betragte som kulturfænomener, vil vores optik især være rettet mod at udvikle og håndtere teknologier og medier som en naturlig og integreret del af skoleudviklingen. Ikke som noget særligt der kræver store ressourcer og kun har et udbytte for de få. Vi ser på de digitale teknologier og medier som en ressource vi ikke længere kan komme uden om.

Og alligevel kan vi jo godt se at digitale teknologier også kan have et særligt fagligt og fagdidaktisk sigte der tilbyder faglig indsigt, en anden læring og andre typer læ-

reprocesser. Augmented Reality er et eksempel på dette hvor der anvendes teknologi som kan kombinere data fra den fysiske verden med virtuelle data, og det tilfører læreprocessen en ny dimension eller et nyt lag. Og skulle vi komme med et forslag på et lignende projekt der kan laves på alle skoler uden hjælp fra forskere og programmører, kunne eleverne på samme måde lave modeller af planeter, hænge dem op i meget tynde snore og filme dem med et almindeligt videokamera der bevæges langsomt rundt mens der filmes, for at skabe illusionen af det tredimensionelle. Man kan eventuelt filme det med grøn baggrund der fjernes og udskiftes med et billede fra rummelaget ved hjælp af en green-screen-app. Endelig kan filmklippet så lægges ind i en app som Aurasma der på samme måde som den app der udvikles i projektet, kan genkende et billede og så vise et videoklip. Dette er en simpel form for Augmented Reality som til forskel fra det i artiklen beskrevne projekt har mulighed for at inddrage eleverne i både design- og produktionsprocessen.

Når vi taler om Augmented Reality, er der så tale om en it-drøm eller en ny virkelighed? Eller ser vi blot noget andet og mere end vi tidligere var i stand til at se, i og med vi får et digitalt virtuelt lag oven på? I artiklen illustreres det således:



Figur 1. *Augmented Reality beskrevet som eksisterende i et kontinuum afhængigt af udformningen.*

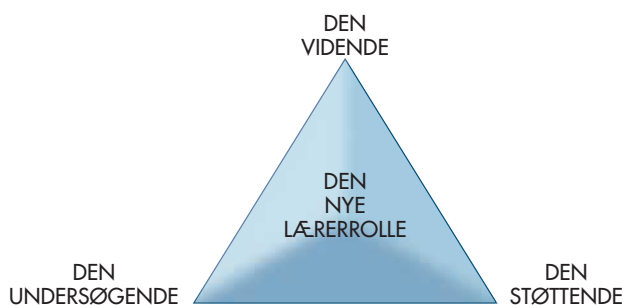
Vi vil ikke her tage stilling til indholdet i det faglige projekt; det er ikke lige vores arbejdsområde. Vi vil derimod sætte fokus på hvilke typer læreprocesser der igangsættes her. Som opregnet i artiklen (s. 28) er der tale om et forsknings- og udviklingsprojekt der rummer et flerfagligt partnerskab, feltforskning samt iterative udviklingsprocesser med børn, lærere og forskere. Vi vil karakterisere dette som et fagfagligt eksperiment der er voksenstyret og med et stramt didaktisk design. Aktiviteterne er i vidt omfang planlagt ud fra fagfaglige mål, og læreprocesserne skal understøtte dette. Fokus for læringsforløbet er udvikling af bestemte design samt udvikling af en forståelsesramme og en begrebsbrug i relation hertil.

I artiklen (s. 38) konkluderes det at Augmented Reality som platform for læreprocesser er egnet til bl.a. at gøre det ikke-synlige synligt, at gøre det fjerne nært, at skalere enten det makroskopiske ned eller det mikroskopiske op så begge størrelsesforhold bliver tilgængelige for en direkte sanseoplevelse, såvel som at simulere rumlige ob-

jekter, illustrere tidlige relationer mellem objekter og at forskyde perspektiver så objekter ses fra nye perspektiver, såsom at stå på Månen og kigge på Jorden. Der er tale om en forførende teknologi der lukker op for nye horisonter og indsigter og giver ny viden på områder vi tidligere ikke kendte til eksistensen af. Augmented Reality er at betragte som en digital læringsressource der betjener sig af digitale læremidler der kan kvalificere det faglige arbejde. Det er der ingen tvivl om. Men læremidler kan og skal ikke stå alene og slet ikke når fokus skal rettes mod udvikling af det 21. århundredes læringskompetencer i skolen. Dermed ønsker vi at belyse vigtigheden af at tænke anvendelsen af digitale ressourcer (herunder digitale læremidler) sammen med udvikling af en mediepædagogisk og mediedidaktisk praksis i skolen.

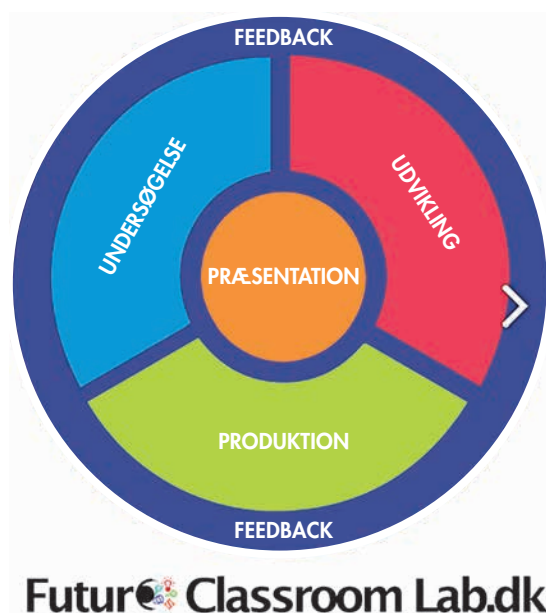
Om at udvikle pædagogisk praksis

Vi er undersøgende på hvorledes digitale teknologier kan understøtte udvikling af bestemte typer læringsrum og læringszoner. Det vil sige hvordan forskellige devices, apps og digitale platforme kan understøtte bestemte dele af læreprocessen, samt hvorledes roller og relationer kan udvikles i relation hertil. Vi arbejder fx med udvikling af eksperimenterende læringsfællesskaber hvor lærere og elever i langt højere grad indgår i undersøgende og eksperimenterede læringsforløb med eleverne i mere udfarende roller og med læreren som facilitator og rammesætter af læreprocessen.



Det er ikke beskrevet i artiklen hvordan læreren indgår i projektet, og hvilken rolle læreren har i forhold til forskere og elever. Vi er optaget af at læreren indtræder i flere roller samtidig i det eksperimenterende læringsfællesskab. Læreren skal fremstå som den vidende der har et forudgående kendskab til både undervisningens mål og stof som læreren er villig til at formidle til eleverne. Samtidig skal læreren fremstå som den støttende der tager ansvar for at rammesætte forløbet og derved sikrer at alle børn får mulighed for at deltage aktivt. Endelig skal læreren fremstå som den undersøgende der på lige fod med eleverne dels er undersøgende på det stof der arbejdes med, og dels er med til at udfolde fællesskabets kultur.

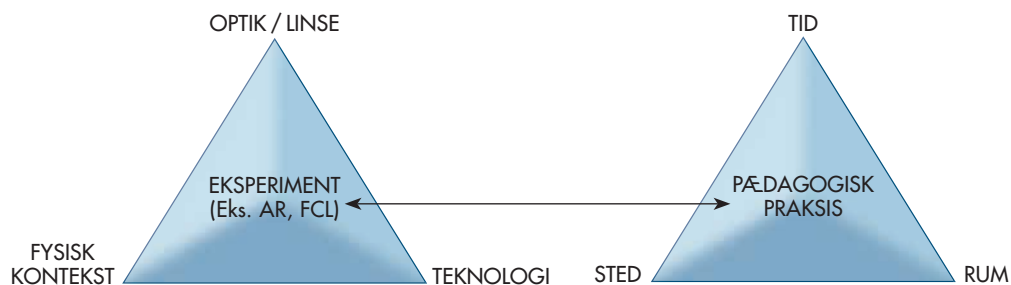
I Professionshøjskolen UCC er der udviklet et Future Classroom Lab, et eksperimentarium, hvor der eksperimenteres med anvendelse af digitale teknologier i forskellige læringskontekster:



(Future Classroom Lab, 2016)

I Future Classroom Lab findes alt fra droner, 3D-printere, Google Cardboard til Lego, pap og papir. Øvelsen går ud på at eksperimenteres med hvordan forskellige typer digitale ressourcer kan indgå i forskellige dele af læreprocessen (undersøgelse, udvikling, produktion, præsentation, feedback), og laboratoriet er designet således at det meget gerne skal tilgodese udvikling af det 21. århundredes læringskompetencer. Studerende og undervisere fra de forskellige uddannelser i UCC arbejder i det eksperimenterende læringsfællesskab i Future Classroom Lab der er at betragte som en læringsressource.

Vi betragter Augmented Reality som en særlig læringsressource, helt på linje med Future Classroom Lab. Begge er former for eksperimenter der tilfører pædagogisk praksis noget nyt, men som ikke i sig selv er pædagogisk praksis. Derimod betragter vi dem som ressourcer der kan bruges til at udfordre eksisterende praksis, og som kræver at de omsættes til en praksisrefleksion. Vi kan illustrere det således:



Både Augmented Reality og Future Classroom Lab tilbyder eksperimenter der fungerer i en fysisk kontekst hvor der indgår digital teknologi. Eksperimenterne rummer en særlig optik eller en linse der formodes at give faglig merværdi. Eksperimenterne er udgangspunkt for en praksisrefleksion og skal omsættes til en given praksis. For tiden er vi optaget af hvorledes eksperimenter kan udfordre eksisterende praksis i relation til tid (analog og digital, synkron og asynkron tid), sted (fysiske og virtuelle steder) og rum (æstetiske og mentale). Vi forestiller os at pædagogiske praksisser på tværs af tid, sted og rum i langt højere grad kan leve op til intentioner i det 21. århundredes læringskompetencer.

Referencer

- Bundsgaard, J. et al. (2014). *Digitale kompetencer – it i danske skoler i et internationalt perspektiv*. Lokaliseret her (01.10.16): http://unipress.dk/media/3525811/9788771248395_digital.pdf.
- Christensen, O. & Søndergaard, S. (2013). Inklusion og undervisningsdifferentiering: Med digitale værktøjer. *Skolen i morgen. Tidsskrift for skoleledere*. 4(16), s. 7-10.
- Christensen, O. & Søndergaard, S. (2014). *Unge og medialiseringen*. I: Johansen & Petersen (red.), *Unge livsvilkår*, s. 68-88. København. Akademisk forlag.
- Christensen, O. & Søndergaard, S. (2016). Dannelse og digitale teknologier i dagtilbud. I: Friis & Østergren-Olsen (red.), *Literacy og læringsmål i dagtilbud og børnehaveklasse*, s. 75-85, Frederikshavn. Dafolo.
- Clark, L.S. (2012). *The Parent App. Understanding Families in the Digital Age*. Oxford: Oxford University Press. <http://www.lynnshofieldclark.com/>.
- Drotner, K. (2016). *Digital dannelse er mere end beskyttelse*. Politiken, 6. august 2016. Lokaliseret her (24.09.16): <http://politiken.dk/debat/ECE3325865/digital-dannelse-er-mere-end-beskyttelse/>.
- Future Classroom Lab. (2016). Lokaliseret her (01.10.16): <http://www.futureclassroomlab.dk/>.
- Gardner, H. & Davis, K. (2013). *The App Generation*. London: Yale University Press.
- Hjarvard, S. (red.). (2016). *Medialisering. Mediernes rolle i social og kulturel forandring*. København: Hans Reitzels Forlag.

Hjarvard, S. (2013). *The Mediatization of Culture and Society*. London and New York: Routledge.

Horizon projektet (2016). Lokaliseret her (01.10.16): <http://www.nmc.org/horizon-project>.

The Partnership for 21st Century Skills (2016). *Framework for 21st Century Learning*. Lokaliseret her (01.10.16): <http://www.p21.org/>.

Gymnasiereformen og udfordringer

– et blik fra gulvet



Jeanette Marie Axelsen,
Vordingborg Gymnasium
og HF

Kommentar til Helle Mathiasen: “Gymnasiereformen og udfordringer”, MONA, 2016-3.

I MONA, nr. 3, årgang 2016 læste jeg en artikel om *Gymnasiereformen og udfordringer* skrevet af Helle Mathiasen fra Institut for Naturfagenes Didaktik ved KU. Artiklen giver et blik på nogle af de tiltag der er i den nye reform, samt nogle af de kommende udfordringer. Men jeg sidder tilbage med en følelse af at jeg ikke er blevet så meget klogere. Der kommer mange bud på hvad der kunne være interessante nye forskningsfelter, men i forhold til at reformen skal presses igennem nu, så gør tidsperspektivet i sig selv en forskningsbaseret tilgang til den nye reform til en umulig opgave. Hvad jeg havde håbet på var konkrete bud på udfordringer og anbefalinger fra en aftagerinstitution som en håndsrækning til gymnasielærerne i matematik og naturvidenskabelige fag, som længe har givet udtryk for de problemstillinger der ligger i den nye reform. Eller bare som input til Matematikkommissionen og læreplansgruppernes arbejde.

Hvis man skal koge artiklen *Gymnasiereformen og udfordringer* ned til få punkter, så kan de sammenfattes til følgende:

- Lærerne bør inddrages i læreplansarbejdet for at implementering vil lykkes.
- Nytænkning af prøve- og evalueringsformer kan med fordel være et didaktisk perspektiv og fundament i læreplansarbejdet.
- Der er et behov for at løfte lærernes didaktiske kompetencer.
- Ledelserne har også et behov for et pædagogisk og didaktisk løft.
- Implementeringen kræver et fagligt, et fagdidaktisk og pædagogisk overskud for ikke at vi skal ende op med en undervisningspraksis uberørt af den nye reform.

Mere konkret hvorfor eller hvordan lærerne bør inddrages, bydes der ikke rigtigt ind med. Det samme kan man sige om de andre punkter. Det er på mange måder ikke punkter man kan være specielt uenig i. Så hvad er egentlig udfordringerne for matematikundervisningen i gymnasiet i den nye reform?

Det faglige løft

Et fagligt løft kan man som akademiker jo ofte glædes ved. Det bliver sjovere at undervise, skulle man tro. I forbindelse med 2005-reformen blev der på mit gymnasium diskuteret faren ved at indføre det tværfaglige arbejde da det ville sænke det faglige niveau idet der gik tid fra fagene til fordel for det tværfaglige. Ligeledes har det større fokus på arbejdet med CAS-værktøjer også på mange måder krævet tid fra undervisningen på bekostning af matematiske emner. Om det faglige niveau er sænket, kan derfor blive en påstand, men jeg konstaterer blot at mange af de emner jeg underviste i da jeg startede som gymnasielærer, dem ser jeg ikke skyggen af i dag. Men eleverne er til gengæld blevet udfordret med at skulle forholde sig til fagernes metoder og reflektere over deres begrænsninger i arbejdet med AT – altså nogle generiske kompetencemål for uddannelsen. I den kommende reform er de generiske kompetencer der skal styrkes og indskrives i fagplanerne, fx de innovative, digitale, globale og karrierekompetencer. Mathiesen påpeger at:

“Litteraturen samt forsknings- og udviklingsprojekter kan fortælle om den svære øvelse som det er at implementere intentionerne om generiske kompetencer i de enkelte fags læreplaner.”

Nu vil man så igen have det faglige niveau løftet, og ud med badevandet ryger AT. Der er såmænd mange gode ting at sige om den sag at AT ryger ud. Ifølge en rapport fra EVA udgivet 2014 hvor man har evalueret AT, er nogle af udfordringerne en større ensartethed i kravene så karaktergivningen kan blive mere ensartet og afspejle en bedre sammenhæng mellem karaktererne og det AT-faglige udbytte hos eleverne. Ligeledes skrives til sidst under opmærksomhedspunkter (EVA-rapport, 2014, s. 63) at: “Det forekommer relevant igen at se på, hvordan AT bidrager til reelle studiekompetencer set fra de studerendes og de videregående uddannelsers perspektiv.” Så man vil hermed slippe for nogle af de udfordringer som AT stadig indeholder.

Men AT har givet anledning til det tværfaglige samarbejde og dermed også til at sætte fx matematik ind i en mere anvendelsesorienteret sammenhæng. Dermed har arbejdet i AT kunnet understøtte den indførelse i læreplanerne i forbindelse med reformen i 2005 at matematik skulle være mere anvendelsesorienteret samt virkelighedsnær. At se sit fag i anvendelse er både spændende og udfordrende og giver

mange gange en ny glæde ved faget. Men hvor man kunne håbe at dette ville give bedre resultater fordi eleverne nu forhåbentlig ville blive mere motiverede, så har vi set hvordan især B-niveauet har lidt under reformen 2005. Ifølge rapporten *Gymnasiets drenge – matematikfagets drenge* (Bagger-Jensen et al., 2011) er det især drengene vi taber. Nu skal vi så til at have næsten alle igennem et B-niveau. Det kan blive interessant al den stund der også i denne reform bliver understreget at vi skal være anvendelsesorienteret. Tanken er jo god nok. Men for mange virker et fag som matematik løsrevet fra al virkelighed, og mange har måske også oplevet matematiklærere der ligefrem har været ligeglade med anvendelsesdelen. Motivationen for mange elever er ofte: "Hvad kan det bruges til?" (se fx Helle Alrø et al., MONA, nr. 2, 2009). Selvom de fleste er enige om at matematik er et vigtigt fag, så er det ikke motivation nok. Matematik har bare den egenskab at det ikke bliver lettere når vi skal anvende faget. Vores elever synes ofte at en matematikopgave hvor man bare skal sætte ind i en formel og finde et resultat, er langt nemmere end at sætte faget ind i en kontekst hvor der skal oversættes mellem et naturligt sprog og et formelt sprog. Det er nemlig svært at gennemskue hvilken matematik der skal anvendes for at svare på spørgsmål fra dagligdagen.

En anden udfordring omkring det faglige løft er så på lærersiden. Da jeg var studerende i 1990'erne, blev bifag ændret til sidefag. Her var der en masse diskussioner om hvorvidt man overhovedet var i stand til at kunne undervise med bare 1½ årsværk. Faglig supplerung ved siden af pædagogikum blev virkeligheden for flere fordi niveauet i gymnasiet fordrede stor og bred faglig viden. Gymnasieskolen bragte i februar 2010 en artikel omkring ansættelsen af en folkeskolelærer som årsvikar på et gymnasium i Vestjylland for at få dækket timerne i matematik. Der blev lagt en plan for efteruddannelse, men som artiklen også skriver, så ville det først efter en længere årrække være muligt at opnå kompetencerne for at undervise i matematik. I denne periode har læreren stadig undervist på gymnasiet i alle sine fag mens efteruddannelsen har fundet sted. Dette er stadig en stigende tendens, og i det mest grelle tilfælde har vi set ansættelser hvor ansættelsen ikke var fulgt op med planer om efteruddannelse. Her har undervisningsministeriet dog afgjort at dette ikke kan være muligt (folkeskolen.dk, august 2016).

Dette er selvfølgelig et udslag af at vi mangler matematiklærere i gymnasieverdenen, og rektorerne er udfordret med timer der skal læses, og ingen eller kun ganske få ansøgere melder sig. Med den nye reform indskrives nu muligheden for at undervise med en professionsbachelor kan få ansættelse inden for matematik og andre naturvidenskabelige fag hvorimod det inden for humaniora og samfundsvidenskabelige fag er som før. Naturligvis. Alle andre faggrupper har rigeligt med kandidater – hvorfor er matematik udfordret? Ifølge Erik Kjær Pedersens oplæg som velkomst til Mød Math på KU i 2015, så er antallet af kandidater med matematik vokset gennem de sidste

mange år. Men de bevæger sig ud på det private jobmarked efterfølgende. Så ligger udfordringen i den prestige eller mangel på samme det er at undervise i gymnasiet? Eller er problemet et helt andet sted? Signalet bliver også at det er forundt alle der har set tilpas meget matematik, at undervise i faget på gymnasialt niveau. Så en diskussion omkring hvor meget det kræver at undervise i matematik på gymnasiet, vil være passende, men sammenholdt med en snak om dannelsen i faget, som Mathiasen også berører. For alt efter hvilket matematiksyn man har, så vil der komme forskellige bud på både fagets indhold samt hvilke faglige kvalifikationer der skal til for at kunne formidle faget på gymnasialt niveau.

Så det faglige løft i gymnasiets matematikundervisning bliver en udfordring og i første omgang for Matematikkommissionen. Man kan så undre sig over, når både forskning og erfaringer tyder på at der ligger nogle modsatrettede udfordringer inden for dette felt, at kommissionen kun har fået 5 møder a 2 timer til at komme med et udspil til læreplansgrupperne. Og disse grupper har ifølge en af deltagerne kun fået 3 arbejdsdage. En evaluering af reformen om nogle år bliver allerede spændende.

Digitale kompetencer

Mathiasen påpeger også lærerkompetencerne som et problem og kalder på et fagligt og didaktisk løft af lærerne. Men hendes påstand rækker videre, for det gælder også lærere med de faglige kvalifikationer i orden. Mathiasen betragter de generiske kompetencer hvor IT-kompetencer er én af dem. Med udviklingen af brugen af CAS op igennem 00'erne har diskussionerne omkring brugen af CAS og den didaktik der bør følge med, været mange og lange. Og flest er diskussionerne omkring eksamensopgaverne. Der har været en række kurser om brugen af Web2.0 i undervisningen, og CMU¹ lancerede for et par år siden et flot tilbud om at få en coach til udvikling af didaktik i forbindelse med brugen af CAS i undervisningen. Tiltag som disse rammer en bestemt gruppe af undervisere og som oftest kun dem der i forvejen tænker IT og CAS didaktisk ind i undervisningen. Kommer det ind i læreplanerne mere specifikt hvilke IT-kompetencer eleverne skal have, som fx at kunne lave simuleringer, så bliver der nok, som Mathiasen også påpeger, behov for et løft. Men en udfordring der først skal løses, bliver at få defineret mere konkret hvad digital dannelse er, og hvad IT-kompetencer dækker over, førend vi kan se på hvilke behov for løft der kræves. Og her ville et bud fra Mathiasen have været godt når nu ikke reformudspillet er så specifikt.

1 CMU er center for Computerbaseret MatematikUndervisning ved KU, <http://cmu.math.ku.dk/>.

Lederløft

Et andet løft som Mathiasen nævner flere gange, er et didaktisk og pædagogisk løft af ledere. Her er der til gengæld tavshed omkring hvorfor og hvor det er ledere bliver udfordret. Set fra mit ståsted er det bl.a. hvordan ledere får sikret lærernes faglige, didaktiske og pædagogiske kvalifikationer og kompetencer, og om lederne er i stand til at skelne mellem de tre ting. Et styreredskab for lederne på mit eget gymnasium er karaktergennemsnit, vores løfteevne og elevtrivselsundersøgelserne. Heldigvis kan vi bryste os af at vi klarer det godt, men skal det fortsætte, kræver det et fastholdt fokus på videreudvikling af lærere samt at give tid og plads til at udforske nye didaktiske tiltag i det små og på skoleplan. På mange skoler i dag er der restriktioner på antallet af efteruddannelsesdage pr. år for den enkelte. Dette begrænser i høj grad den enkelte underviser i faglig og didaktisk udvikling og dermed på lang sigt at kunne løfte mere fagligt. Oven i dette er der med den nye overenskomst i 2013 kommet en udfordring med bl.a. motivation. Vores nyansatte lærere er forundret over hvor meget tid vi bruger på ting der ikke har med undervisningen at gøre, og her ligger der også en udfordring for lederne. For hvad skal der til for at motivere sine lærere? Anerkendelse er et ord der ofte florerer, men at anerkende kan gøres på mange måder, og det skal nok ikke være ved at give de effektive og dygtige lærere mere arbejde som man ofte har set i forbindelse med den praktiske udmøntning af differentieret undervisning hvor dygtige elever blot får flere opgaver fordi de når mere og er så dygtige.

Bogpolitikken på nogle af skolerne får også her en indflydelse. Pressede bogbudgetter har skabt en ny tendens som er forlag der laver flat rate-aftaler med skolerne som går ud på at man for en relativt billig sum får adgang til og binder sig for samtlige digitale udgivelser fra forlaget i alle fag. Dette betyder i praksis at man som underviser dikteres en bestemt lærebog. Men lærebøger er trods alt blot fortolkninger af læreplanerne, og dermed er det ikke givende for undervisningen at undervise kun efter én lærebog. Dette kan også være en demotiverende faktor.

Det kræver en leder med visioner, et blik for sine medarbejdere og et blik for undervisning og hvad det er for en størrelse. Det koster penge og ressourcer at lave god undervisning med et fagligt løft. Så med en presset økonomi fra de kære politikere som nu også kommer med en reform der skal være udgiftsneutral, så kan der ikke komme mange kreative løsninger ud af disse rammer. Og her kunne det måske komme ind at lederne skal efteruddannes så de også bliver klædt på til udfordringerne med den nye reform.

Evaluering

“Nytænkning af prøve- og evalueringsformer kan med fordel blive en ledetråd i det kommende læreplansarbejde.” Således indleder Mathiasen sin artikel, og det er svært at være uenig i denne betragtning. Længere nede i artiklen skriver hun:

“Forskningen viser at der er en klar sammenhæng mellem prøveform og undervisningspraksis, og denne alignment-tilgang er som udgangspunkt vigtig. Udfordringen er at tænke den rette prøveform til de intenderede mål. Hvis prøveformen kun tester en delmængde af de intenderede kompetencemål, vil undervisningspraksis glide i retning af det, der bliver målt på ved eksamen.”

Det ville her være rart med anbefalinger fra en forsker inden for didaktik til at give nogle idéer til hvilke “didaktiske perspektiver” og hvilket “fundament” man passende set fra et forskningsmæssigt synspunkt kunne inddrage i det arbejde der er i fuld gang i kommissionen og lidt senere i læreplansgruppen. Prøve- og evalueringsformer trænger i den grad til et gennemsyn – i øvrigt i en lang række fag – og det er heller ikke ny viden at undervisningen retter sig ind efter eksamen. Så hvordan sikrer vi et fagligt og didaktisk løft gennem arbejdet med læreplanerne?

Matematiklærerforeningen har i 2015 lavet en tænketank som havde til formål i samarbejde med fagkonsulenten i matematik på STX, Bodil Bruun, at tænke nye eksamensformer. Arbejdet er endt ud i forslag til nye prøveformer både mundtligt og skriftligt i matematik på alle tre niveauer. Målet har været at få testet flere af de kompetencer som blev omdrejningspunktet for matematikundervisningen efter Mogens Niss’ KOM-rapport fra 2002 og at få CAS mere meningsfuldt ind ved eksamen. Det kunne have været rart hvis Mathiasen fx havde kigget på disse nye tanker om eksamensformer i matematik for at give et bud på hvorvidt det ville danne udgangspunkt for et didaktisk perspektiv og fundament.

Sammenfatning

Så hvad har vi af udfordringer set her fra gulvet hvor jeg som daglig underviser står? Det er umiddelbart positivt at ville løfte elever fagligt, og som matematiker bør jeg ikke være ked af at de fleste elever skal have faget på mindst B-niveau. Men vi er som samlet gruppe udfordret i forhold til tid på flere planer. Tid til arbejdet for dem der skal lave de nye rammer for den kommende matematikundervisning fordi der ligger en del udfordringer i at skulle lave til dels et fagligt løft, især for et fag som Mat B som har store dumpeprocenter og i særdeleshed blandt drengene, og dels med udfordringer i forhold til lærernes kompetencer. Det kræver tid til implementeringen og udvikling af en didaktik der kan honorere nye krav også med planer om nye eksa-

mens- og evalueringsformer. Og med rekrutteringsproblemerne inden for matematik, så kunne man frygte et større pres på gruppen af matematiklærere. Ligeledes kan en udfordring blive implementeringen og håndteringen fra ledelsesside. Og her tænker jeg både ledelse som rektorerne, men også vores minister. Det er før set, hvordan uddannelsessektorens øverste ledelse har presset ordninger ned over hovedet på dem på gulvet. Men måske bliver flere problemer løst af hele karakterkravssnakken og de mulige konsekvenser som kunne være at færre elever kommer ind på STX.

Referencer

- Alrø, H. et al. (2009). Matematik er noget man bruger til at lave lektier med. *MONA*, 2009(2).
- Bagger-Jensen, C. et al. (2011). *Gymnasiets drenge – matematikfagets drenge*. Rapport fra FoU-projekt, Institut for Naturvidenskabernes Didaktik.
- EVA-rapport om evaluering af almen studieforbereelse. 2014.
- Mathiasen, H. (2016). Gymnasireformen og udfordringer – med fokus på naturfagene og matematik. *MONA*, 2016(3).
- Ravn, K. (2016). Folkeskolelærere kan ikke fastansættes på STX. *Folkeskolen.dk*, august 2016.
- Wissing, L. (2010). Folkeskolelærer i gymnasiet. *Gymnasieskolen*, februar 2010.

Nyheder

I denne sektion bringes nyheder og annonceringer af arrangementer, konferencer mv. af ikke-kommerciel karakter. Redaktionen vurderer indsendte forslag, bl.a. ud fra deres relevans for MONA's læsere.

Master i science-undervisning – tilmelding til enkeltfag i foråret 2017

Vil du udvikle din undervisningspraksis med afsæt i den nyeste naturfagsdidaktiske forskning?

Du har nu mulighed for at tilmelde dig forårets kurser på Master i scienceundervisning. Hele uddannelsen er et forløb over 3 år, men kurserne kan også læses som enkeltfag. I foråret 2017 udbydes følgende kurser:

- Kursus 3: Undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning
- Kursus 4: Motivation, relevans og undervisning
- Kursus 7: Forandringsagent

Tilmeldingsfrist for kursus 3 og 7 er den 12. december 2016.

Masteruddannelsen retter sig primært mod undervisere i naturvidenskabelige fag på de gymnasiale uddannelser, men kan også være relevant for andre, som underviser i og formidler naturvidenskab. Uddannelsen udbydes i et samarbejde mellem Aarhus Universitet og Københavns Universitet. Undervisningen

varetages primært af Institut for Naturfagenes Didaktik på KU.

Læs mere om uddannelsen og tilmelding på hjemmesiden: <http://www.ind.ku.dk/misu>

Kontakt Christine Holm, holm@ind.ku.dk, for spørgsmål vedrørende Master i scienceundervisning.

Den 45. NERA kongres afholdes i marts 2017 i København

Nordisk Educational Research Association (NERA) holder sin 45. kongres på Aalborg Universitets København campus den 23.-25. marts 2017. Temaet for konferencen er:

Læring og uddannelse – materielle forhold og konsekvenser.

De materielle betingelser for uddannelse, pædagogik og læring er under væsentlige ændringer. Nye teknologier, materialer og metoder dukker op og har mange konsekvenser for pædagogik, undervisning og læring.

Se mere om kongressen på <http://nera2017.org/>

