

MONIA

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



AARHUS
UNIVERSITET



SYDDANSK UNIVERSITET

DTU



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2018-3

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 Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet og Danske Science Gymnasier.

Redaktion

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

Redaktionskomité

Carl P. Knudsen, Danske Science Gymnasier
Jan Sølberg, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Martin Niss, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet
Morten Rask Petersen, UC Lillebælt, Anvendt forskning i pædagogik og samfund
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 per mail, 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 (dobbelblindt).

Abonnement

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

Produktionsplan

Planen kan altid findes på <http://www.ind.ku.dk/mona/produktion/>
MONA 2018-4 udkommer 5. december 2018.
Deadline for indsendelse af artikler hertil: 18. august 2018.
Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 25. september 2018
MONA 2019-1 udkommer 7. marts 2019.
Deadline for indsendelse af artikler hertil: 13. november 2018.
Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 4. januar 2019.
MONA 2019-2 udkommer 6. juni 2019
Deadline for indsendelse af artikler hertil: 13. februar 2019
Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 5. april 2019

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

ISSN: 1604-8628. © MONA 2018. Citat kun med tydelig kildeangivelse

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 FYMA – om integration af to fag
Brian Krog Christensen
- 25 Citizen science engagerer børn i naturvidenskab
Julie Koch Sheard, Nana Quistgaard, Robert R. Dunn og Anders P. Tøttrup
- 41 Praksisopgaven som led i kompetenceløft i undervisningsfaget matematik
Lisbeth Lunde Frederiksen, Karen Drejer og Lóa Björk Jóelsdóttir
- 61 Hvordan kan matematiklæreres refleksionssamtaler om undervisningspraksis karakteriseres?
Charlotte Krog Skott, Heidi Kristiansen og Eva Rønn
- 80 **Kommentarer**
- 81 En overgang eller et skift?
Kristina Steen Dalgaard og Mette S. Christensen
- 88 Erfaringer med træning af symbolforståelse
Jingyu She
- 93 Lektionsstudier i en dansk kontekst
Charlotte Ormstrup og Rigmor Olesen
- 97 Det vanskelige kompetencebegreb
Elzebeth Wøhlk
- 103 **Litteratur**
- 104 En vigtig og længe ventet bog om fysik/kemi-undervisningens hvad, hvorfor og hvordan
Karin Lilius
- 107 **Nyheder**

Fra redaktionen

Hvad skal undervisere inden for matematik og naturfagene kunne? Flere af teksterne i dette nummer berører dette spørgsmål, dog fra meget forskellige vinkler. På MONA vil vi gerne sætte fokus på lærerroller og lærerkompetencer i matematik og naturfagene, og derfor har vi valgt at vores temaspor på BIGBANG-konferencen 2.-3. april 2019 skal have dette tema: *Lærerkompetencer nu og de kommende år*. Hvis du ønsker at bidrage med oplæg eller workshop på konferencen, er det her i september du skal indsende dit forslag. Se mere på www.bigbangkonferencen.dk og bagerst i dette nummer under 'Nyheder'.

Så til dette nummers fire artikler:

I vores første artikel, Brian Krog Christensens *FYMA – om integration af to fag* beskrives et forsøg på Silkeborg Gymnasium hvor den obligatoriske undervisning i de to fag fysik C og matematik C har været afviklet som et to-årigt undervisningsforløb i ét fag benævnt FYMA. Projektet viser at elevernes interesse for samt holdning og selvoplevede kompetence i forhold til fysik og matematik udvikler sig i positiv retning gennem perioden med fagintegration, og at eleverne foretrækker fagintegreret undervisning frem for separate fag. Desuden er der klare indikationer på et øget læringsudbytte gennem fagintegration sammenlignet med undervisning i adskilte fag.

Den anden artikel med titlen *Citizen science engagerer børn i naturvidenskab* af Julie Koch Sheard, Nana Quistgaard, Robert R. Dunn og Anders P. Tøttrup beskæftiger sig med 'citizen science', dvs. med naturvidenskabelig forskning hvor almindelige mennesker bidrager ved at indsamle data til et forskningsprojekt. Her er det *Myrejagten* som er blevet udviklet på Statens Naturvidenskabelige Museum for at undersøge hvordan arter påvirkes af ændringer i nærmiljøet, men at gøre det ved at få børnefamilier til at indsamle data om myrer – og samtidig også få indsigt i børnefamiliers motivation for og oplevelse af at deltage i sådan et projekt. Projektevalueringen viste at *Myrejagten*, ud over at generere værdifulde data til forskningen, har motiveret børnefamilier ved at give dem meningsfuldt samvær i familien, ny viden om naturen og naturvidenskabelige arbejdsmetoder, anerkendelse samt glæde ved at bidrage til forskning.

Den tredje artikel er om *praksisopgaver*, dvs. opgaver for lærere under efter/vide-reuddannelse (eller for lærerstuderende) hvor praksis og praksiserfaringer spiller en central rolle i udførelsen af opgaven, og hvor læreprocessen i praksis er i centrum. Det er Lisbeth Lunde Frederiksen, Karen Drejer og Lóa Björk Jóelsdóttirs *Praksisopgaven som led i kompetenceløft i undervisningsfaget matematik*. Her præsenteres nogle designprincipper for praksisopgaver i matematik der kan bidrage til optimal læring og vedvarende ændringer i praksis, og som endvidere kan understøtte lærernes "aktive

konstruktionsproces og deres dialogiske behandling af et stof i en bestemt kontekst". Principperne har netop fokus på *praksiserfaringer* og på at holde læreprocessen i centrum i praksis. Artiklen indeholder også et eksempel på anvendelse af de udviklede designprincipper.

I den fjerde artikel, Charlotte Krog Skott, Heidi Kristiansen og Eva Rønns *Hvordan kan matematiklæreres refleksionssamtaler om undervisningspraksis karakteriseres?*, befinder vi os på et beslægtet felt. Med udgangspunkt i at refleksion over undervisning er centralt i nye former for lærersamarbejder hvor lærere udforsker egen og andres praksis (som fx lektionsstudier), bestræber artiklen sig på at *karakterisere* indholdet af fagdidaktiske samtaler når danske matematiklærere reflekterer over deres observationer af praksis. Den foretagne analyse er inspireret af en japansk diskursmodel, her videreudvikler til en model der gør det muligt at indfange bredden og variationerne i samtalerne set som helheder. To refleksionsformer viser sig at dominere: beskrivende og problemløsende refleksioner. Artiklen foreslår lærere og andre at bruge modellen som redskab til at diskutere og udvikle kvalitet i refleksionssamtaler om matematikundervisning og -læring.

I kommentarsektionen bringer vi først to kommentarer til artiklen af Marit Hvalsøe Schou i sidste nr. af MONA, *Hvad sker der i matematikundervisningen? Om overgangen fra grundskole til gymnasium – den første kommentar har titlen En overgang eller et skift?* og er af Kristina Steen Dalgaard, og Mette S. Christensen. Den anden kommentar hedder *Erfaringer med træning af symbolforståelse* og er skrevet af Jingyu She. Dernæst kommer en kommentar til Jørgen Haagen Petersen, Karin Marianne Lilius og Rene B. Christiansens artikel "*Når man er tvunget ud i det, så er det jo egentlig meget godt*", og den har titlen *Lektionsstudier i en dansk kontekst* og er af Charlotte Ormstrup, VIA UC, og Rigmor Olesen. Den sidste kommentar er til Steffen Elmoses artikel *Naturfaglig kompetence i ministeriets udlægning – Kan læreren bruge begrebet som målkategori?* Den har titlen *Det vanskelige kompetencebegreb* og er forfattet af Elzebeth Wøhlk.

Karin Lilius har skrevet en boganmeldelse af Peter Norrild og Martin Sillasens *Fysik/kemididaktik – Læring og undervisning*, (Hans Reitzels Forlag, 2017), og den har titlen *En vigtig og længe ventet bog om fysik/kemi -undervisningens hvad, hvorfor og hvordan*.

På forårets BIGBANG-konferencen var MONA-sporets tema *Tværfaglighed og faglighed*: Hvad er tværfaglighed i naturvidenskab, i skolen og på gymnasiet? Hvordan kan vi integrere fagene, uden at fagene forsvinder? Hvad er erfaringerne med fælles prøver, projekter og nye fagbeskrivelser i naturfagene? Og hvad med samarbejdet med matematik – er det, som det skal være? På baggrund af de afholdte oplæg og workshoper på konferencen er vi ved at udarbejde et spændende temanummer som udkommer til december.

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

FYMA – om integration af to fag



Brian Krog Christensen,
Silkeborg Gymnasium

Abstract: I 2014-2018 har Silkeborg Gymnasium afviklet et forsøg, hvor den obligatoriske undervisning i fysik C og matematik C i syv studieretningsklasser har været afviklet som et toårigt undervisningsforløb i ét fag benævnt fyma. Forsøget er evalueret vha. spørgeskemaundersøgelser blandt de involverede elever og lærere samt gennem analyse af de faglige resultater. Udviklingsprojektet viser, at elevernes interesse for samt holdning og selvoplevede kompetence i forhold til fysik og matematik gennemgår en positiv udvikling gennem perioden med fagintegration, og at eleverne foretrækker fagintegreret undervisning frem for separate fag. Desuden er der klare indikationer på øget læringsudbytte gennem fagintegration sammenlignet med undervisning i adskilte fag.

Gennem fire skoleår i perioden fra 2014-15 til 2017-18 har fagene fysik C og matematik C for syv studieretningsklasser på Silkeborg Gymnasium som et forsøg været afviklet som et toårigt undervisningsforløb i ét integreret fag, fyma. Dvs. i stedet for at have matematik C i 1. g og fysik C i 2. g har eleverne haft fyma i både 1. g og 2. g. Forsøget blev iværksat i de sidste år forud for den seneste gymnasireform hvor Undervisningsministeriet muliggjorde undersøgelser af potentialerne ved andre former for undervisningsorganisation end de traditionelle. Undervisningsministeriets fagkonsulenter i fysik og matematik har i samarbejde med Silkeborg Gymnasium sammenskrevet læreplanerne for de to fag og beskrevet en eksamensordning for fyma der afspejler den fagintegrerede undervisning.

De væsentligste årsager til iværksættelse af forsøget med integration af fysik og matematik var:

1. At en ikke ubetydelig del af de elever der vælger studieretninger med matematik og fysik på det laveste niveau, i forbindelse med matematik C-undervisningen i 1. g oplever faget som temmeligt abstrakt og spørger: *Hvad skal vi egentlig bruge det her til?* Når de samme elever har fysik C i 2. g, hvor der med fordel kan trækkes på matematik C-kompetencerne fra 1. g, kniber det for en del elever at bringe grundlæggende færdigheder i spil.

En ikke ubetydelig andel af eleverne på Silkeborg Gymnasium er såkaldt gymnasiefremmede, dvs. ingen af forældrene har taget en gymnasial uddannelse. Ulriksen fremhæver at det for elever med en gymnasiefremmed baggrund er særlig vigtigt at opleve relevans i undervisningen:

“Et væsentligt element er at give begrundelser for indholdet: hvorfor skal man overhovedet lære det her?” (Ulriksen, 2009, s. 203).

“Et væsentligt punkt er altså at eksplicitere målet med den konkrete opgave, dvs. hvad meningen er med arbejdet, og f.eks. hvordan sammenhængen er med andre fag” (Ulriksen, 2009, s. 205).

2. At man ved integration af fagene kan forvente en synergieffekt der medfører en styrkelse af elevernes faglige kompetencer. I fysik får man meget hurtigt brug for matematik, fx til kvantitative analyser i forbindelse med eksperimentelle undersøgelser osv. Men læreplanen for fysik C sigter mod almendannelse af eleverne og er forfattet med kendskab til ovennævnte udfordring i forhold til matematikkompetencer, og bl.a. derfor er brugen af matematik meget forståeligt nedtonet. Men ved i en tværfaglig sammenhæng løbende at bringe de matematikkompetencer i spil som eleverne erhverver i forbindelse med matematik C, var forventningen at man kunne nå dybere ned i fysikken samtidig med at eleverne reelt bliver bedre til matematik gennem en øget anvendelse af matematiske færdigheder. Dette er i god overensstemmelse med at der i læreplanen for matematik C lægges vægt på en eksperimenterende tilgang til problemstillinger, og på at hovedvægten af undervisningen skal være orienteret mod anvendelse af matematik, og en betydelig del af undervisningen skal tilrettelægges som projektforsøg eller med udgangspunkt i temaopgaver (Undervisningsministeriet, 2013c). I den forbindelse kan fysik C byde ind med temaer, eksperimentelle data mv.
3. At man gennem fyma har mulighed for og kan have en forhåbning om at drage nytte af en række kendte fordele ved tværfaglig undervisning (Schnack, 1997): Tværfaglig undervisning kan være særlig *motiverende* ved at muliggøre en mere dækkende behandling af et virkelighedsrelevant tema. Desuden kan det tværfaglige arbejde *reducere stoftrængslen* ved at udnytte overlap mellem fagene mht. kompetencemål mv. Dertil kommer at den tværfaglige undervisning har potentiale til at *skabe sammenhæng* i et gymnasieforsøg præget af faglig og skemamæssig fraktionering – bl.a. ved at eleverne anvender deres viden i funktionelle sammenhænge. Derved *fremmes elevernes dannelse* idet eleverne får bedre mulighed for at gøre erfaringer med selv at undersøge forhold og en øget mulighed for at lære

at virkelighedens problemer kan anskues fra forskellige synsvinkler. Dette kan fremme kritisk tænkning og metarefleksion gennem et skærpet blik for anvendelsen af forskellige faglige tilgange således at eleverne bliver mere bevidste om forskellige måder hvorpå man kan blive klogere. Virkelighedens problemstillinger kalder ofte på flere fag, og derfor kan det være lettere at tage udgangspunkt i virkelige problemstillinger i en tværfaglig sammenhæng. Udnyttelsen af en styrket kobling mellem fag og virkelighed ved tværfaglig undervisning er som nævnt særlig væsentlig for såkaldt gymnasiefremmede elever (Ulriksen, 2009). Fordelen ved kobling af fagområder betones da også i Undervisningsministeriets seneste undervisningsvejledning for matematik:

“Det er motiverende for de fleste elever at opdage, at matematikken kan bringes i anvendelse. Derfor er det helt centralt, især på C- og B-niveau, at have blik for og udpege over for eleverne, hvor de forskellige dele af det faglige stof bringes i spil i nye kontekster” (Undervisningsministeriet, 2017, s. 27).

Michelsen og Iversen beskriver anledningen til fagligt samspil mellem matematik og andre fag således:

“De traditionelle grænser mellem fagene i gymnasieskolen afspejler langt fra matematikkens rolle i den moderne interdisciplinære videnskabelige virksomhed og anvendeligheden af matematik i praksis” (Michelsen, 2009, s. 23).

4. At der før indførelsen af studieretninger i forbindelse med 2005-gymnasireformen var meget gode erfaringer med faget naturfag som for de sproglige studenter udgjorde en obligatorisk, fagintegreret undervisning i matematik, fysik og kemi på et fagligt niveau der nogenlunde svarede til fysik C, kemi C og matematik C.
5. At et toårigt fyma-forløb i modsætning til et ellers etårigt matematikforløb i 1. g giver mulighed for at der også ved udvikling af elevernes matematikkompetencer kan drages fordel af den øgede modenhed som eleverne typisk udvikler i løbet af 2. g både mht. almene studiekompetencer og personligt. Samtidig giver et toårigt forløb et bedre grundlag for etablering af en god lærer-elev-relation der kan medvirke til at nedbryde den skepsis over for fysik og matematik hvormed nogle elever møder gymnasiet.
6. At der på gymnasiet er en hel del lærere med undervisningskompetence i både fysik og matematik hvoraf nogle har lyst til at undersøge potentialerne af ovennævnte punkter som problemfrit kan veksle mellem de to fag.

7. At etablering af et tæt fagligt samspil mellem matematik og fysik harmonerer med anbefalinger i flere internationale (Berlin, 2005) og danske rapporter om mulighederne for at styrke STEM-fagene, fx rapporten *Et fælles løft* udarbejdet af en arbejdsgruppe nedsat af Undervisningsministeriet:

“Der er... gode eksempler på nye uddannelsesstilbud, som kombinerer to eller tre af (de) klassiske fagligheder, en udvikling som spås at accelerere fremover” (Andersen, 2008, s. 16).

Silkeborg Gymnasium har en intention om at medvirke til at styrke fagligheden og interessen i forhold til STEM-fagene, og der er en interesse for at undersøge om de påståede fordele ved tværfaglighed kan konstateres i forbindelse med en afprøvning i en dansk gymnasiesammenhæng.

Evalueringsmetode

Forsøget med fyma er blevet evalueret ved at eleverne i seks af de syv forsøgsklasser anonymt har besvaret to spørgeskemaer. Det første spørgeskema blev besvaret helt i begyndelsen af studieretningsforløbet hvor fyma-undervisningen blev iværksat, og det har fungeret som en forundersøgelse der bruges til at afdække elevernes forventninger til og tanker om det forestående fagintegrerede forløb. De samme seks klasser har halvandet år senere, altså umiddelbart før afslutningen af 2. g, besvaret et spørgeskema der har til formål at evaluere forløbet. Der har været henholdsvis 152 og 142 respondenter i de to spørgeskemaundersøgelser svarende til svarfrekvenser på henholdsvis 82 % og 88 % i forhold til antallet af elever i de seks klasser på undersøgelsestidspunkterne. Desuden har alle de fem lærere der har undervist et eller to fyma-hold i forsøgsperioden, gennem et spørgeskema karakteriseret forløbet og vurderet udbyttet heraf. Endelig er der foretaget en sammenligning mellem standpunktsskaraktererne i fyma samt henholdsvis matematik C og fysik C for klasser med samme studieretning som nogle af fyma-klasserne.

Hvordan fagintegration?

Forskning viser at det er meget lærerafhængigt hvordan en intenderet integration af to eller flere fag praktiseres:

“STEM-læreres gennemførelse af integrerende tilgange afhænger i høj grad af deres ipersonlige holdninger hvad angår accept af en ny undervisningsmetode, deres indstilling til en integrerende tilgang, skole-sammenhængen, afviklingsforhold osv.” (Becker, 2011, s. 24).

Desuden har det vist sig at en praktisk integration af fag ofte begrænses hvis underviserne ikke har både faglig og pædagogisk-didaktisk viden om begge fag (Kurt, 2013). Derfor er det befordrende for det aktuelle udviklingsarbejde at fyma-underviserne har meldt sig frivilligt til forsøget, og at de har undervisningskompetence i både matematik og fysik.

Men hvad skal man forstå ved integration af fagene? Svaret herpå udtrykkes til dels gennem forsøgslæreplanen for fyma hvor målene for fysik C og matematik C er sammenskrevet. For eksempel er nogle af målene i læreplanerne for fysik C og matematik C beskrevet således:

“Eleverne skal kende og kunne anvende enkle modeller, som kvalitativt eller kvantitativt kan forklare forskellige fysiske fænomener” (Undervisningsministeriet, 2013b, fysik C).

“Eleverne skal kunne anvende variabelsammenhænge i modellering af givne data, kunne foretage fremskrivninger og forholde sig reflekterende til disse samt til rækkevidde af modellerne” (Undervisningsministeriet, 2013c, matematik C).

I forsøgslæreplanen for fyma sammenfattes ovenstående mål bl.a. gennem målformuleringen:

“Eleverne skal kunne anvende simple modeller til beskrivelse af et givet datamateriale samt af forskellige fysiske fænomener og kunne forholde sig reflekterende til rækkevidden af modellerne” (Undervisningsministeriet, 2013a, fyma).

Undervisningen i fyma planlægges således efter nogle fagintegrerede mål der jævnfør eksemplet ovenfor harmonerer ganske fint med målene for de enkelte fag. Men kernestoffet for de to fag skal stadig dækkes, så hvordan håndteres fagintegrationen i praksis? Der findes ikke i litteraturen en almindelig accepteret definition af integration mellem fysik og matematik hvilket til dels afspejler at der ikke findes en veldefineret grænse mellem de to fag (Lederman, 1997, s. 57).

Loning opererer med følgende kategorisering af undervisningen (Loning, 1997):

1. Uafhængig matematik.
2. Matematikfokus hvor fysikbegreber anvendes til at støtte matematikbegreber.
3. Balanceret matematik og fysik hvor begreberne fra fysik og matematik integreres.
4. Fysikfokus hvor matematikbegreber anvendes for at støtte fysikbegreber.
5. Uafhængig fysik.

I fyma-forsøget har det mht. undervisningspraksis været op til de enkelte undervisere at sammentænke fagene. Der har således ikke været en bestemt model for

undervisningen som er blevet fulgt på de syv fyma-hold. Det betyder at det i forhold til Lonings kategorisering har været muligt for lærerne at veksle mellem forskellige grader af fagligt samspil. Lærerne har baseret på et indgående kendskab til begge fag gjort det der for dem føles mest naturligt. Eleverne har typisk ikke fået at vide at nu arbejder vi med noget der er mest fysik, osv. For eleverne har det 'bare' været fyma-undervisning. Men selvom det ikke har været et mål i sig selv, har eleverne naturligvis været i stand til at sammenkoble en række af undervisningsaktiviteterne med enten fysik eller matematik. Hvis man kigger på de enkelte delopgaver, undersøgelser og tekster som eleverne har arbejdet med i fyma, så vil stort set alle aktiviteterne kunne genfindes i undervisningen i fysik C eller matematik C. Forskellen er 'blot' at de faglige aktiviteter fra de to fag kombineres og foregår i en anden ramme.

Lærerevalueringen viser at de fem undervisere har afviklet forløb der dækker over alle Lonings kategorier idet hovedvægten har været på kategorierne 2, 3 og 4. Det typiske har således været at der ikke er blevet lagt vægt på 'rene' fysik- eller matematikforløb. To af lærerne beskriver praksis således:

"Typisk integreres fagene ved, at man har et fysikfagligt tema, der med fordel kan behandles efter indførelse af en række matematiske begreber. Når matematikken er på plads, kan den så anvendes til databehandling, løsning af opgaver mv." (Lærer 3).

"Jeg har ikke ofte introduceret nye begreber i både matematik og fysik på samme tid – men haft noget nyt i det ene fag og så udvidet eller gentaget tidligere materiale fra det andet fag" (Lærer 5).

Eksempel på fagintegreret undervisningsforløb

For at give et indtryk af undervisningens karakter skitseres her et eksempel på et undervisningsforløb der er gennemført i anden halvdel af 2. g i flere af fyma-klasserne. Der er tale om et IBSE-inspireret projektforsløb (IBSE: Inquiry Based Science Education) om modellering med en åben problemstilling der behandles i selvvalgte grupper.

Eleverne blev indledningsvist præsenteret for de overordnede mål for projektet:

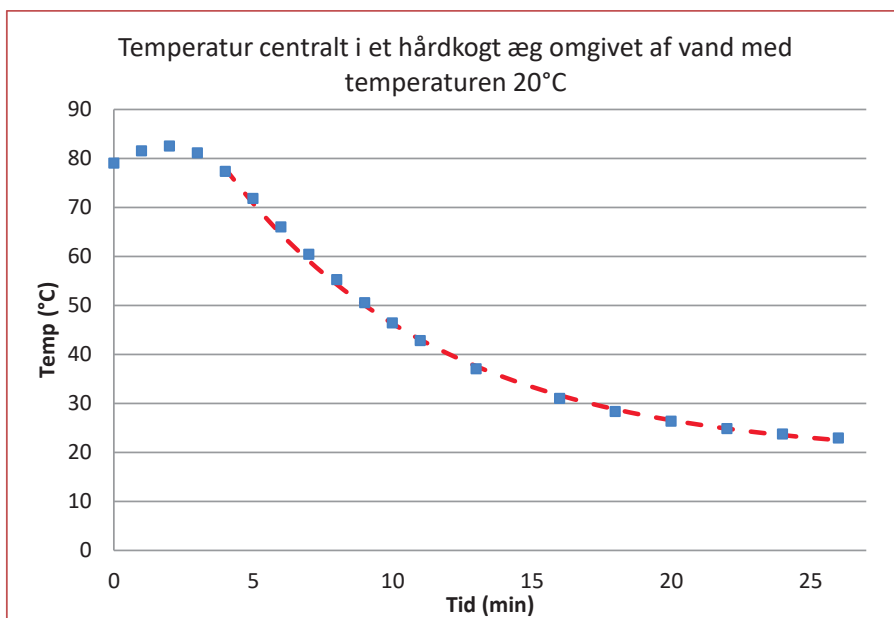
- At øve praktisk anvendelse af matematisk modellering
- At videreudvikle evnen til selvstændigt arbejde med dataindsamling, fx eksperimentelt arbejde
- At formidle arbejdet med dataindsamling, analyse og resultaterne heraf med et korrekt brug af fagbegreber så resten af klassen forstår det.

Projektet rummede for hver elevgruppe to praktiske undersøgelser der altså afslutningsvis skulle formidles til klassen. Oplægget til den ene undersøgelse lød:

- Find to størrelser som I formoder har en sammenhæng.
- Opstil en hypotese for den forventede sammenhæng.
- Foretag dernæst en indsamling af data, og undersøg om der er en sammenhæng som I kan beskrive matematisk.
- Kan I forklare hvorfor der er den fundne sammenhæng?
- Hvilke forudsigelser kan der laves vha. en eventuel matematisk model?
- Hvilke begrænsninger har en eventuel matematisk model?

Én af elevgrupperne valgte at arbejde med følgende problemformulering: Hvordan udvikler temperaturen i midten af et hårdkogt æg sig når ægget er taget op af kogende vand?

Baseret på erfaringer fra 1. g hvor eleverne i forbindelse med arbejde med energiforhold havde lavet en opgave der handlede om afkøling af te, havde eleverne en hypotese om at temperaturforskellen mellem det centrale af ægget og omgivelserne ville aftage eksponentielt. Gruppen gennemførte undersøgelser hvor ægget blev overført til koldt vand, og hvor ægget blev placeret i et æggebæger. Resultatet af det ene forsøg fremgår af figur 1 hvor den røde kurve viser at temperaturforskellen i tidsintervallet 4-27 minutter kan beskrives med en eksponentiel udvikling.



Figur 1. Udvikling af temperaturen i midten af et hårdkogt æg der anbringes i vand med temperaturen 20 °C. Den røde kurve angiver en eksponentiel model der efter fire minutter kan beskrive udviklingen i temperaturforskellen mellem ægget og vandet.

I forbindelse med den foreliggende undersøgelse kunne man sammen med eleverne (alt afhængigt af elevernes faglige niveau) overveje en lang række spørgsmål hvis besvarelse trækker på og udvikler såvel matematik- som fysikkompetencer:

- Hvorfor stiger temperaturen i midten af ægget de første minutter efter at ægget er taget op af det kogende vand, i stedet for at aftage i overensstemmelse med elevernes hypotese?
- Hvorfor ændrer væksthastigheden sig som på figur 1?
- Hvor lang tid skal man vente hvis man gerne vil spise sit æg når temperaturen i midten er 65°C hvilket tidsrum giver det mon mening at anvende den fundne matematiske model, og hvor godt vil modellen virke i forhold til andre æg?
- Kan vi ud fra måleresultaterne estimere den effekt hvormed æggeblommen udveksler varme med omgivelserne?

Betydning af fagintegrationen

Hvilken betydning har fagintegration mellem matematik og fysik for elevernes læring, interesse for fagene og holdning til at sammentænke fagene som i fyma? Svarene på de forskellige kategorier i det spørgsmål er givetvis ikke uafhængige af hinanden, for hvis man gennem fagligt samspil kan øge elevernes interesse og oplevelsen af relevans, vil en øget motivation kunne fremme såvel læring som en positiv vurdering af netop det faglige samspil.

Ifølge Honey foreligger der ikke en tilstrækkelig omfattende og passende designet forskning i effekten af integreret scienceundervisning i forhold til elevers eksamensresultater, evne til problemløsning, evne til at kombinere forskellige faglige domæner mv. til at man med stor sikkerhed kan konkludere vedrørende effekten af en fagintegreret tilgang. Honey konstaterer dog at der findes nogle veludvalgte studier der tillader foreløbigt at konkludere at undersøgelser peger i retning af at integration kan føre til forbedret begrebsindlæring i fagene, men at effekten afhænger af både karakteren af fagintegrationen, elevernes forudsætninger og parametrene hvorpå der måles ved vurdering af udkommet af integrationen. Honey konstaterer at de fleste studier i STEM-læring betragter fagene enkeltvis og ikke måler de studerendes evne til at kombinere fagene eller mere overordnede kompetencer, fx generel problemløsning. Læringen måles således ofte med standardtests der ikke effektivt afdækker det fulde spektrum af læring der opnås ved fagintegration (Honey, 2014, s. 53).

Flere undersøgelser viser dog at fagintegration giver et positivt udbytte idet Kurt fx konstaterer: *"Empiriske undersøgelser der analyserer effektiviteten af det integrerede science-matematik program, viser at det integrerede program har positive effekter"* (Kurt, 2013) (red. oversættelse). Hurley har lavet en meta-analyse af 31 undersøgelser af læringsudbyttet af integreret science og matematik som bl.a. alle opererer med

kontrolgrupper og tilstrækkelig data til at beregne en effektstørrelse til sammenligning af læringsudbyttet. I undersøgelsen indgår forsøg med fagintegration på mange uddannelsesniveauer, men flest i "high school". Undersøgelsen viser en positiv effekt af integrationen svarende til en effektstørrelse på cirka 0,3 hvilket må betegnes som en lille værdi. Undersøgelsen indikerer at der er en lidt større læringsgevinst for naturfag end for matematik (Hurley, 1999). I en del studier skelner man ikke mellem de forskellige naturfag når effekten af integration med matematik analyseres. Fysik kan formodentlig karakteriseres som det af naturfagene der i videst omfang trækker på matematikkompetencer, og som derfor i særlig grad kan bidrage til udvikling af disse. Historisk har de to fag jo også udviklet sig i en tæt gensidig vekselvirkning der på visse områder gør det svært at skelne mellem de to fag. Dermed kan der måske forventes en lidt større læringseffekt ved fysik-matematik-samspillet i fyma end ved samspil mellem matematik og andre naturfag.

Ifølge Becker medfører integration af matematik i naturfagsundervisning en mulighed for at styrke elevernes oplevelse af matematikkens relevans:

"Integration af matematik med science, teknologi og engineering (STE) udstyrer elever med sammenhæng hvori de kan danne meningsfulde forbindelser mellem matematik og STE-fag. Matematik er allerede til stede i STE og integrerende tilgange kan bygge bro mellem abstrakte matematikbegreber og praksis i STE (Becker, 2011, s. 25) (red. oversættelse).

Berlin og White udtrykker holdningspåvirkningen og muligheden for at øge elevernes tro på egen formåen således:

"Elevmotivation til at mestre kan fremmes gennem integrerede science-matematik erfaringer baseret på personlige og sociale emnekredse og interesser. Involvering i denne slags oplevelser kan også bidrage til at opmuntre, støtte og nære elev-tillid til egne evner (dvs. self-efficacy) til at håndtere science og matematik" (Berlin, 1994, s. 4) (red. oversættelse).

Hvis man gennem fagintegration kan fremme elevernes forventninger til at klare kommende faglige opgaver, altså styrke elevernes *self-efficacy* (Bandura, 2016), kan det have en betydelig effekt på læringen:

"Oplevet self-efficacy er ... den enkeltfaktor som korrelerer bedst med elevernes læringsudbytte. De to faktorer påvirkes af hinanden; elevernes faglige dygtighed har indflydelse på deres self-efficacy og omvendt. Den gensidige indflydelse foregår som led i en iterativ proces hvor elevens vurdering af egen formåen efterhånden bliver mere og mere realistisk" (Andresen, 2017, s. 13).

En del elever kommer på gymnasiet med den opfattelse af sig selv at de grundlæggende er dårlige til matematik. De har gennem uheldige oplevelser med matematik fået etableret et selvbillede hvor de føler sig dumme til matematik (Ulriksen, 2014, s. 66). Boaler er på linje hermed i beskrivelsen af matematikkens tilbøjelighed til negativ påvirkning af elevernes tro på egne evner:

“Matematik har, mere end noget andet fag, magten til at smadre elevers gejst. Når elever får den ide at de ikke kan matematik opretholder de ofte et negativt forhold til matematik hele resten af livet” (Boaler, 2016, s. x & xii) (red. oversættelse).

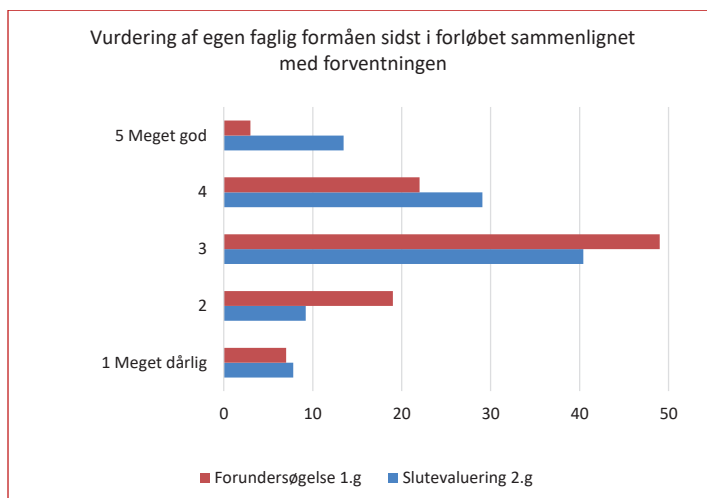
Sammenfattende viser ovenstående at man med baggrund i litteraturen kan forvente at integration af fysik og matematik i faget fyma vil have en vis positiv effekt i forhold til motivation, læring og holdning til faget. I det følgende sammenholdes dette med evalueringsresultaterne i forsøget.

Næsten alle eleverne, nemlig 89 %, tilkendegiver at de opfatter matematik som et nyttigt redskab til at forstå og beskrive naturfænomener i fysik. Og eleverne oplever at fagene har gensidig gavn af hinanden idet 64 % af dem mener at de bliver bedre til matematik ved at bruge det i fysikfaglige sammenhænge, mens 24 % ikke oplever at blive bedre til matematik. Mange elever giver udtryk for at det faglige samspil giver mening for dem:

“Jeg synes, det fungerer rigtig godt, til trods for, at de naturfaglige fag ikke er min spidskompetence. Jeg finder det rigtig svært, men at bruge matematikken i praksis gør det for mig mere relevant, og det hjælper mig med at bevare fokus, til trods for at jeg er i den dårligere ende i klassen. Dog er der stadigvæk mulighed for at klare sig godt, når man fx som mig forstår sig godt på astronomi. Matematikken bliver derfor nemmere at forstå, da den bliver koblet på konkrete eksempler og muligheder” (Elev).

Det eksperimentelle arbejde med efterfølgende matematisk analyse har et særligt potentiale som fagintegrerende og relevansskabende element, og eleverne har en meget positiv opfattelse af det eksperimentelle arbejde i fyma idet kun 6 % udtrykker sig negativt derom.

En betydelig del af eleverne i fyma-forsøgsklasserne har absolut ikke fysik og matematik som deres foretrukne fag. Dette kommer fx til udtryk ved at omkring 20 % både i forundersøgelse og slutevaluering tilkendegiver at de ikke mener at fysik og matematik skal være obligatoriske fag i gymnasiet. Det afspejler bl.a. at det særligt i forhold til matematik er velkendt at en del elever gennem grundskolen har mistet troen på egen formåen (Ulriksen, 2014), og analysen viser da også at særligt elever der har svært ved fagene fysik og matematik, foretrækker at de ikke er obligatori-



Figur 2. Sammenligning af den procentvise fordeling af elevernes svar på spørgsmålet “Hvor god tror du at du vil være til at klare de faglige krav i fysik og matematik (fyma)?” i begyndelsen af 1. g og spørgsmålet “Hvor god synes du at du har været til at klare de faglige krav i fysik og matematik (fyma)?” sidst i 2. g.

ske. Men en del elever tilkendegiver at det faktisk er gået fagligt bedre i fyma end de forventede ved indgangen til forløbet. Udviklingen i elevernes oplevelse af egen formåen er illustreret på figur 2. Svarene kan tolkes således at 26 % af eleverne ved begyndelsen af fyma-forløbet havde en lav self-efficacy, og at denne andel gennem forløbet reduceres betydeligt samtidig med at andelen af elever med tiltro til egne evner i forhold til fysik og matematik vokser fra 25 % til 42 %.

Lærerne der har været involveret i forsøget, bakker op om elevernes vurdering af at de faglige resultater er gode. Det er ikke overraskende idet udviklingen i elevernes oplevelse af egen faglig formåen naturligvis afspejler lærernes signaler, fx i form af karakterer. Lærerne vurderer generelt at elevernes typiske faglige udbytte gennem et toårigt fyma-forløb øges i forhold til de faglige mål for både fysik C og matematik C når de sammenligner med undervisning i etårige forløb i henholdsvis fysik C og matematik C. Et par eksempler på lærerudsagn:

“Når vi snakker om lysbølger og interferens, vil man i fysik C typisk anvende gitterligningen til at bestemme bølgelængden for lyset fra en laser. I fyma kan vi analysere situationen med anvendelse af trigonometri, og dermed forklare hvorfor interferensmønsteret ser ud, som det gør, hvilket er på et væsentligt højere taksonomisk niveau” (Lærer 1).

“Det er f.eks. nemmere for eleverne at skulle tænke kritisk over en model, hvis den er lavet over egne data – og her reflektere over måleusikkerheder og fejlkilder” (Lærer 4).

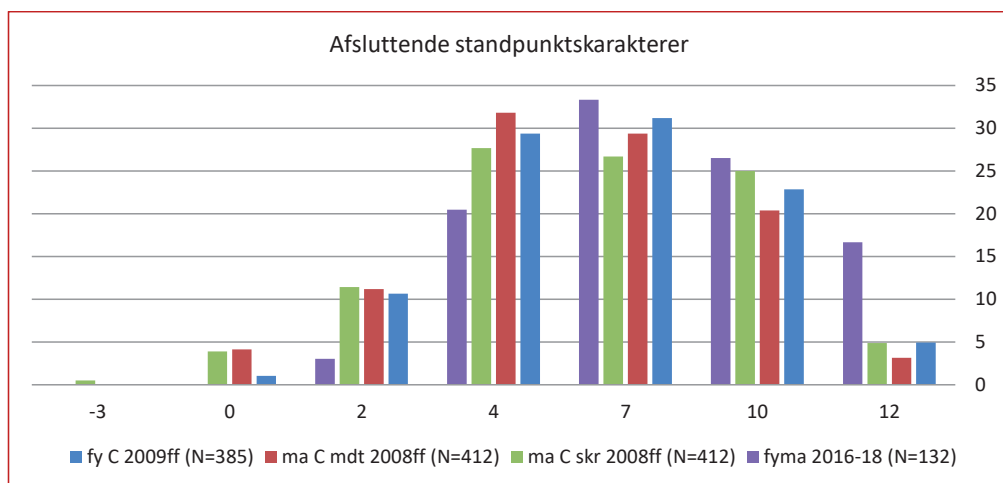
Fyma-forsøget har omfattet 132 elever med studieretningsfagene musik A-engelsk A (60 elever) eller engelsk A-samfundsfag B-psykologi B (72 elever). Eleverne har været fordelt på fem klasser. Figur 3 viser en sammenligning af de afsluttende standpunktskarakterer i fyma for disse 132 elever og de afsluttende standpunktskarakterer i hvert af fagene fysik C og matematik C for de cirka 400 elever der har haft samme studieretningsfag i perioden 2008-15. Kernestoffet for fyma er identisk med kernestoffet i fysik C og matematik C, og de faglige mål i fyma-læreplanen afspejler ret præcist de faglige mål i de separate læreplaner. Det er fx de samme faglige begreber som eleverne skal kende og være i stand til at anvende. Tilsvarende skal eleverne fx i fyma, som ved fysik C, kunne lave en eksperimentel undersøgelse med en efterfølgende matematisk analyse af data. Men hvis undersøgelsen af data fx giver anledning til opstilling af en eksponentiel model, kan der i fyma laves en matematisk efterbehandling der normalt ikke ville indgå i fysik C-undervisning, men som kan rummes inden for rammerne af matematik C. Når læreren skal vurdere eleven i form af en fyma-karakter, sker det på samme grundlag som ved karaktergivning i henholdsvis fysik C og matematik C idet læreren med sit kendskab til begge fag kan vurdere graden af målopfyldelse i forhold til hvert af de to fag. På den baggrund vurderes det rimeligt at sammenligne det faglige udbytte ved fyma på den ene side og fysik C samt matematik C på den anden side gennem de opnåede karakterer. Dog må det konstateres at fyma er en anden ramme for arbejdet med udvikling af elevernes fysik- og matematikkompetencer, og det kan give en vis forskydning af vægtningen af forskellige indholdselementer i forhold til undervisning i de separate fag. Det mest markante er formodentlig den øgede brug af tal- og symbolbehandling i tilknytning til fysiske problemstillinger. Det kan ikke udelukkes at den mulige forskydning kan influere lidt på karaktergivningen.

Fordelen ved at vurdere elevernes faglige udbytte af fagintegration gennem standpunktskaraktererne er at disse fremkommer som resultat af en længerevarende og mangefacetteret proces der giver lærerne mulighed for at vurdere eleverne i forhold til en bred vifte af kompetencer. Standpunktskarakteren afspejler således både elevernes forståelse af (tvær)faglige begreber, evne til anvendelse af disse i analysen af forskellige problemstillinger, kompetencer mht. empirisk arbejde, evne til faglig formidling og perspektivering osv. Standpunktskaraktererne udgør således et kvantitativt mål for elevernes læring der ikke blot er et nedslag på ét (tvær)fagligt emne som det typisk er tilfældet ved en mundtlig eksamen. Af figur 3 fremgår det at eleverne opnår højere karakterer i fyma end i hhv. fysik og matematik. Gennemsnittet i matematik C er for mundtlige og skriftlige karakterer henholdsvis 6,0 og 6,3, mens gennemsnittet for fysik C er 6,4. Dette karakterniveau afspejler klart at eleverne på de angivne studieretninger typisk har relativt svært ved at nå de faglige mål i fysik og matematik. Gennemsnittet for fyma-karaktererne er 7,9. Karakterløftet er statistisk signifikant og kan afspejle at eleverne faktisk gennem fyma i højere grad når de faglige mål. Det

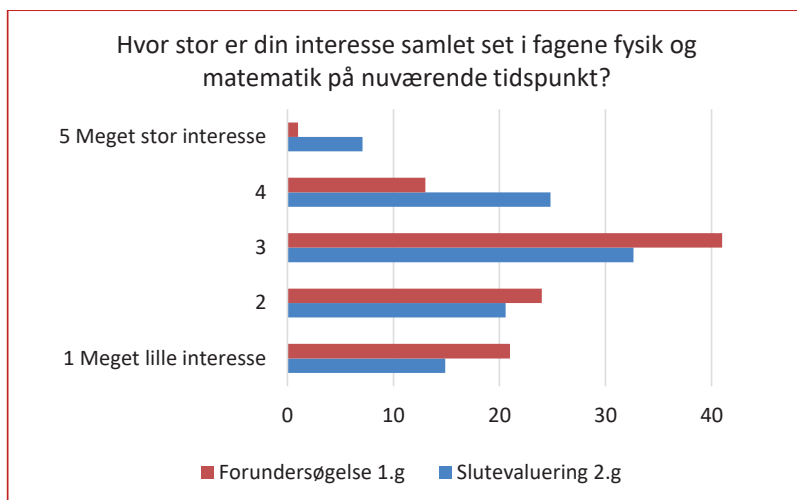
kan fx være at den tværfaglige ramme har medvirket til at elevernes evne til at tolke og diskutere matematiske modeller er blevet styrket. Men der må naturligvis tages forbehold for den bias der kan være hos lærere der deltager i et udviklingsprojekt med forventninger om gode faglige resultater. Dog er forskellen så markant at der med rimelighed kan konstateres en vis positiv læringseffekt.

Det er under halvdelen af eleverne der har haft fyma som er blevet udtrukket til studentereksamen hvilket sammen med valgfagssystemets påvirkning af eksamensudtrækket medvirker til at gøre det svært at sammenholde eksamensresultater med tidligere elevs resultater på samme vis som for standpunktskaraktererne. Men det forekommer at eksamensresultaterne i fyma korresponderer på samme vis til standpunktskaraktererne som de gør i fysik C og matematik C. Det betyder typisk at en høj standpunktskarakter vil afspejles i en høj eksamenskarakter.

En betydelig del af eleverne tilkendegiver at de gennem fyma-forløbet har fået styrket deres interesse for fysik og matematik, mens en lille del (16 %) har fået reduceret interessen for fagene. Nettoresultatet af udviklingen i interessen fremgår af figur 4. Den positive udvikling afspejler at blot 17 % af eleverne giver udtryk for at der i fyma er arbejdet med uinteressante emner. Elever der ikke mener at fysik og matematik skal være obligatoriske fag i gymnasiet, er ikke overraskende overrepræsenteret i gruppen med reduceret interesse. En elev beskriver udviklingen således:



Figur 3. Sammenligning mellem fyma og fysik samt matematik af den procentvise fordeling af afsluttende standpunktskarakterer (årskarakterer) for elever med studieretningsfagene musik A- engelsk A og engelsk A-samfundsfag B- psykologi B. I matematik C får eleverne både en skriftlig (skr.) og en mundtlig (mdt.) standpunktskarakter.



Figur 4. Sammenligning af den procentvise fordeling af elevernes svar i forundersøgelse og slutevaluering på spørgsmålet: "Hvor stor er din interesse samlet set i fagene fysik og matematik på nuværende tidspunkt?"

"Jeg synes, det er meget federe at have det som et samlet fag. Jeg har oplevelsen af at begge fag hver for sig for mig ikke har skabt meget interesse, eller været specielt spændende i folkeskolen samt grundforløbet. Men ved at slå dem sammen har de suppleret hinanden på en positiv måde, og øget min interesse for begge fag, og det er blevet mere overskueligt ved at de har været et fag" (Elev).

Kan fagintegration anbefales?

Der er naturligvis elever der er skeptiske i forhold til at møde et helt nyt fag som fyma, og selvom det ikke er målet (og måske slet ikke er muligt) at eleverne skal kunne skelne fysik- og matematikdelen af fyma fra hinanden, er der elever der er utrygge ved fagintegrationen. I et pilotprojekt til det omtalte forsøg med fyma blev de to fag integreret uden at sigte mod en fagintegreret eksamen. Baggrunden herfor var at Undervisningsministeriet i første omgang godkendte ansøgningen om fagintegreret undervisning, men ikke ansøgningen om en fagintegreret eksamen. Dette medførte at eleverne både i forbindelse med den daglige undervisning og i evalueringen udtrykte et klart behov for svar på spørgsmålet: Hvilket fag er det vi arbejder med nu? Pilotprojektet illustrerede således det velkendte forhold at eksamen med fordel kan indrettes så den afspejler den ønskede daglige undervisningspraksis idet den ellers vil have en negativ tilbagevirkning på praksis.

Et par eksempler på udsagn fra et par skeptiske elever:

“Jeg synes det er en dårlig ide, og jeg synes eleverne skal have ret til selv at bestemme, hvorvidt de vil have fyma eller fysik og matematik” (Elev).

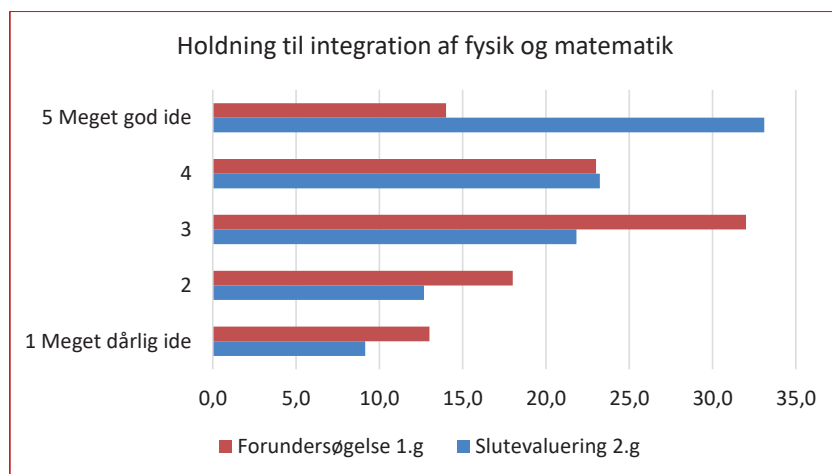
“Der må gerne være en større forskel på matematik og fysik, så man ved, hvornår man lærer noget matematik og hvornår man lærer fysik” (Elev).

Dog er der væsentlig flere positive elevudsagn om fyma end negative:

“Det giver i bund og grund god mening at slå fagene sammen, og det har været to gode år, på trods af at matematik for eksempel aldrig har været mit yndlings fag, men med supplement af fysik har det været bedre” (Elev).

“Jeg synes, at fyma har været et oplagt fag for os i forhold til vores studieretning, da vi både har matematik og fysik på C-niveau. På vores studieretning har vi et ry for at være knap så gode til matematik, så derfor er det jo en gave for os have matematik over 2 år, men stadig på et c-niveau. – og så endda med brug af fysikken indblandet i faget. Genialt! Vi lærer at tænke langt bredere end bare $2+2=4$, men at vi nu også kan hive eksempler fra fysikken og dermed få et langt større visuelt billede af det” (Elev).

Når man sidst i 2. g spørger eleverne om de foretrækker et fagintegreret fyma-forløb frem for enkeltfaglige forløb i fysik og matematik, er langt flere positive i forhold til idéen end det modsatte idet 55 % er tilhængere, mens 21 % er modstandere. I gruppen af modstandere er der en overrepræsentation af elever der slet ikke synes at de skal



Figur 5. Sammenligning af den procentvise fordeling af elevernes svar i forundersøgelse og slutevaluering på spørgsmålet: “Er det en god idé at slå undervisningen i fysik og matematik sammen i faget fyma?”.

undervises i fysik og matematik. Der er desuden, ikke overraskende, en klar korrelation mellem elevernes fyma-karakter og holdningen til sammenlægningen idet elever med en høj karakter har den mest positive indstilling. Figur 5 viser at eleverne sidst i fyma-forløbet har en væsentlig mere positiv vurdering af integrationen af de to fag end i begyndelsen af det næsten toårige forløb.

Lærerne der har undervist i fyma, er enige i elevernes positive vurdering af fagintegrationen og anbefaler at der på baggrund af forsøgserfaringerne arbejdes på at gøre det muligt at udbyde fyma i stedet for separat undervisning i fysik C og matematik C. En lærer udtrykker sig bl.a. således i vurderingen af synergien mellem fagene:

“Matematik på C-niveau har godt af at blive konkretiseret, og der er fysik jo en evig kilde til konkrete eksempler på de abstrakte potensfunktioner og trekantsberegninger, der ofte for nogle elever bliver indholdsløse “stiløvelser” i ren matematik” (Lærer 2).

Konklusion og perspektiver

Sammenfattende kan det på baggrund af det femårige forsøgsprojekt (inkl. pilotprojekt) med fagintegreret fysik- og matematikundervisning konkluderes:

- At eleverne efter adskillige års erfaring med fagopdelt undervisning i matematik og naturfagene på baggrund af fyma-forløbet anbefaler integration af fysik C og matematik C idet det eksperimentelle arbejde vurderes særlig positivt.
- At elevernes interesse for fysik og matematik styrkes gennem fyma-forløbet.
- At eleverne, i højere grad end de selv forventer, oplever at kunne leve op til de faglige mål i fyma.
- At lærerne vurderer at der er faglige synergieffekter ved integration af fysik og matematik. Dette kommer bl.a. til udtryk ved at eleverne får højere standpunktskarakterer i fyma end i de separate fag fysik C og matematik C.
- At det er en fordel for udviklingen af faglige kompetencer samt lærer-elevrelationen at fyma-forløbet har været toårigt. Dette er særlig væsentligt for matematikkompetencerne idet faget normalt færdiggøres i 1. g.
- At det har været betydningsfuldt for forsøget at en eventuel afsluttende eksamen var fagintegreret og dermed afspejlede den daglige undervisning.
- At trods ovennævnte samlede positive evaluering af fyma-forløbet reduceres andelen af elever der principielt ikke mener at fysik og matematik skal være obligatoriske fag i gymnasiet, ikke gennem fyma-forløbet.
- At lærerne anbefaler at det bliver muligt for gymnasier at undervise i fysik C og matematik C som et integreret fag, fyma.

I forlængelse af udviklingsprojektet med undervisning i forsøgsfaget fyma opstår en række spørgsmål der i et videre forsøgsarbejde fx kunne besvares gennem tilknytning af eksterne forskere: Hvordan udvikler elevernes interesse, motivation og faglige kompetencer sig i fyma relativt til fagopdelt undervisning (kontrolklasser)? Hvilke kompetencer og dannelseselementer styrkes i særlig grad gennem fagintegration i fyma? Hvilke typer af fagintegreret undervisning er særlig befordrende for elevernes udvikling? Kan de positive resultater i forbindelse med fyma reproduceres på andre gymnasier? Hvilken effekt har fagintegration hvis den gennemføres på et højere niveau, fx mellem fysik A og matematik A? Kan der opnås samme positive effekter ved at integrere matematik med andre teknisk-naturvidenskabelige fag end fysik?

Det kunne med andre ord være interessant og sandsynligvis perspektivrigt med en systematisk, forskningsbaseret afdækning af styrker og svagheder ved fagintegration i STEM-faggruppen i en dansk gymnasiesammenhæng hvor fagligt samspil i en studieretningsbaseret struktur indtager en væsentlig større rolle end i mange andre lande. Sidstnævnte forhold kan give anledning til en hypotese om at der i Danmark er særlige muligheder for at opnå positive effekter ved fagintegration.

Referencer

- Andersen, N.O. et al. (2008). *Et fælles løft – rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en National Strategi for Natur, Teknik og Sundhed*. Undervisningsministeriet.
- Andresen, B. (2017). Feedbackstrategier i matematik. *MONA*, 2017(3), s. 7-18.
- Bandura, A. (2006). Guide for Constructing Self-Efficacy Scales. I: Urdan, T. & Pajares, F. (red.), *Self-Efficacy Beliefs of Adolescents* (s. 307-337). Charlotte: Information Age Publishing.
- Becker, K. & Park, K. (2011). Effects of Integrative Approaches Among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Preliminary Meta-Analysis. *Journal of STEM Education, Volume 12, Issue 5 & 6, 2011*.
- Berlin, D.F. & White, A.L. (1994). The Berlin-White Integrated Science and Mathematics Model. *School Science and Mathematics*, 94(1), s. 2-4.
- Berlin, D.F. & Lee, H. (2005). Integrating Science and Mathematics Education: Historical Analysis. *School Science and Mathematics*, 105(1), s. 15-24.
- Boaler, J. (2016), *Mathematical Mindsets*. San Francisco: Josey-Bass.
- Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber, H. (red.) (2014). Kapitel 3: Integrated STEM Education Experiences: Reviewing the Research I *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. National Academy of Engineering and National Research Council. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Hurley, M.M. (2001). Reviewing Integrated Science and Mathematics: The Search for Evidence and Definitions from New Perspectives. *School Science and Mathematics*, 101(5), s. 259-268.

- Kurt, K. & Pehlivan, M. (2013). Integrated Programs for Science and Mathematics: Review of Related Literature. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(2), s. 116-121.
- Lederman, N.G. & Niess, M.L. *School Science and Mathematics*, 1997, s. 57-58.
- Loning, R.A. & DeFranco, T.C. (1997). Integration of Science and Mathematics: A Theoretical Model. *School Science and Mathematics*, 94(2), s. 212-215.
- Michelsen, C. & Iversen, S.M. (2009). Samspillet mellem matematik og de andre fag i gymnasieskolen. *MONA*, 2009(2), s. 21-36.
- Schnack, K. (1997). Hvorfor tværfaglighed? I: Knudsen, B. & Larsen, S. (red.), *Tværfagligheden på vej*. Alinea.
- Ulriksen, L., Murning, S. & Ebbensgaard, A.B. (2009). *Når gymnasiet er en fremmed verden*. Samfundslitteratur.
- Ulriksen, L., Ebbensgaard, A.B. & Jacobsen, J.C. (2014). Overgangsproblemer mellem grundskole og gymnasium i fagene dansk, matematik og engelsk. *INDs skriftserie nr. 37*.
- Undervisningsministeriet (2013a), Forsøgslæreplan for fyma.
- Undervisningsministeriet (2013b), Læreplan for fysik C – stx – juni 2013.
- Undervisningsministeriet (2013c), Læreplan for matematik C – stx – juni 2013.
- Undervisningsministeriet (2017). Vejledning. Matematik A/B/C, stx.

English abstract

Through a period of 5 years physics and mathematics have been integrated completely for some classes to investigate the effect on students in Upper Secondary with least interest in STEM-subjects. The effects of integration have been evaluated through questionnaires for the students (before and after a 2 year-course) and the teachers and by analyzing the academic results of the students. The project demonstrates positive effects on pupils' self-efficacy, interest in and attitude towards physics and mathematics. Pupils prefer integration of physics and mathematics to separated subject disciplines. There are clear indications that integrating physics and mathematics has positive effects on learning outcomes.

Citizen science engagerer børn i naturvidenskab



Julie Koch Sheard, Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet



Nana Quistgaard, NEUC – Naturfagernes evaluerings- og udviklingscenter



Robert R. Dunn, North Carolina State University og Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet



Anders P. Tøttrup, Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet.

Abstract: Citizen science rummer store potentialer for forskning og for at engagere borgere i naturen og naturvidenskab. Center for Makroøkologi, Evolution og Klima og Statens Naturhistoriske Museum har udviklet Myrejagten til familier med børn for at undersøge hvordan arter påvirkes af ændringer i nærmiljøet, samt børnefamiliers motivation for og oplevelse af at deltage i et sådant projekt. En evaluering foretaget af Naturfagernes Evaluerings- og Udviklingscenter viste at Myrejagten, ud over at generere værdifulde data til forskningen, har motiveret børnefamilier ved at give dem meningsfuldt samvær i familien, ny viden om naturen og naturvidenskabelige arbejdsmetoder, anerkendelse samt glæde ved at bidrage til forskning.

Introduktion

Center for Makroøkologi, Evolution og Klima (CMEC) og Statens Naturhistoriske Museum har udviklet projektet Myrejagten ud fra et ønske om at kickstarte indsatsen for at få børnefamilier i Danmark engageret i citizen science (se nedenfor) samt bidrage til en opbygning af best-practice på området. Citizen science er et koncept der globalt set har været i eksponentiel udvikling de seneste 25 år (Web of science, 2018), men i dansk sammenhæng er konceptet stadig i sin vorden (Statens Naturhistoriske Museum, 2018). De få eksisterende citizen science-projekter i Danmark har ikke eksplicit haft børn som primær målgruppe, og vi har, i modsætning til lande som USA, ikke tradition for at lave naturvidenskab i fritiden med vores børn og øvrige familie (Statens Naturhistoriske Museum, 2018). Det har været en intention i udviklingen af

det aktuelle projekt at det skulle åbne de deltagende børns øjne for forskningsverdenen samt give dem erfaring med naturvidenskabelige arbejdsmetoder. Projektet er inspireret af det amerikanske citizen science-projekt The School of Ants (<http://www.schoolofants.org>), men er videreudviklet fra dette og tilpasset en dansk kontekst (se nedenfor). Formålet med denne artikel er 1) at beskrive det danske projekt Myrejagten og placere det i forhold til det overordnede koncept citizen science og 2) at formidle og diskutere de foreløbige erfaringer fra Myrejagten hvad angår både det forskningsmæssige udbytte og en evaluering af deltagernes motivation. Artiklen tænkes at udgøre et bidrag til best-practice angående citizen science-projekter til børn i dansk kontekst.

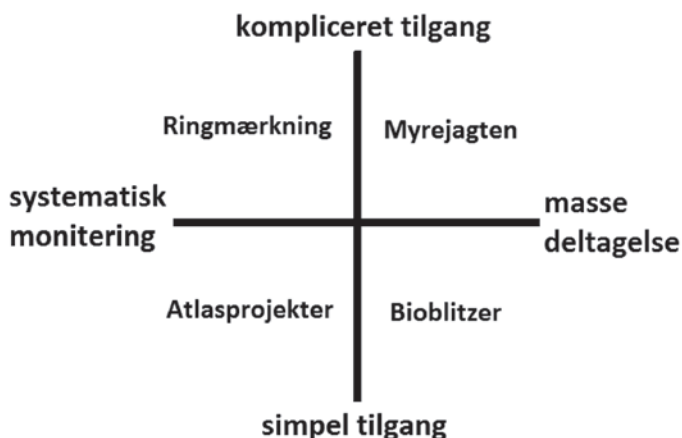
Hvad er citizen science?

Baggrund

Citizen science er et forholdsvis nyt begreb for en gammel ide: Frivillige indsamler og analyserer data for at forsøge at besvare videnskabelige spørgsmål (Silvertown, 2009). I dag defineres citizen science-projekter mere bredt som projekter der aktivt involverer borgere i forskningsprojekter (ECSA, 2015). Kernen er at borgere bidrager meningsfuldt til projektet, fx ved at bidrage med data, være med til at udvikle og lede projekter som reelle samarbejdspartnere eller decideret som ledere i de tilfælde hvor de selv har startet projektet. Denne udvikling mod et større samarbejde mellem frivillige og forskere er tæt forbundet med udviklingen af internettet fra Web 1.0 til det mere interaktive Web 2.0 (Alexander, 2006). Således er antallet af internetudbydere steget fra 1,3 millioner i 1993 til 1062,6 millioner i 2017 (Statista, 2018), og antallet af årlige publikationer inden for emnet citizen science er steget fra 19 i 1993 til 1036 i 2017 (Web of Science, 2018). Et af de mest kendte internationale citizen science-projekter er Galaxy Zoo som startede i 2007. Forskere stod med et billeddatasæt af en million galakser der skulle klassificeres, og vidste det ville tage dem flere år at komme igennem dem alle. De besluttede sig for at lægge alle billederne online og bede befolkningen om hjælp. Inden for de første 24 timer havde de i gennemsnit modtaget 70.000 klassifikationer i timen, og inden for det første år havde 150.000 personer bidraget med 50 millioner klassifikationer (hver galakse var blevet klassificeret af flere deltagere, hvilket var med til at sikre pålideligheden (Galaxy Zoo, 2018)).

Fire typer af citizen science

Et studie af 509 citizen science-projekter karakteriseret ud fra 32 variabler viser at projekter overordnet kan placeres i fire kategorier der fordeler sig langs to akser. X-aksen er den metodiske akse der går fra systematisk monitorering (deltagere skal have træning, og stedet er forudbestemt og skal besøges gentagne gange) til massedeltagelse (alle kan være med alle steder). Y-aksen går fra simpel til kompliceret



Figur 1. Teoretisk klassificering af citizen science-projekter. X-aksen klassificerer projektet baseret på deltagerne, og Y-aksen klassificerer dem baseret på projektets formål (tilpasset efter Pocock et al., 2017).

tilgang hvor komplicerede projekter har omfattende protokoller, undersøger flere spørgsmål og ønsker detaljerede datasæt, mens simple projekter har ingen eller begrænset protokolstruktur, men kan kræve ekspertise inden for fx artsidentifikation (fig. 1; Pocock et al., 2017).

I øverste venstre hjørne af fig. 1 findes således fx et af Danmarks ældste citizen science-projekter: ringmærkningen. For at deltage skal man gennemgå træning og bestå en årlig prøve. Atlasprojekter som er systematiske projekter der kortlægger alle arter inden for en bestemt gruppe, fx fisk eller svampe, findes typisk i nederste venstre hjørne. Disse projekter kan dog også forekomme i nederste højre hjørne hvis arterne er lette at genkende, eller hvis enkelte trænede individer hjælper med at identificere arterne, fx som det ses i typiske BioBlitz-projekter. Vi placerer Myrejagten i øverste højre hjørne (komplicerede projekter med mange deltagere) da det henvender sig til alle, alle steder, men der skal udføres en specifik, struktureret protokol, og projektet forsøger at afklare flere forskellige spørgsmål.

Borgernes motivation for at deltage

Et amerikansk studie har opstillet en ramme for motivation i forhold til at deltage i et citizen science-projekt (Rotman et al., 2012). I rammen indgik de frivilliges motivation for dels at vælge at deltage i citizen science-projekter, dels at fastholde deres deltagelse. Rotman et al. inddelte motivation i tre typer: 1) en egoistisk motivation der handlede om at borgeren har en personlig interesse og nysgerrighed for det felt citizen science-projektet omhandler, og via deltagelse kan udvide sin viden om dette

felt, 2) en kollektivistisk motivation der handlede om at det har værdi når forskere og borgere samarbejder om en opgave, og 3) en altruistisk motivation der handlede om at kunne bidrage til forskningen. I Rotman et al.s studie, der inddrog 142 informanter, pegede resultaterne på, at den oprindelige motivationsfaktor i forhold til at vælge at deltage primært var af egoistisk karakter, mens den fortsatte motivation var en blanding af alle tre typer. Den oprindelige motivation handlede om at udvide sin viden om egne personlige interesser. Den fortsatte motivation handlede om at blive anerkendt for og få feedback på egne bidrag, at få tilbagemelding fra forskerne om den viden der løbende blev opbygget i projektet i samskabelse mellem forskere og borgere samt at kunne bidrage til forskningen ved at hjælpe forskerne. Desuden handlede det om at medvirke til inddragelse af lokalsamfundet i projektet samt formidling af forskningen til øvrige borgere og særligt børn, og på den måde bidrage til at gøre dem interesserede i naturvidenskab. Endelig handlede den fortsatte motivation om at modtage træning af forskerne og derigennem få indblik i og forstå deres verden og hvad de laver (Rotman et al., 2012).

Myrejagten

Forskningsspørgsmålet

Verdens biodiversitet er under pres pga. klimaforandringer og menneskelige påvirkninger (IPCC, 2014). Forskere søger svar på hvordan arters udbredelse ændrer sig over tid, og hvordan de påvirkes af abiotiske (fx klima) og biotiske (fx interaktioner med andre arter) faktorer (Bellard et al., 2012). Især temperatur har afgørende betydning for myrers udbredelse på global skala (Jenkins et al., 2011), men forskere har fundet spredt evidens for at myrer er i stand til at tilpasse sig lokale forhold. Fx har arten *Temnothorax curvispinosus* tilpasset sig varmere temperaturer i bymiljøer på bekostning af evnen til at tolerere kulde (Diamond et al., 2017). Andre arter tilpasser sig ved at være aktive på bestemte tider af dagen eller året (Fellers, 1989). Vi ved dog næsten intet om de nutidige lokale forhold for myrer i Norden (som udgør den klimatiske grænse for hvad de fleste arter kan overleve) da størstedelen af vores viden om Danmarks myrer stammer fra 50'erne, og de nyeste museumsregistreringer typisk er fra 80'erne og 90'erne.

I USA udviklede man citizen science-projektet School of Ants der skulle kortlægge de amerikanske myrers udbredelse. Børn fra hele USA har siden 2011 lokket myrer med småkager og sendt dem til North Carolina State University for at besvare spørgsmålet "hvilke myrearter findes hvor?". Deltagere i projektet har hidtil fundet 93 ud af 152 arter og har bidraget til en øget forståelse af hvor myrer findes. Inspireret af dette projekt, men med ønsket om at engagere børnefamilier såvel som skoler i citizen science udviklede CMEC og Statens Naturhistoriske Museum projektet Myrejagten.

I Myrejagten er spørgsmålet “hvilke arter findes hvor?” suppleret med “hvornår findes de der?”, “hvordan var vejret da de blev fundet?” og “hvad foretrækker myrerne at spise der hvor de findes?” for netop også at undersøge hvordan arter tilpasser sig lokale forhold. I Myrejagten bliver der taget udgangspunkt i internationalt anerkendte eksperimentelle metoder (Kaspari et al., 2008; Peters et al., 2014) for at undersøge hvordan myrers fødepræferencer påvirkes af omgivelserne (fx habitat, klima og menneskelig bebyggelse), tid (herunder sæson, måned og tid på dagen) og interaktioner med andre arter. Metoderne er dog tilpasset så de, gennem et tæt samarbejde med forskere, kan udføres af børn (og voksne) uden nogen forudgående viden om eksperimentopsætning eller myrer.

Målgruppen

Myrejagten blev oprindeligt testet på grundskolens mellemtrin, men er siden også blevet udviklet til familier med børn i alderen 6-13 år. Familier endte med at blive den primære målgruppe idet Statens Naturhistoriske Museum dels i forvejen havde mange indsatser rettet mod skoler og dels ønskede at bidrage til udvikling af fritidstilbud til børn og unge inden for naturvidenskab.

Udførelse af eksperimentet

Myrejagten gik i luften i foråret 2017, og i perioden fra 1. maj til 30. september 2017 kunne deltagere købe et eksperimentkit. Kittet indeholdt alt hvad man skulle bruge for at udføre eksperimentet, samt en udførlig vejledning. Der var også ekstra informationer og en instruktionsvideo på projektets hjemmeside, www.myrejagten.dk. Eksperimentet var ens for borgere og forskere: Man satte seks forskellige slags føde ud (salt, sukker, protein, olie, kammerjunker og vand) et sted man selv valgte, noterede information om placering, tid og vejr, observerede hvor mange myrer der var på de forskellige fødetyper efter to timer, og samlede så myrerne ind i separate poser for hver fødetype. Man registrerede efterfølgende sit eksperiment i projektets offentlige database (www.myrejagten.snm.ku.dk) og indsendte myrerne til Statens Naturhistoriske Museum så de kunne blive identificeret til artsniveau og indgå i museets samling. Med i overvejelserne om hvor eksperimentet skulle udføres, var at det skulle være let for børnene, men også at det skulle styrke indsigten i sammenhængen mellem naturvidenskab og hverdagen. Studier viser at elever kan have svært ved at koble den naturvidenskab de bliver undervist i, med den verden de oplever på daglig basis (Lyons, 2006), samt at deltagelse i citizen science-projekter kan øge interessen for det konkrete emne projektet omhandlede, men også for forskning mere generelt (Vitone et al., 2016).

Gennemsigtig forskning

Et vigtigt aspekt af citizen science er at deltagerne får feedback på deres bidrag, og at data gøres offentligt tilgængelige. Som redskab til dette var Web 2.0 en afgørende faktor. Myrejagtens database er en platform hvor man i real-time kan følge med i hvad der er blevet lavet af eksperimenter, hvilke myrer der er fundet, og sammenligne egne fund med andres. Det er også herigennem at man får svar fra forskerne når de har identificeret hvilke arter man fandt, og hvad der er spændende ved lige netop ens eget fund. I et forsøg på at gøre forskningen mere relaterbar produceredes løbende små videoer om projektet, og der udsendtes nyhedsbreve med billeder og figurer. Al kommunikation med og tilbagemelding til borgerne foregik gennem en enkelt forsker så der var en tydeligt identificerbar person tilknyttet projektet – en person hvor forældre og lærer kan pege og sige: “Det er hende her vi hjælper. Sådan ser en forsker ud.” Dette blev gjort ud fra ideen om at rollemodeller kan være med til at ændre børns holdning til forskning (The Royal Society, 2004; Bruce et al., 1997).

Evaluering af første sæson

Efter afslutningen af første sæson (2017) ønskede vi at samle op på erfaringerne for at klarlægge eventuelle tilpasninger til anden sæson. Opsummerende tal for første sæson der direkte kunne læses fra databasen, bestod af 1) salg og gennemførelse af eksperimenter, 2) demografi af deltagere, 3) dataindsamling og kvalitet.

For at få et indblik i deltageres motivation for at deltage i et citizen science-projekt som Myrejagten blev første sæson af projektet evalueret af Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter (NEUC). Evalueringen bestod af en spørgeskema- og interviewundersøgelse (NEUC, 2017) hvor spørgeskemaet indeholdt en kombination af lukkede og åbne spørgsmål. De åbne spørgsmål var enten muligheden for at uddybe svaret på et lukket spørgsmål eller spørgsmål som: “Hvad husker I som det bedste ved at deltage?” eller “Hvad husker I som det sværeste ved at deltage?”. På baggrund af spørgeskema-besvarelsenerne blev der udviklet en interviewguide og gennemført telefoninterviews med ti deltagere med henblik på at validere og uddybe spørgeskemaanalysen.

Kvalitative data fra spørgeskema-besvarelsener samt interviews er analyseret ud fra analysemetoden beskrevet af Brinkmann & Kvale (2015) hvor kategorier dannes ud fra meningskondensering. Den ovenfor beskrevne motivationsramme udviklet af Rotman et al. (2012) har udgjort den teoretiske ramme for analysen. Rammen er imidlertid udviklet til citizen science-projekter der foregår over en længere periode, modsat Myrejagten der er et enkeltstående eksperiment med kort varighed. Rammen skønnes dog stadig velegnet til at få indblik i de motivationstyper der er i spil i Myrejagten. De kvalitative resultater er sammenholdt med de kvantitative resultater fra spørgeskema-besvarelsener, og ud fra dette er der lavet en samlet analyse og syntese.

Resultater og diskussion

Gennemførelsesrate og besvarelsesprocent

I første sæson af Myrejagten blev der solgt 1029 eksperimentkits. I løbet af sæsonen registrerede 248 sig som brugere i databasen på Myrejagten.dk, mens 219 returnerede eksperimentet. Gennemførelsesraten var dermed 21 %. Størstedelen af brugerne (83 %) deltog med et enkelt eksperiment, resten med flere, hvilket stemmer overens med vores placering af Myrejagten i kvadranten for komplicerede citizen science-projekter med mange deltagere som hver bidrager kortvarigt til projektet (fig. 1). Af de 248 registrerede brugere som fik tilsendt spørgeskemaet til evaluering, indsendte 75 deltagere en besvarelse på familiens vegne. Besvarelsesprocenten var dermed på 30 %. Ti af de 75 har yderligere deltaget i et telefoninterview.

At gennemførelsesraten har været forholdsvis lav, kunne skyldes manglende indsigt i hvad eksperimentet gik ud på, at folk ikke kunne overskue de mange delkomponenter, eller at folk har haft svært ved at finde et egnet tidspunkt for opsætning af eksperimentet. For spørgeskemaspørgsmålet om hvad der var det sværeste ved at deltage, var det tydeligt at opgaven med at få pinde igennem vat var vanskelig, og at myrerne var vanskelige at indfange. Andre faktorer der blev nævnt i evalueringen, var at dårligt vejr som blæst og regn umuliggjorde eksperimentet der således måtte udsættes, samt at det kunne være svært at finde et egnet sted at stille eksperimentet op. I forlængelse af dette angav en del (8 ud af 66 kommentarer) enten at der gik meget lang tid før der kom nogle myrer, eller at der kom ingen eller meget få myrer, og at dette var frustrerende. Nogle har dog skrevet efter sæsonens afslutning og spurgt om de kunne bruge kittet i 2018 da de ikke fik det gjort i første sæson, og Myrejagten modtager stadig kits fra 2017-salget. Den endelig gennemførelsesrate kan derfor stige en smule.

Forskningsmæssigt udbytte

I alt indsamlede deltagerne 6252 myrer fordelt på 24 arter. Statens Naturhistoriske Museum har registreret 58 arter fra Danmark siden 1850; af disse er det dog kun 29 arter der er registreret over 100 gange. Af disse 29 blev 21 fundet under Myrejagten. De øvrige tre fundne arter var skovjordmyren (*Lasius platythorax*) som var ny for Statens Naturhistoriske Museums samling, sandjordmyren (*Lasius psammophilus*) som kun havde været registreret en enkelt gang, og sort mosemyre (*Formica picea*) som tidligere har været registreret blot 11 gange. Enkelte individer kunne kun bestemmes til slægtsniveau, men ellers var myrerne intakte og konserveret i sprit. Det er muligt at de ikke-identificerbare individer skyldes kamp mellem myrerne og ikke deltageres håndtering af dem. Vi kan således konkludere at deltagerne i Myrejagten har indsamlet data i en kvalitet sammenlignelig med forskernes og i et omfang der overstiger det forskerne alene kunne have formået på samme tid. Samtidig kan

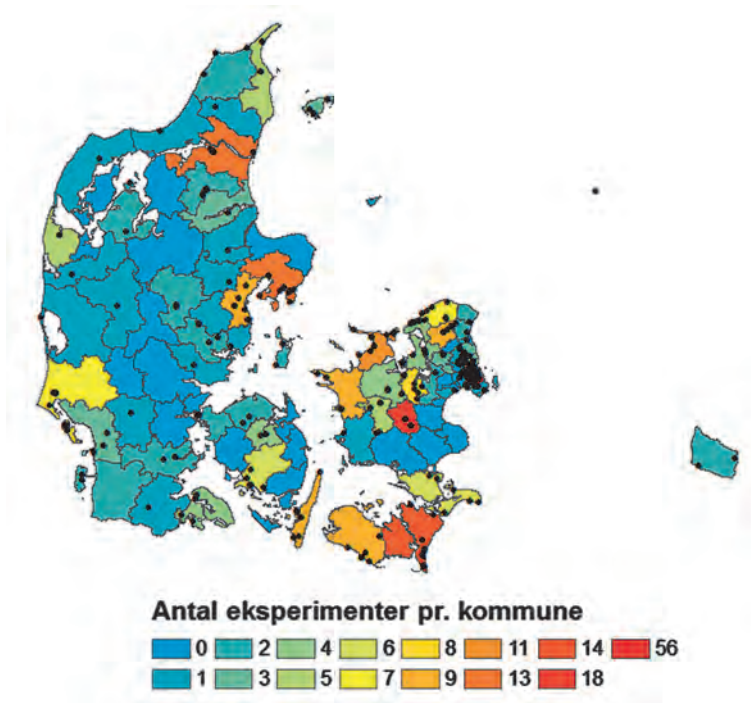
vi konkludere at der er genereret nok data til forskningen idet det var et kriterie for projektets succes at opnå 100 unikke eksperimenter hvilket langt er opnået med de 219 returnerede eksperimenter.

En typisk myrejæger

De 75 deltagere i spørgeskemaundersøgelsen deltog sammenlagt med 137 børn, dvs. knap to børn pr. registrerede bruger. Vi anslår derfor at Myrejagten har engageret omkring 500 børn. Fra spørgeskemaundersøgelsen så vi at de fleste børn fordelte sig mellem aldersgrupperne 3-5 år (28 %), 6-8 år (32 %) og 9-14 år (34 % samlet). Vores mål var at engagere børn i alderen 6-13 år, og dette mål kan vi konkludere er opnået.

Blandt de voksne deltagere var 78 % i alderen 31-50 år, og 14 % var over 61 år. Vi antager at størstedelen var forældre der deltog med deres børn, og at der blandt de 14 % over 61 år var bedsteforældre, men vi ved at enkelte også deltog uden børn. Vi erfarede at mange deltagende voksne tilpassede eksperimentet til børnenes aldersgruppe.

Der blev udført eksperimenter i 68 ud af Danmarks i alt 98 kommuner (dvs. knap 70 %). Samme dækningsgrad i samme tidsperiode havde været umulig uden frivilliges hjælp, og der er registreret observationer af arter i nye områder. De fleste eksperimenter blev udført i København (54) og Ringsted (18) kommune (fig. 2). Dette bil-



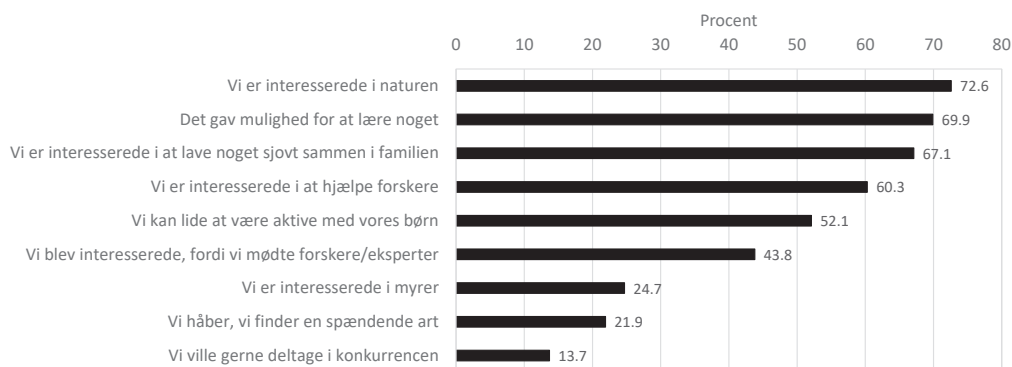
Figur 2. Kort over Danmarks i alt 98 kommuner med skala over hvor mange eksperimenter der er udført i hver enkelt kommune. Sorte punkter er de individuelle eksperimenter.

lede gentages i nogen grad i spørgeskemaundersøgelsen idet 29 af de 75 informanter angav at bo i Region Hovedstaden, heraf 19 i selve Københavnsområdet. De fleste eksperimenter blev udført i byer og forstæder (40 %), på agerjord (26 %) og i naturlige omgivelser, især skov, åbent land og hede (22 %).

Oprindelig motivation

De kvantitative målinger i evalueringen viste at de vigtigste begrundelser for at vælge at deltage i Myrejagten var en allerede eksisterende interesse for naturen samt muligheden for at lære noget (fig. 3) idet godt 70 % angav en eller begge af disse begrundelser. Endvidere handlede det om at kunne lave noget fælles i familien idet 67 % angav som begrundelse for deltagelse at de var interesserede i at lave noget sammen i familien, og 52 % angav at de kunne lide at være aktive med deres børn. En også betydelig del (60 %) angav som en af begrundelserne at de var interesserede i at hjælpe forskere.

Ovenstående tal understøttes af interviewdata der indikerede at vigtige begrundelser for at deltage i Myrejagten var en interesse for naturen og dyrelivet i egen have, at man fik indblik i forskningsmetoder og emnet, og at man kunne bidrage til forskningen. Om interesse for dyreliv i egen have sagde en informant fx: *“Jeg ved ikke rigtigt noget om insekter så det var en måde jeg kunne finde ud af hvilke myrer vi havde i nærheden.”* Om at få indblik i forskning, emnet og at bidrage sagde en anden informant fx: *“Dels åbner det folks øjne for noget som er vigtigt, dels lærer folk noget om forskningsmetoder – spændende”*; og en tredje informant: *“Superfedt fordi vi måske er med til at kortlægge ting vi ellers ikke ville vide noget om. Myrer er mega irriterende på en skovtur. Det med at kunne bidrage til en større forståelse af den verden vi bor i, er vildt fedt. En myre er ikke bare en myre, men der findes mange forskellige.”* Enkelte udtalelser angående betydningen af at kunne bidrage betonedede det værdifulde i at borgere i fællesskab kunne bidrage til forskningen, fx: *“På samme måde som man*



Figur 3. Begrundelser for at deltage i Myrejagten fra spørgeskemaundersøgelsen (i alt 75 svar).

har frivillige der tæller fugle, er det oplagt at gøre sådan noget med insekter.” Desuden betonedede interviewdata betydningen af at det var en god familieaktivitet som gav mulighed for samvær med børn/børnebørn omkring noget meningsfuldt¹.

Kun knap 25 % angav som begrundelse for at deltage at de var interesserede i myrer. Deltagerne i Myrejagten var altså oftest ikke myreentusiaster, men snarere folk med interesse for naturen, forskning og meningsfuldt samvær i familien.

Muligheden for at vinde præmier og biografbilletter spillede ikke en stor rolle: Kun 14 % angav dette som en del af begrundelsen for at deltage.

Deltagernes tilgrundliggende motivation – dvs. motivation for at vælge at deltage i Myrejagten – handlede altså overvejende om en allerede eksisterende interesse for naturen samt muligheden for at lære noget. Dette svarer til den egoistiske motivation som Rotman et al. (2012) beskrev i deres ramme for motivation. I deres undersøgelse der var udgangspunktet for rammen, var egoistisk motivation den primære faktor i dette oprindelige engagement, og det handlede kun om videbegærlighed i forhold til en personlig interesse. I Myrejagten var der imidlertid også en altruistisk motivation i det oprindelige engagement der handlede om at ville hjælpe forskerne. I den aktuelle undersøgelse var der endvidere en tredje type oprindelig motivation, nemlig at få tilfredsstillet et behov for meningsfuldt samvær i familien. Denne type er ikke beskrevet i motivationsrammen. Dermed kan vi konkludere at det oprindelige engagement i Myrejagten ikke kun omfattede en egoistisk motivation, men også en altruistisk samt desuden endnu en type motivation der ikke er indeholdt i den eksisterende motivationsramme. Denne type diskuterer vi nedenfor.

Oplevelsen ved at deltage

Vi kan ikke entydigt konkludere noget om deltagernes *fortsatte motivation* idet deltagelse i Myrejagten bestod af et enkeltstående eksperiment af kort varighed. Data fra spørgeskema- og interviewundersøgelserne har primært givet et indblik i deltagernes *efterfølgende oplevelse* af deltagelse i projektet, men vi kan ikke spore deltagere der eventuelt har påbegyndt eksperimentet og ikke fuldført det, og dermed heller ikke hvorfor (se også afsnittet “Bidrag til best-practice”).

Overordnet viste spørgeskemaet at konceptet citizen science blev opfattet meget positivt idet 92 % svarede at de kunne tænke sig at deltage i en lignende aktivitet igen. Endvidere fremgår det af spørgeskemaet at deltagernes positive oplevelse af at deltage i Myrejagten også hang sammen med at de fik personlig feedback på deres bidrag, og at feedbacken kom fra en rigtig forsker: 67 % angav at den personlige

1 I praksis kan det være svært for informanter i en interviewsituation at skelne mellem tanker der går forud for en oplevelse, og tanker i forbindelse med og efter en oplevelse (NEUC, 2018). Det kan derfor ikke udelukkes at informanternes udtalelser om begrundelser for at vælge at deltage i Myrejagten er påvirkede af at de allerede har deltaget.

feedback havde meget stor eller stor betydning, og 80 % at det havde stor eller meget stor betydning at have en forsker tilknyttet projektet. Uddybende kommentarer fra spørgeskema samt interviewdata indikerede at den vigtige betydning af at få personlig feedback og kontakt til en forsker var koblet til at dette gav viden om egne fund og en oplevelse af at egen indsats havde reel værdi, samt at børnene kom tæt på og blev inspireret af forskningsverdenen. Om vigtigheden af at egen indsats havde reel værdi, sagde en informant fx: *“Det har været spændende at kunne deltage i et projekt hvor den indsamlede data rent faktisk bliver brugt til noget større end blot en konkurrence”*; og en anden at: *“Det gør det spændende, og vi følte os vigtige og værdsatte at vi kan hjælpe.”* Om vigtigheden af at komme tæt på og blive inspireret af forskningsverdenen sagde en informant fx: *“Det giver en større bevidsthed både for os voksne, men også børn. I det område vi kommer fra, er der ikke mange forskere, og jeg synes det er dejligt at kunne fortælle samt fremvise det billede I sendte, hvor Julie [forskeren] sad med et mikroskop og kiggede på myrer. Det giver aha-oplevelser hos børnene ... og ... “Kan man arbejde med det ...?”, var der en som sagde ... spændende ... Især hos drengene vakte det interesse”*; og en anden at: *“Det er spændende at få indblik i og hjælpe til med forskningen og ikke mindst inspirere børnene til fascinationen ved forskning og ny viden.”* Den vigtige betydning af at have en forsker tilknyttet projektet handlede også om at den tilknyttede forsker fremstod som en rollemodel for børnene, fx: *“Det var vigtigt for os at have set forskeren selv i videoen. Så oplever man at man hjælper et rigtigt menneske. Og forskeren blev også til et forbillede – hende på 9 vil være biolog.”*

Fra spørgeskema- og interviewundersøgelserne så vi altså at deltagerne værdsatte at få feedback og have kontakt til en forsker. Det handlede om at få viden om egne fund og en fornemmelse af at egen indsats havde værdi. Dette kan karakteriseres dels som egoistisk motivation i forhold til behovet for anerkendelse og udvidelse af viden, dels som altruistisk i forhold til at kunne yde en indsats der havde reel værdi for forskerne.

En anden indikation fra de uddybende kommentarer fra spørgeskema samt interviewdata var at deltagelse i Myrejagten indebar at deltagerne og særligt børnene fik erfaring med naturvidenskabelige arbejdsmetoder, og at dette blev oplevet som spændende. Fx angav informanterne at der var en *“forventningens glæde”* over ikke at kende forsøgets udfald på forhånd: *“Meget spændende om vi kunne tiltrække myrer, hvilke og i hvilket antal.”* Andre udtalelser handlede om at det bedste ved aktiviteten var det laboratorie-orienterede element, fx: *“Min dreng syntes det var sjovt at lave selve eksperimentet og bruge pincetten til at flytte myrerne”*, *“Spændende at vi selv skulle blande, spændende at samle og mega spændende at tage materialet ud af fryseren og putte dem i glas”* og *“Men også da vi skulle undersøge temperatur, slå op på temperatur. Børnene var helt på og forstod at det var vigtigt at være grundig.”*

I forhold til *opfølgning på deltagelse* i Myrejagten var det tilsyneladende ikke sket

i substantiel grad. Data desangående stammer primært fra interviewundersøgelsen hvor informanterne blev spurgt om de havde gjort noget for at følge op efter at de havde udført eksperimentet, fx fulgt med på hjemmesiden, fået interesse for at lære mere om myrer og naturen eller havde talt om eksperimentet eller myrer i familien. Kun én af de 10 interviewede oplyste aktivt at have opsøgt og fulgt med på hjemmesiden i forhold til forskernes løbende opdatering af viden mens projektet kørte. Yderligere et par informanter oplyste at have snakket kort med børnene om den personlige feedback da de modtog den, eller om myrer når de efterfølgende så nogle. En informant oplyste at hendes børn efterfølgende havde lavet egne myreeksperimenter i haven. Yderligere to spørgeskemainformanter angav at den personlige feedback gav anledning til dialog med børnene.

Den kollektivistiske motivation som er beskrevet i motivationsrammen, synes ikke at udgøre en væsentlig del af deltageres motivation. Kollektivistisk motivation i Myrejagten kunne fx komme til udtryk ved en værdsættelse af den fælles opbygning af viden som forskerne løbende opdaterede på hjemmesiden. Denne viden blev dels sendt personligt til deltagerne, dels kunne de løbende selv opsøge den på hjemmesiden. Den personligt fremsendte fælles feedback blev imidlertid ikke fremhævet af nogen af spørgeskemainformanterne som værdifuld, og kun en ud af ti interview-informanter havde aktivt opsøgt hjemmesiden. Enkelte uddybende kommentarer indikerede en værdsættelse af at borgere i fællesskab kunne bidrage til forskningen, men dette var et fåtal.

Påskønnelsen af at Myrejagten gav mulighed for samvær på tværs i familien om en vigtig og spændende aktivitet, var ikke kun en del af den oprindelige motivation, men også af motivationen for selve gennemførelsen. Data fra uddybende kommentarer i spørgeskemaet samt interviewdata viste at aktiviteten blev gennemført som en fælles aktivitet i familien mellem børn og forældre (og i nogle tilfælde bedsteforældre). Netop denne mulighed for samvær på tværs i familien om en vigtig og spændende aktivitet blev angivet som en vægtig grund til deltageres begejstring for projektet. Samtidig værdsatte forældrene børnenes engagement i aktiviteten. Fx sagde en informant: *“Vi vil gerne gøre vores børn interesserede i naturvidenskab. Det var godt til mange aldersgrupper. Det var sjovt med skiltet ‘Eksperiment i gang’ (det er efterfølgende hængt op på døren ind til teenageværelset). Vi er stolte af at være ‘myrejægere’”;* og en anden sagde: *“Sjovt at lave noget sammen og følge eksperimentet. [Det bedste var] engagementet fra min datter, der gik vildt op i det.”* Værdsættelsen af at børnene fik indblik i forskningsverdenen og herunder erfaring med at bruge naturvidenskabelige arbejdsmetoder, synes at være koblet til denne motivation. Data fra kommentarer i spørgeskemaet viste at denne erfaring blev opnået som følge af at eksperimentet var godt gennemtænkt og konkret foreskrev tilgangen samt indeholdt instruktioner m.m. som var lette at følge også for børnene. Endvidere viste data at forskning inddrages i familiesamtalen og formidles fra forældre til børn.

Som nævnt ovenfor er denne type motivation som handlede om samvær og samarbejde i familien, ikke indeholdt i motivationsrammen. Dermed synes rammen at udgøre en begrænsende ramme for at forstå deltagernes motivation i forhold til at deltage i et citizen science-projekt som Myrejagten. Det er fristende at foreslå at rammen gentænkes ud fra dette samt fremtidige studier, og at der opstilles en ny ramme for citizen science for børnefamilier i dansk kontekst. En ny ramme kan eventuelt anskues som en udvidelse af den eksisterende motivationsramme i form af en udvidelse af den kollektivistiske motivation til også at omhandle familien og ikke kun samfundet eller lokalsamfundet. Dette er i overensstemmelse med idéen om "household collectives" der tager i betragtning at individerne i en familie i deres handlinger er påvirkede af de øvrige individer (Vermeulen, 2002). Anvendelse af den eksisterende ramme har dog været et godt udgangspunkt og tillige givet indsigt i de deltagende børns påvirkning i forhold til projektets intention om at give børn indblik i forskningsverdenen og erfaring med naturvidenskabelige arbejdsmetoder.

Vi kan konkludere, at de deltagende børn har fået indblik i forskeres arbejde samt direkte erfaring med at arbejde ud fra metoder kendt fra naturvidenskabelig forskning. Samtidig har de og deres familier fået viden om naturen og nærmiljøet omkring dem. Også en anden af projektets intentioner kan vi se tegn på er lykkedes, nemlig en øgning af chancerne for, at de deltagende børn blev påvirket til at engagere sig i og udvikle interesse for forskning via rollemodel-tankegangen. Dette er sket gennem synliggørelsen af en konkret forsker (optræden i introduktionsvideoen og som afsender af personlig feedback).

Bidrag til best-practice

I dette afsluttende afsnit vil vi kigge på hvad der synes at være afgørende faktorer for Myrejagten's succes, og dermed hvordan vores erfaringer kan bidrage til best-practice. Erfaringer fra første sæson viste at børnefamilier reagerede positivt på muligheden for at deltage i reel forskning – både af egoistiske og altruistiske grunde. At få belønning for deltagelse i form af præmier var derimod ikke af afgørende betydning. Det at eksperimentet blev gjort nemt tilgængeligt i form af et kit med detaljerede instruktioner samt den personlige feedback og kontakten til en forsker, var afgørende for at de deltagende børn ikke blot fik indblik i forskningsverdenen, herunder naturvidenskabelige arbejdsmetoder, men også en følelse af at være en del af noget større.

I forhold til motivationen for både at deltage og at gennemføre aktiviteten anbefales det i udvikling af nye projekter at have fokus på både den egoistiske og altruistiske motivation samt den udvidede kollektivistiske motivation som foreslået ovenfor.

I første sæson var gennemførelsesraten kun 21%. Som nævnt tidligere var der en del udfordringer for folk hvor især manglende myrer efter eksperimentets afslutning

blev nævnt som frustrerende. Dette blev ofte opfattet som et nul-resultat – at eksperimentet var fejlet og dermed ingen værdi havde. Den lave gennemførelsesrate kunne indikere at langt flere end de der angav frustration herover i spørgeskemaet, havde oplevet ingen eller få myrer og af den årsag ikke havde indberettet deres eksperiment. I et forsøg på at øge gennemførelsesraten for 2018 lægges i den nye sæson vægt på at forklare at nul-resultater også er vigtige. Således opfordres deltagere nu til at lede efter myrer i nærheden af der hvor de har sat eksperimentet op, og indsamle et par der også. Målet er at deltagere der ikke får nogen myrer på deres eksperiment, alligevel kan få noget ud af deltagelsen, og at forskere får viden om under hvilke forhold myrer ikke leder efter mad. For at sikre at deltagere ved hvad de går ind til, har CMEC og Statens Naturhistoriske Museum i 2018 indgået i et samarbejde med naturvejledere rundt omkring i landet: Naturvejlederne afholder Myrejagt-arrangementer hvorefter deltagere kan købe et kit med hjem hvis de er interesseret i at udføre eksperimentet selvstændigt.

Ud fra hvad evalueringen viste, har kun få deltagere efterfølgende aktivt opsøgt viden om eller brugt tid på emnet. Myrejagten har derfor tilsyneladende ikke givet anledning til den helt store forankring, men det kan bedre vurderes ved slutningen af anden sæson da det kan tænkes at deltagere bidrager med et eksperiment i hver sæson. Ud fra Myrejagts ramme var det ikke meningen med projektet at folk skulle ofre meget tid på det, men hvis en substantiel forankring ønskes hos børn, anbefales det at have et fokus på dette i udviklingsarbejdet. Positivt er det at størstedelen af deltagerne gav udtryk for at ville deltage i lignende projekter i fremtiden. Vi vurderer dermed at det har stor interesse for børnefamilier at deltage i citizen science og bidrage til en øget forståelse af naturen.

Referencer

- Alexander, B. (2006). Web 2.0: A New Wave of Innovation for Teaching and Learning? *EDUCAUSE*, 41(2), s. 32-44.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. & Courchamp, F. (2012). Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15, s. 365-377.
- Brinkmann, S. & Kvale, S. (2015). *Interviews: learning the craft of qualitative research interviewing*. London: Sage.
- Bruce, B.C., Bruce, S.P., Conrad, R.L. & Huang, Hui-Ju (1997). University Science Students as Curriculum Planners, Teachers, and Role Models in Elementary School Classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), s. 69-88.
- Diamond, S.E., Chick, L., Perez, A., Strickler, S.A. & Martin, R.A. (2017). Rapid evolution of ant thermal tolerance across an urban-rural temperature cline. *Biological Journal of the Linnean Society*, 121, s. 248-257.

- ECSA – European citizen science Association (2015). Ten principles of citizen science. Lokaliseret 28.06.2018 på https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa_ten_principles_of_citizen_science.pdf.
- Fellers, J. (1989). Daily and Seasonal Activity in Woodland Ants. *Oecologia*, 78, s. 69-76.
- Galaxy Zoo (2018). The Story So Far, hentet 23.5.2018 på <https://www.zooniverse.org/projects/zookeeper/galaxy-zoo/about/results>.
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. *IPCC, Geneva, Switzerland*, 151 pp.
- Jenkins, C.N., Sanders, N.J., Andersen, A.N., Arnan, X., Brühl, C.A., Cerda, X., Ellison, A.M., Fisher, B.L., Fitzpatrick, M.C., Gotelli, N.J., Gove, A.D., Guénard, B., Lattke, J.E., Lessard, J.P., Mcglynn, T.P., Menke, S.B., Parr, C.L., Philpott, S.M., Vasconcelos, H.L., Weiser, M.D. & Dunn, R.R. (2011). Global diversity in light of climate change: the case of ants. *Diversity and Distributions*, 17, s. 652-662.
- Kaspari, M., Yanoviak, S.P. & Dudley, R. (2008). On the biogeography of salt limitation: A study of ant communities. *Proceedings of the National Academy of sciences of the United States of America*, 105(46), s. 17848-17851.
- Lyons, T. (2006). Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of science Education*, 28(6), s. 591-613.
- NEUC – Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter (2017). *Evaluering af Myrejagten, 1. periode*. Lokaliseret 4.5.2018 på http://www.neuc.dk/wp-content/uploads/2014/12/Myrejagten_dec2017.pdf.
- NEUC, pers. komm. programleder Karin Mortensen (2018).
- Peters, M.K., Mayr, A., Röder, J., Sanders, N.J. & Steffan-Dewenter, I. (2014). Variation in nutrient use in ant assemblages along an extensive elevational gradient on Mt Kilimanjaro. *Journal of Biogeography*, 41, s. 2245-2255.
- Pocock, M.J.O., Tweddle, J.C., Savage, J., Robinson, L.D. & Roy, H.E. (2017). The diversity and evolution of ecological and environmental citizen science. *PLoS ONE*, 12(4), e0172579.
- Royal Society (2004). Taking a leading role: A good practice guide (Scientist survey). Hentet 31.5.2018 fra https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/Education/2011-06-07-Taking_a_leading_role_guide.pdf.
- Rotman, D., Preece, J., Hammock, J., Procita, K., Hansen, D., Parr, C., Lewis, D. & Jacobs, D. (2012). Dynamic Changes in Motivation in Collaborative Citizen-Science Projects. *CSCW 2012, February 11-15, Seattle, Washington, USA*, s. 217-226.
- Statista (2018). Number of worldwide internet hosts in the domain name system (DNS) from 1993 to 2017 (in millions), hentet 23.5.2018 på <https://www.statista.com/statistics/264473/number-of-internet-hosts-in-the-domain-name-system/>.

- Vermeulen, F. (2002). Collective household models: principles and main results. *Journal of Economic Surveys*, 16(4), s. 533-564.
- Vitone, T., Stofer, K.A., Steininger, M.S., Hulcr, J., Dunn, R. & Lucky, A. (2016). School of Ants goes to college: integrating citizen science into the general education classroom increases engagement with science. *Journal of Science Communication*, 15(01), s. 1-24.
- Web of Science (2018). Publication year for topic search "citizen science", hentet 23.5.2018 på <http://wcs.webofknowledge.com.ep.fjernadgang.kb.dk/RA/analyze.do>.

English abstract

Citizen Science holds great potential for furthering science and engaging citizens in nature and science. The Center for Macroecology, Evolution and Climate and the Natural History Museum of Denmark have developed The Ant Hunt for families with children in order to investigate how species adapt to changes in their environment and to uncover the motivation of families for participating in such projects. An evaluation by the Center for Evaluation and Development in Science Education showed that besides generating valuable data for science the Ant Hunt motivated children through meaningful family togetherness, acquisition of new knowledge about nature and scientific methods, recognition, and the joy of contributing to science.

Praksisopgaven som led i kompetenceløft i undervisningsfaget matematik



Lisbeth Lunde Frederiksen, VIA Profession og Uddannelse



Karen Drejer, VIA Læreruddannelsen i Silkeborg



Lóa Björk Jóelsdóttir, VIA Læreruddannelsen i Silkeborg

Abstract: Artiklen præsenterer udviklede designprincipper for praksisopgaver i matematik, der potentielt kan bidrage til optimal læring og til mulige vedvarende ændringer i praksis samt understøtte lærernes aktive konstruktionsproces og deres dialogiske behandling af et stof i en bestemt kontekst. Principperne har fokus på praksiserfaringer som centrale i udførelsen af opgaven, og på at læreprocessen i praksis er i centrum. Artiklen bidrager med et eksempel på anvendelse af de udviklede designprincipper.

Indledning

I forbindelse med den nye skolereform i 2014 blev det af Undervisningsministeriet besluttet at 95 % af folkeskolens elever i 2020 skal undervises af lærere der har undervisningskompetence fra en læreruddannelse eller tilsvarende faglig kompetence (kompetencedækning). I den sammenhæng skal Professionshøjskolerne udbyde uddannelse i læreruddannelsens undervisningsfag. Dette uddannelsesstilbud kaldes "Kompetenceløft i undervisningsfag" (KiU). Det specielle ved KiU er at det er en formelt kompetencegivende uddannelse i undervisningsfag og dermed et led i en læreruddannelse, men *samtidig* er deltagerne lærere der allerede er uddannede og *udøver* professionen, hvorfor uddannelsen også må betragtes som en form for efteruddannelse. Denne dobbelthed er en didaktisk udfordring, specielt med hensyn til at være praksisnær i betydningen samspil mellem uddannelse og profession og ikke kun samspil mellem teori og praksis i teoriarenaen.

I denne artikel præsenterer vi resultater af et FoU-arbejde med fokus på udvikling af designprincipper for en praksisopgave i matematik som et element i KiU. En praksisopgave definerer vi som en opgave for lærere (eller lærerstuderende) hvor praksis og praksiserfaringer spiller en central rolle i udførelsen af opgaven, og hvor

læreprocessen i praksis er i centrum. Principperne er udviklet i en KiU-kontekst hvor ønsket om praksisnær undervisning fra deltagerne er stærkt, men de kan let udvikles og målrettes til brug både i andre fag, i den almindelige grunduddannelse og i anden efteruddannelse.

Formål og undersøgelsesspørgsmål

Formålet har været at udvikle designprincipper for praksisopgaver i matematik der potentielt kunne bidrage til optimal læring og til mulige vedvarende ændringer i lærerens praksis. Praksisopgaven skulle være et bidrag til dybdelæring og dermed modarbejde en strategisk tilgang til uddannelsen, dvs. en tilgang hvor lærerne primært fokuserer på hvad der er nødvendigt, fx i forhold til fremmøde og deltagelse i undervisningen, for at bestå (Lindhart, 2007), og en tilgang der er præget af en følelse af manglende identifikation med uddannelsen og dens mål (Hutters, 2004).

I udviklingsprojektet bygger vi på lærernes tilegnelse af viden, situeret i den aktuelle kontekst, og på et konstruktivistisk lærings syn med et sociokulturelt perspektiv (Dysthe, 2003; Illeris, 2006, s. 127 ff.; Vygotsky, 1997, 2001). Vi har sigtet mod at praksisopgaven bliver et led i at understøtte lærernes aktive konstruktionsproces og deres dialogiske behandling af et stof i en bestemt kontekst, distribueret mellem lærere i et fællesskab med forskellige bidrag. Lærerne kan og ved noget forskelligt, og deres forskellige bidrag er væsentlige for en helhedsforståelse (Dysthe, 2003; Illeris, 2006, s. 127 ff.). Det sociokulturelle perspektiv inddrages i forhold til konstruktivistisk læringsteori fordi vi ydermere sætter fokus på at læring har med relationer mellem mennesker at gøre, og dermed også sætter fokus på kontekst og interaktion. Læring ses her som grundlæggende social, hvorfor interaktionen mellem lærerne i et fællesskab vil være afgørende, både for hvad der bliver lært og hvordan. Individuel læring kan og vil selvfølgelig være mere eller mindre socialt medieret, men deltagelse og samspil er i et sociokulturelt perspektiv centrale begreber i forståelsen af læring. Kundskab tænkes konstrueret gennem interaktion og i en kontekst, hvilket betyder at sprog og kommunikation naturligt vil komme i centrum. Ud fra dette perspektiv er det vigtigt for læreprocessen at man kan formulere en faglig forståelse i ord, dele den med andre med henblik på en eller anden form for respons og dermed kunne drøfte såvel det man forstår, som det man ikke forstår. Sproget kan i denne sammenhæng ses som en åbning eller kobling mellem det indre og det ydre; mellem tænkningen og kommunikationen med andre.

Vores overordnede undersøgelsesspørgsmål lød: Hvordan kan undervisning i KiU udvikles så praksis i langt højere grad kommer i centrum, og så uddannelsen dermed kan kvalificere lærerne til fortsat udvikling af deres undervisningspraksis?

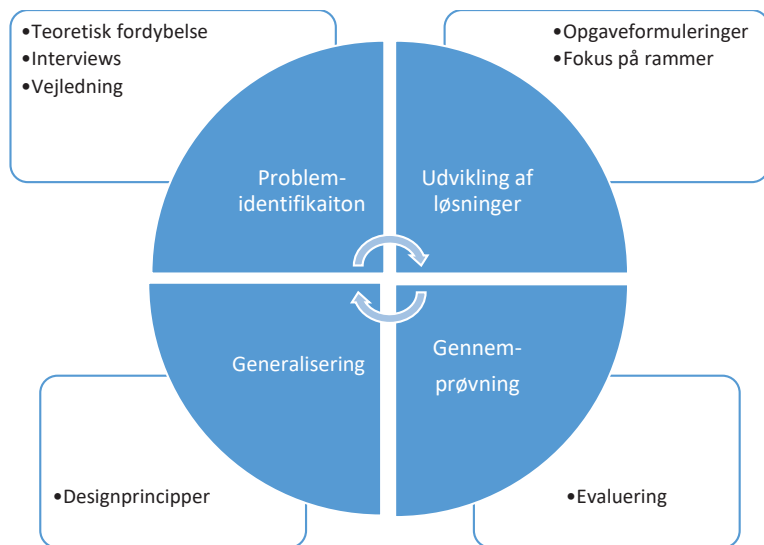
Metode

Vi har i vores tilgang til feltet været inspireret af design based research (Coob et al., 2003; Gynther, 2012). Vi har udviklet praksis i en iterativ proces i samarbejde med lærerne. Gennem løbende dialoger, interviews og feedback på de forskellige opgaveformuleringer og besvarelser har vi fra opgave til opgave udviklet og forfinet designprincipper der er blevet gennemprøvet og rettet til.

Design based research består af fire faser der gentages i en iterativ proces. I første fase identificeres problemet samtidig med at man sætter sig ind i de teorier der specifikt forholder sig til og kan belyse problemet. I anden fase udvikles didaktiske løsningsforslag. I tredje fase afprøves principperne i praksis, hvorefter erfaringerne analyseres og evalueres. Og i fjerde fase generaliseres erfaringerne, som i dette tilfælde handler om at udvikle designprincipper for praksisopgaven, hvorefter problemdefiner og design forfines og redesignes.

Vores arbejde kan beskrives ud fra nedenstående model der er stærkt inspireret af modellen i Christensen, Gynther & Petersen, 2012:

I første fase har vi ud fra egne erfaringer og ud fra teoretisk fordybelse indkredset problemstillingen. Derefter har vi udviklet didaktiske løsningsforslag der er afprøvet og evalueret i dialog med lærerne i praksis. Hvis de didaktiske løsningsforslag har været fagligt givende, har det ført til et designprincip. Derefter er der i dialog med lærerne identificeret udfordringer, eller udfordringerne er blevet forfinet. Dette har så igen ført til nye didaktiske løsningsforslag. Disse er så afprøvet og evalueret og har ført til yderligere designprincipper og så fremdeles i en iterativ proces.



Figur 1. Design based research – 4 faser.

Teoretisk inspiration til udvikling af prototypen – “praksisopgaven”

Dybdelæring

Ifølge Ramsden (1999) er den måde et individ lærer på, afhængig af den relation individet har til stoffet. Læringen er afhængig af den måde man oplever og organiserer det faglige stof og tillægger stoffet mening, ja, er “i dialog” med stoffet.

Ramsden beskæftiger sig med læring i forhold til læsning af tekster, men intet taler imod at det kan overføres til andet, fx til løsning af opgaver.

Ramsden beskriver hvordan man overordnet kan gå til det faglige stof på to forskellige måder: én der faciliterer dybdelæring (dybdestrategi), og én der kun bidrager til overfladisk læring (overfladestrategi).

Dybdestrategien er karakteriseret ved at man både har viljen til at forstå og til at fastholde en stille opgaves struktur. Ved brug af denne strategi er der fokus på tekstens konklusioner, og der søges efter en idé med teksten, altså forfatterens hensigt med teksten. Studerende der benytter sig af denne strategi:

- “Fokuserer på, ‘hvad der betegnes’ (dvs. forfatterens ræsonnement eller de begreber, der er relevante for at løse problemet).
- Relaterer tidligere erhvervet viden til ny viden.
- Relaterer viden fra forskellige undervisningsmoduler til hinanden.
- Relaterer teoretiske forestillinger til hverdagens erfaringer.
- Relaterer materiale og argumenter til hinanden og skelner mellem dem.
- Organiserer og strukturerer indhold i et sammenhængende hele.
- [Der er tale om en]
- Indre vægtning: ‘Et vindue, gennem hvilke aspekter af virkeligheden bliver synlige og mere forståelse. (Entwistle & Marton, 1984)’; (Ramsden, 1999, s. 64)

Individet forsøger ved dybdestrategien at uddrage et personligt meningsindhold af teksten. Man prøver at forbinde teksten til den virkelige verden eller til det man tidligere har læst, og forsøger således aktivt at få teksten til at give mening. Studerende der benytter sig af denne strategi, “angriber” teksten ud fra en holistisk strategi og ser teksten som et middel til at forstå forfatterens budskab.

Konkret har ovenstående betydet at vi i vores design af praksisopgaver har bestræbt os på at lærerne kunne få mulighed for at uddrage et personligt indhold af det lærte stof i samspil med egen praksis og få mulighed for at relatere tidligere erhvervet viden, teoretisk som praktisk, til ny viden (se efterfølgende afsnit om designprincipper).

Tanken er at stoffet (det være sig teori eller praksiserfaringer) “angribes” ved at det bearbejdes, konstrueres, udvikles og tilpasses en ny kontekst, fx egen undervisningspraksis. Det kan både være i form af at forstå teorien i lyset af praksisafprøvninger, at udvikle såvel teori som praksis igennem egne praksishandlinger og at bruge erfaringer

fra tidligere praksisopgaver. Men det kunne også være igennem praksisopgaven at invitere lærerne til at identificere vigtige undervisnings- og (for eleverne) læringsmæssige udfordringer igennem artefakter (fx elevprodukter) og udvikle handlestrategier for at imødekomme disse.

Vedvarende ændringer i læreres værdier, holdninger og praksis

Ifølge Clarke og Hollingsworth (2002) er professionel vækst og udvikling hos lærere en kompleks proces. Ændringer i læreres praksis sker gennem medierende processer af refleksioner og "enactment" (dvs. bevidste aktive tiltag i relation til pædagogiske holdninger, værdier eller erfaringer) i fire forskellige domæner som omfatter lærerens verden:

- Det personlige domæne (omhandlende viden, værdier og holdninger)
- Praksisdomænet (omhandlende professionseksperimenter, fx eksperimenter med nye undervisningsmetoder eller tilgange)
- Konsekvensdomænet (omhandlende fremtrædende resultater/outcomes, fx elevprodukter)
- Det eksterne domæne (omhandlende kilder af information, stimulus og support).

Professionel vækst kan udvikles gennem mange forskellige indgange til disse fire domæner. Ifølge Clarke og Hollingsworth (2002) sker der først vedvarende ændringer i praksis når forandring i ét domæne leder til forandring i et andet domæne, ligesom der først kan være tale om professionel vækst og udvikling når der er tale om vedvarende ændringer (Clarke & Hollingsworth, 2002, s. 950).

Nielsen (2012) har endvidere udviklet modellen ved at tilføje et kollaborativt domæne. Forskning har vist at lærerne fremhævede netop samarbejde om undervisningsudvikling, kolleger imellem, som vigtigt (Nielsen, 2012).

Konkret har vi ved formulering af praksisopgaverne nøje overvejet om opgaverne inviterede til og faciliterede refleksioner og enactment mellem de fem forskellige domæner (Clarke & Hollingsworths fire samt Nielsens ene) og hermed faciliterede skridt mod vedvarende forandring af praksis og dermed personlig vækst og udvikling. Opmærksomheden har også været rettet mod hvordan vi kunne facilitere dialoger, refleksioner og enactment mellem flere af domænerne individuelt, men også i fællesskab, både i undervisningsarenaen og i praksisarenaen. Dette kan ses i relation til Guskeys (1986) forskning der fremhæver at læreres handlinger, værdier og holdninger først rigtigt ændres efter at de har fået positive erfaringer med ny praksis og set forandringer i elevernes læring.

Dette svarer til hvad Morten Blomhøj fremhæver:

“Man skal ikke forvente at kunne skabe udvikling af praksis gennem direkte påvirkning af lærerens opfattelse og holdning til fag, undervisning og læring. Det handler om at støtte og skabe rammer for, at lærere kan afprøve nye elementer i deres egen undervisning, der så kan føre til, at læreren oplever et forbedret læringsudbytte hos eleverne.” (Blomhøj, 2016, s. 23)

Dette kan nås ved at følge et designprincip om praksisnærhed og kontekstsensitivitet i opgaverne.

Førstehåndserfaringernes autoritet

Ifølge Kvernbekk (Kvernbekk, 2003, s. 165 ff.) er det særdeles vigtigt at sætte teori på partikulære førstehåndserfaringer idet teorien skal bidrage til at fastholde og udvikle komplekse forståelser af komplekse problemstillinger. Kvernbekk opererer med begrebet “førstehåndserfaringernes autoritet”. Ifølge Kvernbekk har førstehåndserfaringer en del fejlkilder som fx lettilgængelige forklaringer og hverdagsforståelser af sammenhænge eller fx at “sammenfald af hændelse og tid kobles sammen til forklaring på hændelsen” som netop teori bør eliminere. Ifølge Kvernbekk har praktikere ingen særlig evne til at konstruere nøjagtige pålidelige opfattelser ud fra førstehåndserfaring. Derfor er der behov for gyldig velunderbygget teori som fundament for de antagelser der har indvirkning på de vurderinger vi foretager. Også Wackerhausen (2008) peger på at erfaringsbaseret indsigt og handlingsbåren kundskab kan være fejlagtig. Wackerhausen skriver:

“Hvis erfaringsrummet er invariabelt og uden eksplorative variationer, så vil de resulterende erfaringer let føre til selvbekræftende profetier og fejlagtig handlingsbåren kundskab og som konsekvens føre til en professionsudøvelse på et lavere niveau end muligt.” (Wackerhausen, 2008, s. 6)

Wackerhausen peger på at det kan føre til fastholdelse og videregivelse af erfaringsbåren kundskab der ikke er ønskværdig eller optimal.

Ovenstående har betydet at vi i design og afprøvning af praksisopgaverne har haft fokus på samspillet mellem matematikfaglig fordybelse og indsigt og udvikling af praksis. Vi har derfor valgt et designprincip omhandlende at opgaverne til dels er forelagte opgaver (se senere).

Vigtigheden af matematikfaglig forståelse og viden

For at udvikle elevernes forståelse af et fagligt indhold og for at udvikle undervisningspraksis er lærerens faglige forståelse og overblik særdeles vigtig. Ifølge Liping Ma (2010) er der ofte større fokus på inddragelse af konkrete materialer eller lignende end på matematiklærerens faglige viden, måske fordi det umiddelbart ser ud til at

have mere direkte indflydelse på eleverne. Men anvendelsen af disse andre elementer er afhængig af lærernes forståelse af matematikken. Her er det vigtigt at matematiklæreren kan tænke i helheder, dvs. er i stand til at analysere hvilke forudsætninger eleverne skal have når de opbygger forståelse for et nyt begreb. Det kræver matematikfagligt overblik og forståelse fra lærerens side ud over at kunne løse delopgaver omhandlende det aktuelle begreb.

Et overordnet princip for en praksisopgave bør derfor være at opgaven skal give lærerne mulighed for at få indsigt i og forståelse af et fagligt indhold *samtidig med* at denne forståelse bruges til at facilitere elevernes forståelse gennem afprøvning af ny praksis (Blomhøj, 2016; Guskey, 1986). Dette kan så igen bidrage til yderligere forståelse og udvikling af lærerens praksis og skulle gerne i sidste ende resultere i at lærerne får oplevelser af forbedret læringsudbytte hos eleverne. Netop dette kan være et første skridt mod en *varig ændring* af praksis (Clarke & Hollingsworth, 2002).

Konteksten for udviklingsprojektet

Udgangspunktet for KiU-undervisning har været særligt tilrettelagte moduler der i antal altid er ét modul mindre end fuldt fag i læreruddannelsen. For undervisningsfaget matematik blev der udviklet tre moduler (i alt 30 ECTS). Hvert modul var på ti undervisningsdage med to til fire uger mellem undervisningsdagene. Den mellem-liggende periode, fordybelsesperioden, var tænkt til forberedelse og til at udvikle og afprøve tiltag i egen praksis på baggrund af seks givne praksisopgaver. Dvs. at ikke alle undervisningsgange havde tilknyttet en praksisopgave.

Modulerne blev udarbejdet i nær korrespondance med informationer om lærernes kompetencer; informationer som vi fik igennem de kompetenceafklarende samtaler (KAS). Ser vi overordnet på resultaterne af KAS, er kompetenceområdet "matematiske kompetencer" det område som langt de fleste lærere har behov for at arbejde med. Derfor tilrettelagde vi forløb hvor første modul omhandlede de otte matematiske kompetencer. Hver undervisningsdag havde en til to af de otte kompetencer som overskrift, fx modelleringskompetencen og ræsonnements- og tankegangskompetencen. De(n) matematiske kompetence(r) blev sammenholdt med et af de tre øvrige kompetenceområder: tal og algebra, geometri og statistik og sandsynlighed (jf. Fælles Mål). Fx blev der på én undervisningsdag arbejdet med kommunikationskompetence sammen med stokastik og næste undervisningsgang med problemløsningskompetencen og tal og algebra.

For at kvalificere lærerne bedst muligt til den forestående praksisopgave tog opgaverne udgangspunkt i undervisningsdagens temaer. Dvs. at praksisopgaverne i alle tilfælde har bygget på litteratur og diskussioner tilknyttet undervisningsdagens tema/kompetencer.

Designprincipper

Designprincipper for praksisopgaver

Praksisopgaven har ud over de helt overordnede formål (se ovenfor) to formål: dels at *afprøve* elementer fra teori, dels at *udvikle undervisning* i egen praksis. Teori er her tænkt både som fagfaglig teori (fx udvikling af forståelse for funktionsbegrebet), fagdidaktisk teori (fx teori om matematikvanskeligheder eller realistisk matematikundervisning (RME)) og almen didaktisk teori (fx generel teori om differentiering eller elevforudsætninger).

I forhold til fagfaglig teori er de bagvedliggende tanker for design (bl.a. med Kvernbekks begreb "førstehåndserfaringernes autoritet") at skærpe fokus på lærernes egen fortrolighed med det givne stofområde for dermed at få et teoretisk fundament for videre antagelser i forbindelse med planlægning, gennemførelse og evaluering af konkret undervisning.

I samtaler med lærere i KiU-undervisningen erfarede vi at mange har haft en praksis hvor succeskriteriet har været at eleverne kunne løse opgaverne korrekt. Dvs. lærerne har ikke lagt så stor vægt på udvikling af elevernes begrebsforståelse. Dette kan skyldes lærerens egen begrænsede faglige viden og overblik der så fx giver sig udslag i en antagelse om at når eleverne har kunnet løse opgaverne, så må det matematiske indhold være forstået.

Med dybdelæring for øje har vi bestræbt os på at udforme praksisopgaver ud fra det princip at opgaven skulle give lærerne mulighed for at relatere tidligere undervisningsmæssige oplevelser til teori og relatere teori til praksiserfaringer og dermed få flere perspektiver og større forståelse af kompleksitet i praksissituationer. Tanken har været igennem dette at give lærerne mulighed for at etablere *betydende* overgange mellem uddannelse og egen praksis og mellem egen praksis og uddannelse. Dette skulle gerne give mulighed for at udtrække personligt indhold af teori i samspil med praksis.

Vendingen stammer fra Nielsen og Daugbjerg (2016), der med henvisning til Beach (1999) anser overgange som betydende "når lærere tillægger 'noget' værdi og derfor reflekteret forandrer deres praksis, deres relationer eller begge dele". Ud over ovenstående har vi igennem udviklingsprocessen afprøvet og udviklet nedenstående designprincipper som senere i artiklen vil blive illustreret i et eksempel:

- a. Forelagte opgaver bør være åbne i forhold til indhold og målsætning, med andre ord kontekstsensitive. Det giver læreren mulighed for at realisere opgaven i forskellige praksiskontekster og situationer (fx elever, klassetrin, tidsramme, inddragelse af konkrete materialer eller digitale værktøjer) og ikke mindst at tilpasse opgaven til lærerens egne forudsætninger.
- b. Indholdet bør være relevant så opgaven bidrager til opfyldelse af læringsmål afledt af FFM, eller bygge på teori som kan øge variationen i matematikundervisningen.

- c. Opgaven bør bidrage til en forståelse af elevernes læreprocesser.
- d. Opgaven bør hjælpe med at udvikle og kvalificere den undervisning som lærerne allerede gennemfører i den daglige praksis på skolerne.
- e. Praksisopgaven bør endvidere tage udgangspunkt i undervisningsdagens temaer (se afsnittet vedr. konteksten for udviklingsprojektet) inden for følgende kategorier:
 - Fagdidaktiske temaer, fx matematikvanskeligheder eller realistisk matematikundervisning (RME)
 - Stofdidaktisk fokus (studiet af stof mhp. undervisning, jf. Skott et al., 2008), fx udvikling af forståelse for funktionsbegrebet
 - Temaer der retter sig mod matematiske kompetencer, fx elevernes udvikling af repræsentationskompetence som fokus i design af undervisningen.

Hensigten med designprincipperne er at kvalificere lærerne bedst muligt til den forestående opgave. Principperne har afsæt i Clarke og Hollingsworth, Ramsden, Kvernbekk og socialkonstruktivistisk læringsteori samt Sunesens forskning (2016). Sunesen peger på vigtigheden af medbestemmelse og demokratisk involverende processer i kompetenceudviklingsforløb for at sikre deltagernes engagement.

Vi har erfaret at det er en udfordring for mange lærere at se forståelse af det faglige begreb som værende af afgørende betydning for hvordan der spørges til og arbejdes med begrebet i egen undervisning, og dermed for elevernes forståelse og læring. Dermed bliver dybdelæringen en udfordring fordi netop dybdelæringen er afhængig af at man tillægger stoffet betydning. Derfor er det i forbindelse med præsentation af en praksisopgave også nødvendigt at bruge tid på bl.a. at argumentere for indholdet.

Yderligere er der som følge af den iterative proces et designprincip om at:

- f. Forventningerne til praksisopgaven skal være præciseret mht. mål og fokus for refleksion både under opgaven og ved efterbehandling af opgaven, individuelt og i undervisningen.

Et ligeledes vigtigt designprincip er:

- g. Forventninger mht. artefakter til efterbearbejdningen i undervisningen (billeder, videoklip m.m.) skal præciseres.

Vores udviklede design er karakteriseret ved at være omgivet af følgende rammer: *en før-, en under- og en efter-fase. Der arbejdes med de to første faser i fordybelsestiden mellem undervisningsgangene. I det følgende beskrives og kommenteres erfaringerne med de tre faser.*

Før, under og efter praksisopgaven

Før

“Før-fasen” indebærer:

- Individuel forberedelse, fx læsning af anbefalet litteratur, arbejde med matematiske begreber og/eller kompetencer
- Bearbejdning af den teori/de begreber/kompetencer som skal i spil i opgaven
- Kort præsentation af praksisopgaven.

Lærernes forberedelse spiller en vigtig rolle for at få teori og praksis i samspil. Praksisopgaven udvikles i forbindelse med de temaer der arbejdes med på de(n) foregående undervisningsdag(e). Den teori lærerne har læst, bliver bearbejdet i undervisningen inden praksisopgaven introduceres. Når/hvis det er muligt, kan der inddrages aktiviteter i undervisningen som efterfølgende kan bruges som inspiration til udvikling af egen praksis. I nogle tilfælde kan praksisopgaven introduceres i forbindelse med arbejdet med dagens teori, men for det meste introduceres den som en del af dagens opsamling. Med henblik på at få etableret et godt og trygt studiemiljø har vi erfaret at det kan være godt at tage den undersøgende og problemløsende tilgang til faget matematik alvorligt i praksis og at bestemme første tema/indhold i første modul ud fra kriteriet: et tema der stort set er nyt for alle, således at næsten alle er i samme båd mht. viden og kompetencer. Dette har vist sig at give en god mulighed for at lærerne “åbner sig for faget” og udviser en risikovillighed ud over det sædvanlige, også mht. at inddrage artefakter i undervisningen.

Under

“Under-fasen” indebærer:

- Arbejde med opgaven individuelt eller i samarbejde med andre deltagere på holdet eller kolleger fra egen praksis
- Mulighed for vejledning/sparring med underviser
- Afprøvning i egen praksis og indsamling af data eller artefakter.

Vejledningen er tænkt som støtte til lærerens design af undervisning og analyse af egen praksis og foregik i vores afprøvning elektronisk via mails. Elevprodukter el.lign. blev i nogle tilfælde brugt som udgangspunkt for vejledningen; det gav et bedre grundlag for undervisernes feedback og gav i øvrigt læreren mulighed for at komme i dybden med forståelse af fx den enkelte elevs læring. Vi har erfaret at artefakter som udgangspunkt for vejledningen er et godt afsæt for videre refleksion og udvikling af lærernes undervisningseksperimenter. I videreudvikling af designprincipper for praksisopgaver kan dette være et yderligere kriterium i arbejdsprocessen med opgaven.

I vores afprøvning har vi erfaret at det giver god og mere nuanceret læring for lærerne der hvor to lærere, fx fra samme skole, har kunnet afprøve et forløb i to forskellige klasser: Lærerne har løbende kunnet reflektere over og videreudvikle forløb og sammenligne resultater. Netop kollegial erfaringsdeling, support og fælles løsning af problemer fremhæver Guskey (1986) og Nielsen (2012) som vigtige for facilitering af forandring af praksis og i forbindelse med læreres professionelle udvikling.

Efter

“Efter-fasen” indebærer:

- Fremlæggelse, analyse og erfaringsudveksling på KiU-holdet med udgangspunkt i opgavens mål og efterbearbejdningens fokus
- Indsættelse af materialer og idéer fra opgaverne i KiU-holdets idébank, der så efterfølgende kan bruges af alle på holdet og tilpasses egen undervisning.

Praksisopgaven skulle gerne give lærerne mulighed for at transformere den viden hver enkelt lærer finder vigtig og meningsfuld, til praktiske handlinger i egen undervisning for dermed at invitere til dybere indsigt og facilitere mulighed for enactment (jf. Clarke & Hollingsworth). Tanken er at de erhvervede erfaringer sammen med fx medbragte artefakter fra disse handlinger igen skal føres tilbage til KiU-undervisningen til videre fælles analyse og indsigt for dermed fx at nuancere og forfine den teoretiske indsigt. På denne måde gives der mulighed for at relatere teori til hverdagens erfaringer og relatere tidligere indsigt til ny viden. Dermed skabes der mulighed for det Ramsden med henvisning til Entwistle og Marton (1984) kalder for en indre vægtning: “Et vindue, gennem hvilket aspekter af virkeligheden bliver synlige og mere forståelige (Ramsden, 1999, s. 64), altså at facilitere dybdelæring. Efter-fasen er således et vigtigt element i designet til understøttelse af lærernes aktive konstruktionsproces og til deres dialogiske behandling af et stof i en bestemt kontekst.

Vi har i vores forløb erfaret at flere lærere har brugt efterbehandlingen til videre inspiration og udvikling af egen praksis. Lærerne har afprøvet hinandens elevaktiviteter, videreudviklet dem og så igen delt både aktiviteter, viden og erfaringer med hinanden igennem en idébank. En lærer designede fx elevmateriale i forbindelse med udvikling af matematisk repræsentationskompetence, som så senere blev videreudviklet af en anden lærer og anvendt i forbindelse med en praksisopgave med fokus på “elever som datadetektiver”.

Efter-fasen er den fase hvor der har vist sig flest udfordringer. Lærerne præsenterer fra arbejdet med deres praksisopgave analyser og erfaringer som er vigtige at dele, reflektere over, perspektivere og udfordre i fællesskab, men også erfaringer der sommetider præsenteres i anekdotiform. Denne del af undervisningen kommer således hurtigt til at fylde meget i ti dages undervisning a seks lektioner til hvert modul hvor

underviserne er forpligtet på centralt formulerede kompetencemål. Udfordringen er derfor at udvikle en undervisning der i endnu højere grad formår at integrere centrale videns- og færdighedsmål med læreres oplevede udfordringer i praksis, både i undervisning og i opgaverne, og i endnu højere grad at praktisere fokuseret og stram procesledelse i efterbearbejdningsfasen.

Praksisopgaven “Funktioner” – en illustration

En af de praksisopgaver som blev anvendt i modulet “Matematik i anvendelse 1.-6. klasse”, omhandlede det matematikfaglige begreb “funktioner”. Den tilknyttede teori tog udgangspunkt i selve funktionsbegrebet, og aktiviteterne fokuserede på forståelse af begrebet, anvendelsesmuligheder og forskellige repræsentationer.

Fokus på forståelse af en formel definition af funktionsbegrebet gav forskellige udfordringer. Ud fra fælles drøftelse i undervisningen blev det fx tydeligt at lærerne havde svært ved at se forskel på begreberne ligning og funktion. Det blev et godt udgangspunkt for udvikling af en fælles forståelse som kom så tæt på de formelle begreber som muligt.

Lærerne blev her udfordret på deres egen matematikfaglige viden og havde dermed også svært ved at se relevansen til deres daglige undervisning i 1.-6. klasse. For at sikre at lærerne tillagde stoffet betydning (for dermed at sikre dybdelæring), blev der arbejdet med at forstå vigtigheden i at en lærer i 1.-6. klasse kan analysere det faglige indhold og dermed kvalificere et valg eller fravalg af undervisningsindhold. Som eksempel blev arbejdet med talmønstre eller tretabellen set i sammenhæng med begrebet funktion og vil dermed bidrage som grundlag for elevernes forståelse/konstruktion af det matematiske begreb funktion. I den sammenhæng blev der i praksisopgaven sat fokus på at lærerne i deres praksis skulle arbejde med talmønstre ud fra egen forståelse af funktionsbegrebet.

Undervisningen og opgaven skulle tilsammen give mulighed for at skabe forbindelser mellem nogle af de definerede domæner for dermed at skabe mulighed for vedvarende ændringer i praksis. Vi ville gerne facilitere at fx lærerens egen faglige indsigt i funktionsbegrebet skulle føre til konkrete eksperimenter i undervisningen der kunne føre til større indsigt i elevernes funktionsforståelse og forståelse af talmønstre som så igen kunne føre til at læreren på sigt ændrede sin undervisning.

Undervisningsdagen gav anledning til nedenstående praksisopgave:

Opgaven er formuleret på tre forskellige niveauer (A, B og C) og tager, på trods af at det er en forelagt opgave, højde for den enkelte lærers egne forudsætninger og indsigt og medbestemmelse. De forskellige niveauer i opgaven åbner op for forskellige mulige praksiskontekster og situationer både hvad angår elevforudsætninger, klassetrin, tidsrammer, organisering og metoder, og relaterer til FM. Opgaven tager

udgangspunkt i den teori der har været i fokus i undervisningen, i dette tilfælde det matematikfaglige begreb funktioner, og lægger dermed op til at transformere den matematikfaglige viden til konkret undervisningspraksis. Derudover giver opgaverne forskellige hint til at udvikle og kvalificere den undervisning som læreren allerede praktiserer. Yderligere er der til hver opgave knyttet et fokuspunkt for læreren. Disse punkter er formuleret med henblik på at skærpe fokus på observationer af og refleksioner over undervisningen og elevernes læring og motivation både til individuel brug og til brug i den efterfølgende KiU-undervisning. Dette hjælper læreren med at knytte teoretisk kundskab sammen med personlige erfaringer fra praksis. Refleksioner og observationer skulle gerne bidrage til enactment mellem forskellige domæner og dermed facilitere skridt mod vedvarende forandring af praksis og dermed personlig vækst og udvikling. Der er således i opgaven taget højde for muligheden for at etablere betydende overgange både mellem uddannelse og profession og mellem profession og uddannelse (Nielsen & Daugbjerg, 2016). Ligeledes er der taget højde for de i det foregående afsnit beskrevne designprincipper for en praksisopgave – ikke mindst samspillet mellem matematikfaglig fordybelse og indsigt og udvikling af praksis.

Erfaringer fra praksisopgaven om funktioner

Lærerne opfordredes til at søge vejledning hos underviserne. Vejledningen havde fokus på at udvikle lærernes analyse- og refleksionskompetence ved at give mulighed for at se aktiviteter eller elevbesvarelser fra et nyt perspektiv. Vejledningen kunne på denne måde være med til at facilitere dialoger, refleksioner og enactment mellem flere domæner og dermed bidrage til første skridt mod vedvarende ændringer af lærerens handlinger, holdninger og værdier.

En lærer havde i foregående praksisopgave udviklet et forløb hvor eleverne sorterede pantflasker som læreren havde medbragt til undervisningen. Gennem vejledning og fordi praksisopgaven var kontekstsensitiv (jf. afsnittet om designprincipper), fik læreren øje på at denne opgave kunne videreudvikles til næste praksisopgave vedr. funktionsbegrebet. Vejledningen støttede desuden at læreren fik relateret tidligere erhvervet viden og erfaringer til ny viden, relateret forskellige undervisningstemaer til hinanden og organiseret og struktureret indhold til et sammenhængende hele. Alt sammen faciliterende for muligheden for dybdelæring.

Læreren havde i første opgave om sortering af pantflasker haft fokus på at eleverne skulle finde matematikken i hverdagen (fx hvor mange penge kan man tjene på en sæk tomme flasker med forskellig pant?). Ved under vejledningen at fokusere på lærerens eget funktionsbegreb fik hun øje på at flaskesortering kunne udvikles til konkretisering af elevernes funktionsbegreb. Læreren kunne efter en dybere egenfor-

PO2: Funktioner i 1.-6. klasse

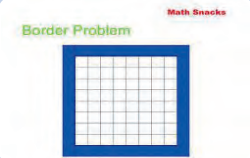
Med udgangspunkt i din egen forståelse af funktionsbegrebet skal du planlægge, gennemføre og evaluere en aktivitet hvor elever i 1.-6. klasse arbejder med sammenhænge mellem tal.

Du skal vælge det niveau du vurderer passer bedst til dine elever:

Niveau A og B tager udgangspunkt i det indledende arbejde med sammenhænge mellem tal uden at anvende selve funktionsbegrebet i samtalen med eleven.

Hvis eleverne har tilstrækkelige erfaringer fra tidligere arbejde, giver niveau C mulighed for at anvende funktionsbegrebet i samtale med eleverne.

Hvis eleverne ikke har tilstrækkelige erfaringer, vil niveau C kunne anvendes som reference for eleverne ved et senere arbejde med funktionsbegrebet.

		
<p>Niveau A</p> <ul style="list-style-type: none"> • Talmønstre 	<p>Niveau B</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionsmaskinen 	<p>Niveau C</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blomsterbedet/"The border problem"

Niveau A: Talmønstre

Mål fra FFM14: tal og algebra – algebra – fase 1 (1.-3. klasse)

- Eleven kan opdage systemer i figur- og talmønstre.
- Eleven har viden om enkle figur- og talmønstre.

Læringsmål: *Eleverne kan finde tal nummer 10 i et talmønster når de kender de tre første tal.*

Lærerens fokus, fx ved formulering af spørgsmål og i dialog med eleverne: at få eleverne til at beskrive sammenhænge mellem tal.

I denne opgave kunne det fx være spændende at arbejde med fordobling og halvering. Eller tællemetoder, at skiptælle osv.

Niveau B: Funktionsmaskinen

Mål fra FFM14

Tal og algebra – algebra – fase 3 (1.-3. klasse)

- Eleven kan opdage regneregler og enkle sammenhænge mellem størrelser.
- Eleven har viden om sammenhænge mellem de fire regningsarter.

Læringsmål: *Eleverne kan løse problemstillinger der vedrører generaliseret regning med tal.*

Lærerens fokus: at formulere spørgsmål og opfordre til dialog som tager udgangspunkt i sammenhæng mellem "input" og "output".

Overvej i hvor høj grad I vil arbejde med elevernes symbolbehandling. Her kan også være gode differentieringsmuligheder.

Funktionsmaskinen kan fx:

- Være et bord hvor en elev sidder under bordet med en "funktion" og talkort, og 1-2 andre elever sidder ovenpå og giver talkort (til input), gerne i en anden farve, til eleven. De elever som sidder ovenpå, skal gætte hvilken sammenhæng/funktion der er i spil, ud fra de output som kommer fra bordet.
- Være en kasse/maskine.
- Være et "online game" på computeren/iPad'en

Niveau C: Blomsterbedet/"The border problem"

Mål fra FFM14:

- 4.-6. klasse – tal og algebra – algebra – fase 3.
- Eleven kan anvende variable til at beskrive enkle sammenhænge.
- Eleven har viden om variables rolle i beskrivelse af sammenhænge.

Læringsmål: *Eleverne kan udvikle og opstille formler der beskriver sammenhænge mellem størrelser.*

Lærerens fokus: de gode spørgsmål som understøtter elevernes udvikling af en generel formel (funktion) som beskriver antal fliser/kvadrater i rammen.

Hent gerne inspiration i slides til startopgaven fra den 9.10.15 (undervisningsdag 2).

Figur 2. Praksisopgave i det matematikfaglige begreb funktioner.

ståelse af funktionsbegrebet synliggøre, konkretisere og forklare funktionsbegrebet for eleverne. Dette ses på billedet: 1 flaske ind (pant 1,50 kr.) giver 1,50 kr. ud, og 2 flasker ind giver 3,00 kr. ud. Praksisopgaven hjalp således læreren til at udvikle og kvalificere den daglige praksis (jf. designprincipper) og ikke mindst til at udvikle elevernes forståelse af funktionsbegrebet. Hele opgaven blev således: Eleverne lavede en udregning af pant på flaskerne dernæst blev flaskerne afleveret, og eleverne fik kvitteringer for panten.

Efterfølgende blev disse flaskeboner studeret af eleverne, og der blev arbejdet med funktionsbegrebet ud fra bonerne med efterfølgende design af en funktionsmaskine som blev afprøvet med forskelligt input. Herefter gik eleverne i gang med analyse af input og output og med arbejde med funktionsmaskiner online via de programmer som vi som undervisere havde foreslået i opgaven.

Ovenstående er et eksempel på en lærer der via praksisopgaven, baseret på vores udviklede designprincipper, får mulighed for at eksperimentere i praksisdomænet qua egen ny faglig indsigt i funktionsbegrebet (det personlige domæne og det eksterne domæne), men også ved at koble tidligere erhvervet viden og erfaringer (gennem en anden praksisopgave, konsekvensdomænet) til den nye opgave. Læreren organiserede og strukturerede det faglige indhold i meningsfyldte sammenhænge (både for læreren selv og for eleverne), hvilket kan have betydet dybdegående læring både for lærer og elever.

I et interview udtaler læreren efter modulets afslutning følgende:

Altså jeg tænker sådan mere nuanceret når jeg kigger på en opgave, og tænker mere "nå, men jeg kunne også gøre sådan, og jeg kunne også gøre sådan", hvor jeg tidligere holdt mig til hvad der stod i lærervejledningen.

Jeg går meget mere på jagt efter noget der giver mening i deres hverdag. [] Jeg har fået en stærkere bro mellem hvad der giver mening for dem, og hvad der kan være sjovt for dem, end jeg havde før. [] Det vil sætte sig spor i en anden måde for mig at forberede mit fag på [], altså fået nye måder at tænke på.

Udtalelsen tyder på at der er sket ændringer hos læreren, og at læreren reelt har udviklet sig professionelt.

Efterbehandlingen tog udgangspunkt i opgavens formulering af "lærerens fokus". Opgaven blev ligesom besvarelser fra øvrige deltagere præsenteret ved hjælp af billeder, videoer, elevprodukter mv. som efterfølgende blev analyseret og diskuteret på holdet. Hensigten var gennem dialoger at bevidstgøre lærerne om egne værdier, holdninger og handlinger, at bidrage til yderligere forståelser af elevers læreprocesser, fx ud fra forskellige artefakter, og at motivere og invitere til yderligere eksperimenter i undervisningen.

Hans Freudenthal:

”Ideen hos RME er netop at begynde med et problem i noget, der har reel omverdenskarakter for eleverne, og lade dem systematisere egne og andres løsninger på problemet. Det er i sådanne systematiseringer, at matematikken for alvor ligger.”



Figur 3. Lærerenes pædagogiske og faglige opdagelser i forbindelse med forløbet (fra præsentation af opgaven).

Ved fremlæggelsen perspektiverede læreren denne opgave til tidligere fagdidaktiske temaer og fik dermed indirekte demonstreret arbejde med dybdestrategi i læreprocessen. I den tidligere praksisopgave havde læreren eksperimenteret med RME (Realistic Mathematics Education), og her reflekterer hun på baggrund af disse erfaringer. I denne opgave er der nu fokus på hvordan hverdagserfaringer fra flaskeautomaten leder frem til begreberne input og output samt forståelsen af sammenhæng mellem antal flasker og udbetalte beløb. Som det ses på figur 3, henviser læreren til RME som den teori der bliver koblet til hendes refleksioner over praksisopgaven.

I denne fremlægning var der både refleksioner og perspektiveringer, hvilket ikke har været tilfældet hos alle deltagere. Ikke alle deltagere har lige nemt ved dette, men en skærpeelse af fokus, som nævnt i afsnittet ”Efter”, hjælper på denne udfordring. På trods af dette er refleksioner og perspektiveringer stadig en stor udfordring for at få maksimalt udbytte af opgaven.

Afslutning

Artiklen præsenterer designprincipper for formulering og udførelse af praksisopgaver som led i KiU-undervisning. Vi har fra evalueringer og observationer af undervisning i KiU set tegn på udvikling af lærernes praksis gennem praksisopgaver der er baseret på de anførte designprincipper udviklet iterativt gennem forløbet.

Baseret på vores erfaringer i projektet vurderer vi at der vha. praksisopgaven er større chance for at lærerne relaterer tidligere undervisningsoplevelser til ny viden og knytter ny teori til praksiserfaringer, hvormed lærerne får flere perspektiver og større forståelse af kompleksitet i praksisforståelser og teori – forståelser der kan

kvalificere den konkrete daglige undervisning. Ved at benytte sig af de anførte principper kan praksisopgaver komme til at understøtte lærerne i at uddrage et personligt meningsindhold af det lærte stof i samspil med praksis og dermed bidrage både til motivation og dybdelæring.

I efteruddannelsesregi generelt kunne der være perspektiv i at bringe praksisopgaver i spil i forbindelse med fagteamarbejde, således at opgaverne skulle løses i samarbejde med fagkolleger på skolerne. På den måde kunne man både kvalificere og udvikle såvel undervisningen i faget som lærende fællesskaber på skolen, og spredningseffekten kunne blive langt større. Underviseren kunne gennem opgaverne rammesætte og give inspiration til faglige og fagdidaktiske praksisstudier og/eller teoristudier. Men dette fordrer en høj grad af ledelsesopbakning og tid.

Vi ved at mange nyuddannede lærere oplever en kløft mellem det de har lært i uddannelsen, og det der kræves i professionsudøvelsen (se fx Frederiksen, 2013). Eraut (2004) peger på at en måde at bygge bro mellem profession og uddannelse kan være at facilitere læreprocesser som involverer at lære at transformere ny viden til nye situationer. Det kan bl.a. ske ved at skabe muligheder, tid og rum for at øve sådanne transformationsprocesser, fx i uddannelsen. Eraut (2004) fremhæver endvidere at hvis de studerende ikke får erhvervet sig teoretisk viden på dybdniveau, men blot får lært teori på overfladeniveau, så vil de have svært ved at frigøre den teoretiske viden fra den akademiske kilde. Da det også er en central udfordring for læreruddannelsen at tilrettelægge uddannelse så alle studerende kan se værdien af teoretisk viden til gavn for en senere professionsudøvelse, kan ovenstående praksisopgave, tilpasset den ordinære læreruddannelse i samspil med praktik, være en måde at komme disse udfordringer i møde.

Yderligere er der i læreruddannelsen åbnet op for opgaver af denne art i de partnerskabsaftaler som læreruddannelsen indgår med forskellige kommuner og deres skoler. Praksisopgaven kan være en mulighed for i læreruddannelsen at knytte teoretisk viden sammen med personlige erfaringer i praksis og dermed øge motivation og dybdelæring. Den kan være en måde at opleve meningsfulde sammenhænge mellem læringsindhold og fremtidige behov for viden i professionsudøvelsen.

I denne artikel har vi brugt matematik som eksempel på brug af praksisopgaver. Men praksisopgaver designet ud fra ovenstående skitserede principper vil kunne bruges i alle læreruddannelsens fag, både løbende i modulerne, men også som led i forskellige modulafprøvninger.

Referencer

- Blomhøj, M. (2016). *Fagdidaktik i matematik*. Frydenlund.
- Christensen, O., Gynther, K. & Petersen, T.B. (2012). Design based research – introduktion til en forskningsmetode i udvikling af nye E-læringskoncepter og didaktisk design medieret af digitale teknologier. *Læring og Medier (LOM)*, nr. 9, 2012.
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model and teachers' professional growth. *Teaching and Teacher Education 18* (2002), s. 947-967.
- Coob, P. et al. (2003) Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher, Vol. 32 No 1*, s. 1-13.
- Dysthe, O. (2003). *Dialog, samspil og læring* (1. udgave). Aarhus: Klim.
- Entwistle, N.J. (1984). Contrasting Perspectives on Learning. I: Marton F. et al. (red.), *The Experience of Learning*. Edinburgh: Scottish Academic Press.
- Eraut, M. (2004). Transfer of knowledge between education and workplace settings. I: H. Rainbird, A. Fuller & A. Munro (red.), *Workplace learning in context* (s. 201-221). London: Routledge.
- Frederiksen, L.L. (2013). Flertydighed i professionel udvikling – et oplæg til diskussion. I: M.H. Beck, L.L. Frederiksen & T. Iskov, *Undervisning i læreruddannelsen – et oplæg til grundlagsdiskussioner*. Via systime.
- Guskey, T.R. (1986). Staff Development and the Process of Teacher Change. *Educational Researcher*, Vol. 15. No. 5, s. 5-12.
- Gynther, K. (2012). *Brugerdreven forskningsbaseret innovation af didaktisk design – et perspektiv på anvendt forskning*. UC viden. http://ucsj.dk/fileadmin/user_upload/FU/Publicationer/Gynther-Karsten-2010-Brugerdreven-forskningsbaseret-innovation-af-didaktisk-design.pdf
- Hutters, C. (2007). *Mellem lyst og nødvendighed – en analyse af unges valg af videregående uddannelse*. Ph.d.-afhandling. Forskerskolen i livslang læring. Roskilde Universitetscenter.
- Illeris, K. (2006). *Læring*. Roskilde Universitetsforlag.
- Kvernbekk, T. (2003). Erfaring, praksis og teori. I: Kvernbekk (red.), *Pædagogik og professionalitet*. Klim.
- Lindhart, L. (2007). *Hvor lærer en lærer at være lærer? Læring som deltagelse i vekslende handlesammenhænge*. Kbh.: Books on Demand.
- Ma, L. (2010). *Knowing and Teaching Elementary Mathematics. Teachers' Understanding of Fundamental Mathematics in China and the United States*. Taylor & Francis.
- Nielsen, B.L. (2012). *Science Teachers' Meaning-making of Teaching Practice, Collaboration and Professional Development*. Ph.d.-afhandling. Aarhus Universitet.
- Nielsen, B.L. & Daugbjerg, P. (2016/in press). *IT-fagdidaktik og naturfag – overgange mellem udviklingsworkshop og undervisningspraksis*. Antologi fra Demonstrationskoleprojekter.
- Ramsden, P. (1999). *Strategier for bedre undervisning*. Gyldendal.
- Sunesen, M.S.K. (2016). *Læreres og pædagogers oplevede læringsudbytte af et pædagogisk kompetenceudviklingsforløb – med inklusion som eksempel*. Ph.d.-afhandling. DPU Aarhus Universitet.

Vygotsky, L.S. (1997). *The History of the Development of Higher Mental Functions*. (Bind 4).

Vygotsky, L.S. (2001). *Tenkning og tale*. Gyldendal Akademisk, Oslo

Wackerhausen, S. (2008). Erfaringsrum, handlingsbåren kundskab og refleksion. I: *Refleksion i praksis*, Skriftserie nr. 1, 2008. Institut for filosofi og idéhistorie. Aarhus Universitet.

English abstract

This article presents design principles developed for practice assignments in mathematics for in-service teachers. The design principles may well contribute to optimal learning and to sustained changes in practice as well as support participants' active design process and their dialogical treatment of subject material in a specific context. The principles focus on practical experience as key in the execution of the assignment as well as on keeping the in-practice learning process central. The article provides an example of an application of these design principles.

Hvordan kan matematiklæreres refleksionssamtaler om undervisningspraksis karakteriseres?



Charlotte Krog
Skott, Københavns
Professionshøjskole



Heidi Kristiansen,
Københavns
Professionshøjskole og
Munkekærskolen



Eva Rønn, Københavns
Professionshøjskole

Abstract: *At reflektere over undervisning er centralt i nye former for lærersamarbejder som fx lektionsstudier hvor lærere udforsker egen og andres praksis. Vores formål er at karakterisere sådanne fagdidaktiske refleksionssamtaler når danske matematiklærere reflekterer over deres observationer af praksis. Analytisk er vi inspirerede af en japansk diskursmodel som vi videreudvikler til en refleksionsmodel der gør det muligt for os at indfange bredden og variationerne i samtalerne set som helheder. To refleksionsformer viser sig at dominere: beskrivende og problemløsende refleksioner. Vi foreslår lærere og andre at bruge refleksionsmodellen som redskab til at diskutere og udvikle kvalitet i refleksionssamtaler om matematikundervisning og -læring.*

Indledning

I fire år har japanske lektionsstudier dannet ramme om dansk- og matematiklæreres samarbejde på en københavnsk forstadsskole. I begyndelsen deltog lærere der i særlig grad var optagede af at bruge denne (i en dansk kontekst) nye form for lærersamarbejde til at udvikle deres undervisning. Samarbejdet var koncentreret omkring fire processer der generelt er kendetegnende for lektionsstudier: 1) fælles formulering af et problem der optog lærerne i deres daglige praksis, 2) planlægning af en lektion der forventedes at kunne imødekomme problemet, 3) gennemførelse af den planlagte lektion (kaldet *udforskningslektionen*) af én lærer, mens de øvrige deltagere observe-

rede, og 4) fagdidaktisk refleksionssamtale om hvad eleverne lærte (og ikke lærte), og hvordan dette kunne tænkes at hænge sammen med de planlagte tiltag i undervisningen (for yderligere læsning om japanske lektionsstudier, se fx Kaas, Kristiansen, Møller, Skott & Østergren-Olsen, 2017; Winsløw, 2009).

På baggrund af erfaringer med denne type lærersamarbejde så matematikvejlederen muligheder for at videreudvikle samarbejdet i matematikteamet generelt. Specifikt ønskede hun at teamet i større udstrækning ville reflektere over faglige og fagdidaktiske aspekter ved deres praksis, og at disse refleksioner ville tage udgangspunkt i observationer og andre data fra konkrete undervisningssituationer og ikke primært i lærernes egne erfaringer og holdninger. Skoleledelsen besluttede derfor det følgende skoleår at involvere alle matematiklærerne (og dansklererne) i det som vi har valgt at kalde *lektionsrefleksioner*. En lektionsrefleksion består af de samme fire processer som et lektionsstudie, men fokus er primært på de sidste to processer, dvs. på at understøtte fagdidaktiske refleksioner, og i mindre grad på de to første. I løbet af skoleåret gennemførte matematiklærerne fire lektionsrefleksioner hvor lærere på udvalgte årgange skiftedes til at planlægge en lektion som de øvrige lærere observerede og efterfølgende reflekterede over sammen. Vi (forfatterne) faciliterede disse processer i samarbejde med en anden facilitator og deltog i lektionsrefleksionerne på "lige fod" med lærerne.

I et nyere dansk studie af refleksionssamtaler i forbindelse med brug af lektionsstudier i matematiklærerstudier viser Rasmussen (2016) på den ene side at vores generelle manglende erfaringer med denne type af praksisnære samarbejder og refleksioner i dansk sammenhæng afspejles i de typer af refleksioner vi gør os. På den anden side påpeger Rasmussen også at der er potentialer for at udvikle fagdidaktisk viden i sådanne refleksionssamtaler som er væsentlige for lærerstudierens udvikling til professionelle lærere. I denne artikel udforsker vi på tilsvarende måde de første spæde danske erfaringer – her med at involvere alle matematiklærere uanset deres indstilling til og erfaringer med lektionsstudier (som spænder fra ingen til et par års) i denne nye form for lærersamarbejde. En sådan involvering af alle lærere er også i en international sammenhæng unik. Artiklens forskningsspørgsmål er relateret til vejlederens ønske om at kvalificere sit fagteams fagdidaktiske refleksioner idet vi søger at beskrive deltagerens orienteringer og indholdet af deres refleksioner i samtalerne:

Hvordan kan refleksionssamtalerne i de fire lektionsrefleksioner som helhed karakteriseres?

Lærerrefleksioner

I litteraturen om læreres professionelle udvikling fremhæves refleksion over egen praksis som afgørende for kontinuert at udvikle sig som lærer (fx Kieran, Krainer & Shaughnessy, 2012). Der er imidlertid ikke konsensus om hvad det betyder at reflektere over undervisningspraksis (Myers, 2013). Flere definitioner tager udgangspunkt i Dewey (1933) der ser refleksion som en specialiseret form for tænkning hvor den enkelte er engageret i at tænke over begrundelser for og effekter af sine handlinger. I artiklen bruger vi en tilsvarende definition af at reflektere, dog med to tilføjelser. Den ene er at en person ikke alene reflekterer over egne handlinger, men også over begrundelser og effekter af andres handlinger, fx elevens. Den anden er at vi ser på "observerbare refleksioner", dvs. refleksioner som den enkelte formulerer højt i samtaler med andre.

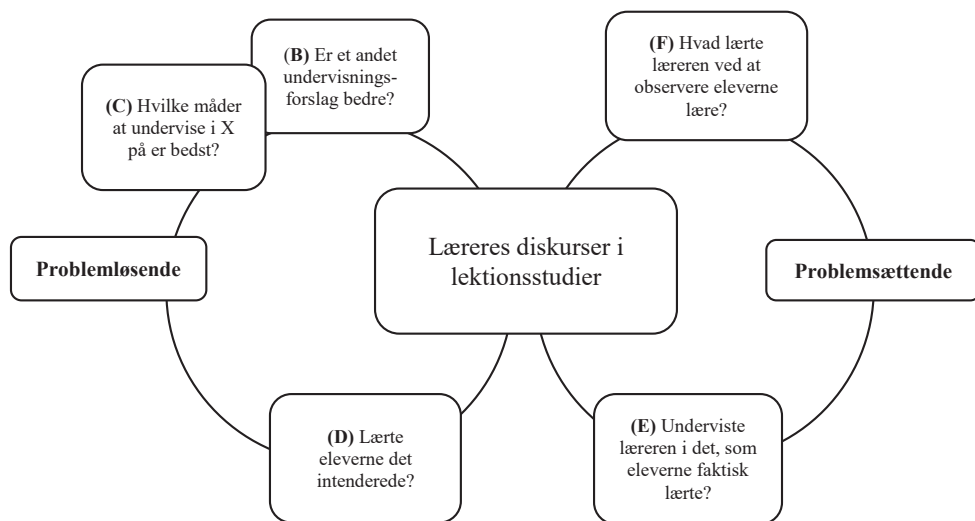
Lektionsstudier indeholder flere af de elementer der i litteraturen fremhæves at støtte lærerrefleksioner, såsom at samarbejde og dele erfaringer med kolleger og at undersøge ofte rodede, udfordrende og virkelige undervisningssituationer. Myers (2013) fremhæver således lektionsstudier som "ideelle til at fostre refleksioner [blandt lærere]" (s. 1, vores oversættelse). På trods af disse lovende potentialer har kun få studier undersøgt deltageres refleksioner i en lektionsstudiekontekst, som fx Gutierrez (2015), Myers (2013), Rasmussen (2016), Suzuki (2012) og Warwick, Vrikki, Vermunt, Mercer & van Halem (2016). Disse studier benytter imidlertid forskellige metodologiske tilgange. Fx udvikler Gutierrez sine kategorier af refleksionsformer ud fra analyser af læreres samtaler og bruger efterfølgende kategorierne til at analysere deres planlægnings- og refleksionssamtaler, mens Myers tager udgangspunkt i fire niveauer af refleksioner udviklet af Hatton og Smith (1995) til at analysere lærerstuderendes skriftlige refleksioner over deres lektionsstudieprocesser. De to studiers kategorier eller niveauer af refleksioner er dog sammenlignelige. Det første niveau består af deskriptive refleksioner hvor hændelser, handlinger og situationer beskrives uden at give egentlige begrundelser eller på anden måde at koble dem til mere generelle, teoretiske overvejelser. Det andet niveau er analytiske og dialogiske refleksioner hvor hændelser m.m. forklares og søges forstået ud fra et eller flere perspektiver. Det sidste niveau er kritiske refleksioner hvor hændelser m.m. forstås og forklares ud fra bredere historiske, sociale, kulturelle og politiske perspektiver.

Begge studier konkluderer at deltagerne reflekterede mest på det deskriptive niveau. Mens der helt var mangel på kritiske refleksioner blandt de lærerstuderende, reflekterede lærerne i Gutierrez studie mere og mere kritisk i løbet af lektionsstudierne. Gutierrez fremhæver at en central faktor i denne udvikling var støtte fra eksterne facilitatorer.

Til sammenligning udforsker både Warwick et al. (2016) og Suzuki (2012) læreres refleksionssamtaler med fokus på at identificere de dialog- eller diskursformer der

synes at understøtte lærernes professionelle udvikling. Suzuki udvælger fx en case hvor den undervisende lærer tydeligt udvikler sig, og udforsker hvilke diskursformer der tilskyndede denne udvikling. På den baggrund opstiller han en diskursmodel der knytter tæt an til det der kan siges at være kernen i et lektionsstudie; nemlig med udgangspunkt i et praksisnært problem at udforske dets løsninger og alternative fortolkninger af problemet ud fra konkrete observationer af elever, bl.a. gennem fælles refleksionssamtaler. Vi vælger af denne grund Suzukis model som udgangspunkt for vores analyser. Teoretisk tager Suzuki udgangspunkt i Schöns (1983) to modeller af en kompetent professionel: *en teknisk ekspert* der engagerer sig i at løse veldefinerede, givne problemer ved at anvende specialiseret viden og mere eller mindre standardiserede metoder, og *en reflekterende praktiker* der også engagerer sig i at identificere nye problemstillinger og reformulere og genfortolke det oprindelige problem i forhold til den konkrete kontekst. Ifølge Schön er praksissituationer kendetegnet ved unikke hændelser der "kalder på en type praksis som 'kan læres gennem undervisning hvis den var konstant, men den er ikke konstant'" (s.17, vores oversættelse). Da undervisningssituationer således er kendetegnet ved at være komplekse, ustabile og uforudsigelige, er Schöns centrale pointe at en kompetent praktiker ikke kan reduceres til en der tager givne (fagdidaktiske) problemer for pålydende og løser dem instrumentelt, men nødvendigvis også må være sensitiv i forhold til situationernes unikke karakter og have øje for alternative problemer og måder at fortolke praksis på.

Det problem som er omdrejningspunktet i Suzukis case, er hvordan man underviser 2.-klasseselever i at forstå multiplikation som regneart. Ved at undersøge lærernes



Figur 1. Suzukis model over diskursformer (2012, vores oversættelse)

refleksionssamtaler identificerer Suzuki seks forskellige diskursformer. Han kategoriserer dem ift. Schöns to modeller ud fra om de bidrager til løsning af det givne problem, eller om de genfortolker og rammesætter problemet på nye måder. Derved får han den model for diskursformer som er vist i figur 1.

Suzuki har ikke den første diskursform, (A) *Enkle spørgsmål og svar*, med i sin model. Den kan imidlertid tilføjes problemløsningsdelen (som vi gør senere) da det drejer sig om afklarende, ikke-vurderende spørgsmål og svar relateret til det givne problem, som fx "Hvorfor valgte du 12 som multiplikativ enhed?" (Suzuki, 2012, s. 221, vores oversættelse). Vi oversætter (B) med *Er et andet undervisningsforslag bedre?* Diskursformen handler om at der foreslås en anden tilgang end den i lektionsplanen, men stadig inden for rammerne af det givne problem. Tilsvarende spørger (C) *Hvilke måder at undervise i X på er bedst?* ind i det givne problem. Både (D) *Lærte eleverne det intendede?* og (E) *Underviste læreren i det som eleverne faktisk lærte?* fokuserer på elevernes læring og undervisningen i den aktuelle lektion, men der er forskelle i deres betoning: (D) betoner undervisningen og ser primært eleverne som objekter, mens (E) betoner elevernes læring og ser dem som subjekter. Suzuki adskiller dem yderligere ved at (D) spørger til hvordan man kan undervise inden for en fælles forståelse af det givne problems rammer, mens (E) udforsker elevernes faktiske læring og giver anledning til at genfortolke problemet. Der sker altså et synsvinkelskifte fra (D) til (E). Den sidste diskursform, (F) *Hvad lærte læreren ved at observere eleverne lære?*, er ikke blot udtryk for observationer af elevernes læring, men lærerens og de øvrige deltageres fortolkning heraf som kan rammesætte og gentolke problemet på nye måder. Fx fremhæver en observatør flere forskellige faglige bidrag fra eleverne som synes vigtige at inddrage i undervisningen. Herved genfortolker han problemet fordi deltagerne ikke tidligere har erkendt eller forventet disse bidrag som derfor ikke indgår i formuleringen og løsningen af det oprindelige problem.

I Suzukis case er det diskursformerne (E) og (F) der synes at understøtte lærerens professionelle udvikling. Dvs. de diskursformer der spørger til elevens faktiske faglige læring og tager dette som udgangspunkt for at reformulere og gentolke det givne problem. Disse former knytter an til Schöns model af læreren som reflekterende praktiker.

Metodisk tilgang

Udover at facilitere lektionsrefleksionerne deltog vi også som deltagende observatører (Yin, 2003). Dvs. at vi indsamlede empiri til forskningsbrug samtidig med at vi deltog i aktiviteterne knyttet til lektionsrefleksionerne. Derfor udforsker vi også vores egen deltagelse i refleksionssamtalerne, men i den forstand at vi opfatter samtalerne som objekter i sig selv. Vores bestræbelse er således at identificere gene-

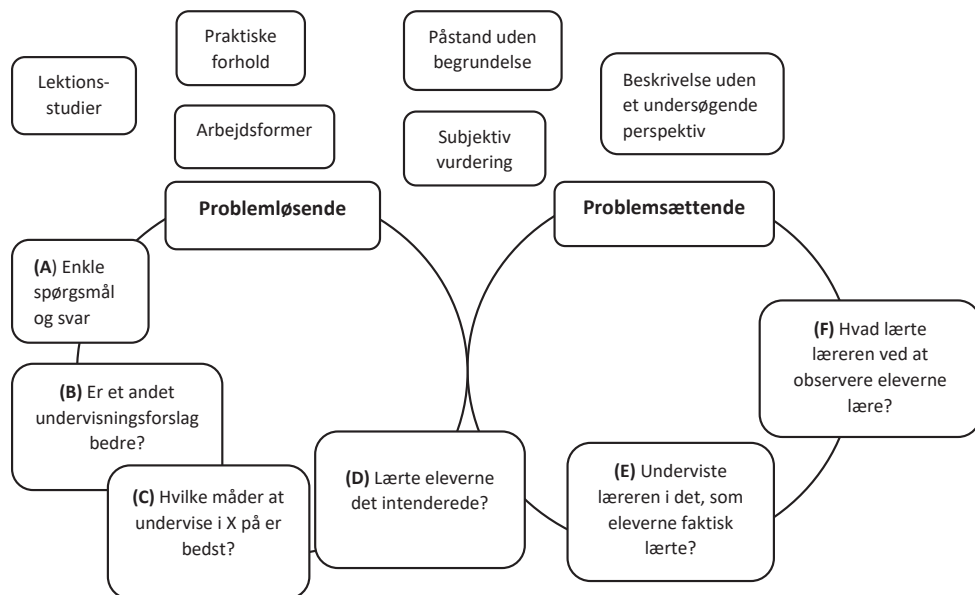
relle kendetegn ved samtalerne som helheder og ikke at kategorisere de forskellige deltageres refleksioner.

Vores studie er et kvalitativt casestudie hvor matematiklærernes og facilitatorernes samarbejde i forbindelse med de fire lektionsrefleksioner over et skoleår udgør den samlede case. Vi ser på den del af casen der vedrører refleksionssamtalerne, ud fra følgende empiri: feltnoter fra planlægning (4*1 time) og udforskningslektioner (4*1 time), lektionsplaner (4) og lydoptagelser af refleksionssamtalerne (4*1 time), hvor de tre første er transskriberede.

Vores første intention var at identificere en udvikling i refleksionsformer henover samtalerne. Vi analyserede derfor transskriberingerne af den første samtale (august 2016) og den af de sidste (marts 2017) som adskilte sig mest fra den første, ud fra Suzukis model. Vores analyser gav imidlertid ikke belæg for en sådan udvikling, og vi besluttede i stedet at udlede generelle kendetegn ved samtalerne. Da refleksionsformerne var sammenlignelige på tværs af samtalerne, udvalgte vi den første da hele matematikteamet deltog i denne samtale. En midtvejsevaluering mundede nemlig ud i en opdeling af deltagerne i de to sidste samtaler.

Vi har brugt en indholdsanalytisk tilgang (Cohen, Manion & Morrison, 2011) med den hensigt at reducere tekst og analyser til kondenseret form gennem brug af både eksisterende kategorier og emergende temaer med det formål at udvikle en model for refleksionssamtaler. Baseret på en antagelse om at deltageres refleksioner udtrykkes gennem deres udsagn i samtalerne, analyserede vi transskriberingerne linje-for-linje med henblik på at inddele teksten i sammenhængende dele – *ytringer* – der omfattede det samme fortolkede indhold eller tilskrivning af mening. Dertil brugte vi analytisk kodning (Cohen et al., 2011) hvor Suzukis diskursformer (A)-(F) udgjorde gruppen af prædefinerede kategorier, mens emergende temaer gennem gentagne analyser blev kondenseret i nye kategorier. Ved iterative genlæsninger og analyser af samtalerne sikrede vi en fælles analytisk fortolkning af Suzukis diskurskategorier og en robusthed i de nye kategorier.

De nye kategorier er ikke udtryk for specifikke diskursformer i en forståelse hvor diskurser er sproglige eller skriftlige meningstilskrivninger der har til formål at skabe og forme viden og handlinger (Cohen et al., 2011). Kategorierne er heller ikke udtryk for refleksioner i den forstand som vi tidligere har defineret i artiklen. Alligevel er kategorierne væsentlige fordi de bidrager til at tegne et helhedsbillede af samtalerne, og fordi de giver et indblik i betingelser og muligheder som har indflydelse på hvordan en samtale kan forløbe, og kvaliteten af den. Da kategorierne ikke er relateret direkte til at løse et givet problem eller at reformulere et, har vi tilføjet dem til Suzukis model uden tilknytning til disse kategorier eller hinanden i en såkaldt *refleksionsmodel*.



Figur 2. Refleksionsmodellen er en videreudvikling af Suzukis model (2012).

Refleksionsmodellen

Refleksionsmodellen er et resultat af vores analyser af refleksionssamtalerne ud fra Suzukis model hvor seks nye kategorier er tilføjet (se figur 2).

Den første nye kategori, *Lektionsstudier*, udspringer af ytringer der handler om at rammesætte og styre refleksionssamtalen, at tænke højt over ens deltagelse i lektionsrefleksioner og at metakommunikere om hvad lektionsrefleksioner er og kan. Et eksempel på denne type ytring er:

“når vi står inde i klasselokalet og underviser, så har vi jo den lærerpersonlighed og lærerfaglighed vi nu engang har med derind, og nogle ting gør vi sådan lidt intuitivt ... noget af det som vi arbejder med her [i lektionsrefleksionerne] ... er jo at nogle af de ting som vi mere eller mindre bare gør, dem flytter vi over i den der kasse hvor vi siger ‘det gør vi fordi at’”.

Kategorierne *Praktiske forhold* og *Arbejdsformer* indfanger ytringer der ikke handler direkte om elevernes faglige læring eller undervisningens indhold, men som udsiger noget af mere praktisk art, fx at elever er trætte efter en gymnastiktime, eller om konkrete måder at organisere lektionen på.

De to kategorier *Subjektiv vurdering* og *Påstand uden begrundelse* indfanger ytringer der ikke er begrundet i observationer. Ytringen “Jeg synes formen [på undervisningen] er sindssyg god” er et eksempel på en subjektiv vurdering fordi den er baseret på et personligt skøn og ikke på data fra lektionen. “Det er en form som appellerer rigtig meget ... de [eleverne] vil gerne udfordre sig selv og hinanden” er en påstand uden begrundelse fordi den påståede sammenhæng mellem undervisningens form og elevernes indstilling ikke begrundes i observationer af elevernes ageren eller anden dokumentation.

Den sidste kategori, *Beskrivelse uden et undersøgende perspektiv*, omfatter beskrivelser på det niveau som Gutierrez (2015) og Myers (2013) kalder deskriptive refleksioner. Dvs. at observationer beskrives uden at de begrundes eller på anden måde kobles til det som er lektionsrefleksionens problem.

Udgangspunkt for refleksionssamtalen

Vi beskriver nu den udforskningslektion der var udgangspunkt for den første refleksionssamtale. Lektionen var en videreudvikling af et tidligere lektionsstudie i 5. klasse til nu 4. klasse af de samme to matematiklærere og facilitator. Det har formodentlig haft en positiv betydning for kvaliteten af den efterfølgende samtale at dette team tidligere havde reflekteret over elevers arbejder med stofområdet. Teamet valgte at fokusere på lighedstegnets strukturelle betydning og på notation af den ubekendte i enkle ligninger. Teamet formulerede følgende mål i lektionsplanen:

“Vi undersøger om de [eleverne] forstår at det er det samme på hver side af lighedstegnet. [Vi vil] styrke elevernes forforståelse for at lighedstegnet ikke er udtryk for at der kommer et svar, men et udtryk for balance og ligevægt. Kan vi videreudvikle deres forforståelse for den ubekendte som lært i indskolingen?”

En lærer underviste, mens resten af teamet deltog som observatører sammen med skolens andre tolv matematiklærere og yderligere to facilitatorer. Ud af de tolv matematiklærere havde seks ikke tidligere været en del af et lektionsstudie eller en lektionsrefleksion. Teamet havde formuleret følgende fokusområder for observationen:

“Hvordan noterer makkerparrene? Hvilke bogstaver bruger eleverne som den ubekendte? E? L? Deres forbogstaver? Hvor engagerede arbejder eleverne?”

Lektionen var bygget op omkring tre aktiviteter: 1) “Gæt en talregel”, 2) “Lig med” og 3) “En ubekendt”, med en introduktion og opsamling tilknyttet hver aktivitet. I “Gæt en regel” valgte læreren en regel, fx “gange 2”. En elev sagde “7”, og læreren

svarede "14"; en anden elev sagde "3", og læreren svarede "6". Læreren tegnede en tabel på tavlen med to kolonner med overskrifterne "E" for elev og "L" for lærer og skrev de sammenhørende værdier i tabellen. Eleverne skulle finde lærerens talregel og efterfølgende arbejde med at formulere og bestemme talregler i makkerpar. Således skulle den ene elev agere "lærer" og vælge en talregel, mens den anden skulle være "elev" og finde frem til denne regel ud fra sine gæt og "lærerens" svar. Senere skulle eleverne bytte roller.

Som indledning til den anden aktivitet skrev læreren to regneudtryk på tavlen: $12 = 7 + 5$ og $15 - 7 = 2 \cdot 4$. Regneudtrykkene var et oplæg til en samtale om betydningen af lighedstegnet, herunder om de to regneudtryk/tal på hver af dets sider havde samme værdi. Eleverne svarede fx "Du har vendt regnestykket om. Hvis det skulle stå rigtigt, skulle der stå $5 + 7 = 12$ " og "Når man ser lighedstegnet, betyder det at man skal skrive svaret det giver." Eleverne skulle efterfølgende i makkerpar skrive regneudtryk "med ligevægt". I en efterfølgende fælles opsamling viste nogle elever eksempler på deres regneudtryk:

$$40 + 5 = 9 \cdot 5$$

$$2 : 4 + 1\frac{1}{2} + 10 - 2 \cdot 10 - 50 = 50$$

En elev udregnede det sidste udtryk sekventielt uden hensyn til regnearternes hierarki. Hierarkiet blev ikke nævnt i lektionen. Lærerens fokus var på lighedstegnets betydning som hun fx sagde betød "er det samme som" og "balance".

Den tredje aktivitet introducerede læreren med spørgsmålet "Kan man lave balance i regnestykket hvis der er et tal man ikke kender?" ud fra eksemplet " $10 + x = 14$ ". Klassen løste i fællesskab nogle ligninger inden de i makkerpar skulle skrive eksempler selv. Nogle elever omtalte x som "krydset", og andre refererede til en tom firkant.

Lektionen blev afrundet med en fælles opsamling med fokus på hvad de nu vidste om hhv. lighedstegnet og den ubekendte x .

Oversigt over analyseresultater

Vi analyserede den efterfølgende samtale ud fra refleksionsmodellen. Nedenstående skema er en oversigt over vores analyseresultater. Den venstre kolonne er et udtryk for samtaleens dagsorden og struktur. I midterste kolonne fremgår hvilke refleksionsformer og kategorier af ytringer der i høj grad var til stede, og i højre kolonne hvilke former og kategorier der i mindre grad var til stede (se analysen i næste afsnit).

	Refleksionsformer og kategorier der i høj grad var til stede	Refleksionsformer og kategorier der i mindre grad var til stede
Teamets refleksioner	(D) <i>Lærte eleverne det intenderede?</i> (A) <i>Enkle spørgsmål og svar</i> <i>Påstand uden begrundelse</i> <i>Subjektiv vurdering</i>	<i>Praktiske forhold</i>
Udvalgte observatørens refleksioner	(D) <i>Lærte eleverne det intenderede?</i> (A) <i>Enkle spørgsmål og svar</i> <i>Beskrivelse uden et undersøgende perspektiv</i>	(F) <i>Hvad lærte læreren ved at observere eleverne lære?</i>
Teamets respons	(D) <i>Lærte eleverne det intenderede?</i> (A) <i>Enkle spørgsmål og svar</i>	
Deltagernes fælles diskussion	(B) <i>Er et andet undervisningsforslag bedre?</i> <i>Subjektiv vurdering</i>	(F) <i>Hvad lærte læreren ved at observere eleverne lære?</i> (E) <i>Underviste læreren i det som eleverne faktisk lærte?</i> <i>Arbejdsformer</i> <i>Lektionsstudier</i>
Facilitatorenes opsamling på refleksionssamtalen	(D) <i>Lærte eleverne det intenderede?</i> (B) <i>Er et andet undervisningsforslag bedre?</i>	(F) <i>Hvad lærte læreren ved at observere eleverne lære?</i> <i>Lektionsstudier</i>

Skemaet viser at (A) *Enkle spørgsmål og svar*, (B) *Er et andet undervisningsforslag bedre?* og (D) *Lærte eleverne det intenderede?* dominerede tillige med de nye kategorier. Skemaet viser ikke at teamets respons og facilitatorenes opsamling var tidsmæssigt kortest, mens den fælles diskussion var længst. Derfor er det overordnede billede at refleksionerne var fokuserede på problemløsning eller de nye kategorier, særlig *Beskrivelse uden et undersøgende fokus*. Vi redegør i det følgende for uddrag af analysens resultater struktureret ud fra samtaleens dagsorden og med eksempler fra empirien.

Analyse af refleksioner fra team og udvalgte observatører

Først bidrog underviseren med sine refleksioner over lektionen. De handlede om at sammenligne med den forrige lektion i 5. klasse og at dele konkrete elevobservationer. Hun sagde fx:

“... de [eleverne] blev ved med det der med at lighedstegnet, det er altså noget der betyder at noget der kommer bagefter, er rigtigt, og det var svært at få dem over i det andet ... at det skal give det samme på begge sider ... måtte ... fiske lidt for at få det der frem, og der endte det faktisk med at det blev mig, og det var jo noget de selv skulle være kommet frem til.”

Underviseren ønskede at eleverne selv skulle “opdage” lighedstegnets strukturelle betydning, og hendes refleksioner koncentrerede sig om at det var svært for dem, og at hun derfor forklarede det. Hendes ytringer indeholder elementer af (D) *Lærte eleverne det intenderede?* Underviseren overvejede desuden elevernes inddeling i grupper og betydningen af klasserummets temperatur for deres aktivitetsniveau. Nogle af disse ytringer havde karakter af *Praktiske forhold*.

Refleksionerne fra kollegaen i teamet handlede primært om elevernes deltagelse, såsom:

“... de [eleverne] vil hele tiden have at efter lighedstegnet til højre skal facit komme, og det skal bare være et tal ... og så tænker jeg det må også bare hænge meget an på at det er start 4. klasse, og at de lige har været vant til som sagt masse af opgaveløsning i Kolorit eller i vores bogmateriale.”

En del af kollegaens refleksioner var også af typen (D) *Lærte eleverne det intenderede?* Med ytringen “det skal bare være et tal” var hendes svar indirekte et nej, og hun påstod at det hang sammen med at eleverne “har været vant til ... masse af opgaveløsning”. Kollegaen tolker elevernes situation og udtrykker sig med en påstand der synes at bygge på formodninger og ikke på konkrete observationer eller anden dokumentation. Denne ytring er derfor et eksempel på diskursen *Påstand uden begrundelse*.

Kollegaen kom desuden med ytringer som “Det synes jeg var godt” og “det var sejt” om elevernes arbejde og undervisningens indhold. Ytringerne er eksempler på diskursen *Subjektiv vurdering* der ikke er begrundet i data.

Den mandlige facilitator i teamet stillede primært spørgsmål til lektionens indhold og svarede selv på nogle af dem. Hans spørgsmål var:

“Holder de [eleverne] fast i at bruge *E* og *L* fordi det er det læreren har brugt på tavlen?”

“Begynder de at bruge deres initialer, eller hvad gør de?”

“Når læreren cirkler lighedstegnet ind, så gør de det også på deres papir. Hvorfor i alverden skulle de gøre det?”

Hans svar på sidste spørgsmål var at eleverne gør det “fordi de sidder og prøver at gennemskue, hvad er det læreren vil have os til at gøre rigtigt.” For facilitatoren er der primært tale om diskursen (A) *Enkle spørgsmål og svar* vedrørende hvad eleverne gjorde og lærte. Da han selv reflekterede over sine spørgsmål, kan hans bidrag også karakteriseres som (D) *Lærte eleverne det intendede?*

Fire observatører bidrog dernæst med refleksioner. De gav svar på spørgsmål stillet af facilitatoren og rejste selv nye spørgsmål. Deres ytringer kan derfor karakteriseres som (A) *Enkle spørgsmål og svar*. Eksempler er:

“... han bruger ordet kryds, ... læreren gentager ordet kryds og laver det om til x og ubekendt.”

“Mine, de skriver også deres for bogstaver i deres navne når de skal skrive den ubekendte.”

Det stillede spørgsmål vedrører det på forhånd aftalte fokus for observationen. Derfor er det uvist om deltagernes refleksioner kommer som respons på spørgsmålet, eller om de ville være formuleret uanset. Svarene omhandler hvad eleverne gjorde, og blev relateret til lektionens intention. De indeholder derfor også elementer af (D) *Lærte eleverne det intendede?*

Vi vil pege på kategorien *Beskrivelse uden et undersøgende perspektiv* som i høj grad karakteriserede nogle observatørers ytringer. Et eksempel er “... så havde de cirka ti markeringer tilsammen i det første, altså række fingeren op for at sige noget. En gjorde det ikke. Han sad og kiggede rundt i klassen og iagttog de andre.” Der er tale om beskrivelser af hvad der foregik som observatøren så det, men beskrivelserne blev ikke relateret til de aftalte fokuspunkter for observationerne eller knyttet til elevernes læring.

Få ytringer indeholdt aspekter af (F) *Hvad lærte læreren ved at observere eleverne lære?* Et eksempel er fra en observatør:

“... der kommer jo mange matematiske ting i spil som man ikke lige tænker der skal være her, bl.a. jo regnearternes hierarki, men også sådan noget som det der med fire gange tre er det samme som tre gange fire. Det er jo også interessant. ... Og gange med 0 og sådan noget.”

Her er tale om en refleksion der rækker ud over lektionsplanens mål og indhold, men ikke om en egentlig reformulering af problemet. En anden ytring fra samme observatør reformulerer imidlertid problemet og er derfor et eksempel på (F):

“Så tænker jeg undervejs noget omkring at der bliver brugt mange ord for det samme. Så tænker jeg, er det bevidst? Eller er det en fordel at gøre det, eller skal man hellere holde det? Altså sådan noget som “balance” og “ligevægt” og “lig med” og “det samme som”. Altså det hele betyder det samme. Man mener det samme. Giver det noget positivt for eleverne at høre mange ting om det samme?”

Her bliver lektionens oprindelige problem om at udvikle elevers strukturelle forståelse af lighedstegnet reformuleret til ét der angår begrebsudvikling generelt, og præciseret i forhold til læreres konkrete brug af flere termer om dette begreb. Denne reformulering stod i første omgang alene, men i diskussionen vendte flere tilbage til den, og ytringen var derfor med til at skabe en rød tråd i refleksionssamtalen.

Planlægningsteamets efterfølgende respons var kort og indeholdt refleksionsformerne som vist i skemaet.

Analyse af den fælles diskussion og opsamlingen

Ordstyreren igangsatte den fælles diskussion med spørgsmålet “Hvordan kunne vi forbedre denne her lektion?”, og de efterfølgende ytringer knyttede hovedsageligt an til dette spørgsmål. Vi præsenterer her et par eksempler:

“Jeg har selv gjort i min 6. klasse sidste år det der med at prøve at tegne en vægt med vægtskåle. Jeg tænker det kan måske være med til for dem at forstå det ...”

“Hvis man ville lave nogle praktiske ting, så kunne man bruge cuisenairestænger og arbejde med dem med hvad der var lig hinanden ...”

“Måske finde et eksempel fra det virkelige liv. Hvornår har vi brug for et eller andet med at lave ligevægt i stedet for et resultat?”

Eksemplerne ovenfor er udtryk for forslag til alternative måder at undervise på, og diskursen kan derfor karakteriseres som (B) *Er et andet undervisningsforslag bedre?* De følgende ytringer der også knyttede an til ordstyrerens spørgsmål, er eksempler på ytringer af en anden karakter idet de tolker problemstillingen på nye måder.

“Måske er det også noget med at man skal prøve sådan at udfordre deres forståelse løbende hen ad vejen. Altså i stedet for at stå og lave et eller andet gangestykke, så prøve at skrive resultatet om – det giver $6 + 2$ fx. Prøve at veksle lidt mere som lærer hvordan man nu skriver tingene op. Det vil nok måske vænne dem til at tænke lidt anderledes.”

“... de [eleverne] er gode til at forklare hvad lighedstegnet betyder ud fra de erfaringer de har indtil nu ... Og så tænker jeg også at man kan jo godt fortælle dem direkte når man

skal arbejde videre med det, at det er rigtigt at det er sådan vi har brugt lighedstegnet mest, men vi kan også tale om det på en anden måde. Vi kan sige det direkte.”

Nogle af deltagerne vendte tilbage til spørgsmålet vedrørende om det giver noget positivt for eleverne at der bliver brugt mange ord for det samme, fx “ligevægt” og “det samme som”.

“Mange måder at sige det på kan måske forvirre, men samtidig opfordrede jeg dem også til at der ikke kun er en vej til et resultat ... Det er en svær balance at man kan aktivere flere ord for det samme og så stadigvæk skabe forståelse hos – eller de kan skabe forståelse gennem det.”

Ovenstående eksempler viser at deltagerne diskuterede hvad der egentlig udvikler elevernes forståelse for lighedstegnet, og de reflekterede over fagdidaktiske pointer som rækker ud over den konkrete lektion. Diskursen kan derfor karakteriseres som (F) *Hvad lærte læreren ved at observere eleverne lære?*

En af deltagernes ytringer havde aspekter af (E) *Underviste læreren i det som eleverne faktisk lærte?* Her reflekterede deltageren over to elever der arbejdede med en lighed med to regneudtryk som gav $24 = 24$, og som eleverne lagde sammen, hvorefter de skrev 48 under lighedstegnet:

“De har ikke forstået at regnestykket, det kan godt bare være 8 gange 3 lig 20 plus 4. De vil have det der svar. De vil have et sluttal ... Derfor laver de selv den, for det har H [læreren] jo på ingen måde stået og sagt i klassen.”

Fokus er her på elevernes læring. Eleverne lærte sig noget andet end læreren underviste i, og deltageren lagde i sin refleksion op til at diskutere generelt det at ville have et sluttal eller resultat.

Samtalen indeholdt desuden i høj grad kategorien *Subjektiv vurdering* og i mindre grad *Arbejdsformer* og *Lektionsstudier*. “Noget [fx regnehierarkiet] kører helt af sporet, det er rigtigt, men det er ret fedt” er et eksempel på *Subjektiv vurdering*. Vurderingen er baseret på et personligt skøn og ikke på konkrete observationer fra lektionen. Det næste er et eksempel på *Arbejdsformer*:

“... vi ville godt have at læreren begrænsede sin talestrøm ... Og så vil vi gerne have hands-on, vi vil gerne have de har fingrene i det hele så meget som muligt. Og vi vil gerne have at de selv opdager nogle pointer.”

Ytringen er et udtryk for overvejelser der ikke er direkte knyttet til den faglige kerne i lektionen eller til det lærerne ville undersøge gennem lektionsrefleksionen. Ytringen rummer ingen overvejelser med fagdidaktiske pointer eller begrundelser. Vi vil ikke her give eksempler på diskursen *Lektionsstudier*, men henviser til afsnittet "Refleksionsmodellen".

Den fælles diskussion blev afrundet med et længere bidrag fra teamets facilitator, mens en anden samlede op på refleksionssamtalen med fokus på følgende tre punkter: lighedstegnets betydning, elevernes måde at notere den ubekendte på og matematikkens sprog og regler.

Diskussion og konklusion

Vi diskuterer nu vores svar på artiklens forskningsspørgsmål om hvordan refleksionssamtalerne i de fire lektionsrefleksioner som helhed kan karakteriseres. Vores analyse viser at (A) *Enkle spørgsmål og svar*, (B) *Er et andet undervisningsforslag bedre?* og (D) *Lærte eleverne det intenderede?* dominerede, og at deltageres refleksioner således primært havde problemløsende frem for problemsættende karakter. Derudover var samtalerne også i høj grad karakteriseret ved *Beskrivelse uden et undersøgende perspektiv*, *Påstand uden begrundelse* og *Subjektiv vurdering*, mens der i mindre grad var eksempler på (E) *Underviste læreren i det eleverne faktisk lærte?* og (F) *Hvad lærte læreren ved at observere eleverne lære?* En form, (C) *Hvilke måder at undervise i X på er bedst?*, optrådte ikke.

I en dansk uddannelseskultur hvor lærersamarbejder i form af lektionsstudier er nye og fremmedartede, er de to kendetegn, et problemløsende fokus og deskriptive refleksioner, forventelige. I taksonomier af refleksionsformer, som fx præsenteret i Myers (2013) og Gutierezs (2015), kan de to kendetegn siges at være blandt de laveste og midterste niveauer, hvilket underbygger at danske lærere ikke synes at have omfattende erfaringer med at reflektere fagdidaktisk med kollegaer. Dette understøttes også af Tingleffs (2013) studie af samarbejde i danske lærerteams som viser at samarbejdet generelt er kendetegnet ved praktiske og logistiske diskussioner fremfor substantielle faglige eller fagdidaktiske drøftelser. Et nyt dansk studie, Skott & Bremholm (n.n.), konkluderer det samme ift. læreres fælles planlægning og peger på et samspil af mange (bl.a. eksterne) faktorer som årsag. De to kendetegn er også i overensstemmelse med Myers (2013) og Gutierezs (2015) studier hvor lærerstuderende og lærere uvante med samarbejdsformen også primært reflekterer deskriptivt, og de studerende slet ikke når det højeste kritiske niveau.

Samtidig peger vores studie på at facilitatorerne ikke udviklede praksisser i samarbejdet med lærerne som i tilstrækkelig grad kunne understøtte at deltagerne bidrog med refleksioner af problemsættende karakter. De manglende erfaringer angår derfor

også eksterne facilitatorer. Set i det lys er det ikke overraskende at der i samtalerne var behov for fælles at reflektere og forhandle hvordan lektionsstudier kunne fortolkes, bruges og tilpasses en specifik dansk sammenhæng. Dette behov viste sig ofte eksplicit i samtalerne, og vi indfangede det med kategorien *Lektionsstudier* der således forekom hyppigt. Rasmussen (2016) peger ligeledes på at refleksionssamtaler også i læreruddannelsen tjente dette formål om at evaluere og udvikle tilgange til og begrundelser for lektionsstudier.

Forventeligt viser vores studie også at de mål der blev opstillet for lektionen, og de fokusområder der blev formuleret for observationen, var afgørende for hvilke typer af refleksioner der blev gjort i samtalen. Fx var et observationsfokus i casens lektionsplan hvilke notationsformer eleverne brugte om de ubekendte. Sammenhængen mellem dette fokus og elevernes faktiske læring var imidlertid ikke tydelig, og tråden i samtalen blev primært beskrivende. Rasmussen (2016) peger tilsvarende på at det er af afgørende betydning hvordan de enkelte elementer i lektionsplanen udformes, for at kunne etablere en fælles retning i samtaler og for deres kvalitet.

Ved valg af en model udviklet i en japansk kontekst er det nærliggende at sammenligne karakteristika ved refleksionssamtaler på tværs af de to lande. Der er imidlertid en væsentlig forskel. Mens vi er optagede af at karakterisere refleksionssamtaler som helheder, så fokuserer Suzuki på at identificere de diskursformer i samtalerne som fremmer læreres kompetenceudvikling. Suzuki udvælger således en ikke-repræsentativ case hvor han identificerer to diskursformer, (E) og (F), der i særlig grad synes at tilskynde lærerens udvikling. Derfor ved vi ikke om der var andre refleksionsformer der også optrådte hyppigt i den konkrete case, eller hvilke former der generelt kan siges at præge japanske refleksionssamtaler. Warwick et al. (2016), der tilsvarende Suzuki udvælger læringsfremmende episoder, fremhæver at disse episoder udgør en lille del af samtalerne. Det vidner om at der i hvert tilfælde i en engelsk kontekst er flere refleksionsformer og ytringer der ikke bidrager til produktive diskurser i den forstand at de bliver et værktøj til at konstruere fagdidaktisk viden, skabe fælles forståelser og samarbejde om at takle problemer.

Når vi har at gøre med en så kompleks og uforudsigelig praksis som undervisning, er det oplagt at spørge om Suzukis model er en meningsfuld beskrivelse af nødvendige og tilstrækkelige diskursformer i en refleksionssamtale. I en dansk uddannelseskontekst der er uvant med lektionsstudier, peger vores og andre danske studier på at refleksioner der knytter an til fortolkning, brug, evaluering og tilpasning af samarbejdsformen, er særdeles vigtige. Vores analyse peger også på at ytringer fra kategorierne *Praktiske forhold*, *Arbejdsformer* og *Beskrivelser uden et undersøgende perspektiv* er meningsfulde fordi de ofte tilføjer detaljer til konkrete situationer som er afgørende for at kunne forstå dem. De to sidste kategorier, *Påstande uden begrundelser* og *Subjektive vurderinger*, er fra et forskningsperspektiv vigtige ift. at kunne

give et nuanceret indblik i deltagernes måder at samtale på og at indfange bredden og variationerne i samtalerne. Set fra et alment menneskeligt perspektiv er det også et spørgsmål om man kan føre samtaler uden ytringer af denne type, bl.a. fordi de kan bidrage til at etablere og vedligeholde kollegiale relationer.

Vores studie viser imidlertid at ytringer fra de to sidste kategorier ikke generelt bidrog til at højne den fagdidaktiske kvalitet af samtalerne, og at de i værste fald medvirkede til at sænke dens niveau. I casen bidrog fx den subjektive vurdering "Noget [regnehierakiet] kører helt af sporet, det er rigtigt, men det er fedt" sammen med den sammenhæng vurderingen blev formuleret i, til at legitimere at man som lærer bevidst kan vælge at acceptere og overse at eleverne begår basale matematiske fejl i et andet fagligt måls tjeneste.

På trods af at vi har argumenteret for det ikke-formålstjenlige i at sammenligne Suzukis og vores studie, fremhæver vi alligevel en forskel. Den er at (C) optrådte hyppigt i de japanske samtaler, mens der ikke var antydninger af at fremhæve en måde at undervise i et emne som den bedste i vores datamateriale. Groves, Doig, Vale & Widjaja (2016) undersøger kritiske faktorer for en "autentisk" implementering af lektionsstudier i Australien med deltagelse af japanske superlærere. I dette studie peger en af de australske lærere på følgende forskel mellem australsk og japansk kultur:

"Jeg forestiller mig at japanske refleksionssamtaler er langt mere ærlige, måske mere livlige, mere udfordrende. Jeg tænker at vi er meget høflige. Jeg ved at japanere er høflige, men jeg har en fornemmelse af at de er meget mere ligefremme i sådanne sammenhænge" (Groves et al., 2016, s. 510, vores oversættelse).

Vores vurdering er at de danske deltagere ligesom de australske var høflige og optagede af at ville opretholde en god stemning, og hvor det at fremhæve en tilgang som den bedste ville blive opfattet som for frembrusende og bedrevidende. Disse vurderinger understøttes af Tingleffs (2013) studie hvor en anden central pointe er at danske lærere forsøger at opretholde hvad Tingleff kalder en *familiekultur* i form af at undgå konflikter, og at etablere og vedligeholde familieagtige relationer (ofte på bekostning af faglige og fagdidaktiske diskussioner). Vi tænker at det er væsentligt som lærerteam at turde diskutere og konkludere at nogle tiltag er bedre end andre, og at lektionsstudier tilbyder en optimal ramme for at eksperimentere hermed. Dette forudsætter dog dels veletablerede normer og udviklede praksisser for at deltage i refleksionssamtaler og dels en opfattelse af undervisning som ikke er bundet til den enkelte lærer som person og hans/hendes relationer til sine elever, men som ser undervisning som en genstand for fælles eksperimenter. Sådanne normer og opfattelser er endnu ikke en udpræget del af dansk uddannelseskultur, men der er i vores case og analyser flere tendenser i retning af at opfatte undervisning som et sådan fælles sted for eksperimenter.

Suzuki (2012) konkluderer at (E) og (F) bidrager mest til udvikling af lærernes kompetencer. Vores analyser understøtter denne konklusion. Fx trækker spørgsmålet "Giver det noget positivt for eleverne at høre mange ting om det samme?" (F) mange tråde igennem refleksionssamtalen. Problemet genfortolkes med udgangspunkt i en række unikke hændelser i lektionen som et der mere generelt handler om hvorvidt elevens udvikling af et begreb understøttes af flere måder at italesætte begrebet på. Det er et problem som lærerne genkender fra deres egen praksis, og det får derfor relevans og betydning for dem ud over den konkrete lektion. Sådanne typer af ytringer synes at have potentiale til at bidrage til udvikling af nye og vigtige fælles indsigter af generel karakter ud fra konkrete hændelser i praksis.

Med refleksionsmodellen bidrager vi med en model der i dansk sammenhæng kan anvendes til at analysere refleksionssamtaler og til at diskutere hvad der giver kvalitet i en samtale. Refleksionsmodellen har for os betydet at vi som facilitatorer er blevet mere opmærksomme på at facilitere refleksionssamtaler så de bevæger sig i retning af det problemløsende og særligt det problemsættende, vel vidende at det ikke er meningsfuldt eller muligt kun at reflektere problemsættende. Vi foreslår at deltagere i samarbejdsformer som lektionsstudier præsenteres for refleksionsmodellen så de kan diskutere kvalitet i samtaler og blive bevidste om at forsøge at bidrage med ytringer der er begrundet i data, hvoraf nogle har problemløsende og andre problemsættende karakter.

Referencer

- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the education process*. Boston, MA: DC Heath.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. London and New York: Routledge.
- Groves, S., Doig, B., Vale, C. & Widjaja, W. (2016). Critical factors in the adaptation and implementation of Japanese Lesson Study in the Australian context. *ZDM – Mathematics Education*, 48(4), 501-512. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0786-8>.
- Gutierrez, S.B. (2015). Teachers' reflective practice in lesson study: A tool for improving instructional practice. *Alberta Journal of Educational Research*, 61(3), 314-328.
- Hatton, N. & Smith, D. (1995). Reflection in teacher education: Towards definition and implementation. *Teaching and Teacher Education*, 11(1), 33-49.
- Kieran, C., Krainer, K. & Shaughnessy, J.M. (2012). Linking Research to Practice: Teachers as Key Stakeholders in Mathematics Education Research. I: M. Clements, A. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. Leung (red.), *Third International Handbook of Mathematics Education*. New York, USA: Springer, New York, NY. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2_12.

- Kaas, T., Kristiansen, H., Møller, H., Skott, C.K. & Østergren-Olsen, D. (2017). *Lektionsstudiebogen*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Myers, J. (2013). Creating reflective practitioners with preservice lesson study. *Journal of Pedagogies and Learning*, 8(1), 1-9.
- Rasmussen, K. (2016). Lesson study in pre-service mathematics teacher education: Didactic and paradidactic technology in the post lesson reflection. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(4), 301-324.
- Schön, D.A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in action*. USA: Bacis Books.
- Skott, C.K. & Bremholm, J. (submitted). Teacher planning in a learning outcome perspective: A multiple-case study of mathematics and Danish teachers.
- Suzuki, Y. (2012). Teachers 'professional discourse in a Japanese lesson study. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 1(3), 216-231. <https://doi.org/10.1108/20468251211256429>.
- Tingleff, L.N. (2013). *Teamsamarbejdets dynamiske stabilitet – en kulturhistorisk analyse af læreres læring i team*. Aarhus Universitet og UCC.
- Warwick, P., Vrikki, M., Vermunt, J.D., Mercer, N. & van Halem, N. (2016). Connecting observations of student and teacher learning: an examination of dialogic processes in Lesson Study discussions in mathematics. *ZDM – Mathematics Education*, 48(4), 555-569. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0750-z>.
- Winsløw, C. (2009). Et mysterium om tal – og japanske lektionsstudier. *MONA*, 1, 31-43.
- Yin, R.K. (2003). *Case study research. Design and methods*. SAGE.

English abstract

To reflect on teaching is a significant feature of new forms of teacher collaborations such as lesson studies, where teachers examine their own and colleagues' practices. Our aim is to characterise such reflection discussions among Danish mathematics teachers reflecting on their observations of practice. Analytically we are inspired by a Japanese model of discourse, which we develop further into a reflection model allowing us to capture the variety and width of entire reflection discussions. Two forms of reflections are dominant: descriptive and problem solving reflections. We suggest teachers and others to use our model as a tool and a quality enhancement in reflection discussions on the teaching and learning of mathematics.

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.

En overgang eller et skift?



Kristina Steen Dalgaard,
Nykøbing Katedralskole



Mette S. Christensen,
Center for Skole og
Læring, Professions-
højskolen Absalon

Kommentar til Marit Hvalsøe Schous artikel "Hvad sker der i matematikundervisningen?", MONA, 2018-2.

Indledning

Først og fremmest: Hvor er det befriende at der i netop dette felt endelig er en undersøgelse hvor der er udført grundige og ressourcekrævende observationer af klasserumsundervisning. Det er, som Schou selv påpeger, en stor mangel i feltet. Observationer af klasserumsundervisning åbner muligheden for at analysere på både praksis og elevernes fagsyn. Schou er selv eksplicit i sit metodevalg og vælger alene at analysere på den observerede praksis.

Der er til stadighed stor fokus på *overgange* mellem forskellige uddannelsesniveauer, og det synes som om der med tiden bliver fokus på flere af overgangene. Det begynder med overgangen fra børnehaverne til børnehaveklasserne som forsøges lempeliggjort med det der italesættes som en "vippeordning". Dernæst er der opstået interne overgange i grundskolen ved at benævne og inddele i Indskoling, Mellemtrin og Udskoling. Inden vi springer videre til netop den overgang som artiklen tager afsæt i – overgangen fra grundskolen til gymnasium og senere igen overgangen fra ungdomsuddannelserne til universiteterne – vil vi i denne kommentar først bringe to perspektiver i spil som vi finder essentielle i forhold til denne overgangsproblematik mellem grundskolen og gymnasium, nemlig begrundelsesproblematikken og elevperspektivet.

Grundskolen og gymnasiet

Schou påpeger i artiklen at der er stor forskel på de to institutioner og deres 'eksistensgrundlag'. Det er vores opfattelse at det er en grundlæggende problematik som kan italesættes, men ikke med det nuværende grundlag forandres. Lad os uddybe vores påstand.

Grundskolen henter sin begrundelse i det dobbelte dannelsesideal, med sigte mod et dannet menneske og en uddannet borger, mens gymnasieskolen henter sin begrundelse i forberedelsen til universitetet, hvilket også tydeligt fremgår af hver deres formål. De to institutioner har således forskellige afsæt og forskellige formål. Hvad angår underviserne i de to institutioner, er forskellen også markant: Lærerne i grundskolen kommer fra læreruddannelsen der med sin professionsrettethed giver en teoretisk uddannelse med en væsentlig forankring i praksis. Lærerne i gymnasiet kommer typisk fra universiteternes fakulteter og er således i artiklens sammenhæng forankret direkte i matematikfaget. Går vi tættere på det ene aspekt af begrundelsesproblematikken for undervisningen i faget matematik – Hvorfor? – så kan denne del af begrundelsesproblematikken tilgås fra to sider, en objektiv og en subjektiv (Blomhøj, 2001). Den objektive side tager afsæt i samfundets begrundelser for matematikundervisningen. Her møder vi argumenter som at matematik er et vigtigt led i uddannelsessystemet der skal sikre samfundets materielle og åndelige udvikling og udvikle arbejdsstyrken. Samtidig er det også stadig et middel til disciplinering og sortering i forhold til videre uddannelse (Blomhøj, 2001). Den subjektive side behandler individets begrundelse for matematikundervisningen. Det er her vi lærere møder spørgsmålet *Hvad skal jeg bruge det her til?* (Blomhøj, 2001). Eleverne spørger, uden de ved det, lige ind i det som af Niss (i Blomhøj, 2001, s. 225) betegnes som matematikkens relevansparadoks: gabet mellem matematikkens objektive betydning for samfundet og dens subjektive betydning for den enkelte elev.

Fagets forskellige formål afspejler dermed to forskellige grundsyn i forhold til besvarelsen af hvorfor-spørgsmålet. Grundskolen som repræsentant for en bred tilgang betoner både den objektive og subjektive side af spørgsmålet, mens gymnasiet har en noget smallere tilgang og i større omfang betoner den objektive side end den subjektive.

Det er derfor vores opfattelse at vi i højere grad må italesætte og forstå de to forskellige institutioner, netop som to forskellige institutioner, med hver deres virke og potentiale. Som Schou rigtigt angiver i sin artikel, er undervisningssekvenserne i grundskolen karakteriseret ved brug af *enten* tal *eller* bogstaver, hvor det modsatte gør sig gældende i gymnasiet hvor de fleste sekvenser indeholder begge typer (Schou, s. 17). Det er vores oplevelse at eleverne har erkendt og accepteret denne forskel mellem de to institutioner og i høj grad er klar til dette skift. Vi vil i det følgende uddybe denne påstand.

Eleveopfattelser af forskellen mellem grundskolen og gymnasiet

Schou kommer i sit diskussionsafsnit (Schou, s. 21) ind på resultater fra den observerede undervisning som tydeliggør forskellen mellem grundskolen og gymnasiet. Resultaterne indikerer at denne forskel kan mindskes ved en øget opmærksomhed i grundskolen på hvordan "argumenter baseret på konkrete tal kun sjældent videreføres

til generelle ræsonnementer "(Schou, s. 21), hvortil "generelle ræsonnementer i gymnasiet omvendt kun sjældent tager udgangspunkt i konkrete beregninger/argumenter" (Schou, s. 21). At der netop er forskel på grundskolen og gymnasiet, har der været skrevet og gjort mange iagttagelser om, og Schous observationer bekræfter alle disse tidligere undersøgelser. Det er generelt holdningen blandt lærerne i rapporter som har det aktuelle interessefelt (Bacher et al., 2011; Ebbensgaard et al., 2014; Lindenskov et al., 2009) at grundskolen ikke forbereder eleverne tilstrækkeligt til den gymnasiale matematikundervisning, samt at undervisningen i gymnasiet tilsyneladende ikke udnytter de overlap der er mellem grundskolen og gymnasiet, og at gymnasiet som reaktion på dette sædvanligvis tager som afsæt at eleverne kommer med utilstrækkelige forudsætninger (Bacher et al., 2011, s. 25). Generelt viser de omtalte rapporter også at der er stor forskel i elevernes og lærernes vurderinger af elevernes matematikfaglige forudsætninger, hvor eleverne vurderer deres forudsætninger højere end lærerne gør (Lindenskov et al., 2009, s. 77). Lindenskov et al. (2009) angiver at det kan være et udtryk for et urealistisk billede af egne evner hos eleverne og også et udtryk for at lærerne ikke ved eller måske ikke anerkender at eleverne faktisk kommer med en relevant faglig viden fra grundskolen (Bacher et al., 2011, s. 25). Disse anskuelser kan være medvirkende til at gymnasimatematik kommer til at fremstå "som en selvstændig enhed, uafhængig af den forudgående undervisning" (Bacher et al., 2011, s. 26) og dermed være medvirkende til at overgangsproblematikken er større end den umiddelbart burde være.

Vi har i forbindelse med vores speciale (Dalgaard & Christensen, 2017) ønsket at flytte fokus til elevernes opfattelse af matematikfaget i gymnasiet og deres oplevelse af overgangsproblematikken. I forhold til opfattelser af matematikundervisningen finder vi hos Philipp (2007) belæg for at det er særdeles vigtigt at have et blik rettet mod elevernes *beliefs*. Det kan have stor betydning for hvordan eleverne går til faget, og dermed også for det faglige udbytte af faget. Philipp (2007) beskriver også eleverne *beliefs* som værende mere rodfæstede og kognitive end blot en samling attituder, såsom følelser. Følelser kan hurtigt ændres; det kan tage noget længere tid med *beliefs*. Schoenfeld (1992) definerer og kategoriserer elevens *beliefs* i tre fokusområder: *doing* matematik (følge de regler som læreren opstiller), *knowing* matematik (betyder at huske og svare korrekt) og som det sidste (*truth is determined*) hvordan elever kan *verificere* matematikken.

Vi udleverede derfor i september 2016 samme spørgeskema som Ebbensgaard et al. benyttede (Ebbensgaard, 2014), tilsat et par uddybende spørgsmål, til tre 1. g-klasser – altså knap 1½ måned inde i deres gymnasietid.

På spørgsmålet: *Hvad synes du er den største forskel på at gå i 9./10. klasse og at gå i 1.g i gymnasiet?* svarer en elev følgende:

“Jeg synes, for at være ærlig, at faget er blevet en hel del mere spændende på STX og mere betydningsfuldt. I folkeskolen syntes jeg ikke matematik var et spændende og eller vigtigt fag, og nu tør jeg nærmest ikke blive væk fra matematik selvom jeg er syg, fordi at vi lærer noget vigtigt i hver time. Jeg synes også at niveauet er sværere på STX.”

Det erkendelsesmæssige hos denne elev går på at faget er mere betydningsfuldt, og at det muligvis ikke kun er noget eleven føler, men det kunne være et eksemplarisk eksempel på hvad Philipp (2007) definerer som værende rodfæstet. Eleven viser en opfattelse af at *doing* sker når læreren underviser i timen, og det kræver at man er til stede. *Knowing* sker i hver time, og for at kunne (*truth is determined*) den rette matematik kræver det tilstedeværelsen. Belægget for verificeringen finder vi i elevens beskrivelse af faget som *spændende* og *betydningsfuldt*, og derfor er verificeringen i selve timerne og tilstedeværelsen rigtig vigtig. Eleven viser i eksemplet en aktiv *belief* og henviser til en mere passiv *belief* som gældende i grundskolen, hvor det, jf. eleven, ikke rigtig betød noget om man var til stede eller ej. Netop elevens beskrivelse af det faglige niveau som *sværere* kan opfattes som i strid med udsagnet om at faget også er mere *spændende*; vi finder dog at i og med at eleven giver udtryk for at “lære noget i hver time”, bliver det ikke nødvendigvis opfattet af eleven som en konflikt at niveauet er sværere på gymnasiet, men blot en erkendelse af at der er forskel på niveauet i henholdsvis grundskolen og gymnasiet som tages til efterretning.

Andre bekræftelser på disse *beliefs* som beskrevet af Philipp (2007) og Schoenfeld (1992) er der også eksempler på i disse besvarelser:

“I folkeskolen behøvede man ikke altid høre efter, men her skal man hvis ikke man vil sakke bag ud.”

“Den skole jeg kommer fra fik vi bare en bog hvor vi skulle lave opgaver og nogle gange en prøve her er det anderledes vi får meget mere hjælp, og lærer at forstå hvad vi laver.”

Schoenfeld (1992) anbefaler og beskriver vigtigheden af at man som lærer skaber en tryk atmosfære i klasserummet og lader eleverne eksperimentere med faget. Tall & Vinner (1981) rejser ligeledes en problematik i forhold til elevers begrebsdannelse: at man som lærer skal udfordre eleverne ved at stille spørgsmålet *Hvorfor?* for at søge de kognitive konflikter (dvs. aspekter af elevernes matematik-*beliefs* der ikke stemmer overens med hinanden). I det sidste citat er det værd at bemærke den sidste del: “... vi får meget mere hjælp ...” Den hjælp som eleven her beskriver at man får mere af i gymnasiet, tolker vi som at eleven føler at læreren er medvirkende til at skabe læringsrige kognitive konflikter (Tall & Vinner, 1981), en mulighed der åbner sig når læreren går i dialog med eleven om et givent begreb og dermed kan tilgå og afklare misopfattelser. Eleven antyder med sin besvarelse at i grundskolen blev kognitive

konflikter ikke altid anfægtet, og dermed blev begrebsdannelsen ikke udviklet på samme måde som den gør nu i gymnasiet. Vi tolker det således som et eksempel på at Schoenfelds (1992) teori kan benyttes til at påpege vigtigheden af lærerens rolle omkring elevernes *beliefs*. Schoenfeld (1992) har fokus på at man som lærer netop skal støtte eleven i at undersøge, udvikle og forklare matematiske begreber og fænomener.

Klasserumsundervisningen

Når Schou afslutningsvis sammenfatter at eleverne netop oplever et “andet billede af matematikfaget og en anden praksis” (Schou, s. 22) i de to institutioner, vil vi godt uddybe dette ved benytte Brosseaus (1997) teori om didaktiske situationer som en grundlæggende model for hvilke forhandlinger der er i spil i en undervisningssituation (Brousseau, 1997). Vi beskriver det som *den didaktiske kontrakt*, en implicit kontrakt som er til forhandling hver gang der opsættes et didaktisk miljø med nye aktører. Når eleverne starter i gymnasiet og møder deres nye lærer i matematik, skal denne ‘kontrakt’ således ‘genforhandles’. En vigtig pointe i fastsættelsen af den didaktiske kontrakt er at aktørerne spiller de roller som hører til hver deres position (Brousseau, 1997). Læreren må således påtage sig ansvaret for den didaktiske situation og også fremstå med den autoritet der medfører at eleven er parat til at lade læreren have dette ansvar. Eleven har ansvaret for at handle på lærerens *devolution*: Eleven må gennemføre den didaktiske kontrakts paradoks, nemlig at behandle spørgsmål hvor svaret allerede er kendt af læreren og måske hele det matematiske samfund.

I besvarelserne af vores spørgeskemaer finder vi mange forskellige indikationer på at eleverne finder den didaktiske kontrakt opfyldt, bl.a.:

“... Måden man arbejder på og opstiller opgaver, er også helt anderledes på gymnasiet end i folkeskolen.”

Her giver eleven helt eksplicit udtryk for at det er en anderledes arbejdsform, hvilket vi tolker som et udtryk for en ny og anderledes didaktisk kontrakt end eleven oplevede i grundskolen. Der er også mere implicitte udsagn som:

“... men at læreren giver sig bedre tid til at lære eleverne det er nok den største forskel for det betyder utrolig meget.”

“Måden man bliver undervist på er bedre og mere interessant.”

Ikke alle elever har en positiv opfattelse af forandringen, hvilket kommer til udtryk i udsagn som:

“Niveauet er højere, lærerne er mere overfladiske, trygheden i undervisningen er anderledes.”

Fælles for disse udsagn er dog at eleverne har bemærket en forskel i formen. Her har vi særlig opmærksomhed på elevernes udsagn om læreren som aktør. Vi tolker disse udsagn ind i teorien om *didaktiske situationer* og konstaterer at eleverne giver udtryk for at der er oprettet en ny didaktisk kontrakt som er anderledes end den de kom fra i 9. eller 10. klasse.

Når vi på den måde tolker elevernes svar ind i spørgsmålet om overgangsproblematikker mellem grundskolen og gymnasiet, er det vores konklusion at eleverne har erkendt og accepteret den forskel som de to institutioner repræsenterer. Mange af eleverne hilser forskelligheden velkommen og påtager sig det ansvar som gymnasiet giver dem mulighed for at tage, fx omkring øget deltagelse i undervisningen.

Perspektivering

Vi har med denne kommentar til Schous artikel ønsket ikke bare at fastholde opmærksomheden på overgangsproblematikken mellem grundskole og gymnasium, men også at flytte opmærksomhedens fokus så elevernes perspektiv træder langt tydeligere frem.

De 1. g-elever vi mødte i medio september 2016, gav ikke samme anledning til bekymrede miner på elevernes vegne som meget andet empiri i dette felt efterlader. Tværtimod tolker vi at vores empiri peger i en anden retning: Eleverne er positive, ihærdige og opmærksomme på skiftet mellem grundskole og gymnasium.

I vores spørgeskema lød første spørgsmål: *Er der noget i faget matematik, som du synes var sværere i gymnasiet i forhold til grundskolen?* 89,7 % af eleverne svarede *ja*, og 10,3 % af eleverne svarede *nej*. Samtidig betoner eleverne hvilke kvaliteter de finder i gymnasiet, med udtryk som:

- Øget faglighed
- Dybden i undervisningen
- Flere svarmuligheder anerkendes.

Vi tolker det som tegn på at eleverne er klar til nye og anderledes udfordringer også i forhold til matematikfaget.

Det kunne overvejes om man måske burde redefinere *overgang* fra grundskole til gymnasium til et *skift*. *Overgang* har i daglig tale også en betydning af *mellemtilstand* fra noget til noget andet. Fra noget man er vant til, med et lille afhop undervejs, hvorefter man ‘vender tilbage’ til noget lignende det oprindelige. Men er det egentlig ikke et *skift* mellem de to institutioner eller institutioner i det hele taget som vi skal forholde os til i stedet? Eleverne kommer fra en form for undervisning i faget matematik og skifter til en anden form for undervisning med et andet slags

indhold, og de to sider af skiftet er knyttet til hver deres begrundelsesproblematik.

Et *skift* kan beskrives som: *Det hidtidige erstattes med noget andet*. Med denne 'nye' betegnelse kan vi udtrykke en forhåbning om at et veldefineret og et veltilrettelagt *skift* kan udgøre en bedre indgang til gymnasiet end en *overgang*. Det vil kræve afklaring, forventningsafstemning, realitets-identifikation og erfaringsudveksling institutionerne imellem at give mening og indhold til hvordan man skal tilgå dette *skift*. Om grundforløbet fra i år er tilstrækkeligt, er formentlig stadig for tidligt at sige noget om. Der er således grobund for fortsat forskning på området, gerne med et nyt udgangspunkt; her finder vi at Schous undersøgelse, analyse og diskussion af undervisningens elementer er et godt bidrag.

Litteraturliste

- Blomhøj, M. (2001). Hvorfor matematikundervisning? – Matematik og almendannelse i et højteknologisk samfund, IN: M. Niss (red.), *Matematikken og verden*, Fremad, København, s. 219-246.
- Brousseau, G., (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. (Edited and translated by Nicolas Balacheff, Martin Cooper, Rosamund Sutherland, and Virginia Warfield).
- Dalgaard, K. & Christensen, M.S. (2017). Speciale til cand.pæd.didaktik – matematik, *Fra overgang til skift – mellem grundskole og gymnasium*.
- Ebbensgaard, A., Jacobsen, J.C. & Ulriksen, L. (2014). *Overgangsproblematikker mellem grundskole og gymnasium i fagene dansk, matematik og engelsk*, IND's skriftserie nr. 37. Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet, Danmark.
- Jensen, C. Bacher., Iversen, M.S., Laursen, K.B. & Ulriksen, L. (2011). *Gymnasiets drenge, matematikfagets drenge*, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet. Rapport til Undervisningsministeriet
- Lindenskov, L., Enggard, K., Andersen, A.M., Søndergaard, B., Misfeldt, M. & Mathiasen, H. (2009). *Overgangsproblemer som udfordringer i uddannelsessystemet* – Forskningsrapport. Center for Undervisningsudvikling, Aarhus Universitet. Lokaliseret på: pure.au.dk/portal/files/41902239/Udfordringer_rapport_17_06_2009.pdf.
- Philipp, R.A. (2007). Mathematics teachers' beliefs. IN: F.K. Lester Jr. (red.), *Second handbook of research on mathematics reaching and learning* (s. 257-315). Charlotte, NC: Information Age Publishing (Chapter 7).
- Schoenfeld, A.H., (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. IN: D.A. Grouws (red.): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (s. 334-370). New York: Macmillian Publishing Company.
- Tall, D. & Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics with Particular Reference to Limits and Continuity. IN: *Educational Studies In Mathematics*, 12.

Erfaringer med træning af symbolforståelse



Jingyu She, Næstved
Handelsgymnasium – ZBC

Kommentar til Marit Hvalsøe Schou: "Hvad sker der i matematikundervisningen? Om overgangen fra grundskole til gymnasium", MONA, 2018-2.

Kommentaren er inspireret af Marit Hvalsøe Schous (MHS) forskningsspørgsmål: "Hvilket kendskab og hvilke erfaringer med brug af symboler medbringer eleverne fra grundskolens matematikundervisning, og hvordan møder man dem i gymnasiet?". Undervisningsministeriet har i de seneste vejledninger gjort en dyd ud af at bringe opmærksomhed på netop introduktionen af symbolbrug og notation: "Derudover viser erfaringen, at noget af det allersværeste ved overgangen fra grundskole til gymnasium er vores udstrakte brug af symboler [] De kan ganske enkelt ikke læse de bøger, der anvendes i undervisningen" (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2018, s. 23).

Artiklen gav anledning til følgende undren: "Hvad er med til at danne "den gode matematikelev" der kan håndtere overgangen til gymnasiet?" Dette vil undertegnede reflektere over gennem et tænkt scenarie hvor der undervises i et af eksemplerne nævnt i MHS' artikel: den pythagoræiske læresætning. Vi konkluderer med at diskutere hvordan en manglende frygt for det ukendte kan forbedre kvaliteten af elevers matematiske læringsproces.

Er det Pythagoras?

MHS undersøger problemstillingen gennem klasserumsobservationer og en analyse af symbolernes rolle i undervisningen. Hun konkluderer at matematik i grundskolen tager udgangspunkt i en konkret situation hvor der regnes med givne tal. I kontrast hertil tager gymnasieundervisningen udgangspunkt i beviset eller opskrivningen af et generelt udtryk som derefter benyttes ved indsættelse af talværdier. Dette, kombineret med hyppigere brug af omformninger af symboludtryk og formelle

beviser i gymnasiet, fremlægges som årsag til overgangsproblemer i matematikundervisningen.

Den teoretiske ramme i artiklen af MHS lægger vægt på symbolers forskellige roller samt Steinbrings epistemologiske trekant: Symboler får først betydning i samspil med en kontekst og et begrebsapparat. I en ideel verden opererer vi med elever der forstår dette samspil. Mine egne erfaringer ligger dog nærmere følgende:

Erfaring 1: Grundskolen

To måneder efter et forløb om geometri skriver matematikunderviseren følgende på tavlen:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Da rækker den gode matematik elev hånden op og svarer: "Er det Pythagoras?" Eleven roses for sin opmærksomhed og går glad fra timen.

Erfaring 2: Gymnasiet

Den velmenende gymnasieunderviser gør et forsøg på at skabe genkendelsens glæde ved at skrive følgende på en tom tavle:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

"Hvad står der her?" spørger underviseren ud i lokalet. En elev rækker hånden op og svarer: "Er det Pythagoras?" Hertil tænker underviseren: "*Nej, og det er heller ikke Bent eller Knud. Pythagoras var en obskur græsk filosof der levede 500 år f. Kr.*" I stedet siger underviseren: "Godt husket!", så eleven går glad fra timen.

Plads til forbedring

I begge ovenstående situationer belønnes eleven for evnen til at "genkalde matematiske fakta". Dog kræver minimumskravene inden for gymnasiematematik en lidt større indsats end ovenstående. Eleven føler blot at der er noget trygt vedkommende kan genkende, og svarer: "Er det Pythagoras?" Denne tryghed kan endda være til hindring for læringsprocessen da den behagelige fornemmelse af at "vide hvad der foregår", kan forhindre yderligere granskning af tavlen. Jeg vil nu komme ind på to måder underviseren kan omgå denne risiko på og sætte gang i elevernes tænkeproces.

Demonstrer at kært navn har mange børn

Underviseren starter med at skrive $a^2 + b^2 = c^2$ på en tom tavle. "Passer det her?" spørger underviseren. De fleste nikker. Det ligner noget de har set før. Dernæst tegner underviseren en retvinklet trekant hvor kateterne navngives a og b . Hypotenusen navngives c .

“Hvis vi lader a og b betegne længderne på kateterne og lader c betegne længden af hypotenusen, så har jeg skrevet Pythagoras’ sætning op,” siger underviseren. Klassen nikker med.

Nu bytter underviseren navnene på siderne om. Hypotenusen er nu navngivet b , mens formlen på tavlen er uændret. “Passer det her?” spørger underviseren. Klassen diskuterer. Nogle stykker har stadig svært ved at se hvorfor det ikke skulle passe. Underviseren prøver at hjælpe dem på vej ved at sætte tal ind. Underviseren afslutter diskussionen ved at lægge vægt på at det samme symbol kan sættes på mange forskellige objekter. Fx i linjens ligning hvor a og b optræder i anden sammenhæng. Derfor er det vigtigt at klarlægge hvad et symbol står for.

Demonstrer at kært barn har mange navne

I stedet for “standardformlen” med a , b og c starter underviseren med at tegne en retvinklet trekant og navngiver kateterne x og y , mens hypotenusens længde betegnes z . På tavlen skrives:

$$x^2 + y^2 = z^2$$

Underviseren opfordrer nu klassen til at tænke over hvad der står på tavlen.

Dernæst skriver underviseren

$$x = \sqrt{z^2 - y^2}$$

på tavlen og spørger om hvorfor det skrevne udtrykker den pythagoræiske læresætning.

For elever med vane for mere abstrakt notation skriver underviseren:

$$f(x) = x^2, \quad x \in (0, \infty), \quad x = f^{-1}(f(z) - f(y))$$

Nogle griner, mens alle (bortset fra en enkelt eller to elever) begynder at kigge væk fra tavlen eller ned i tastaturet.

Ødelæggelse og konstruktion af tankeskemaer

Vi forlod ovenstående afsnit med en enkel udfordring. Eleverne mistede interessen da stoffet blev for svært:

$$f(x) = x^2, \quad x \in (0, \infty), \quad x = f^{-1}(f(z) - f(y))$$

Udfordringen ligger i at eleven præsenteres med materiale uden for personens komfortzone. Med et finere ord befinder ovenstående sig ikke i elevens “skémata” eller “kognitive tankeskema” (Koster, 2014). Det er ikke et tankesæt som eleven er rutineret i. Opgaven forbindes derfor med ubehag, og eleven viger bort.

Det uheldige ved dette er at matematik netop går ud på at udsætte hjernen for sådanne situationer. Den ene dag står a for en katete, den næste står a for linjens hældning. Med hvert nye emne (eller sågar hver nye opgave) er eleven nødt til lægge vanetænkningen til side og forlige sig med ny notation og nye ukendte. Eleven må ligeledes lære at acceptere manglen på “instant gratification” der ellers følger af at nogle opgaver er hurtigt besvaret gennem Google eller opslag i lærebogen: Forskning tyder på at der er korrelation mellem bedre arbejdshukommelse og børns evne til at acceptere “delayed gratification” (forsinket tilfredsstillelse) (Yu et al., 2016).

Det er derfor fordelagtigt at træne hjernen i at finde glæde ved ukendte systemer samt ikke at stole på eksisterende tankeskemaer og rutiner i lige så høj grad som naturen påbyder. Denne træning kan fx igangsættes i grundskolen med basale regneoperationer udført på utraditionelle måder. Jeg har haft stor personlig glæde af at benytte nedenstående tabel i undervisningen i 4. klasse (grundskole) helt op til regnetimer på bachelorkurser på Københavns Universitet.

Oprindelse	Addition	Subtraktion
Ægyptiske hieroglyffer	Et par ben, som at “gå til”	Et par ben, som at “gå fra”
Diofant fra Alexandria	Talstørrelser sidestilles	Tegnet \wedge sættes foran subtrahend ¹
Hinduer	Talstørrelser sidestilles	Prik over subtrahend
Kinesere	Addend farves rød	Subtrahend farves sort
Europa før 16. århundrede	\bar{p} i stedet for +	\bar{m} i stedet for –

Tabel 1. Matematisk tegnsprog gennem tiderne (udledt af *la Cour, P., 1888, s. 333*).

I hver addition/subtraktionsmetode må eleven sætte sig ind i et nyt system. Til gengæld er systemerne relativt simple. Underviseren kan eksempelvis lave to opgaver til hver celle. For elever der har svært ved opgaven, kan øvelsen med fordel gøre brug af eksempler. Opgaven kan udvides ved at lade elever opfinde og beskrive deres egne systemer – på denne måde kan eleverne langsomt omstilles til at finde glæde ved nye, ukendte systemer.

1 Diofantens skabte tegnet som en forkortelse af det græske ord for “manglende/fratrukket”, kaldet leipsis (ΛΕΙΨΙΣ).

Referencer

- Koster, R. (2014). *A Theory of Fun for Game Design* (2. udg.). USA: O' Reilly Media, Inc.
- la Cour, P. (1888). *Historisk Matematik: Et Indledende Kursus*. København: P.G. Philipsens Forlag.
- Styrelsen for Undervisning og Kvalitet (marts 2018). Vejledning til lærerplanen i Matematik A/B/C, hhx. Undervisningsministeriet. Lokaliseret på <https://uvm.dk/-/media/filer/uvm/gym-vejledninger-til-laereplaner/hhx/matematik-a-b-c-hhx-vejledning-2018.pdf?la=da>.
- Yu, J., Kam, C.-M. & Lee, T.M.C. (2016). Better Working Memory and Motor Inhibition in Children Who Delayed Gratification. *Frontiers in Psychology*, 7, 1098. Lokaliseret på <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4955289/pdf/fpsyg-07-01098.pdf>.

Lektionsstudier i en dansk kontekst



Charlotte Ormstrup,
VIA UC



Rigmor Olesen, Funder og
Kragelund Skoler

Kommentar til Jørgen Haagen Petersen, Karin Marianne Lilius og Rene B. Christiansen: "Når man er tvunget ud i det, så er det jo egentlig meget godt", MONA, 2018(2).

I artiklen beskriver de tre forfattere et stort forskningsprojekt hvor man forsøger at løfte naturfagslærernes niveau i tre kommuner gennem deltagelse i formelle lektionsstudier (LS) og andre tiltag. Det var intentionen at alle naturfagslærere i kommunerne deltog i enten efter- videreuddannelse eller LS. Der bliver beskrevet hvordan forvaltningen og mange skoleledere havde svært ved at prioritere projektet. Ledere og lærer havde en misforstået forventning til det forskningsprojekt kommunerne gik ind i. Der bliver også henvist til hvor meget tidsfaktoren betyder for nye tiltag i folkeskolerne.

Som underviser på læreruddannelsen har jeg (Charlotte) afprøvet LS med mine naturfagsstuderende. Det giver en fantastisk mulighed for at diskutere didaktiske vinkler ved en undervisningslektion. Denne analyse og refleksion har de fleste lærere i folkeskolen ikke mulighed for på grund af tidspresset. I artiklen beskriver man bl.a. det tidspres der er i forbindelse med planlægning og projektets forventning om udfyldning af skemaer.

Vi har gennem et samarbejde i Silkeborg Kommune under FabLab-regi og Pioneruddannelsen (Pioneruddannelsen, 2018) haft mulighed for at afprøve dele af LS-modellen gennem en afprøvning af naturfagsundervisning i to 5.-klasser. Vi har ikke brugt LS-modellen i dens oprindelige version (Mogensen, 2015). Derimod har vi taget dele af modellen og arbejdet det ind i en afprøvning. Derigennem har vi kunnet analysere og diskutere forskellige didaktiske tiltag i en undervisningskontekst.

Vi har i fællesskab planlagt et undervisningsforløb om Arduino-kodning i 5. kl. Vi har diskuteret didaktiske vinkler og muligheder i fællesskab. Derefter har Rigmor gennemført en lektion hvor jeg har observeret. Efter endt lektion diskuterede vi observationerne. Det resulterede i endnu en afprøvning i den anden 5.-kl. Igen underviste Rigmor, og jeg observerede. På ny diskuterede vi observationerne og de ændringer som

var foretaget i forhold til gangen før. Rigmor underviste hver gang da det er hendes klasser, og hun har et forkendskab til eleverne som jeg ikke har.

Denne afprøvning har givet Rigmor mulighed for at få overblik over hvordan det planlagte didaktiske design har haft indflydelse på elevernes læring, det har givet mulighed for at ændre og afprøve andre didaktiske designs og generelt givet et overordnet blik over hvad der foregår i undervisningen. Når man står midt i en naturfagsundervisningssituation, sker der ofte meget i en klasse som man som lærer ikke er opmærksom på fordi fokus er på selve undervisningen.

Her havde vi mulighed for at observere på en situation hvor Rigmor stod i en undervisningssituation hvor hun ikke følte sig sikker fordi emnet er helt nyt for både elever og lærer. Rigmor kunne se en mening i at have undervisningen observeret. Det var ikke et angreb på hende som person, men en vurdering af undervisningen og et fokus på hvordan man kunne didaktisere det nye materiale. Vi følte os sikre på hinanden fordi vi delvist havde planlagt lektionerne sammen. Vi var begge fokuserede på den didaktiske vinkel i undervisningen.

I modsætning til den situation som bliver beskrevet i artiklen, så havde vi en gensidig interesse i at observere hvad der skete i undervisningen: Vi havde begge arbejdet med didaktisering af et FabLab-emne i undervisningen og fordi vi begge var deltagere i Pioneruddannelsen, havde vi mulighed for at bruge tid på planlægningen, jeg havde mulighed for at deltage som observatør i undervisningen på det tidspunkt den var skemalagt, og Rigmor og hendes skole havde en interesse i at afprøve didaktikken i undervisningen.

I artiklen skriver de at "det er provokerende og ofte imod den fremherskende kultur at skulle gøre sig alle mulige overvejelser inden undervisningen". For os gav det mening at bruge tid på at afprøve didaktikken fordi vi netop diskuterede nye didaktiske vinkler på undervisningen, og fordi vi var ligeværdige i situationen og havde tid til projektet. Rigmor har haft en positiv oplevelse af processen og er derfor åben for at etablere et lignende forløb med en af hendes kolleger på skolen.

Rigmors oplevelser af at have en kollega til at foretage LS har haft en betydelig effekt på undervisningens videre praksis. Tiden, vores fælles studietid hvor vi har haft tid til at reflektere og indgå i dialog, har været en væsentlig faktor heri. Ledelsen på skolen har bakket op om forløbet gennem den timetildeling som Rigmor allerede har i kraft af sin deltagelse i Pioneruddannelsen. Det har derfor ikke været et problem at få tid i dette forløb. Spørgsmålet er om der efterfølgende vil være tid til nye forløb næste år.

Men ud over tiden er der specielt tre fokuspunkter som har været med til at skabe succes omkring vores LS.

For det første har vores LS givet mulighed for større refleksion over hvordan eleverne lærer, og har affødt nye didaktiske overvejelser til kommende lektioner. Fordi vi har været to undervisere som har oplevet den samme undervisning, har det været

muligt at diskutere konkrete situationer, fx hvordan forskellige elever tackler den samme problemstilling.

For det andet har det givet perspektiv på lærerrollen, dens mange facetter og betydningen for elevens læring. For eksempel har det været interessant i fællesskab at kunne stille skarpt på hvilken umiddelbar forskel der er i elevernes udbytte, ud fra to forskellige tilgange til læringen: Læreren som den styrende mesterlærer (følg mig) og læreren som rammesætter og vejleder (eleverne mere overladt til selvstændig problemløsning).

For det tredje har LS i dette forløb været betydningsfuld for Rigmor da tilstedeværelsen af en observatør og de efterfølgende samtaler og diskussioner har været med til at faget er kommet i fokus, og har styrket lærerprofessionalismen hos Rigmor i forhold til hendes praksis. Hun har ikke stået alene.

Det at forløbet blev etableret i en situation hvor der er brug for det, gør at det giver mening, og at det efterfølgende vil være en acceptabel mulighed igen hvis det kan organiseres tidsmæssigt.

Det vil fx være muligt at foretage noget LS-lignende på fagdage på Funder og Kragelund Skoler. Skolen har i skoleåret 2017/2018 fagdage hver uge hvor dagen har været planlagt af to lærere på mellemtrinnet, og hvor fem lærere har skullet gennemføre den samme undervisning på hvert sit hold. Her har der ligget en næsten minutiøs plan for hvad der skulle ske på dagene, og enhver har kunnet udføre det. Det blev efterfølgende evalueret i den almindelige forberedelsestid. De ændrede forhold i folkeskolen gør at lærerne er mere åbne over for didaktiske diskussioner.

LS minder rigtig meget om supervision (Bager & Andersen, 2011) hvor man inden timen har sat fælles fokus på hvad der skal iagttages, og det kræver at man som lærer er åben og ikke tager det som et personligt "tjek" af om man gør det godt nok. Rigmor mener det er forholdsvis nemt hvor lærere har fælles undervisning på en årgang (eks. to lærere underviser sammen i matematik) hvilket der er tradition for på Funder og Kragelund Skoler: "Vi laver så at sige LS, eller i hvert tilfælde nogle bidder af LS, hver gang vi underviser, og bruger iagttagelserne i forhold til vores videre arbejde, så der er en stor åbenhed omkring det at iagttage det der sker i undervisningen".

I en travl hverdag på skolerne er der ikke tid til LS hvis det bliver presset ned over undervisningen, men hvis det giver mening didaktisk, så er det en god model at arbejde med.

Vi kommer måske ikke til at bruge LS i den japanske version (Rasmussen, 2018), men det er en metode som kan fordanskes, og hvor grundtanken om at planlægge i fællesskab for derefter at udføre undervisningen med observationer vil kunne opkvalificere den faglige undervisning og understøtte den enkelte lærers professionalisme i en stærkt foranderlig hverdag.

Ved at starte i undervisningssituationer som eksempelvis her kodning eller hvor der i fællesskab med andre arbejdes bevidst med det didaktiske design, herunder be-

tydningen af lærerens rolle, vil vi med tiden kunne ændre den naturfaglige kultur på skolerne. Jo mere fokus vi har på didaktik som et redskab der kan bruges på forskellige måder, jo mere tilladt vil det blive at diskutere ens egen undervisning. På den måde bliver det ikke et angreb på den personlige undervisning, men et redskab til at kunne diskutere undervisningen objektivt.

Så artiklens overskrift siger det meget godt. Når man er tvunget ud i det, er det egentlig meget godt. Men måske kunne det blive noget bedre hvis det gav mening i situationen og ikke føltes som noget man får pålagt.

Referencer

- Bager, Lene Tortzen & Andersen, Hanne (2011). Kollegial supervision: Som udviklingsredskab i undervisningskulturer. Aarhus Universitetsforlag.
- Mogensen, A. (2015). Lektionsstudier i skolen: Kollegial sparring gennem fælles studier. Dafolo.
- Pioneruddannelsen (2018) <http://campusbindslevsplads.dk/index.php/fablab/om-fablab/pioneruddannelse/> (18-6-18).
- Rasmussen, K. (2018). Lektionsstudier fra metode til tankegang, *MONA*, juni 2018.

Det vanskelige kompetencebegreb



Elzebeth Wøhlk,
konsulent i Astra

Kommentar til Steffen Elmoose: "Naturfaglig kompetence i ministeriets udlægning. Kan læreren bruge begrebet som målkategori?", MONA, 2018(2).

Indledning

Jeg har med stor interesse læst Steffen Elmoses artikel, og jeg vil herunder kommentere artiklen. Min baggrund er at jeg for to år siden skrev en masterafhandling på LSUL, SDU, om netop kompetencebegrebet. Min undersøgelse bestod af en mixed method casestudie inspireret af R.K. Yins "Case Study Research" (Yin, 2014) hvor jeg dels analyserede en række ministerielle styredokumenter for at opnå en forståelse af Undervisningsministeriets udlægning af kompetencebegrebet, og dels observerede og interviewede tre lærere i fysik/kemi i grundskolen samt analyserede deres lektions- og årsplaner. Min problemstilling var: "*Hvordan gennemfører lærere undervisning i fysik/kemi med fokus på elevernes tilegnelse af naturfaglig kompetence?*" (Wøhlk, 2016).

Elmoses diskursanalyse stemmer i høj grad overens med de fund jeg i sin tid gjorde, og ud over at kommentere Elmoses artikel vil jeg her sætte den i relation til publikationen "Formål og frihed. Fem pejlemærker for Fælles Mål i folkeskolen" (UVM, 2018) der betoner folkeskolens formål som planlægningskategori. Publikationen er udkommet efter deadline på Elmoses artikel, men indeholder centrale pointer ift. lærernes brug af kompetencebegrebet som målkategori.

Kompetencebegrebet – en vanskelig kategori

Elmoose argumenterer grundigt for at der er rod i terminologien når det kommer til (naturfaglig) kompetence. Fx blandes begreberne delkompetence, kompetenceområde og kompetence sammen og fremstår uden egentlige definitioner. Jeg stødte ind i det samme problem i mit casestudie, og frem for en egentlig definition på et

generelt kompetencebegreb valgte jeg at formulere en række fælles træk som kan genfindes hos teoretikere som Jeppe Bundsgaard, Knud Illeris og Alexander Kauertz samt i DeSeCo-projektet (Bundsgaard, 2006; DeSeCo, 2005; Kauertz, 2012; Illeris, 2015), se boks 1.

Boks 1: Fælles træk ved kompetencer

1. **Kompetencer er knyttet til handling.** Kompetencer bliver først til kompetencer når de udøves.
2. **Kompetencer kræver et personligt valg** der træffes på baggrund af viden. Kompetence kan kun udøves på den måde personen selv vælger at gøre det; der kan være flere årsager til valget, fx en interesse eller en ydre motivation.
3. **Kompetencer kan ikke fuldt udfoldes i træningssituationer**, men de kan trænes i praksis- eller problemstillingssituationer.
4. **Kompetencer udtrykkes gennem personligheden.** I uddannelsesmæssig sammenhæng kan der arbejdes med elementer af kompetencer som fx undring, viden, færdigheder, strategier, metaviden og meningstilskrivelse, men den konkrete udøvelse af en kompetence vil altid filtreres gennem personlige træk som vedholdenhed, kreativitet og fantasi. Forskelligheden i udtryk vanskeliggør sammenlignelighed i evaluering af kompetencer og anvendelse af valide evalueringsformer.
5. **Kompetencer spiller sammen.** Et menneskes samlede ageren kan ifm. evaluering deles op i delkompetencer eller kompetenceelementer, fx faglige, almene, personlige og sociale kompetencer, men samlet set vil en række kompetencer spille sammen når en person udfører handlinger i praksissituationer. Denne præmis vanskeliggør sammen med punkt 4 evaluering af kompetencer idet det er vanskeligt at definere hvor én kompetence slutter og en anden begynder samt hvad en kompetence præcist består af.

Som det fremgår af boks 1, er kompetence en vanskelig kategori når det kommer til både planlægning og evaluering af undervisning. Måske er det derfor at Undervisningsministeriet har valgt at udarbejde vejledningsmateriale på baggrund af den "kompetence-som-mål"-kategori som Elmoose har introduceret i en tidligere artikel: "Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem?" (Elmoose, 2007). Imidlertid viser min analyse af styredokumenterne "Formål for folkeskolen", "Fagformål for fysik/kemi" og "Fælles Mål for fysik/kemi" (Undervisningsministeriet 2006, 2014a, 2014b) at der både er kompetence-som-mål og kompetence-som-middel på spil for lærerne når der skal planlægges undervisning. Der anvises fx i mange af de fælles mål hvordan ele-

ven skal demonstrere færdigheder der ligger inden for kompetencens område, eller gøre rede for viden, fx vise kendskab til fagbegreber. Det er kompetence-som-mål. Men elevernes viden og færdigheder skal også anvendes i nye kontekster, eleven skal handle ud fra egne valg og prioriteter, og eleverne skal vise en forståelse for handlingens betydning. Der er altså tale om kompetence-som-middel; en størrelse der fortrinsvis – men ikke udelukkende – er at finde i de overordnede styredokumenter som folkeskolens formål og fagformålet. Med andre ord: Lærerne er forpligtede på begge forståelser.

Generisk og naturfaglig kompetence

I den del af mit casestudie der drejede sig om observationer og interviews af lærere, kom en anden problemstilling ved kompetencebegrebet frem: Lærerne skelnede ikke mellem det jeg valgte at kalde et generisk kompetencebegreb, og så naturfaglig kompetence der jo burde være omdrejningspunktet for deres undervisning i fysik/kemi. Jeg spurgte fx lærerne hvad de forstår ved en naturfagligt kompetent elev, og en lærer udtalte: “[En naturfaglig elev er en elev] som ligesom ta’r teten, men egentlig også lytter til andre (...) [og] har sådan et drive hvor man (...) kommer i gang eller i hvert fald prøver et eller andet.” Og videre: “(...) hvis du har en læringsstil der er røre-gøre, så vil din kompetence også som start i hvert fald være røre-gøre”. Her er der altså tale om at læreren ikke skelner elevadfærd, tilgang til læring mv. fra det naturfaglige, fx at kunne formulere en hypotese eller være systematisk med sine undersøgelser. En anden lærer tænker mere pragmatisk og forklarer hvad naturfaglig kompetence er: “Det er det man ... forventer at ungerne skal kunne når de kommer ud ... øh ... og så har man været nødt til at opstille nogle mål for det, for ellers så ville det nok aldrig være implementeret, tænker jeg ... så det er vel for at få vores [lærernes] fokus rettet på vigtigheden i stedet for bare at beskrive det som en måde man kan arbejde på. Så bliver man jo som lærer forpligtet på en anden måde når det står som et mål”.

På tværs af observationer, interviews og analyse af planlægningsdokumenter vedrørende de tre læreres praksis kunne jeg konkludere at

- lærerne begrundede deres undervisning ift. kompetence-som-middel, men de gennemførte undervisning ud fra Undervisningsministeriets planlægningsvejledning der leder frem mod en kompetence-som-mål-undervisning
- lærerne skelnede ikke mellem “generisk kompetence” og naturfaglig kompetence i hverken planlægning, gennemførelse eller evaluering af undervisningen
- lærerne havde vanskeligt ved at håndtere “fagligt stof” og “kompetence” – er det to forskellige ting som skal spille sammen, eller er det én sammenhængende fagforståelse der er på spil

- lærerne havde en meget usystematisk tilgang og et upræcist sprog når det kom til undervisning frem mod elevernes udvikling af naturfaglig kompetence
- der havde for lærerne været vanskelige vilkår for at lære at undervise med udgangspunkt i kompetence. Fx havde der været meget lidt kompetenceudvikling, og undervisningsmaterialerne lod en del tilbage at ønske.

Formål og frihed. Fem pejlemærker for fælles mål

I publikationen "Formål og frihed. Fem pejlemærker for Fælles Mål i folkeskolen" (UVM, 2018), der udkom i juni d.å., betones folkeskolens formål som planlægningskategori. Efter en folketingsbeslutning i foråret 2018 gøres færdigheds- og vidensmål frivillige omend færdigheder og viden fortsat ifølge pejlemærkerne opfattes som grundlæggende for elevernes udvikling af naturfaglig kompetence. Det er en rådgivningsgruppe nedsat af undervisningsminister Merete Riisager der står bag publikationen, og på baggrund af denne skal det nye vejledende materiale til lærere udarbejdes. Det betyder at vægtningen i folkeskolen måske tipper over imod kompetence-som-middel snarere end kompetence-som-mål i undervisningen, jf. min analyse af styringsdokumenterne der viste at det fortrinsvist er i folkeskolens formål og fagformålet man kan finde tegn på kompetence-som-middel. Det medfører imidlertid en række afledte problemstillinger, stærkest karakteriseret af Illeris der fremhæver at skolen mangler virkelige situationer hvori kompetencer kan udvikles og udfolde sig (Illeris, 2015).

Elmose skriver på s. 46 i "Naturfaglig kompetence i ministeriets udlægning. Kan læreren bruge begrebet som målkategori?" at "[en] omsætning [fra fælles mål til undervisning] vil forudsætte at læreren selv har en klar forståelse af ministeriets målkategorier for dels at kunne omformulere dem til elevsprog og dels at kunne planlægge, gennemføre og evaluere et undervisningsforløb hvor eleverne tilegner sig målene." (Elmose, 2018). Imidlertid bliver det måske endnu vanskeligere for lærere at operationalisere Undervisningsministeriets intentioner fremover idet Undervisningsministeriets rådgivningsgruppe fremhæver at "[Folkeskolens formål] rækker ud over at give eleverne de kompetencer, som Fælles Mål sætter mål for. Skolens og fagenes formål formulerer de overordnede intentioner med elevens dannelse, som kompetencemålene skal ses i lyset af. Opfyldelsen af kompetencemål er ikke ensbetydende med, at folkeskolens formål automatisk indfries. Skolens formål rummer fordringer, der er mere ambitiøse og vidtgående, end kompetencemålene er. Fx er elevernes "forståelse", "stillingtagen" og "ansvar", som omtales i formålet, ikke blot kompetencer og heller ikke noget, der nødvendigvis udvikles via kompetencemål." (Undervisningsministeriet, 2018). Det betyder altså at naturfagslærerne både skal planlægge efter at eleverne tilegner sig naturfaglig kompetence (der stadig er en obligatorisk målkategori) samtidig med at undervisningen skal lede frem mod noget der ligger ud over kompetencemålene.

Rådgivningsgruppens intention er da også at “*justeringen af Fælles Mål betyder, at Fælles Mål samt vejlednings- og inspirationsmateriale i tilknytning hertil fremover kan anvendes som et relevant og brugbart pædagogisk og didaktisk redskab i undervisningen*” (Undervisningsministeriet, 2018, s. 22), men det bliver vanskeligt ikke at frygte en fremtidig diskussion af hvad der skal styre naturfagsundervisningen: kompetencemålene eller formålsparagraffen?

Afrunding

Den ene lærer i mit casestudie udtalte vedrørende naturfaglig kompetence i undervisningen: “*Jamen altså, det er jo fordi man skal bruge nogle nye ord hver gang man nu laver nogle nye mål, altså sådan ser jeg meget på det, ikk’? (...) det er ligesom bare at prøve at bruge nogle nye ord for at lave det samme, det er lidt min holdning (...) det er jo ikke noget jeg tænker over når jeg står nede i undervisningslokalet overhovedet, altså (...)*”.

Det peger på en central problemstilling: Hvad gør læreren når det bliver alt for komplekst at planlægge sin undervisning? Min forhåbning er at det nye vejledende materiale der skal udkomme fra Undervisningsministeriet i løbet af skoleåret 2018/19 formår at tage lærerne bedre i hånden end hidtil til glæde og gavn for vores elever i folkeskolen.

Referencer

- Bundsgaard, J. (2006). Nøglekompetencer med bud til de humanistiske fagområder. *Cursiv. DPU*. (1).
- OECD (2005). Definition and Selection of Key Competencies. <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf> (lokaliseret 2.7.2018).
- Elmose, S. (2007). Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem? *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, (4).
- Elmose, S. (2018). Naturfaglig kompetence i ministeriets udlægning. Kan læreren bruge begrebet som målkategori? *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, (2).
- Illeris, K. (2015). *Kompetence. Hvad, hvorfor, hvordan?*. *Samfundslitteratur*.
- Kauertz, A., Neumann, K., & Haertig, H. (2012). *Competence in Science Education. In Second International Handbook of Science Education (s. 711-721). Springer Netherlands*.
- Undervisningsministeriet. (1999). *Fremtidens Ungdomsuddannelser. Undervisningsministeriet*.
- Undervisningsministeriet (2006). *Folkeskolens formålsparagraf*. <https://uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-maal-love-og-regler/om-folkeskolen-og-folkeskolens-formaal/folkeskolens-formaal> (lokaliseret 2.7.2018).

- Undervisningsministeriet (2014) (a). Fagformål for fysik/kemi. <https://www.emu.dk/modul/fysikkemi-m%C3%A5l-l%C3%A6seplan-og-vejledning> (lokaliseret 02.07.2018).
- Undervisningsministeriet. (2014) (b). Fælles Mål for fysik/kemi. <https://www.emu.dk/omraade/gsk-l%C3%A6rer/ffm/fysikkemi> (lokaliseret 2.7.2018).
- Undervisningsministeriet. (2018). Formål og frihed. Fem pejlemærker for Fælles Mål i folkeskolen. *Rådgivningsgruppen for Fælles Mål*.
- Wøhlk, Elzebeth. (2016). Naturfaglig kompetence i folkeskolens fysik/kemiundervisning. Masterafhandling, ikke publiceret. Afhandlingen kan rekvireres ved at sende en mail til ebw@astra.dk.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research. Design and Methods*. Sage.

Litteratur

I denne sektion bringes anmeldelser af og notitser om nye bøger, rapporter og andre væsentlige ressourcer inden for det matematik- og naturfagsdidaktiske felt. Læsere opfordres til at kontakte redaktionen med henblik på at få bragt anmeldelser og notitser. Indlæg er ikke genstand for peer-review.

En vigtig og længe ventet bog om fysik/kemi-undervisningens hvad, hvorfor og hvordan



Karin Lilius, Læreruddannelsen,
Professionshøjskolen Absalon

Anmeldelse af: Peter Norrild og Martin Sillasen, Fysik/kemididaktik – læring og undervisning, Hans Reitzels Forlag, 2017.

I Danmark har vi længe vendt os mod udlandet for at finde materialer baseret på nyeste forskning om naturfagsdidaktik. Udfordringen med dette har været at udgangspunktet ikke har været den danske folkeskoles fag. Naturfagsdidaktik er meget bredt og dækker i Danmark fire fag: natur & teknologi, biologi, geografi og fysik/kemi – fag med meget forskellige traditioner og udfordringer. Der har længe været et behov for en fagdidaktisk bog der tager udgangspunkt i faget fysik/kemi i den danske grundskole og de særlige udfordringer der er i faget. Bogen *Fysik/kemididaktik – læring og undervisning* er et endog meget kvalificeret bud på en løsning af denne udfordring.

Fysik/kemididaktik – læring og undervisning er en bog i serien *Lærerbiblioteket* der udgiver bøger om didaktik og fagdidaktik til læreruddannelsen. Bogen

gennemgår fysik/kemiundervisningens *hvad, hvorfor og hvordan* i 13 kapitler der er skrevet af fagfolk med både specialviden på området og med tæt tilknytning til praksis i grundskolen, i læreruddannelsen og i lærernes efter- og videreuddannelse.

Efter et kort forord hvor redaktørerne/forfatterne definerer indeholdet i *hvad, hvorfor og hvordan*, gives en kort beskrivelse af hvert kapitels indhold. Dette gør bogen egnet som opslagsbog for både lærerstuderende på undervisningsfaget fysik/kemi og for fysik/kemilærere i folkeskolen. Til hvert kapitel er der udviklet studiespørgsmål der giver læseren mulighed for refleksion og/eller fordybelse.

De studerende på undervisningsfaget fysik/kemi udtrykker ofte et ønske om konkrete eksempler på hvordan et emne kan gribes an når man skal gå fra *hvad*

og *hvorfor* til *hvordan* man udvikler et undervisningsforløb. Her tilbyder bogens kapitel 5 om emnedidaktik hjælp. Kapitellet behandler de didaktiske udfordringer i ti kernefaglige emner i faget fysik/kemi, og jeg anser dette kapitel for at være et vigtigt og særdeles brugbart værktøj for målgruppen. Et materiale der på denne måde behandler didaktikken i specifikke kernefaglige emner i faget fysik/kemi, har vi ikke set før. Under hvert emne påpeges og gennemgås flere for emnet specifikke didaktiske udfordringer, forslag til arbejdet med mål for elevernes læring, begrebsafklaringer og forslag til evaluering. De studerende og lærerne har her et vigtigt værktøj til at identificere de specifikke udfordringer i ti af faget fysik/kemis kernefaglige emner.

Bogens øvrige kapitler behandler velkendte fagdidaktiske temaer i naturfagene. Forfatterne diskuterer begrundelser for *hvorfor* vi skal have naturfag i skolen hvor de tager udgangspunkt i Svein Sjøbergs fire argumenter for naturfag i skolen, og de kommer omkring dannelse, kompetencer og de tre perspektiver produkt, metode og samfund.

Vi får en kort gennemgang af udviklingen i den formelle styring af undervisningen i faget fysik/kemi i grundskolen, og den uformelle styring der relaterer til underviserens uddannelse, fagsyn og læremidler, berøres kort. Målskabelonen for faget fysik og kemi i grundskolen behandles også, og her skal man være opmærksom på at de fagspecifikke færdigheds- og vidensmål efter bogens udgivelse er gjort vejledende. Det ændrer



dog ikke ved intentionen om at styrke en systematisk og målrettet evalueringskultur, og derfor er der stadig vigtige pointer at hente i teksten om målskemaet, læringsmål og evaluering.

Herefter følger kapitler om den naturfaglige kultur i skolen. Forfatterne kommer omkring de to paradokser i naturfagskrisen, interesseparadokset og det didaktiske paradoks, og med baggrund i de to projekter Science Team K og Quest giver de et bud på hvordan den naturfaglige kultur kan fremmes på skolerne. De fire naturfaglige kompetencer behandles, og de defineres, uddybes og eksemplificeres.

De følgende kapitler behandler *hvad*, *hvorfor* og *hvordan* i projektorienteret undervisning og endvidere emnerne formel og funktionel tværfaglighed, den

fælles prøve i naturfag, engineering, vurdering af læremidler og undersøgelsesbaserede undervisningsformer.

Bogens sidste kapitler behandler elevernes interesse og motivation, uformelle læringsmiljøer, udfordringer omkring elevernes laboratoriearbejde, digitale simulationer, animationer og spil. Evaluering i naturfag, bogens sidste kapitel, kommer grundigt rundt om

evalueringens betydning og evaluering for og af læring.

Fysik/kemididaktik – læring og undervisning har været en del af basislitteraturen på mine hold i undervisningsfaget fysik/kemi siden den udkom, og jeg kan varmt anbefale bogen til alle der beskæftiger sig med faget fysik/kemi i grundskolen og undervisningsfaget fysik/kemi på læreruddannelsen.



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.

Tilmeld oplæg til BIGBANG-konference 2019

Så er det tid til at indsende forslag til indhold på BIGBANG-konferencen 2019 – fristen er 30. september. Konferencen har næste gang 10 spor med hvert deres fokus inden for naturvidenskab og naturfaglig undervisning. BIGBANG afholdes 2.-3. april i Odense Congress Center, og vi forventer igen mere end 1300 deltagere.

Tidsskriftet MONA arrangerer som altid spor 3 med et aktuelt tema. I 2019 bliver det *Lærerkompetencer nu og de kommende år*. Hvad skal undervisere inden for naturvidenskab kunne? Nye krav, nye læringsmål, nye teknologier (herunder robotter!) gør og vil fortsat gøre deres indtog i uddannelsessystemet. Betyder fagligt niveau mere eller mindre, og hvad er det egentligt? Er man facilitator mere end fagperson? Skal man kunne noget nyt som lærer i grundskolen eller gymnasiet? I MONA-sporet sætter vi fokus på lærerroller og lærerkompetencer i matematik og naturfagene: Hvad ved vi fra de senere års forskning i læreruddannelse og kompetenceudvikling, og hvordan tegner fremtiden sig for uddannelse til lærer i grundskolen og gymnasiet?

Læs mere og tilmeld dit oplæg på www.bigbangkonferencen.dk. Der åbnes for deltagertilmelding 1. oktober. Programmet forventes offentliggjort 1. december.

Vær med til at fejre naturfagene – afprøv Den yderste Grænse i uge 39

Naturvidenskabsfestival er en festlig, faglig og social begivenhed, hvor tusindvis af børn og unge fra hele Danmark hvert år i uge 39 hylder naturvidenskab og naturfag.

Temaet for Naturvidenskabsfestival 2018 **Den yderste Grænse** bevæger sig ud i de yderste grænser for naturen, mennesket, etikken og fysiske fænomener.

Naturvidenskabsfestival er en oplagt mulighed for at tænke ud af boksen, arbejde på tværs af fag og klassetrin og arbejde praktisk med det naturvidenskabelige, undersøgende arbejde. Naturvidenskabsfestival skaber rammerne og giver inspiration og konkrete forslag til forløb og aktiviteter til din undervisning i relation til årets festivaltema Den yderste Grænse.

Læs mere om temaet og alle Naturvidenskabsfestivals tilbud på naturvidenskabsfestival.dk

DANMARKS STØRSTE NATURFAGS-KONFERENCE OG -MESSE

DET FULDE PROGRAM OFFENTLIGGØRES 1. DECEMBER 2018

BIG BANG

NATURFAG FOR FREMTIDEN

2. - 3. APRIL 2019
ODENSE CONGRESS CENTER
ØRBÆKVEJ 350, 5220 ODENSE SØ

Big Bang-konferencen er for alle, der underviser, formidler eller forsker inden for det naturfaglige og naturvidenskabelige felt - både i grundskolen, på ungdomsuddannelserne og de videregående uddannelser.

På Big Bang 2019 får du konkrete ideer til din undervisning gennem oplæg og workshops om:

- Didaktisk forskning for praksis
- Vandets hemmeligheder
- Lærerkompetencer nu og de kommende år
- Talent i den daglige undervisning
- Fremtiden er grøn
- Engineering og teknologi
- Samarbejde og overgange
- Ny naturvidenskab
- Naturfaglig kompetence i praksis
- Skole-virksomhedssamarbejde

Oplev også aktuelle keynote speakers, faglige og eksperimenterende værksteder og messestande samt et aftenarrangement med rig mulighed for at netværke.

BIGBANGKONFERENCEN.DK
#BBDK19

TILMELDING ÅBNER 1. OKTOBER 2018

DEL UD AF DIT GULD! TILMELD DIG SOM OPLÆGS- ELLER WORKSHOPHOLDER PÅ BIGBANGKONFERENCEN.DK/ FORSLAG SENEST 30. SEPTEMBER 2018

ARRANGERES AF:

astras*

STØTTES AF:

