

MONIA

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



SYDDANSK UNIVERSITET



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2016-3

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 Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet på Aalborg Universitet og Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet.

Redaktion

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

Redaktionskomité

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

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

Manuskripter

Manuskripter indsendes elektronisk, se www.science.ku.dk/mona. Medmindre andet aftales med redaktionen, skal der anvendes den artikelskabelon i Word som findes på www.science.ku.dk/mona. Her findes også forfattervejledning. Artikler i MONA publiceres efter peer-reviewing (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. Meddelelser vedr. abonnement, adresseændring, mv., se hjemmesiden eller på tlf 70 25 55 13 (kl. 9-16 daglig, dog til 14 fredag) eller på mona@portoservice.dk.

Produktionsplan

Oversigten over kommende deadlines kan altid findes på <http://www.ind.ku.dk/mona/produktion/>
MONA 2016-4 udkommer december 2016.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 14. august 2016. Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 2. oktober 2016

MONA 2017-1 udkommer 6. marts 2017.

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

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

MONA 2017-2 udkommer 6. juni 2017.

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

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

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

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

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 7 **Artikler**
- 8 CAS som omstruktureringsredskab i matematikundervisningen
Keith Nabb
- 23 At se det usete
– rumlig visualisering af solsystemet med fysiske prototyper og Augmented Reality
Gunver Majgaard, Lasse Juel Larsen, Patricia Lyk og Morten Lyk,
- 41 Når matematikvanskeligheder bliver usynlige for lærerne
– om klasseledelse og elevdeltagelse i inkluderende undervisning
Maria Christina Secher Schmidt
- 54 **Aktuel analyse**
- 55 Gymnasiereformen og udfordringer
– med fokus på naturfagene og matematik
Helle Mathiasen
- 61 **Kommentarer**
- 62 Umami og emulgator og det atomiserede, situerede dannelsesbegreb
Bjørn Friis Johannsen og Sofie Birch Jensen,
- 72 Sciencecamps i Europa – virker de efter hensigten og hvorfor?
Uffe Sveegaard
- 80 Om at forestille sig elevernes arbejde, læring og motivation
Morten Misfeldt
- 84 De første erfaringer med den fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi
Elzebeth Wøhlk og Anette Sønderup
- 93 **Nyheder**

Fra redaktionen

Et nyt undervisningsår er netop begyndt. Og også dette vil i store dele af sektoren blive præget af arbejdet med en nyformuleret uddannelsesreform. Denne gang er det nok navnlig forberedelserne med iværksættelsen af gymnasiereformen fra juni der vil lægge beslag på opmærksomheden. Vi har i dette nummer en analyse af hvordan de største udfordringer inden for MONAs fagfelt tegner. Men også på folkeskolefeltet er der ændringer på bedding. Vi tænker her på den nye fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi. Det har vi også noget om.

Først vil vi gøre opmærksom på at det er nu og frem til 30. september at du kan komme med forslag til indhold på BIGBANG-konferencen 23.-24. marts 2017. MONA arrangerer som tidligere et temaspor og denne gang bliver temaet *Veje til professionel udvikling af undervisere i naturfagene*. Dette tema gør status over hvad vi ved om hvordan læreres kompetencer bedst udvikles. Det vil både handle om grundskole og ungdomsuddannelser og om faglig og fagdidaktisk udvikling. Vi vil i MONA-redaktionen gerne opfordre forskere, udviklere, læreruddannere mv. til at byde ind med forslag til indhold på sporet i relation til temaet – fx oplæg eller workshops. På baggrund af programmet for MONA-sporet vil vi udgive et tema-nr. af MONA med netop dette tema. Bidragydere vil således udover konferencedeltagelsen også forventes at ville medvirke til at skrive en tekst til tema-nr. som produceres efter konferencen. Læs mere og se hvordan du indmelder forslag på www.ind.ku.dk/mona/bb.

Dette nummers første artikel har allerede figureret ifm. linjefagseksamen på læreruddannelsen. Så selv om den har et par år på bagen, mener vi at den fortjener at blive mere alment kendt: Keith Nabbs *CAS som omstrukturingsredskab i matematikundervisningen* (i Niels Johnsens oversættelse) forholder sig til spørgsmål som “Er underviserne parat til at opgive “traditionel” tilgang og erstatte den med CAS-baserede modeller?” og “Bør CAS influere på emnevalg og hvordan de valgte emner undervises?” Og den kaster lys over CAS’s muligheder og begrænsninger og præsenterer en model for CAS til brug i videre undersøgelser. Artiklen får gode ord og et supplement til dens fyldige litteraturliste med på vejen i et forord af Morten Misfeldt.

I *At se det usete – Rumlig visualisering af solsystemet med fysiske prototyper og Augmented Reality*

giver Gunver Majgaard, Lasse Juel Larsen, Patricia Lyk og Morten Lyk et interessant eksempel på mulighederne i den såkaldte *Augmented Reality* for at understøtte undervisning i en 6. klasse i solsystemets opbygning. Augmented Reality forbinder den fysiske og virtuelle verden i fx 3D-kloder der svæver hen over lærebogen. De særlige erfaringslæringspotentialer her kan beskrives med vendinger som “at se det usete”

gennem anvendelse af teknologien som “linse til en fjern virkelighed” for at forstå rumlige objekter og bevægelser i tre dimensioner.

Også den tredje artikel fokuserer på undervisning og læring set fra underviserens perspektiv. I *Når matematikvanskeligheder bliver usynlige for lærerne* af Maria Christina Secher Schmidt drejer det sig om klasseledelse og elevdeltagelse i inkluderende undervisning. I en undersøgelse har forfatteren bl.a. observeret hvordan inkluderende undervisning kan få elever i matematikvanskeligheder til at lade som om de er aktivt involveret i opgaven: de gør det der forventes af en “god” elev, ved at anvende deltagelsesstrategier, såsom at udføre ting de er gode til, og imitere de andre elever. Derved kan matematikvanskelighederne blive usynlige for matematiklærerne. Med udgangspunkt i at fejl kan være vigtige læringsfremmere inviterer artiklen til at der udvikles et nyt klasseledelsesbegreb: benspændsledelse.

Vores Aktuelle Analyse *Gymnasiereformen og udfordringer* af Helle Mathiasen ser (med fokus på naturfagene og matematik) på hvilke ændringer og kommende udfordringer gymnasiereformen fra foråret giver: “Først og fremmest vil det forestående læreplansarbejde være afgørende, og lærerne bør inddrages i dette. Nytænkning af prøve- og feedbackformer kan med fordel være et væsentlig didaktisk perspektiv og fundament heri. Med reformen aktualiseres også endnu engang behovet for et fagdidaktisk løft af lærerne. På ledelsesniveau er der ligeledes behov for et pædagogisk og didaktisk løft.”

To af dette nummers fire kommentarer er reaktioner på artiklen *Effekter af en Science Camp* af Ahrenkiel, Caspersen, Christensen og Grønlund, i sidste nummer af MONA. Det drejer sig om Bjørn Friis Johannsen og Sofie Birch Jensens *Umami og emulgator og det atomiserede, situerede dannelsesbegreb* der forholder sig til selve dannelsesbegrebet, og om Uffe Sveegaards *Sciencecamps i Europa – virker de efter hensigten og hvorfor*, der sætter sit fokus på selve sciencecamp-begrebet.

Den tredje har titlen *Om at forestille sig elevernes arbejde, læring og motivation*. Den er af Morten Misfeldt, og den knytter temaerne i to tidligere MONA-artikler sammen, nemlig Charlotte Krog Skott og Thomas Kaas’s *Matematiklæreres planlægningspraksis og læringsmålstyret undervisning* og Peter Brodersen og Mette Hjelmborgs *Scenarieorienteret planlægning i matematik: Matematiklæreres opmærksomhed på sikre og usikre elevers motivation*.

Den sidste, *De første erfaringer med den fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi* er skrevet af Elzebeth Wøhlk og Anette Sønderup, og den er mere end ‘blot’ en kommentar til Christina Frausing Binaus *Fælles prøve som katalysator for fællesfaglig undervisning*. Den giver nemlig en ganske konkret beskrivelse af to skolers erfaringer i udviklingsfasen med den nye fælles afgangsprøve i biologi, fysik/kemi og geografi i folkeskolen – med hovedvægten på to centrale omdrejningspunkter for den fælles prøve, nemlig den fællesfaglige undervisning og teamsamarbejdet omkring naturfa-

gene i folkeskolen. Den giver også en række anbefalinger til de skoler der endnu ikke har gjort sig erfaringer med den fælles undervisning og den fælles prøve, og som skal i gang med arbejdet i det skoleår der netop er startet.

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

CAS som omstruktureringsredskab i matematikundervisningen



Keith Nabb, University of Wisconsin-River Falls, River Falls, WI 54022, USA

Oversat af Niels Johnsen

Abstract: *Computeralgebrasystemer (CAS) har potentialet til at være reformbefordrende i matematikundervisning og læring. Spørgsmål om brugbarhed, pædagogik og curriculum skal overvejes: Hvordan skal CAS indføres i matematikundervisningen? Er underviserne parat til at opgive "traditionel" tilgang og erstatte den med CASbaserede modeller? I hvilken grad influerer CAS på emnevalg og hvordan de valgte emner undervises? I en litteraturoversigt kaster denne artikel lys over CAS's muligheder og begrænsninger og præsenterer en model for CAS til brug i videre undersøgelser.*

Forord til artiklen

Af Morten Misfeldt, Institut for Læring og Filosofi, Aalborg Universitet, København

Jeg er glad for at skrive en lille indledning til Keith Nabbs artikel om CAS som omstruktureringsredskab i matematikundervisningen. Dels er det en dejlig artikel, dels handler den om noget der optager mig – nemlig brugen af digitale værktøjer i matematikundervisningen, og dels er den på dansk! Niels Johnsen fra Zahle/UCC har nemlig oversat den i forbindelse med en læreruddannelseseksamen for nogle år siden. Det er herligt at MONA på denne måde gør artiklen tilgængeligt for os alle.

En central pointe i artiklen er at CAS i hvert fald ikke er et uskyldigt lille artefakt man lige tager med når musikken spiller og ligningerne bliver lidt besværlige. CAS agerer mange forskellige roller og påvirker matematikundervisningen på mange planer. Nabb peger på Black Box, White Box, forstærker, diskussionsredskab, og katalysator for reform. En af artiklens største styrker er at disse roller er et fint greb til at åbne for den bredde af overvejelser der hører med til introduktionen af stærke regneværktøjer. Jeg vil bruge denne anledning til at pege på et par vigtige forhold der supplerer Nabbs analyse.

CAS har potentialer for at skjule og fremvise aspekter af matematik. Dette kan naturligvis anvendes pædagogisk men det giver også anledning til en del didaktiske

problematikker. Internationalt er det adresseret ret bredt og af mange, men jeg vil pege på at der indenfor den franske tradition (af forskere som Luc Truche (Guin, Ruthven og Trouche 2005) og Michelle Artigue (2002)), og den italienske ditto (af Maria Alessandra Mariotti (2002)) er udviklet ret finmaskede forståelser af dette fænomen. En god skelnen som vi kan tage med fra den franske tradition er forskellen på om CAS bruges pragmatisk (til at løse matematik) eller epistemisk (til at forstå matematik). Det er (for) simpelt – men en god forskel at have for øje – altid.

CAS har et forstærkende aspekt på en række måder. CAS forstærker lærer og elevers matematiske muskler, og klassens fælles matematiske rækkevidde, men værktøjet forstærker også rækkevidden af lærerens pædagogiske valg og dispositioner. Desuden er CAS jo ofte ikke en del af læreres uddannelse og pædagogiske bagage, og normer omkring brugen af CAS er mindre veletablerede end andre matematiske normer. Derfor er der også en risiko for at personlige matematiske og pædagogiske særheder og værdier slår kraftigere ud i brugen af CAS end i andre matematikundervisnings-sammenhænge.

Endelig er CAS en løbende udfordring til opgavestillere og læseplansudviklere, fordi ingen jo ønsker sig en matematikundervisning hvor eleverne skruer hovedet af og trykker på knapper – derfor skal nogle af de gode gamle opgaver laves om. Det viser sig bare at (næsten) hver gang man laver en opgave hvor eleven både skal tænke sig om, og bruge CAS for alvor, så ender opgaven med at være frygtelig svær. CAS giver således fast arbejde til alle os der gerne vil gøre matematikundervisningen så god som den kan blive.

God læsning!

Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245-274. Høstet fra <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1022103903080>

Mariotti, M. A. (2002). Influence of technologies advances on students' math learning. In L. English, M. G. Bartolini Bussi, G. Jones, R. Lesh, & D. Tirosh (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*. Lawrence Erlbaum Associates.

Guin, D., Ruthven, K., & Trouche, L. (2005). The didactical challenge of symbolic calculators turning a computational device into a mathematical instrument. New York: Springer. Høstet fra <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=128286>

Indledning

Udtrykket computeralgebrasystem (CAS) bliver i almindelighed brugt til at beskrive den meget forskelligartede klasse af teknologiske redskaber som er udstyret med numeriske, grafiske og symbolske muligheder. Disse redskaber kan optræde i form af computerprogrammer som Mathematica (Wolfram Research, 2009) og Maple (Waterloo Maple, 2009) eller i form af grafregnere som TI-92, Voyage 200 eller TI-Nspire (Texas Instruments, 2009) med tilhørende programmer.

I det store og hele regnes de for meget lovende når det drejer sig om at støtte matematikundervisning og -læring (Blume & Heid, 2008; Fey et al., 2003; Heid & Blume, 2008; NCTM, 2000; Zbiek & Heid, 2009). Bortset fra de almindelige grafregnere som kun har numerisk og grafisk funktionalitet, er det de symbolske muligheder i CAS og deres forbindelse med den numeriske og grafiske funktionalitet som har vakt opmærksomhed hos forskere og lærere over hele verden.

Med de muligheder der findes i sådanne højt udviklede redskaber, rejser der sig et grundlæggende spørgsmål om deres tilstedeværelse i matematikundervisningen, nemlig hvordan sådanne redskaber skal bruges i undervisning og læring i matematik. Nogle fremfører at CAS' potentiale består i at "befri" eleverne fra banale øvelser, sådan at større energi bruges på tænkning og refleksion over den matematik der læres. De som er imod, advarer om at en sådan brug truer den tilegnelse af grundlæggende færdigheder i matematik som er nødvendig for den videre læring. Andre igen indtager en neutral position idet de bevarer optimismen omkring CAS, men er bekymrede for de tekniske udfordringer som lærere og elever med stor sandsynlighed kommer til at møde. Hvorom alting er, de mange standpunkter som indtages i disse spørgsmål, giver grobund for debat om CAS i matematikundervisningen.

Litteraturvalg og organisation

Forskningen om brugen af computeralgebra i matematikundervisningen er omfattende. Den rummer en bred vifte af informationskilder, herunder litteraturoversigter, teoridannelser, systematiske forskningsarbejder og vurderinger. Selvom man kunne hævde at de fleste forskningsområder er stærkt opdelt, så er CAS-forskningen i særlig grad splittet. Nærmere bestemt synes bestræbelserne på at forbinde forskning og praksis at halte bagefter sammenlignet med andre forskningsområder (Zbiek, 2003). Da dette område endvidere generelt anses for at mangle sammenhæng med hensyn til forenende teorier, har jeg ikke haft nogen intention om at udelukke forskning på baggrund af dens klassifikation eller oprindelse. Læseren vil finde at litteraturen har et internationalt præg med stærk indflydelse fra østrigske, australske, franske og nordamerikanske eksperter i CAS.

Denne artikel er opbygget på følgende måde: Først kommer en diskussion af vigtige teoretiske bidrag. Eftersom mange af de studier som denne artikel diskuterer, omfatter et eller flere af disse perspektiver, er det vigtigt at forsyne læseren med en vis baggrundsinformation om sådanne teorier. Derefter vender artiklen sig mod de centrale spørgsmål om brugen af CAS. I denne diskussion sammenstilles vigtige resultater og mangler i denne forskning set gennem de nævnte teorier. Endelig afsluttes artiklen med en model for brugen af CAS.

Teoretiske udviklinger

Redskabers tilblivelse

Mere end noget andet teoretisk begreb i litteraturen har ideen om redskabers tilblivelse tjent som fundament for forskningen om matematiklæring i CAS-miljøer. Med udgangspunkt i Vérillon og Rabardel (1995) hævder denne teori at brugen af et hvilket som helst redskab – det være sig en hammer, en boremaskine eller et computeralgebrasystem – sjældent er spontan og automatisk. En nøgelfaktor her er sondringen mellem den fysiske *genstand* (det menneskeskabte som man kan tage og føle på) og *redskabet* (det psykologiske værktøj som bliver brugt i læringshandlingen). Først når brugeren er i stand til at anvende den fysiske genstand til et meningsfyldt formål, bliver den til et redskab: “... en maskine eller et teknisk system udgør ikke umiddelbart et redskab for subjektet. Selv om det udtrykkeligt er skabt som et værktøj, er det ikke i sig selv et redskab for subjektet. Det bliver det først når subjektet har været i stand til selv at tilegne sig det” (Vérillon & Rabardel, 1995, s. 84-85). Skønt Vérillon og Rabardel ikke nævner computeralgebra og kun lejlighedsvis henviser til undervisning i matematik og naturvidenskab, har den udstrakte brug af deres teori kastet meget lys over området. Den har tjent til at forklare mange af mulighederne og faldgruberne når det drejer sig om at optage teknologien, indføre den og forstå dens virkning på eleveres matematiske tænkning.

Kognitive teknologier: epistemiske eller pragmatiske?

Opfattelsen af CAS som et beregningsredskab hvis eneste formål er at løse matematiske problemer, er heldigvis ikke den der er mest udbredt. Forskere er i almindelighed optaget af CAS og dens værdi i selve læringsprocessen, nærmere bestemt dens evne til at spille en rolle i elevernes læring og forståelse af matematik. Pea (1987) brugte udtrykket “kognitiv teknologi” til at formidle ideen om at sådanne teknologier kan støtte brugeren i at “lære at lære” (Pea, 1987, s. 111). Disse kognitive værktøjer kan efterlade spor af elevernes arbejde, fremme refleksion over dette arbejde, frembringe hvad-hvis-scenarier og organisere andre måder at skabe aktiv tænkning på. Pea forstår udtrykket teknologi bredt som enhver opfindelse der har givet anledning til videre

fremskridt i et civiliseret samfund (fx symboler, skriftsprog, teorier, menneskeskabte genstande og lign.) Hans centrale tese er at computerteknologi kan gøre rede for indre tankeprocesser og omvendt give den lærende et håndgribeligt middel til refleksion. Han gør det helt klart at det kognitive potentiale der kendetegner computere som teknologi, giver dem en særstilling i forhold til andre teknologier. Selvom en blyant fx kan være til hjælp når det drejer sig om skrive noget ned man har husket, er den kun en organisatorisk hjælp. Den udvider ikke brugerens mentale kræfter.

Med støtte i ovennævnte perspektiv har forskerne undersøgt de dobbelte udnyttelsesmuligheder som CAS har, nærmere bestemt (a) det effektive maskinoutput af matematiske løsninger og (b) de ægte refleksioner fra CAS som udvider læringsoplevelser. De begreber som bruges til at indfange disse udnyttelsesmuligheder, er *den pragmatiske værdi* og *den epistemiske værdi* af matematiske aktiviteter med teknologi. En tekniks *pragmatiske værdi* samler sig om hvor let den er at bruge, og hvor effektiv den er til at udføre en opgave, mens dens *epistemiske værdi* drejer sig om dens mulighed for at berige brugerens forståelse af den matematik der arbejdes med. Selv uden teknologi kan fx brugen af en meget rutinemæssig matematisk procedure tillade den lærende at undgå at tænke; det er i høj grad pragmatisk, men har ringe epistemisk værdi. Artigue (2002) fremfører at brugen af CAS i matematikundervisningen fører til en ubalance i denne didaktiske model: "Teknikker som udføres med computerteknologi, forandres, og det ændrer både deres pragmatiske og epistemiske værdier" (s. 249). Debatter om dette punkt bliver ofte vurderet ud fra de begrebslige og tekniske aspekter af aktiviteten. Da disse ideer er grundpiller i litteraturen, vender vi os nu mod disse sider af teorien.

Det teknisk/begrebslige skel

I de tidlige nordamerikanske studier var et fremherskende tema at CAS kunne overtage matematiske rutineopgaver, sådan at eleverne kunne fokusere på at udforme løsningsmetoder og fortolke resultatet (Heid, 2003). Nærmere bestemt stillede nogle undersøgelser spørgsmålstejn ved det udbredte synspunkt om at beherskelse af procedurer nødvendigvis kommer før begrebslig forståelse (Heid, 1988; Palmiter, 1991). I lyset af disse resultater forekom en grundlæggende ændring af det traditionelle curriculum i matematik nært forestående.

Selvom der var en udbredt skepsis, var to vigtige resultater afgørende for at lette bekymringerne for CAS' "indtrængen" i matematikken. For det første fandt man at brugen af CAS ikke i almindelighed svækker elevernes evne til at udføre rutinemæssige algebraiske operationer (Ayers et al., 1988; Heid, 1988; Hillel et al., 1992; Palmiter, 1991). Og hvad der er endnu vigtigere, gælder dette resultat på tværs af såvel klassetrin som evner (se Heid et al., 2002). For det andet bliver elevernes begrebslige vækst og forståelse ikke mindre som resultat af brugen af CAS (Heid, 1988; Judson,

1990). Faktisk fandt O'Callaghan (1998) at læring i et CAS-miljø førte til dybere sammenhænge i funktionsbegrebet sammenlignet med tilsvarende læring uden CAS. Lærernes begrænsede brug af computeralgebra på trods af disse resultater (Artigue, 2000) kan måske i nogen grad forklares ved at "ingen virkning" eller "minimal skade" næppe giver grund til forandring: "Medmindre matematiklæringen i en eller anden henseende forbedres, er der intet tvingende argument for forandring" (Heid et al., 2002, s. 587).

Andre forskningsresultater (Guin & Trouche, 1999; Lagrange, 2003) sammen med reflekterende kommentarer (Artigue, 2002; Ruthven, 2002) antyder at opfattelsen af CAS' brugbarhed til at fortrænge det tekniske til fordel for det begrebslige kan være overdrevet. Fx har nogle undersøgelser fundet at teknologien ikke i sig selv frembringer reflektiv tænkning (Guin & Trouche, 1999; Hoyles & Noss, 1992), mens andre minder os om at CAS i sig selv er en udfordring for elever og lærere (Drijvers, 2000, 2002; Lagrange, 2003). Tilsammen sætter dette fokus på nye sider af tekniske færdigheder der optager brugeren.

Rammer, barrierer og forhindringer

Det vigtige arbejde inden for indførelse af redskaber og disses udvikling som redskaber for brugeren (se Artigue, 2002; Guin & Trouche, 1999) har stimuleret forskere til at undersøge de grænser som CAS opstiller. Hver gang en brugers handlinger er bestemt eller styret af et læringsredskab, er der en reel fare for at det specifikke ved indholdet kommer til at spille en større rolle (se Hoyles et al., 2004). Resultatet er at brugerne kan møde større udfordringer når det drejer sig om at forbinde den viden der er bundet til situationen, med den bredere viden de forsøger at tilegne sig. Det er et synspunkt som i almindelighed antages af Drijvers (2000, 2002), Guin og Trouche (1999) og Hoyles et al. (2004). I betragtning af hvor centralt dette forhold er, underbygger det betydningen af lærerens rolle i organiseringen af arbejdet med redskaber (Guin & Trouche, 2002); det vil sige at eleverne kan møde yderligere tekniske vanskeligheder med CAS og har brug for at blive guidet og hjulpet forbi sådanne barrierer.

Drijvers (2000, 2002) har været ledende i at identificere de forhindringer som elever mest sandsynligt møder i CAS-miljøer. Han definerer en forhindring som "en barriere, opstillet af CAS, som forhindrer eleven i at gennemføre sin plan for anvendelsen. Som resultat heraf vil forhindringen bringe den proces til standsning hvor der skiftes mellem den 'rene' matematik og problemsituationen" (Drijvers, 2000, s. 195). De almindelige forhindringer som hans arbejde afdækker, omfatter hvordan man klarer (1) uventet eller uforståeligt output, (2) de tilsyneladende vilkårlige valg som CAS-programmerne træffer, og (3) CAS-programmers afvisning af at udføre kommandoer. Disse forhindringer er hovedemner i diskussionerne om CAS-redskabernes "black box"-natur (Bossé & Nandakumar, 2004; Buchberger, 1989, 2002; Child, 2002; McCallum,

2003), mens andre forhindringer kan opfattes som mere globale af natur (Drijvers, 2000, 2002). I et senere arbejde dokumenterer Drijvers (2002) de forhindringer der opstår når de tekniske og begrebslige komponenter i en aktivitet støder sammen "... enten fordi teknikken ikke er ledsaget af passende mening og begrebsdannelse, eller fordi de tekniske færdigheder til at udføre en begrebslig ide mangler" (s. 224).

Brugen af CAS i matematikundervisning

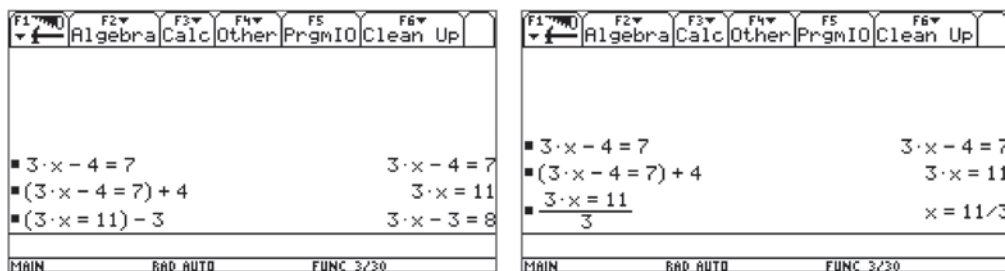
Heid et al. (2002) formidler et centralt dilemma om brugen af CAS med ordene: "Hvilken plads har denne produktive teknologi i vores klasseværelser?" (s. 210). Skønt spørgsmålet ser simpelt ud på overfladen, har mange forskningsarbejder belyst emnet og kun afsløret at det fælles grundlag er lille. I dette afsnit diskuteres fem forskellige former for brug af CAS: black box, white box, forstærker, diskussionsredskab og katalysator for reform. Hensigten er at belyse både disse forskellige perspektiver og grundene til at bestemte former kan blive foretrukket i det lange løb. Afsnittet slutter med den iagttagelse at disse former for brug kan indlejres i hinanden i en model der går fra rudimentær brug som uden videre kan indføres, til en sofistikeret brug hvis potentiale vi først er begyndt på at forstå.

Black Box

Brugen af CAS til at frembringe svar på matematiske spørgsmål uden bekymringer om ræsonnement har mødt udstrakt kritik i matematikkens didaktik. Udtrykket "black box" blev (i forbindelse med computeralgebra) introduceret af Buchberger (1989) for at beskrive netop denne brug – CAS som endnu en autoritet i klasseværelset som frembringer resultater uden noget *hvordan* eller *hvorfor*. Mange er enige om at uden kendskab til den underliggende matematik er konsekvenserne af en sådan brug katastrofale både i uddannelsessystemet og derudover (Bossé & Nandakumar, 2004; Buchberger, 2002; McCallum, 2003). Med blot nogle få indtastninger kan CAS give resultater som er inkonsistente, uforudsigelige og endda fejlagtige sådan som de fortolkes af brugeren. I helt reel forstand kaprer CAS brugerens input og udfører mystiske og nogle gange uønskede operationer. Den positive side af black box-brugen er naturligvis at den fremkalder en gnist af nysgerrighed hos nogle elever (Boyce & Ecker, 1995; Heid et al., 2002), men ellers må man være forsigtig for ikke at opdyrke et angstfremkaldende billede af et emne der i forvejen opfattes som mystisk (se Paulos, 1988). Endelig kan black box-tilgangen blive brugt til at løse problemer der bogstavelig talt strækker menneskets evner til grænsen – idet signalet så er at CAS kan håndtere yderst snørklede problemer. Ikke desto mindre har black box en relativt lav epistemisk værdi og ser ud til at lægge meget lidt til læringsoplevelsen som helhed (Artigue, 2000).

White Box

Mange forskere og praktikere som er kritiske over for ovennævnte brug af CAS, taler for den oplyste, pædagogiske brug af computeralgebra – det som i litteraturen er blevet kendt som “white box” (Buchberger, 1989; Child, 2002; McCallum, 2003). Fx diskuterer Heid og Edwards (2001) brugen af white box i sammenhæng med løsning af ligninger af første grad. Givet en ligning som $3x - 4 = 7$ kan en elev addere fire på begge sider ($3x = 11$) for så, lidt uovervejnet, at subtrahere 3 fra begge sider. Hvis dette forslag blev fremsat i en sædvanlig klassesammenhæng, ville det sandsynligvis blive tværet ud til fordel for automatforslag som “divider med tre” eller “multiplicer med en tredjedel”. Kort og godt: En potentiel læringsoplevelse ville gå tabt. Et CAS-program, på den anden side, vil gøre nøjagtig som eleven beder om (figur 1, venstre billede) så brugeren møder en læringsoplevelse midt i dette mindre heldige skridt. Figur 1 (højre side) illustrerer hvad en lærende måske ville gøre efter at have indset det.



Figur 1. White box.

I lyset af ovenstående eksempel erklærer Heid og Edwards (2001) at det er CAS' evne til at give øjeblikkelig og ikkedømmende feedback der åbner døre for nybegyndere som kæmper med begreberne. Dick (2008) har lignende bemærkninger med hensyn til læring af matematisk analyse. Mens en lærende kan have en vis fordel af at beregne, så er det langt mere sandsynligt at et pop up-vindue hvor brugeren udvælger u og dv (med brug af partiel integration), vil stimulere tænkning på et højere niveau.

Selv i ikke-CAS-situationer (fx elever der arbejder med programmeringssproget Logo) er det påvist at pædagogisk brug af computere giver ægte muligheder for læring. Hoyles og Noss (1992) diskuterer en særlig informativ episode hvor en trettenårig elev kommer til at forstå at multiplikation med et lille tal (mellem nul og et) formindsker det oprindelige tal. Selvom forfatterne nævner mange aspekter der bidrager til denne læring, er det den øjeblikkelige feedback fra Logo som udvikler elevens tænkning og som følge heraf får ham til at justere tidligere forsøg på at nå et mål. Konventionelle teknikker med papir og blyant lægger alvorlige hindringer for denne proces. I overensstemmelse med synspunkterne hos Heid og Edwards (2001) er det umiddelbarheden og neutraliteten i computerens svar der giver grobund for læring.

Forstærker

CAS kan spille en rolle som forstærker af intellektuel aktivitet. Det vil sige at computergebraværktøjer kan frembringe mange, varierede eksempler hurtigt efter hinanden, sådan at der gives hjælp til at opdage regelmæssigheder der ellers kunne forblive skjult (Heid, 1997; Pea, 1987). Det kan også tjene som et generelt eksperimentelt redskab når man dykker ned i matematikkens ukendte verden. Generelt sagt, så rykker en sådan brug "manuelt arbejde" (fx afsætning af punkter, gentagen multiplikation osv.) ned på et sommetider usynligt niveau sådan at brugeren kan træde et skridt tilbage og generalisere i en bredere skala. Denne indre egenskab ved at "outsource procedurer" til CAS identificeres ofte med den forstærkende rolle (Arnold, 2004; Heid, 1988, 1997, 2003; Heid & Edwards, 2001; Kutzler, 2003; McCallum, 2003; Palmiter, 1991).

Læseren finder det måske overraskende at der er meget lidt forskning der underbygger at forstærkning sætter eleverne bedre i stand til at lære matematik. Der er to grunde til dette. For det første fremhæver Peas oprindelige arbejde (Pea 1987) kognitive teknologier i bredeste forstand – programmeringssprog, algebrasystemer, geometriprogrammer og intelligente tutorsystemer. Store dele af forskningslitteraturen anfører forstærkning som en vigtig brug af CAS, men dette bruges næsten altid til at styre diskussionen i retning af at ændre lærerens praksis eller læseplanerne (se Heid, 1988; Palmiter, 1991). For det andet er forstærkermetaforen tilbøjelig til at passe særlig godt på elevens generalisering i grafiske miljøer. En elev kan fx tegne grafen for tre eller fire eksempler på en familie af funktioner og derefter formulere hypoteser om ændringerne på skærmen. På den måde kan det halvhjertede fokus på forstærkning tilskrives de sædvanlige grafregnere og deres evne til at udføre disse funktioner lige så godt. Eftersom grafiske afstikkere minimerer den mest værdsatte egenskab ved CAS, nemlig den algebraiske manipulation, er dette resultat ikke overraskende.

Diskussionsredskab

Eksternaliseringen af matematiske ideer for at fremme dialogen i klassen er en grundpille i CAS-forskningen (Guin & Trouche, 1999, 2002; Heid, 1997; Pea, 1987). Pea (1987) slår fast at kognitive teknologier "gør tænkningens mellemprodukter til noget eksternt [...] som man derefter kan analysere, reflektere over og diskutere" (s. 91). Et godt eksempel på denne funktionalitet kan findes hos Pierce og Stacey (2001). De undersøgte 30 elever i Australien som tog et universitetskursus i matematisk analyse hvori CAS-programmet Derive var integreret. Selvom forskernes hensigt også var at undersøge de studerendes fleksibilitet i repræsentationer gennem forstærkning, var forfatterne særlig interesserede i om CAS gav anledning til meningsfyldte matematiske diskussioner. Når de studerende blev spurgt om der foregik samtaler når de delte en computer, svarede 74 % enten "meget ofte" eller "altid". En enkelt studerendes perspektiv på dette spørgsmål er særlig oplysende: "I computerrummet er vi sammen

som en gruppe. Der sker noget på en af maskinerne, og alle går hen og kigger og taler om det” (Pierce & Stacey, 2001, s. 37). Skønt forfatterne nævner at nyhedsværdien ved computere og computeralgebrasytemer sandsynligvis bidrager til denne entusiasme, tyder en voksende CAS-relateret forskning på at tilstedeværelsen af CAS virker som katalysator for diskussioner om hvad der optræder på skærmen (Boyce & Ecker, 1995; Drijvers, 2003; Kieran & Drijvers, 2006).

Med en mere direkte tilgang til at anspre til samtale undersøgte Guin og Trouche (1999) elevers udvikling af strategier i en nyskabende fysisk indretning af klasseværelset. Hver dag blev en “ny” elevs CAS-regnemaskine (TI-92) sat til en stor projektor så hele klassen kunne se med (uanset at hver elev havde sin egen regnemaskine). Denne særlige elev, som blev kaldt “sherpa-eleven”, spillede en central rolle i lektionen ved at assistere læreren med det faglige indhold og de syntaktiske spørgsmål som klassekammeraterne så kunne iagttage. Det nævnes at dette format fremmede et miljø af åben diskussion og debat på to måder. For det første blev regnemaskinens lille skærm – der oftest er personlig og privat for brugeren – fremvist til offentlig diskussion. Dialogen havde mange funktioner idet den tog fat om matematiske, syntaktiske og andre særlige aspekter ved CAS. For det andet styrkede miljøets fysiske udformning sociale normer for matematisk aktivitet der var baseret på fri og åben dialog. Anden forskning (fx Boyce & Ecker, 1995) vidner om at CAS kan være særlig frugtbar når det drejer sig om at fremme og organisere meningsfyldt samtale, selv i tilfælde hvor læreren er den eneste der bruger CAS.

Katalysator for reform

Bredt sagt kan reform i uddannelsessystemet defineres som enhver bevægelse der fører til en ikketraditionel måde at gribe læring af et emne an på, uanset om forandringen kanaliseres gennem undervisningen eller gennem elevernes aktivitet. Til den forskning som eksplicit fremhæver denne forandring, hører bl.a. arbejderne af Heid (1988) og Palmiter (1991). Fx gjorde Heid (1998) brug af et “begreber først”-curriculum hvor en gruppe studerende brugte CAS til at lære begreber i matematisk analyse, mens beherskelsen af færdigheder blev udsat til de sidste tre uger af semesteret. Samtidig lærte en kontrolgruppe analyse på den traditionelle måde med blanding af færdigheder og begreber. Undersøgelsesresultaterne viste ikke nogen signifikant forskel mellem de to grupper med hensyn til beherskelse af procedurer. Dette resultat udfordrer direkte antagelsen om at beherskelsen af procedurer skal gå forud for beherskelsen af begreber. Selv hvis denne antagelse ikke har tilslutning hos matematikere eller lærere, er den dybt indvævet i curriculum for grundskolen og de gymnasiale uddannelser.

Afslutningsvis kommenterer Hillel et al. (1992) i en undersøgelse af brugen af Maple i støtteundervisning nødvendigheden af at ændre rækkefølgen (og udelade dele af stoffet) for at give plads til CAS. Nærmere bestemt blev forfatterne, på grund af den

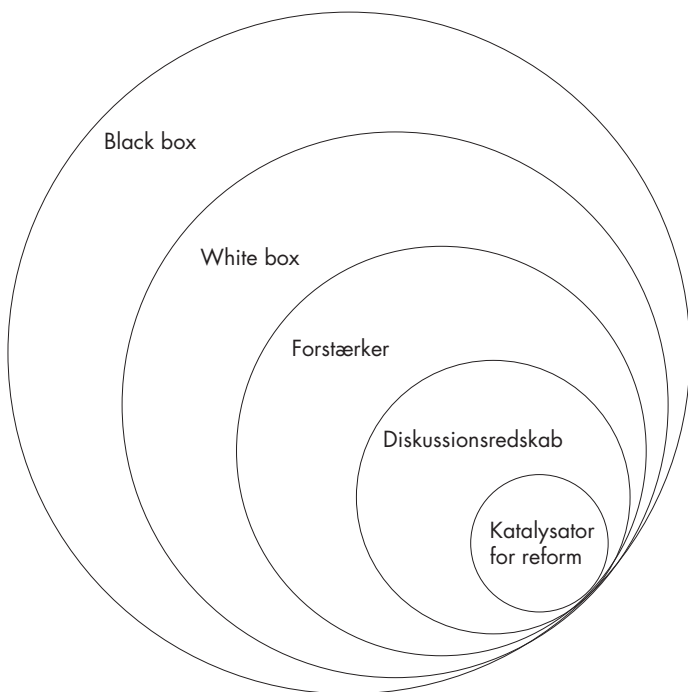
lange række af situationer som CAS behandler ens, enige om at bruge en generel tilgang til undervisning i funktioner. Det støder an mod det traditionelle hierarki hvor man først introducerer linjer, derefter kvadratiske funktioner, så polynomier osv., sådan som det regnes for standard i matematiske læseplaner: "... en studerende som bruger Maple, kan analysere lige så let som hvis de bliver undervist i hvilke sider af funktionernes opførsel det er nyttigt at undersøge" (Hillel et al., 1992, s. 136). Denne forskning er på linje med andre undersøgelser (Heid, 1988; Judson, 1990; Palmiter, 1991) som lægger vægt på (a) begrebslig vækst gennem fortolkning og (b) en atmosfære som understøtter eksperimenter og hypotesedannelse (se Kutzler, 2003).

En model for brugen af CAS

Med den variation i måderne at bruge CAS på som er diskuteret i dette afsnit, er det nyttigt – om ikke andet så for organisatoriske formål – at ordne spektret af CAS-brug på en måde der sammenfatter denne mangfoldighed. Fx afdækker litteraturen at black box-brug kun bidrager lidt til de lærendes begrebslige vækst, men det er præcis af denne grund at brugen er både ukompliceret og hyppigt forekommende. I almindelighed ser det ud til at black box-brugen udgør en minimal trussel mod matematikundervisningens "traditioner" eftersom den især tjener som en sekundær autoritet. Stik modsat heraf kræver brugen af CAS med henblik på at omforme matematiske aktiviteter og pædagogik en større fornyelse fra læreren som hænger sammen med elevernes nyopståede kognitive behov. Denne sidstnævnte lærerrolle omdefinierer status quo hvad der nogle gange fører til en tilbøjelighed til at holde fast ved bestemte måder at bruge CAS på eller en dyb skepsis over for tabet af "klassisk indhold". Ud fra det synspunkt at der kan hentes noget fra hver af de her diskuterede måder at bruge CAS på, fremlægges en foreløbig model herunder:

Den indlejrende model illustrerer at brugen af CAS på ethvert niveau sandsynligvis inddrager de mindre sofistikerede måder at bruge det på. Fx vil brugen af CAS som forstærker benytte sig af både det pædagogiske værktøj (white box) og black box (de Alwis, 2002). På den anden side vil brugen af CAS udelukkende som black box nok ikke på nogen tænkelig måde inddrage de andre måder at bruge CAS på som er diskuteret i denne artikel (Buchberger, 1989). Yderligere er cirklernes størrelse i figur 2 tænkt til, omend groft, at formidle såvel den lethed hvormed kategorien kan implementeres, som dens grad af tilstedeværelse i matematikundervisningen. Generelt sagt: Stadig mindre cirkler betyder at den type brug er mindre populær – sandsynligvis et resultat af den store indsats det kræver at virkeliggøre den i klasseværelset. Engang ud i fremtiden ville det være interessant at undersøge hvordan de lærende fortolker at disse måder at bruge CAS på indvirker på deres viden om matematik, såvel som de

nærmere enkeltheder ved redskabernes tilblivelse ved tilrettelæggelsen af sådanne måder at bruge CAS på.



Figur 2. En model for brugen af CAS.

Referencer

- Arnold, S. (2004). Classroom Computer Algebra: Some Issues and Approaches. *Australian Mathematics Teacher*, 60(2), s. 17-21.
- Artigue, M. (2000). Instrumentation Issues and the Integration of Computer Technologies into Secondary Mathematics Teaching. *Proceedings of the Annual Meeting of the Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM)*, 1, s. 7-17.
- Artigue, M. (2002). Learning Mathematics in a CAS Environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, s. 245-274.
- Ayers, T., Davis, G., Dubinsky, E. & Lewin, P. (1988). Computer Experiences in Learning Composition of Functions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(3), s. 246-259.
- Blume, G.W. & Heid, M.K. (red.). (2008). *Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics: Volume 2. Cases and perspectives*. Charlotte, NC: Information Age.
- Bossé, M.J. & Nandakumar, N.R. (2004). Computer Algebra Systems, Pedagogy, and Epistemology. *Mathematics and Computer Education*, 38(3), s. 298-306.

- Boyce, W.E. & Ecker, J.G. (1995). The Computer-Oriented Calculus Course at Rensselaer Polytechnic Institute. *The College Mathematics Journal*, 26(1), s. 45-50.
- Buchberger, B. (1989). Should Students Learn Integration Rules? *ACM SIGSAM Bulletin*, 24 (1), s. 10-17.
- Buchberger, B. (2002). Computer Algebra: The End of Mathematics? *ACM SIGSAM Bulletin*, 36(1), s. 3-9.
- Child, J.D. (2002). Black Box and White Box CAS in Calculus. *Proceedings of the Annual International Conference on Technology in Collegiate Mathematics*, 1, s. 44-48.
- de Alwis, T. (2002). Computer Algebra Systems in Mathematics Education: Computation and Visualization. *Proceedings of the Annual International Conference on Technology in Collegiate Mathematics*, 1, s. 16-21.
- Dick, T.P. (2008). Keeping the Faith: Fidelity in Technological Tools for Mathematics Education. I: G.W. Blume & M.K. Heid (red.), *Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics: Volume 2. Cases and Perspectives* (s. 333-339). Charlotte, NC: Information Age.
- Drijvers, P. (2000). Students Encountering Obstacles Using a CAS. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5, s. 189-209.
- Drijvers, P. (2002). Learning Mathematics in a Computer Algebra Environment: Obstacles are Opportunities. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(5), s. 221-228.
- Drijvers, P. (2003). Algebra on Screen, on Paper, and in the Mind. I: J.T. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin & R.M. Zbiek (red.), *Computer Algebra Systems in Secondary School Mathematics Education* (s. 241-267). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Fey, J.T., Cuoco, A., Kieran, C., McMullin, L. & Zbiek, R.M. (red.). (2003). *Computer Algebra Systems in Secondary School Mathematics Education*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Guin, D. & Trouche, L. (1999). The Complex Process of Converting Tools into Mathematical Instruments: The Case of Calculators. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3, s. 195-227.
- Guin, D. & Trouche, L. (2002). Mastering by the Teacher of the Instrumental Genesis in CAS Environments: Necessity of Instrumental Orchestrations. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(5), s. 204-211.
- Heid, M.K. (1988). Resequencing Skills and Concepts in Applied Calculus using the Computer as a Tool. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(2), s. 3-25.
- Heid, M.K. (1997). The Technological Revolution and the Reform of School Mathematics. *American Journal of Education*, 106(1), s. 5-61.
- Heid, M.K. (2003). Theories for Thinking about the Use of CAS in Teaching and Learning Mathematics. I: J.T. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin & R.M. Zbiek (red.), *Computer Algebra Systems in Secondary School Mathematics Education* (s. 33-52). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Heid, M.K. & Blume, G.W. (2008). Technology and the Teaching and Learning of Mathematics: Cross-Content Implications. I: M.K. Heid & G.W. Blume (red.), *Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics: Volume 1. Research syntheses* (s. 419-431). Charlotte, NC: Information Age.
- Heid, M.K. & Blume, G.W. (red.). (2008). *Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics: Volume 1. Research Syntheses*. Charlotte, NC: Information Age.
- Heid, M.K., Blume, G.W., Hollebrands, K.F. & Piez, C. (2002). Computer Algebra Systems in Mathematics Instruction: Implications from Research. *Mathematics Teacher*, 95(8), s. 586-591.
- Heid, M.K. & Edwards, M.T. (2001). Computer Algebra Systems: Revolution or Retrofit for Today's Mathematics Classrooms? *Theory into Practice*, 40(2), s. 128-136.
- Heid, M.K., Hollebrands, K.F. & Iseri, L.W. (2002). Reasoning and Justification with Examples from Technological Environments. *Mathematics Teacher*, 95(3), s. 210-216.
- Hillel, J., Lee, L., Laborde, C. & Linchevski, L. (1992). Basic Functions through the Lens of Computer Algebra Systems. *Journal of Mathematical Behavior*, 11, s. 119-158.
- Hoyles, C. & Noss, R. (1992). A Pedagogy for Mathematical Microworlds. *Educational Studies in Mathematics*, 23(1), s. 31-57.
- Hoyles, C., Noss, R. & Kent, P. (2004). On the Integration of Digital Technologies into Mathematics Classrooms. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, s. 309-326.
- Judson, P.T. (1990). Elementary Business Calculus with Computer Algebra. *Journal of Mathematical Behavior*, 9, s. 153-157.
- Kieran, C. & Drijvers, P. (2006). The Co-Emergence of Machine Techniques, Paper-and-Pencil Techniques, and Theoretical Reflection: A Study of CAS Use in Secondary School Algebra. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11, s. 205-263.
- Kutzler, B. (2003). CAS as Pedagogical Tools for Teaching and Learning mathematics. I: J.T. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin & R.M. Zbiek (red.), *Computer Algebra Systems in Secondary School Mathematics Education* (s. 53-71). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lagrange, J.-B. (1999). Techniques and Concepts in Pre-Calculus Using CAS: A Two Year Classroom Experiment with the TI-92. *International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, 6(2), s. 143-165.
- Lagrange, J.-B. (2003). Learning Techniques and Concepts using CAS: A Practical and Theoretical Reflection. I: J.T. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin & R.M. Zbiek (red.), *Computer Algebra Systems in Secondary School Mathematics Education* (s. 269-283). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- McCallum, W.G. (2003). Thinking out of the Box. I: J.T. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin & R.M. Zbiek (red.), *Computer Algebra Systems in Secondary School Mathematics Education* (s. 73-86). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- NCTM: National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.

- O'Callaghan, B. (1998). Computer-Intensive Algebra and Students' Conceptual Knowledge of Functions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), s. 21-40.
- Palmiter, J.R. (1991). Effects of Computer Algebra Systems on Concept and Skill Acquisition in Calculus. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(2), s. 151-156.
- Paulos, J.A. (1988). *Innumeracy*. New York: Hill & Wang.
- Pea, R.D. (1987). Cognitive Technologies for Mathematics Education. I: A.H. Schoenfeld (red.), *Cognitive Science and Mathematics Education* (s. 89-122). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pierce, R. & Stacey, K. (2001). Observations on Students' Responses to Learning in a CAS Environment. *Mathematics Education Research Journal*, 13(1), s. 28-46.
- Ruthven, K. (2002). Instrumenting Mathematical Activity: Reflections on Key Studies of the Educational Use of Computer Algebra Systems. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, s. 275-291.
- Texas Instruments (2009). *TI-92. Voyage 200. TI-Nspire*. Dallas, TX: Texas Instruments, Inc.
- Vérillon, P. & Rabardel, P. (1995). Cognition and Artifacts: A Contribution to the Study of Thought[t] in Relation to Instrumented Activity. *European Journal of Psychology in Education*, 9(3), s. 77-101.
- Waterloo Maple (2009). *Maple (Version 13)*. Waterloo, Ontario, Canada: Waterloo Maple Software, Inc.
- Wolfram Research (2009). *Mathematica (Version 7)*. Champaign, IL: Wolfram Research, Inc.
- Zbiek, R.M. (2003). Using Research to Influence Teaching and Learning with Computer Algebra Systems. I: J.T. Fey, A. Cuoco, C. Kieran, L. McMullin & R.M. Zbiek (red.), *Computer Algebra Systems in Secondary School Mathematics Education* (s. 197-216). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Zbiek, R.M. & Heid, M.K. (2009). Using Computer Algebra Systems to Develop Big Ideas in Mathematics. *Mathematics Teacher*, 102(7), s. 540-544.
- Zbiek, R.M., Heid, M.K., Blume, G.W. & Dick, T.P. (2007). Research on Technology in Mathematics Education: A Perspective of Constructs. I: F.K. Lester (red.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (s. 1169-1207). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

English abstract

Computer algebra systems (CAS) have the potential to be reform agents in undergraduate mathematics classrooms. Questions that address utility, pedagogy, and curriculum should be considered: How should CAS be implemented in mathematics classrooms? Are educators prepared to relinquish "traditional" coverage and replace it with CAS driven models? To what degree does CAS influence subject matter content and the manner in which this content is taught? In a review of the literature, this article highlights the constraints and affordances of CAS and presents a model of CAS use as an instrument for further inquiry

At se det usete

– rumlig visualisering af solsystemet med fysiske prototyper og Augmented Reality



Gunver Majgaard, Mærsk-McKinney Møller Institutet, Syddansk Universitet



Lasse Juel Larsen, Institut for Kulturvidenskaber, Syddansk Universitet



Morten Lyk, Syddansk Universitet



Patricia Lyk, Syddansk Universitet

Abstract: Artiklen bidrager med et eksempel på anvendelse af Augmented Reality til at understøtte undervisning i solsystemet i en 6. klasse. Augmented Reality forbinder den fysiske og virtuelle verden i fx 3D-kloder der svæver hen over lærebogen. Der blev i forløbet udviklet en app hvor eleverne kunne se størrelsesforhold og bevægelsesmønstre for planeter i solsystemet. Eleverne og natur/teknologilæreren bidrog aktivt i designprocessen. De særlige erfaringslæringspotentialer i casen kan beskrives under temaerne: om at se det usete – anvendelse af teknologien som linse til en fjern virkelighed og om at forstå rumlige objekter og bevægelser i tre dimensioner.

Indledning

Artiklen bidrager med, i en dansk kontekst, at undersøge hvordan Augmented Reality og designprocesser kan understøtte læreprocesser i 6. klasse – ved at gøre det ikke synlige synligt – og hvordan man kan bruge Augmented Reality som en særlig linse til omverdenen. Artiklen redegør desuden for styrker og svagheder ved teknologien i sin nuværende form.

I designprocessen arbejdedes der både med fysiske og digitale prototyper til rumlig visualisering af solsystemet. De digitale prototyper var baseret på Google Cardboard hvori der monteres en smartphone (Google Cardboard, 2016). Smartphonen afvikler en app der ved hjælp af kameraet kan genkende billeder i en bog, og herudfra genereres et 3D-indhold i realtid. I den aktuelle case kunne eleverne se Solen og planeterne svæve over bogens sider.

Augmented Reality er kendetegnet ved at blande den fysiske og virtuelle verden på den måde at man lægger et virtuelt lag oven på den fysiske verden og dette ofte i 3D (Klopfer 2008). Herigennem får brugeren en omsluttende virtuel 3D-oplevelse (Murray, 1997) som indeholder muligheder for at udvikle og forstærke læringsoplevelsen. Blandingen af den fysiske og virtuelle verden giver ifølge Dunleavy (2014) en overraskende oplevelse og engagerende læringskontekst der medierende kan skalere det fysiske store eller små og derigennem gøre det erfaringsmæssigt fraværende nærværende. Dette kan motivere elever til at udforske emner som de ellers er afskåret fra umiddelbart at sanse og opleve på tæt hold (Kerawella, 2006). Kolb (1984) peger netop på oplevelser og konkrete erfaringer som centrale ingredienser i læreprocesser hvor der skabes en vekselvirkning mellem konkrete oplevelser, observationer, refleksion, dannelse af abstrakte begreber, generaliseringer og test af nye idéer.

Eleverne i 6. klasse og deres lærer blev i dette projekt aktive deltagere i en designbaseret læreproces hvor de deltog i flere af projektets faser. Projektet er inspireret af Druins (2002) metode som netop forbinder design og læreprocesser med børn som målgruppe. I denne designbaserede læreproces indtager eleverne roller som informanter, brugere og meddesignere.

Læringsperspektivet bygger på eksperimentelle og konstruktionistiske læreprocesser hvor elever lærer imens de eksperimenterer og konstruerer sig frem understøttet af teknologi som beskrevet af Papert (1980) med flere (Caprani, 2015; Ejsing-Duun & Misfeldt, 2015; Majgaard & Lyk, 2015; Majgaard, Hansen, Bertel & Pagh, 2014; Nielsen et al., 2015; Bertel & Rasmussen, 2013; Larsen & Majgaard, 2016).

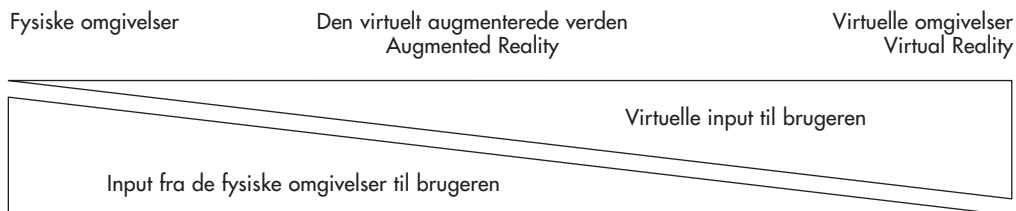
I det aktuelle projekt arbejdede eleverne med solsystemet hvilket er et tema i de nye forenklede Fælles Mål (Fælles Mål, 2015) for faget natur/teknologi i folkeskolen. Eleverne udviklede sammen med deres lærer idéer til det digitale materiale som herefter blev bearbejdet til tredimensionelle, fysiske prototyper. Disse dannede grundlag for den digitale visualisering af solsystemet i Augmented Reality – denne del blev udviklet af tekniske eksperter.

Artiklens opbygning

Først introduceres begrebet Augmented Reality og Google Cardboard. Virtual Reality introduceres som en særlig form for augmentering. Derefter beskrives den læringscentrerede designproces med illustrative eksempler fra designprocessen. Efterfølgende diskuteres de illustrative eksempler med udgangspunkt i relationen mellem den fysiske og virtuelle verden og hvordan dette kan stimulere læreprocessen i lyset af vores læringsperspektiv. Desuden diskuteres potentialer, udfordringer og perspektiver for anvendelsen af Augmented Reality i læringskontekster.

Augmented Reality (AR)

Augmented Reality blander det fysiske og virtuelle miljø (Klopfer, 2008; Kerawalla, 2006; Cheng & Tsai, 2013; Dunleavy, 2014). Denne blanding kan illustreres som et kontinuum mellem den fysiske virkelighed og det virtuelle miljø, se figur 1 (Klopfer, 2008). I den fysiske virkelighed interagerer vi med kendte omgivelser, mens den augmented version udvider den fysiske virkelighed ved at lægge et digitalt lag ovenpå.



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

Augmented Reality inddeles normalt i to former. Den første er positionsbaseret, mens den anden er billedbaseret. Disse kan selvfølgelig blandes sammen. Den positionsbaserede AR tager udgangspunkt i hvor man befinder sig fysisk. Tekst, grafik, lyd, video, 3D-modeller præsenteres afhængigt af eksempelvis GPS-koordinater eller kompas-målinger (Dunleavy, 2014). Den billedbaserede anvender kameraet på en smartphone eller tablet til at aflæse en QR-kode eller en 2D-figur hvilket får digitale data i 3D-simulationer til at dukke op oven på billedet (Dunleavy, 2014; Cheng & Tsai, 2012). Det er den billedbaserede form som bliver anvendt i dette projekt.

Augmented Reality er beslægtet med Virtual Reality som er kendetegnet ved at være fuldstændig omsluttende virtuelle miljøer hvor brugeren modtager visuelle og auditive input gennem et særligt headset (Majgaard & Lyk, 2015). Disse virtuelle miljøer er afskåret fra visuelle input fra de fysiske omgivelser. Begrebet "immersion" sammenkædes til stadighed med Virtual Reality og beskriver en fuldstændigt omsluttende, virtuel oplevelse (Waterworth & Riva, 2015). Murray (1997) sammenligner oplevelsen med den fornemmelse man har, når man bliver omsluttet af vand og oplever verden fra et nyt perspektiv. Når brugeren er "immersed" i et virtuelt miljø, "forsvinder" mediet sådan at brugeren "glemmer" at indtrykkene fra de virtuelle miljøer er medierede – dette fænomen benævnes "immediacy".

Augmented og Virtual Reality er ved at blive mere almindeligt da man ikke længere behøver at bruge dyrt specialudstyr, og idet der kan udvikles simple såvel som avancerede apps i 3D-spiludviklingsværktøjet Unity. I Danmark anvendes det, i øvrigt danske Unity-værktøj, ofte som grundlæggende spiludviklingsværktøj på videregående uddannelser (Majgaard & Lyk, 2015).

Eksempler med Augmented Reality

I undervisningssammenhænge kan Augmented Reality anvendes til at bringe det fjerne nært ved at skalere enten det mikroskopiske op eller det makroskopiske ned eller gøre det indvendige udvendigt – alt sammen for *at gøre det ikke-synlige synligt* (Dunleavy, 2014). Et eksempel på at gøre det indvendige udvendigt er billedstyret Augmented Reality i sygeplejerskeuddannelsens anatomiundervisning (Buhl & Rahn, 2015). Her kan de studerende, når de retter kameraet mod hinandens brystkasser, se tredimensionelle, virtuelle lunger pulsere foran deres brystkasser. I praksis downloades appen Anatomy Live, herefter printes et særligt billedlogo. Logoet placeres på brystkassen hvorefter de studerende, når kameraet “læser” logoet, kan se en lunge-simulation parallelt med visning af den medstuderendes brystkasse. Her bliver augmenteringen desuden en slags “wearable”, altså en teknologi der bæres på kroppen. Dette illustrerer samtidig den tendens at alle disse nye teknologier kombineres på interessante og kreative måder.

Et andet eksempel er fra et tidligere arbejde med Virtual Reality i forbindelse med billedkunstundervisning i en dansk 5. klasse. Her deltog børnene i en designproces hvor de byggede fysiske installationer i billedkunstmaterialer af steder de gerne ville besøge, såsom eksempelvis pyramiderne i Egypten. Efterfølgende blev installationerne scannet ind, og eleverne kunne herefter besøge stederne i Virtual Reality med Oculus Rift-headsettet. Det gav eleverne en førstehåndsoplevelse af skalering af størrelsesforhold i relation til rumlige figurer (Majgaard & Lyk, 2015).

Ud over at gøre det ikke-synlige synligt påkalder det rumlige aspekt af den augmented virkelighed sig opmærksomhed. Det er ofte vanskeligt for elever at forstå rumlige koncepter og fænomener når de bliver formidlet gennem tekst og 2D-illustrationer (Shelton & Hedly, 2002). Shelton og Hedly (2002) beskriver det som *the spatial learning problem*. Martín-Gutiérrez et al. (2009) og Cheng og Tsai (2012) foreslår Augmented Reality som en mulig løsning på *the spatial learning problem*. Cheng og Tsai har undersøgt 12 Augmented Reality-projekter og fundet frem til at de studerendes rumlige forståelse, praktiske færdigheder og konceptuelle forståelse kan understøttes af billedbaseret Augmented Reality.

Beskrivelse af dette projekts teknologiske platform

Google Cardboard er en papbrille med et sæt plastiklinser der “forvandler” ens smartphone til et virtual reality-headset. Papbrillen er open source og kan anskaffes til under 20 kr., eller man kan selv folde det (Google Cardboard, 2016; Google Cardboard v1.2 Printing template, n.d.). Se figur 2.



Figur 2. *Google Cardboard.*

På Google Play kan hentes spil og simulationer til brillen i både Augmented og Virtual Reality (Google Play, 2016). I praksis fungerer det sådan at en app køres, og mobiltelefonen indsættes i "lommen" på papbrillen. Herefter er brillen klar og kan løftes op foran øjnene.

Når der med Unity udvikles billedbaseret Augmented Reality-applikationer til Google Cardboard, kræves en tredjeparts add-on kaldet Vuforia (Vuforia Developer Portal, 2015).

I dette projekt fungerer billederne i et papirskompendium om solsystemet som baggrund for Augmented Reality. Billederne af solsystemet får Augmented Reality-appen til at vise svævende kloder over kompendiets sider.

Rammen om projektet

Til projektet anvendes en fleksibel udviklingsmetode der lægger sig op af Extreme Programming (XP) og Cooperative Inquiry. XP fokuserer på brugerinvolverende design hvor produktet løbende tilpasses i samspil med brugerfeedback (DeGrace & Stahl, 1991). Cooperative Inquiry er udviklet af Druin (2002). Druins tilgang til design med børn har tre særlige aspekter (Druin, 2002):

- *Flerfagligt partnerskab.* I dette projekt mellem elever, lærer og forskere. Målgruppen for projektet er 12 elever fra en 6. klasse og deres natur/teknologilærere.
- *Feltforskning i elevernes omgivelser,* dvs. klasseværelset. Dette bidrager til en bedre forståelse af målgruppens kontekst, aktiviteter og artefakter.
- *Iterativ udvikling af lav- og højteknologiske prototyper.* Iterativ udvikling dækker her over flere runder af design, test og evaluering. I dette tilfælde tre iterationer over ca. et halvt år hvor klassen udforskede, testede og kom med idéer til den fortsatte designproces.

Illustrative eksempler fra det læringsbaserede designforløb

I det efterfølgende beskrives eksempler fra de tre iterationer af udviklingsforløbet.

Første iteration (runde): Forundersøgelse, etablering af fælles grundlag

Første møde med eleverne fandt sted på deres skole og havde til formål at forberede elever og lærer på at indgå i en slags multidisciplinært designteam hvorfor det var vigtigt at opbygge et fælles repertoire af begreber og en fælles forståelsesramme. Mødet bestod af tre aktiviteter: gennemgang af begreberne Augmented Reality og Virtual Reality, test af teknologisk platform (Google Cardboard sammen med smartphone) og gennemførelse af semistrukturerede interviews.

Eleverne prøvede Augmented og Virtual Reality: Elever og lærer blev gruppevis introduceret til Google Cardboard. De prøvede VR-applikationen Tuscany Dive der er en have- og hussimulation man kan bevæge sig rundt i enten ved at tilslutte en bluetooth controller eller sætte appen til automatisk gang (Tuscany Dive, 2014). Desuden afprøvede de AR-applikationen Table Zombie (TableZombies Augmented Reality, 2015) der genkender et printet billede som bliver brugt til at generere spilverdens position ud fra. Appen genererer omvandrede zombier som spilleren skal skyde.

Afslutningsvis afprøvede de en tidlig version af vores applikation der anvendte en side i elevernes natur/teknikbog som markør. Oven på billedet blev en realistisk og roterende måne i 3D genereret (Veje & Christensen, 1997), se figur 3.



Figur 3. Eleverne kigger i deres natur- og teknikbog med Google Cardboard og ser en augmented måne.

Resultater

Eleverne kendte ikke begreberne AR og VR, men forstod hurtigt forskellen mellem dem. Eleverne var meget overraskede og begejstrede for Tuscany Dive-applikationen. De

levede sig hurtigt ind i simulationen og rakte ud efter de virtuelle objekter de så. En elev stoppede pludselig op og udbrød: "... jeg var lige ved at falde ned!" [fra en balkon ud over vandet]. Ingen af eleverne havde tidligere erfaringer med noget lignende og fandt det derfor meget imponerende. Begejstringen for den augmentede måne i lærebogen var næsten lige så stor som for zombierne i Table Zombie. En elev udbrød: "... det føles som at være fløjet til Månen. Man behøver ikke engang være astronaut." Flere forsøgte at række ud og røre ved Månen. I det efterfølgende semistrukturerede interview med læreren blev anvendelsesmulighederne for AR og VR i undervisningen diskuteret. Læreren så umiddelbart potentialet ved at anvende AR og VR i undervisningen og sammenlignede AR og VR med at tage på udflugter. Her havde hun erfaret at eleverne tilsyneladende lærte og huskede mere og bedre.

Videre forklarede læreren at eleverne havde svært ved at forstå solsystemet og dets opbygning. Særligt havde eleverne vanskeligheder ved at begribe afstande mellem Solen og planeterne og deres respektive størrelser i forhold til hinanden samt planeternes bevægelser i Rummet. Den læringsudfordring mente læreren at AR kunne imødegå.

I de semistrukturerede interviews med eleverne kredsede samtalen hovedsageligt også om at besøge steder og se ting de ellers ikke ville kunne komme til. Det blev eksempelvis foreslået at man kunne prøve at flyve en rumraket ud i Rummet og udforske planeter.

Evaluering af første iteration

Både elever og lærer var interesserede i at arbejde videre med AR og deltage i den brugerinvolverende designproces. På baggrund af lærerens udtalelse om rumlige forståelsesproblemer af solsystemet blev det besluttet at arbejde videre med dette emne.

I det følgende blev der udarbejdet et kompendium over solsystemet som erstatning for klassens egen natur/teknikbog (Veje & Christensen, 1997) fordi indholdet bedre kan tilpasses AR. Læreren foretrak også et nyt kompendium da både hun og eleverne ikke var begejstrede for det eksisterende lærebogsmateriale.

Anden iteration: Fysiske prototyper og Månens faser

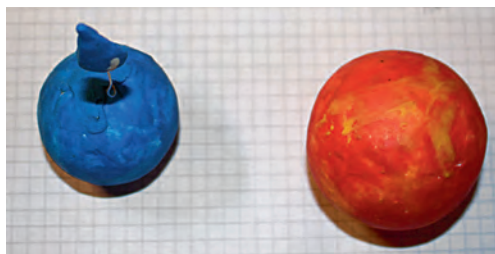
Andet møde med eleverne og læreren var delt op i to aktiviteter: fælles prototyping og test af foreløbigt AR-materiale (papirkompendium og app).

Fælles prototyping: I klassen blev der afholdt en fælles prototyping. Eleverne fik at vide at temaet for prototypingen var "solsystemet" som de på dette tidspunkt havde arbejdet med i nogle uger i natur/teknologiundervisningen. De skulle tænke over hvad der havde været svært at forstå om solsystemet, og hvordan AR og VR måske kunne have gjort det nemmere.

Prototypingfasen stillede en lang række materialer til rådighed, såsom karton,

forskellige typer papir, glimmer, lim, tusser, farveblyanter, modellervoks og flamin-gokugler i forskellige størrelser. Resultatet ses herunder i tabel 1.

Eleverne inddelte sig selv i grupper og gik i gang med at diskutere og designe. Vi forskere og læreren gik rundt mellem de forskellige grupper og gav sparring.



Undersøge hvordan de forskellige planeter responderer på vand.



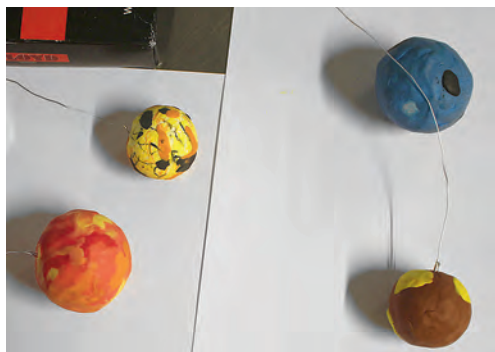
Stå på Månen og se på Jorden.



Opleve tilblivelsen af et meteorkrater (VR).



Besøge og udforske solsystemets forskellige planeter.



Sammenligne størrelserne på solsystemets planeter.

Tabel 1. *Prototyperne fra fælles prototyping.*

Ud fra elevernes prototyper, skolens natur/tekniklærebøger (Veje, 1997; Veje, 1998; Hansen, 1994), de forenkledede Fælles Mål og i samarbejde med læreren udvalgte en række centrale emner:

- Jorden i forhold til Månen og Solen
- Jordens hældning og dennes betydning for dags- og natlængder samt årstiderne
- Månens faser og stå på Månen og se Jorden
- Hele solsystemets forhold til hinanden og fakta om planeterne
- Stjernebilleder
- Meteoror og kometer
- Rumforskning (satellitter, mennesker i rummet).

Test af foreløbigt AR-materiale (papirkompendium og Måneapp). Figur 4 illustrerer Månens rotation om Jorden og hvordan relationen mellem Solen, Jorden og Månen influerer på Månens faser. Måneappen er sammenkædet med billeder og forklarende tekst i kompendiet.



Figur 4. Applikationen med Månens faser set gennem Google Cardboard. Afstand og størrelsesforhold er dog ikke korrekte i den første version.

Eleverne testede det udarbejdede kompendium og appen i grupper. Testen blev afsluttet med et åbent interview.

Resultater

Under prototypetesten blev det tydeligt at eleverne havde problemer med den grundlæggende forståelse af solsystemet. Eksempelvis havde flere af eleverne svært ved at finde ud af størrelsesforholdet mellem Solen og Jorden. Flere troede at alle planeterne

var lige store (måske fordi planeterne på plakaterne i klasselokalet får dem til at se lige store ud). Et par elever troede endda at Månen var større end Jorden.

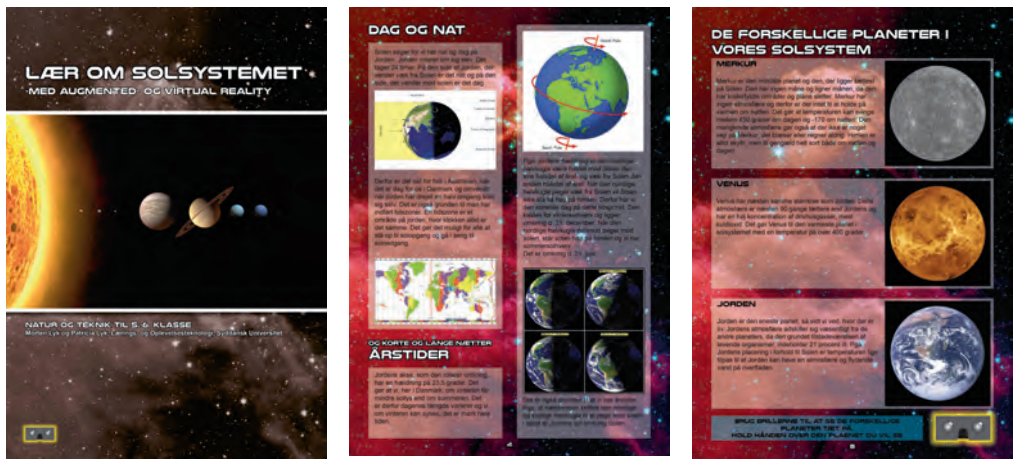
Eleverne syntes godt om den digitale prototype. Dog blev det tydeligt at kompendiet skulle ledsages af information om hvor Google Cardboard kunne benyttes.

Evaluering

Brugeroplevelsen skulle forbedres, eksempelvis skulle det være tydeligt for eleverne hvor i kompendiet man kunne anvende Google Cardboard. De skulle have information om hvilken planet de havde valgt, og valget skulle ledsages af feedback. Derudover skulle det i kompendiet angives når størrelsesforhold og afstande var tilnærmet faktiske forhold uden at være korrekt skaleret.

Tredje iteration: Videreudvikling af kompendium og Måneapp

I tredje runde testede elever og lærer en forbedret version af kompendiet og applikationen, se figur 5.



Figur 5. Udsnit af kompendium version 2.

Kompendiet fik farverige baggrunde da det gjorde det nemmere for appen at aflæse billederne. Der blev tilføjet et Google Cardboard-ikon som indikerer at kompendiematerialet er augmented, se figur 6 nederst i venstre og højre hjørne. I højre hjørne blev der tilføjet en beskrivelse af det augmented indhold samt en note om at størrelsesforholdene var tilnærmede. Tabel 2 illustrerer augmenteringen af solsystemet.



Augmentering af solsystemet.



Månens størrelse i forhold til Jorden.



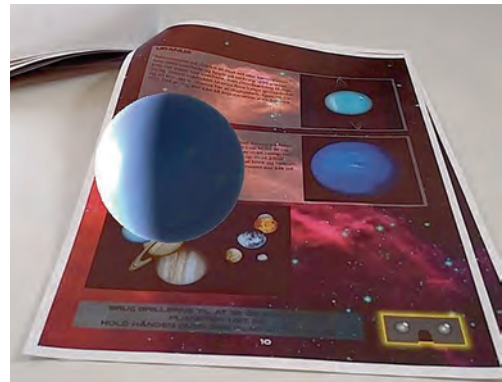
Jordens bane om Solen.



Størrelsesforholdet på solsystemets planeter.



Augmentering af planeten Mars.



Uranus augmenteret.

Tabel 2. Augmentering af planeterne og solsystemet version 2.

Test af materiale i tredje iteration

Eleverne afprøvede uden for klasesammenhæng kompendiet og den forbedrede applikation. Fremgangsmåden sikrede at eleverne ikke “farvede” hinandens meninger. I eget tempo bladrede eleverne i kompendiet samt anvendte Google Cardboard-applikationen. Undervejs blev der stillet spørgsmål om kompendiets udseende og indhold samt om forskellige dele af applikationen og – ikke mindst – om eleverne forstod betydningen af det nye ikon.

Resultater og evaluering af appen

11 ud af 12 elever blev overraskede over størrelsesforholdet mellem Sol, Jord og Måne. Særligt vakte det interesse at Solen var SÅ stor i forhold til Jorden. Det blev pointeret at appen ikke kørte uden at “hakke”, og at feedbacken kunne forbedres.

Den “hakken” som eleverne oplevede, var kraftigst på de sider hvor de selv kunne vælge hvilken planet de ville se. Når planeten drejede rundt, så hakkede den når eleverne gik rundt om bogen, eller når siden blev løftet. Eleverne så gerne at det kørte mere blødt da det virkede distraherende at applikationen “hakkede”.

Diskussion af designprocessen og Augmented Reality

Om at se det usete – anvendelse af teknologien som linse til en fjern virkelighed

Elevernes ønsker om at opleve tilblivelsen af et meteorkrater, rejse mellem planeter eller stå på Månen peger på områder hvor det fjerne bliver nært og ikke mindst synligt. Dunleavy (2014) beskriver netop hvordan AR-teknologien kan fungere som linse der kan muliggøre at skoleelever kan få adgang til og se niveauer og elementer i omgivelserne som ellers ligger hinsides dagligdagsoplevelsen, se figuren herunder.



Figur 7. AR som linse til det nære/mikroskopiske og fjerne/makroskopiske.

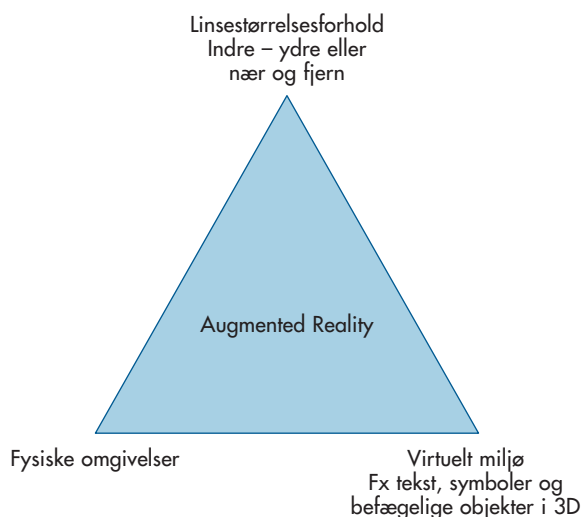
Den kritiske og unikke designmetafor for Augmented Reality bliver derfor teknologi forstået som linse snarere end skærm i og med at eleverne kan observere og interagere med niveauer og elementer af virkeligheden som ellers befinder sig fjernt og uden for dagligdagsoplevelsens rækkevidde.

Om at forstå rumlige objekter og bevægelser i tre dimensioner

Der er ingen tvivl om at Augmented Reality egner sig godt til at visualisere rumlige objekter og hvordan deres bevægelser udfolder sig tidsligt. Det var måske ikke vanskeligt for eleverne at forstå kugleformen; den kendes jo fra bolde og appelsiner med videre. Men det kan være vanskeligt at forstå hvordan planeterne bevæger sig rundt om hinanden i tre dimensioner. Som eksempel fremhæves 3D-applikationen af Månens bane rundt om Jorden, se figur 1.

Anvendelsen af Augmented Reality til at understøtte forståelse af rumlige objekter og hvordan de i tid bevæger sig, peger på en mulig løsning på *the spatial learning problem* som beskrives af Martín-Gutiérrez et al. (2009) og Cheng og Tsai (2012).

Herigennem peger AR-teknologien ikke kun på mulighederne for at synliggøre rumlige forhold, men også på hvordan disse forholder sig tidsligt til hinanden. Dette er aktuelt ikke kun for makroskopiske forhold såsom solsystemet, men også for mikroskopiske elementer, herunder atomer og celler og den kompleksitet der er forbundet hermed. AR-teknologien kan, som allerede nævnt, betragtes som en linse der giver adgang til udsnit af virkeligheden som ligger hinsides dagligdagserfaringen, se figur 8. Herved optræder AR-teknologien som katalysator for iscenesættelse af oplevelser og erfaringer der åbner for observationer som kan danne grundlag for refleksion og skabelse af abstrakte begreber hvilket er essentielt i en læringsssammenhæng. AR består altså tilsammen af den fysiske kontekst, de virtuelle objekter og linsen hvormed man ser, se figur 8.



Figur 8. *Augmented Reality* består af tre variable komponenter: virtuelle objekter, fysiske omgivelser og den linse hvormed man ser verden.

Augmented Reality styrker erfaringsbaserede læreprocesser

I første iteration udtrykte flere elever begejstring for den augmentedede måne i lærebogen, og en af dem beskrev at det føltes som at være fløjet til Månen uden at være astronaut. Flere elever forsøgte desuden at række ud og røre ved Månen. Disse eksempler understreger at oplevelser og erfaringer med AR kan virke meget intense og virkelighedstro, og eleverne fik på denne måde oplevelser som de ellers umuligt kunne opleve på første hånd i den virkelige verden (Kerawella, 2006). Læringsteoretikeren Kolb (1984) understreger netop konkrete oplevelser og erfaringer som centrale ingredienser i læreprocesser. Sådan forstået at Augmented Reality gør det fjerne nært og det usynlige synligt, og dette afstedkommer observationer og erfaringer som åbner for refleksioner og dannelse af abstrakte begreber. For at fremme refleksion og begrebsdannelse spiller underviseren dog stadig den centrale didaktiske rolle.

Læringsdesign som metode

Hvis vi blot havde anvendt eksisterende apps, havde eleverne været brugere og ikke co-designere i en fælles designproces (Druin, 2002). Elevernes deltagelse i designforløbet placerede dem i rollen som informanter idet de under hele forløbet bidrog med input og feedback.

Designforløbet udvidede elevernes indsigt i solsystemet gennem taktil virkeliggørelse via prototyping af solsystemets elementer (sol, planeter og måner) samt indblik i hvordan tilblivelse gennem designforløb foregår, herunder oplevelse af indflydelse på forløbets udkomme. Eleverne kunne ikke alene føle sig "empowered" (Druin, 2002, s. 21) idet de voksne lyttede til dem og tog deres meninger alvorligt, men også at designforløbet fungerede som et aktivt vidensmiljø hvor viden er situeret gennem en kontekstualiseret aktivitet som funktion af interaktivitet (Barab & Roth, 2006). Samlet set kan designforløbet skitseres som et affordance netværk hvor eleverne igennem øgede handlemuligheder fik flere muligheder for at realisere læringsmål. Et affordance netværk er et sammensurium af: viden og begreber, fx fra kompendiet; værktøjer, fx AR; metoder, fx designprocessen; undervisningspraksis i klassen med videre (Barab & Roth, 2006, s. 5). Læringsdesignprocessen gav eleverne øgede aktualiseringsmuligheder i og med at de på den ene side var medskabere og på den anden side brugere. Herigennem udbyggede de deres læringshorisont og livsverden (Barab & Roth, 2006).

Fysiske prototyper som en del af læreprocessen

Elevernes udarbejdelse af fysiske prototyper i form af 3D-kloder i modellervoks i kombination med tegninger illustrerede elevernes forståelse af solsystemer og hvad de gerne ville have realiseret og visualiseret i Augmented Reality.

Prototyperne gjorde elevernes forståelse af planeternes indbyrdes størrelsesforhold

synlige inklusive indsigt i rotationsforhold, herunder planeternes baner om Solen og andre planeter (måner) såvel som om deres rotation om deres egen akse. Det blev synligt at nogle af eleverne havde problemer med rumlig forståelse og af himmellegemernes bevægelse i forhold til hinanden. Dette eksemplificerer netop Shelton og Hedlys (2002) beskrivelse af *the spatial learning problem*. Herudover hjalp undersøgelsen af planeternes bevægelser med til at forstå vekslen mellem dag og nat, Månens faser og hvad der konstituerer et år.

Prototyperne inviterede desuden til at ændre perspektiv, sådan som forslaget om at stå på Månen og kigge på Jorden eller være astronaut og rejse mellem planeter.

Fejllæring

I den første iteration var ikke alene Jordens og Månens størrelsesforhold ukorrekte, men også afstandsforhold var utilstrækkeligt skildret. Sådanne forhold kan give anledning til fejllæring. "Fejllæring drejer sig om læring, der indholdsmæssigt ikke modsvarer det tilsigtede eller det, der er blevet formidlet" (Illeris, 2006, s. 166). Dette er selvfølgelig uheldigt da det allerede havde vist sig at eleverne havde fået et forkert indtryk af planeterne og Solens indbyrdes størrelsesforhold fra plakaterne i klasseværelset. Og selvom der i kompendiet står beskrevet hvornår augmenteringen ikke gengiver korrekte størrelsesforhold og afstande, så er det ikke sikkert at eleverne læser dette. De fleste elever udviste da også overraskelse over hvor stor Solen var i forhold til planeterne i solsystemet. Dette demonstrerer at AR-teknologien på trods af designfejl skabte oplevelser der bibragte eleverne en i langt overvejende grad korrekt opfattelse af Solens og Jordens indbyrdes størrelsesforhold. På den måde kunne augmenteringen af størrelsesforholdene mellem Solen og Jorden hjælpe eleverne i læringen som ifølge Illeris (2006, s. 15) er en proces der fører til en varig kapacitetsændring hos eleven.

Evaluering af teknologiens modenhed

Unity3D i kombination med Vuforia fungerer godt til udvikling af AR-applikationer til Google Cardboard. Elevernes AR-oplevelse afhænger i høj grad af den anvendte smartphone; særligt hvis telefonens opløsning ikke er tilstrækkelig høj, kan det give problemer. Det kan også volde problemer hvis telefonens processor ikke er tilstrækkelig hurtig hvilket vil få applikationen til at "hakke". Dette er ikke et problem med måneapplikationen i sin nuværende version, men blev der implementeret bedre grafik og mere avanceret indhold, ville det kunne skabe problemer. Med den hastighed som kendetegner smartphones' udvikling, vil det formentlig inden for nær fremtid ikke være telefonen der er en teknisk hindring.

Designmæssigt blev det vægtet at det skulle være nemt for kameraet at læse de særlige tags. Det var en proces som krævede mange justeringer undervejs. Udvikling

af eget materiale kræver meget tid og en særlig teknisk, naturfaglig og didaktisk viden. Man kan dog uden teknisk indsigt eksperimentere med Google Cardboard idet der findes en række gratis applikationer, se fx Google Play.

Opsamling og konklusion

Denne artikel har bidraget med i en dansk kontekst at undersøge hvordan Augmented Reality og designprocesser kan understøtte læreprocesser i 6. klasse.

Designprocessen testede indledningsvis eksisterende AR-applikationer hvorefter der blev udviklet fysiske prototyper af kloder inklusive scenarier der medinddrog planeternes størrelse, rotationer om egen akse og deres kredsløb. Dette medvirkede til at informere elementerne i planet-applikationen. Eleverne deltog som informanter, testere og meddesignere i designprocessen.

Opsummerende kan det siges at Augmented Reality som platform for læreprocesser er særligt egnet til:

- at gøre det ikke-synlige synligt
- at gøre det fjerne nært
- at skalere enten det makroskopiske ned eller det mikroskopiske op så begge størrelsesforhold bliver tilgængelige for en direkte sanseoplevelse
- at simulere rumlige objekter
- at illustrere tidslige relationer mellem objekter
- at forskyde perspektiver så objekter ses fra nye perspektiver, såsom at stå på Månen og kigge på Jorden
- at vise objekter i tre dimensioner hvad enten det drejer sig om makro- eller mikroskopiske forhold.

Teknologien er stadig ung, men den har potentiale til at blive integreret i fremtidige læremidler – og derved bliver almindelige smartphones også inddraget i skolens undervisning.

Perspektivering

Det ville være interessant at prøve at filme med 3D-kamera for derefter at vise disse film med AR eller VR. Dette kunne medvirke til at gøre oplevelsen mere autentisk – det vil også give eleverne mulighed for selv at filme materiale – under andre temaer end solsystemet. Det kunne være interessant at udvide AR til andre emner og andre

fag, såsom nærstudier af pattedyr, dinosaurer samt VR-besøg i andre lande og byer som en del af bl.a. geografiundervisningen.

Tak til de anonyme reviewere for konstruktiv og produktiv feedback.

Referencer

- Barab, A. S. & Roth, W-M. (2006). Curriculum-Based Ecosystems: Supporting Knowing From an ecological Perspective. *Educational Researcher*. Vol. 35, No, 5, s. 3-13.
- Bertel, L. B. & Rasmussen, D. M. (2013). On Being a Peer: What Persuasive Technology for Teaching Can Gain from Social Robotics in Education. *International Journal of Conceptual Structures and Smart Applications (IJCSA)*, 1(2), s. 58-68.
- Buhl, M. & Rahn, A. (2015). Augmented Reality som wearable. Et design for visuel læring i sygeplejerskeuddannelsens anatomiundervisning. *Læring og Medier (LOM)*, 8(14).
- Cheng, K. & Chin-Chung, T. (2012). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Springer Science+Business Media*.
- Caprani O. (2015). Mangfoldige læringsaktiviteter – ét robotbyggesæt. *Læring og Medier (LOM)*, 8(14).
- DeGrace, P. & Stahl, H. L. (1991). *Wicked Problems, Righteous Solutions – A Catalogue of Modern Software Engineering Paradigms*. Yourdon Press.
- Druin A. (2002). The Role of Children in the Design of New Technology. *Behaviour and Information Technology (BIT)* 21(1), s. 1-25. DOI: 10.1080/01449290110108659.
- Dunleavy, M. (2014). Design principles for augmented reality learning. *TechTrends*, 58(1), s. 28-34.
- Ejsing-Duun S. & Misfeldt, M. (2015). Programmering af robotenheder i grundskolen. *Læring og Medier (LOM)*, 8(14).
- Hansen, N. et al. (1994). *Natur og teknik i 4.-6. klasse*. Aabenraa: Trykkergaarden.
- Illeris, K. (2006). *Læring*. Roskilde Universitetsforlag.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S. & Woolard, A. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3), s. 163-174.
- Klopfer, E. (2008). *Augmented Learning: Research and Design of Mobile Educational Games*. London: The MIT Press.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Larsen, L. J. & Majgaard, G. (2016). Expanding the Game Design Space: Teaching Computer Game Design in higher Education. *Designs for Learning*, 8(1), s. 13-22. <http://dx.doi.org/10.16993/df.68>.
- Majgaard, G. & Lyk, P. (2015). På rejse med Virtual Reality i billedkunst: Erfaringslæring gennem kombineret fysisk og virtuel modelbygning. *Læring og Medier (LOM)*, 8(14).

- Martín-Gutiérrez, J. et al. (2010). "Education: Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students". *Computers and Graphics*, 34(1), s. 77-91. Pergamon Press, Inc. Elmsford, NY, USA DOI=<http://dx.doi.org/10.1016/j.cag.2009.11.003>.
- Murray, J. H. (1997). *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*. New York: The Free Press, 324 pp. ISBN 0-684-82723-9.
- Nielsen J., Pedersen R. & Majgaard G. (2015). 8. klasse som kreative producenter af fremtidens velfærdsteknologi – konstruktionisme, problemløsning og dialog *Læring og Medier (LOM)*, 8(14).
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Shaffer, D. W. & Resnick, M. (1999) "Thick" authenticity: new media and authentic learning. *Journal of Interactive Learning Research Vol. 10. Issue 2*, s. 195-215.
- Shelton, B. E. & Hedley, N. R. (2002). Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relationships to Undergraduate Geography Students. Presented at *IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*, Darmstadt, Germany.
- Veje, C. J. & Christensen, D. L. (1997). *Natek 5*. Viborg: Malling Beck A/S.
- Veje, C. J. et al. (1998). *Natek 6*. Viborg: Malling Beck A/S.
- Waterworth J. & Riva G. (2014). *Feeling Present in the Physical World and in Computer-Mediated Environments*. Palgrave Macmillan. ISBN: 9781137431677 DOI: 10.1057/9781137431677.

English abstract

The article describes examples of the use of Augmented Reality to support teaching in the solar system in a 6th grade. Augmented Reality connects the physical and virtual world e.g. 3D-globes floating above the textbook.

We developed an app where students could explore the proportions and movement patterns of planets in the solar system. Students and teacher contributed actively in the design process.

The observed experienced-based learning potentials are described in two themes: (1) to see the unseen – the use of technology as a lens to a distant reality and (2) to understand spatial objects and movements in three dimensions.

Når matematikvanskeligheder bliver usynlige for lærerne

– om klasseledelse og elevdeltagelse i inkluderende undervisning



Maria Christina
Secher Schmidt,
Professionshøjskolen
Metropol

Abstract: *Relationerne mellem inkludering, elever i matematikvanskeligheder og klasseledelse undersøges gennem et casestudie af fire matematikklasser (1.-3. klasse). Studiet synliggør at matematiklærerne praktiserer dimensioner af inkluderende klasseledelsesstrategier der er videnskabeligt anerkendte som succesfulde. Samtidig praktiserer elever i matematikvanskeligheder en norm om at være aktivt involveret i opgaven. De gør det der forventes af en "god" elev, ved at anvende deltagelsesstrategier, såsom at udføre ting de er gode til, og imitere de andre elever. Deltagelsesstrategierne resulterer i at matematikvanskelighederne kan blive usynlige for matematiklærerne. Med udgangspunkt i at fejl kan være vigtige læringsfremmere, inviterer artiklen til at der udvikles et nyt klasseledelsesbegreb: benspændsledning.*

En didaktisk undersøgelse af matematikvanskeligheder

“Det er ikke nok at jeg står og siger at tingene er sådan og sådan. Jeg er simpelthen nødt til at have dem [eleverne] til at forklare til hinanden og forklare til mig for at sikre at alle kommer på banen. Det er meget nemmere at forholde sig til en elev der forsøger, frem for en der sidder og gemmer sig eller skriver af.”

Citatet er fra matematiklæreren Magnus i 3. klasse. En lærer som gennem interviews og observationer fremstår som en velovervejede fagdidaktiker der tilrettelægger en undervisning hvor der skal kommunikeres med forskellige klassekammerater. Men selvom læreren har identificeret hvilke elever der er i matematikvanskeligheder, kan der opstå situationer hvor læreren ikke får øje på hvilke vanskeligheder eleverne er i, og som følge heraf ikke får justeret undervisningen til disse elever.

Fundene stammer fra et etnografisk casestudie i Danmark som er udført i forbindelse med ph.d.-afhandlingen: *Inklusionsbestræbelser i matematikundervisningen. En empirisk undersøgelse af matematiklæreres klasseledelse og elevers deltagelsesstrategier i folkeskolen* (Schmidt, 2015a). Casestudiet trækker på en forskningstilgang til matematikvanskeligheder som lægger sig op ad et skift i international matematikdidaktisk forskning fra udelukkende at se problemer som lokaliseret i individet til at se matematikvanskeligheder: “as arising out of the interaction between learners and their learning environments” (Ernest, 2011, s. 5). En tilgang som i Norden er repræsenteret af fx Dalvang & Lunde (2006), Lange (2009), Lindenskov & Weng (2013), Roos (2015) og Sjöberg (2008).

Udgangspunktet i min forskning er at forstå elever i matematikvanskeligheder som en del af sociale og kulturelle processer. Med den tilgang bliver det muligt, med en sociologisk og kulturanalytisk inspireret optik, at bidrage til (fag)didaktisk forskning.

For at indfange lærerens ledelse af de sammensatte undervisningsprocesser (kognition, følelser og krop) er begrebet “inkluderende klasseledelse” konstrueret gennem tre dimensioner:

“*Læringsledelse* omhandler det forhold, at læreren iscenesætter muligheder for, at eleverne kan udvikle sig kognitivt. *Relationsledelse* benævner det forhold, at læreren understøtter konstruktive relationer mellem lærer og elev og mellem eleverne. *Adfærdsledelse* betegner det forhold, at læreren giver anerkendelse til særlige rutiner og handlemønstre i klassen.” (Schmidt, 2015a, s. 41).

Gennem denne tænkning får forskellige fagdidaktiske valg betydning for de handlinger læreren gør for at lede faglige og sociale læreprocesser. Empirien stammer fra fire indskolingsklasser (1.-3. klasse) hvor der er observeret 35 lektioner med to forskellige observationsmetoder: det semistrukturerede registreringsredskab ElevDeltagelsesprofil (EDP) som er udviklet af Tetler, Ferguson, Baltzer & Boye (2011), og videoobservation.¹

I hver klasse er der udvalgt to fokuselever som matematiklæreren på baggrund af tests og observationer vurderer er i matematikvanskeligheder. Lærerne angiver multiple forklaringer på matematikvanskelighederne: fx meget grundig, langsomt arbejdende, manglende selvtillid, svært ved selvstændigt at gå i gang med en opgave,

1 EDP er et redskab som oprindeligt er udviklet i 1990'erne i USA under titlen: Student Membership Snapshots: An Ongoing Problem-Finding and Problem-Solving Strategy, men er siden blevet bearbejdet og tilpasset danske forhold. Det anvendte EDP-skema er yderligere blevet justeret i forhold til min undersøgelse således at kategorierne bl.a. inkluderer matematiske emneområder og materialer (et eksempel på en EDP kan læses i Schmidt, 2015, s. 264). Med fem minutters intervaller noterede jeg hvad der skete generelt i klassen, for fokuseleven og for en sammenligningselev i forhold til fortrykte kategoriseringer. EDP-skemaet sætter fokus på relationer mellem elever og mellem elever og lærere samt undervisningens indhold, arbejdsformer og materialer. EDP-skemaet er velegnet til at få et samlet overblik over hvordan eleven deltager, og hvordan læreren strukturerer sin undervisning. Det gør det muligt at få blik for mønstre, hvilket jeg viser med tabel 1 i denne artikel.

manglende løsningsstrategier, vanskeligheder ved at se mønstre, dårlig talforståelse (fx positionssystemet, antalsbestemmelse, talnavne), brug for megen voksenstøtte, svært ved at fokusere og koncentrere sig.

Observationerne er suppleret med semistrukturerede interviews med de fire lærere og 12 elevsamtaler, dvs. to fokuselever i matematikvanskeligheder og en sammenligningselev fra hver af de fire klasser. Derudover er der produceret 83 elevessays hvor eleverne har tegnet og/eller skrevet hvad de synes om matematik. Artiklens data bygger hovedsagligt på lærerinterviews og observationer, mens analyse af elevperspektiver kan læses i Schmidt, 2015b.

Dele af afhandlingens resultater præsenteres i denne artikel ud fra følgende forskningsspørgsmål:

1. Hvordan praktiserer de fire matematiklærere klasseledelse i forhold til at inkludere alle elever i matematikundervisningen?
2. Hvilke deltagelsesstrategier anvender de otte elever i matematikvanskeligheder?

De fire klasser udgør en kritisk case (Flyvbjerg, 1991) hvilket tillader logiske slutninger af typen: "Hvis det (ikke) gælder for denne case, så gælder det for alle (ikke for nogen)." Matematiklærerne er udvalgt så de har særlige kompetencer i forhold til elever i matematikvanskeligheder, og skolerne ligger i et område med gunstige socioøkonomiske vilkår i forhold til resten af landet. At benytte en kritisk caseudvælgelsestilgang øger slutningsmulighederne i forhold til at kunne lave en analytisk generalisering til hvad der kan ske i andre situationer. Dvs. at de udfordringer som casestudiet peger på, vil med en vis sandsynlighed også forekomme i anden matematikundervisning der foregår under andre betingelser (skoler der er placeret i områder med dårligere socioøkonomiske vilkår, og matematiklærere som ikke har særlig indsigt i matematikvanskeligheder).

Viden om inkluderende klasseledelse i matematik

Gennem en systematisk gennemgang af den forskningsbaserede viden der eksisterer med hensyn til hvordan klasseledelse i matematik kan få en betydning for elevernes deltagelse (i den almindelige matematikundervisning fra børnehaveklasse til og med 6. klasse), har jeg fundet en tendens i den internationale forskning der peger på tre sammenhængende klasseledelsesdimensioner: lærings-, relations- og adfærdsledelse. Det systematiske review kan læses i sin helhed i Schmidt, 2013, men hovedpointerne opridses her.

I forhold til *læringsledelse* virker det understøttende for en inkluderende matematikundervisning at læreren har en fagforståelse der tilskynder til at der søges efter at

skabe sammenhæng mellem de forskellige dele af matematikken. Den gennemgåede forskning peger samlet set på at matematiklæreren skal lede en dialog med åbne spørgsmål og invitere eleverne til at fortælle hvordan de ræsonnerer. Hvis der således etableres et samtalemønster med undersøgende spørgsmål frem for en feedback med udgangspunkt i en vurdering af elevernes præstation, vil det bidrage til muligheden for faglige erkendelser. Det systematiske review viser at organiseringen af det faglige indhold skal struktureres så eleverne har anledning og incitament til at hjælpe hinanden, og så eleverne lærer hvordan de skal give en matematikfaglig feedback der er specifik. Generelt er evaluering af betydning for inkluderingsprocesser idet en systematisk og regelmæssig indsigt i elevernes læringsresultater og progression giver matematiklæreren mulighed for at orkestrere deltagelsen i læringsfællesskabet.

Forskningsoversigten peger i forhold til *relationsledelse* på at lærer-elev-relationer der er båret af "kærlige krav" og høje positive forventninger til alle elever, ser ud til at bidrage til at skabe en identitet hos eleverne som lærende. Samtidig kan gode elev-elev-relationer give anledning til at flere elever kan deltage i læringsfællesskabet gennem en struktureret klassekammerathjælp når matematikopgaverne er krævende og vanskelige at løse. Ligeledes kan lærerens anerkendelsespraksis skabe en klassekultur hvor det er legitimt at løbe en risiko i sit svar uden bekymring for om svaret er rigtigt. Omvendt belyser forskningen også at matematiklærere der ikke tror på deres elevers mulighed for at udvikle sig, og som stereotypiserer dem på baggrund af deres sociale og kulturelle forhold, kan være med til at skabe en marginaliseringsproces der får en negativ betydning for elevernes selvopfattelse og deltagelsesstrategier i matematikundervisningen.

I forhold til *adfærdsledelse* viser reviewet at tydelig rammesætning med gennemskuelige regler og rutiner for hvordan eleverne kan deltage, er af betydning så elevernes opmærksomhed ikke forstyrres af forvirring over hvis tur det er til at byde ind i samtalen. Samtidig er det væsentligt at der skabes normer der formidler at det er bedre at eleven bruger tid på at tænke frem for at være hurtig til at regne rigtigt. Dvs. at normen for hvad der er en god matematisk forklaring, ikke udelukkende er at komme frem med et resultat, men at der også tillægges værdi til fordybelsen og processen frem til et muligt (forkert eller rigtigt) svar. Reviewet peger på at eleverne skal hjælpes til en adfærd hvor de kan give hinanden feedback i hver enkelt delproces af en opgaveløsning så samtalen får et matematisk indhold. Her er det hjælpsomt at eleverne får mulighed for at bruge visuelle og konkrete materialer til at støtte deres samtaler. Gennem en klassekultur der drives af anerkendende samværsformer, ser det ud til at der skabes mindre behov for en adfærdsledelse der skal håndtere elevers undvigelsesstrategier såsom snyd, forstyrrende adfærd og undgåelse af at søge hjælp.

Det systematiske review peger på at der mangler viden om danske matematiklæreres klasseledelse. Dette forhold undersøges i casestudiet, og i næste afsnit beskrives

matematiklærernes værdiorienteringer og ledelsespraksisser for at sætte fokus på hvordan der etableres faglige fællesskaber, og hvad der er med til at skabe matematikkulturen for alle elever i klassen.

Lærerne praktiserer dimensioner af inkluderende klasseledelse

Matematiklærerne i de fire klasser organiserer undervisningen så eleverne er aktivt involveret i læreprocesserne, og de forsøger at få alle til at indgå i dialog. Som konsekvens er det sjældent at lærerne giver længere forklaringer foran hele klassen. Følgende observation af en 1. klasse (i anden uge af skoleåret) viser hvordan eleverne arbejder med at øge deres kendskab til antalsbestemmelse.

Eleverne har fået at vide at de skal medbringe syltetøjsglas med ting i. Idéen er at man selv kender antallet der er i glasset, og så går man rundt og finder en partner der skal tælle genstandene. Eleven skal sige om partneren er kommet frem til det rigtige antal, og gå videre til en ny partner. Eleverne myldrer rundt, og der bliver talt mønter, knapper, pasta, kikærter, perler, valnødder, tørrede bananer, nips af forskellig art og meget andet. Der bliver talt overalt i rummet. Nogle står op, andre sidder. Hele rummet er i spil, og læreren fortæller mig at hun holder øje med om der er et mønster i elevernes måde at tælle. Læreren ser på eleverne mens hun smiler og nikker lidt for sig selv. Jeg hører spørgsmål som: "Er der 16 i? Ja, er 55 rigtigt? Er det 32 – ja, er der 39 i din?" En dreng taber sit glas på gulvet, men skynder sig at samle op. Han virker ivrig for at deltage.

Eksemplet anskueliggør hvordan læreren har tilrettelagt en undervisning der kobler optælling af konkrete materialer sammen med elevernes hverdagserfaringer, som har tænkt en organisationsform hvor der skal kommunikeres med forskellige klassekammerater, hvor evaluering sker løbende af eleverne selv, og hvor læreren har tid til at observere på elevernes tællestrategier.

Matematiklærerne anvender ofte visuelle eller konkrete materialer med den intention at eleverne skal (lære at) ræsonnere matematisk og kunne forstå og forbinde forskellige dele af matematikken. I løbet af interviewene fortæller lærerne at "arbejdsuro" er velkommen, og de ønsker at eleverne eksperimenterer, grubler og finder frem til resultaterne enten alene eller sammen. At det er betydningsfuldt at der er en dialog med og mellem eleverne, udtrykkes fx af læreren Ann Louise:

"Jeg kan have forklaret noget, og så er der stadigvæk nogen der siger: 'Jeg forstår det ikke.' Så prøver jeg nogle gange at sige: 'Er der nogen der har forstået som vil prøve at forklare det?' Det er tit at børnene faktisk er bedre til at forklare det til børnene. Det ser jeg en kæmpe læringsmæssig ting i."

Lærernes tilgang til matematikundervisningen er også præget af at eleverne bliver mødt med omsorg og tillid. Læreren Irene fortæller:

“Jeg starter med at fx spørge dem: ‘Nå, men hvad kan du ... hvad af det her synes du er nemt?’ Og sådan lidt prøve at guide dem. Det er sådan lidt omvendt psykologi på en eller anden måde (...) Fordi jeg tænker at nogle af dem der har svært ved at komme i gang, der er det fordi at de ikke tror på sig selv (...) Jeg er nok meget anerkendende og søger hele tiden at sørge for at de tænker: ‘Jamen det kan jeg godt det her.’”

Der arbejdes på at skabe relationer som overbeviser eleverne om at lærerne har tiltro til at de er i stand til at lære og deltage. Det er samtidig vigtigt for lærerne at understøtte et læringsfællesskab, hvilket bl.a. kommer til udtryk i interviewet med læreren Laila:

“Hvilken adfærd vil du sige er upassende for eleverne?”

Jeg har ikke så meget imod sådan noget med at de larmer, eller de ikke sidder de rigtige steder. Det er jeg faktisk ret ligeglad med. Det værste, det (...) er i virkeligheden sådan nogle følelsesmæssige ting. At trække sig, at distancere sig fra fællesskabet og ikke sige: ‘Nå, men vi går ind i den her kamp sammen.’ Det er det værste.”

Læreren Magnus udtrykker det på en anden måde når han siger at en god undervisning er når eleverne tør række hånden op, også selvom de ikke er helt sikre på resultatet, og hvor alle har mulighed for at nå at tænke sig om:

“Det der med at man ikke engang kan få tænketid før så er resultatet alligevel råbt ud. Det ved jeg at nogle af dem [som er i vanskeligheder] (...) de er simpelthen så irriterede over de der dygtige, hurtige drenge der får lov at sige resultatet i en fart. Og det vil jeg sige, det er mit mål at det gør man ikke når det er mig der er på.”

Sammenfattende viser casestudiet at de fire matematiklærere anvender dimensioner af inkluderende klasseledelsesstrategier som det ovenfor nævnte systematiske review (Schmidt, 2013) viser er succesfulde. Dvs. de fire matematiklærere praktiserer en:

- *læringsledelse* i form af dialog og samarbejde mellem lærer og elev(er) og eleverne imellem
- *relationsledelse* som er orienteret i retning af en følelse af tryghed og understøtter en klassekultur hvor eleverne opmuntres til at deltage selvom de er usikre
- *adfærdsledelse* der anerkender arbejdsuro sammen med koncentration og normer der kommunikerer at det er hensigtsmæssigt for elever at bruge tid på at tænke over deres svar.

Eleverne skal være aktive, kommunikerende og opgaveløsende

I forlængelse af disse fund vedrørende inkluderende klasseledelse undersøges matematiklærernes didaktiske praksis. Fokus er at studere hvad der understøtter eller hindrer mønstre i klassen som giver plads til at eleverne legitimt kan få relevant hjælp i deres læreproces. Med andre ord er omdrejningspunktet relationen mellem matematiklærernes læringsledelse og det Brousseau (1984; 1997) benævner som "den didaktiske kontrakt".

Kontrakt skal ikke forstås som en eksplicit og bevidst aftale, men som en metafor for den overenskomst der er skabt gennem socialiseringsprocesser, og som får betydning for lærernes og elevernes forventninger til hvordan undervisningen og samspillet i klassen skal forløbe. Lærerne spiller en central rolle i etablering, reetablering og udvikling af pædagogiske normer, og disse normer bliver en del af den didaktiske kontrakt mellem elever og lærere.

Når jeg undersøger matematiklærernes læringsledelse gennem de strukturerede observationer (ElevDeltagelsesProfilerne), viser der sig et mønster i den didaktiske kontrakt. I det følgende redegør jeg først for kategorier som blev brugt i observationerne, og dernæst beskrives analysens resultater.

Jeg har noteret *instruere/demonstrere* i de situationer hvor lærerne igangsætter eller forklarer en ny opgave, mens *forklare/fortælle* er noteret når lærerne giver en længere forklaring på en matematisk udfordring. Kategorien *spørge/svare* er brugt når der foregår en klassedialog mellem lærer og elever. Disse tre organisationsformer domineres af hvad Brousseau (1997) beskriver som *didaktiske situationer*, hvilket vil sige situationer hvor læreren spiller en væsentlig rolle, eksempelvis ved at komme med oplæg, spørgsmål eller forklaringer.

Når læreren går rundt og hjælper eleverne mens de laver opgaver individuelt eller i grupper, er det noteret som *støtte/vejlede*, mens *observere/feedback*-kategorien er anvendt når læreren evaluerer elevernes arbejde. Det kan være vanskeligt analytisk at skelne mellem disse to kategorier da lærerens støtte og supervision også er begrundet i lærerens kontinuerlige observation. Kategorierne er beslægtet med det Brousseau benævner som *a-didaktiske situationer*. I disse situationer spiller læreren en afdæmpet rolle i aktiviteten, og hensigten er at eleverne skal træde selvstændigt ind på læringsarenaen. De skal ophøre med at fokusere på hvad lærerens forventninger er, og i stedet agere i forhold til opgaven

Når ElevDeltagelsesProfilerne opgøres, synliggøres tidsmæssige forhold i relation til læringsledelsen. Tabel 1 illustrerer disse forhold procentvis i relation til den samlede observerede undervisning i de fire klasser.

	Magnus	Ann Louise	Laila	Irene
Instruere/demonstrere	22,4 %	8,7 %	19,5 %	26,7 %
Forklare/fortælle	2,0 %	2,2 %	14,7 %	6,7 %
Spørge/svare	44,9 %	30,4 %	29,3 %	Ingen
Støtte/vejlede	14,3 %	39,1 %	36,6 %	66,7 %
Observere/give feedback	16,3 %	19,6 %	Ingen	Ingen

Tabel 1. *Læringsledelse.*

Hvis man lægger den tid sammen der bruges i kategorierne spørge/svare, støtte/vejlede og observere/feedback, viser det sig at en væsentlig del af undervisningstiden bruges til at eleverne er aktive, kommunikerende og opgaveløsende. Dette kunne tolkes som at lærerne dermed understøtter at eleverne skal have mulighed for at forholde sig aktivt til de matematiske opgaver for at kunne tilegne sig matematisk forståelse, men spørgsmålet er hvorvidt det reelt er et a-didaktisk miljø der etableres af matematiklærerne.

Måske lærerne i højere grad arbejder med læringsituationer der har hvad Hersant & Perrin-Glorian (2005) kalder "adidactic potential". I den a-didaktiske situation er hensigten at eleverne agerer i og med et læringsmiljø på en måde så eleverne selv får mulighed for at udtænke strategier. Men hvis der ikke er etableret et miljø der i sig selv kan give feedback på om eleven har valgt en løsningsstrategi der virker, er der risiko for at muligheden for at tilegne sig ny viden forbliver et potentiale. Undersøgelsen her tyder på at den aktivitetsorienterede undervisning ikke udløser dette potentiale hos de undersøgte elever med matematikvanskeligheder.

De pædagogiske normer der hersker i den undersøgte matematikundervisning, tager afsæt i at god læringsadfærd er når eleverne bruger fagbegreber og uddyber den matematiske proces fremfor alene at nævne resultatet. Endvidere når eleverne kan italesætte hvordan og hvornår de lærer (metakognition). En afgørende del af den didaktiske kontrakt er at eleverne skal være aktivt deltagende i de aktiviteter som er initieret af læreren.

Et centralt fund i casestudiet er at det læringspotentiale der eksisterer i den aktivitetsorienterede undervisning, forbliver uforløst for de elever der er i matematikvanskeligheder. Dvs. at selvom eleverne lever op til deres del af den didaktiske kontrakt, så giver læringsmiljøet ikke eleverne tilstrækkelig feedback på deres aktivitet.

Det næste afsnit fremstiller hvordan denne kontrakt ser ud til at have en betydningsfuld indflydelse på deltagelsesstrategierne hos de elever som er i matematikvanskeligheder.

Elever i vanskeligheder gør det de er gode til

Alle de observerede elever som er i matematikvanskeligheder, forsøger at engagere sig i opgaverne, men de ser ikke ud til at have opmærksomhed på det faglige indhold når der foregår en demonstration eller en klassesamtale – de føromtalte “didaktiske situationer”. Ikke desto mindre ser disse elever ud til at være motiverede og ivrige efter at deltage i individuelle og gruppebaserede opgaver – de såkaldte a-didaktiske situationer hvor læreren indtager en tilbagetrukket rolle.

I det følgende kommer der eksempler fra tre forskellige klasser: 1) Heidi som organiserer tal 2) Ingrid som laver geometriske figurer og 3) Alice som ser ud til at indgå i dialog. De tre observationer viser et a-didaktisk potentiale, men læringsmiljøet giver ikke i sig selv en feedback på om eleven har valgt en strategi der virker i forhold til at tilegne sig ny matematisk viden.

Heidi

Eleverne i 2. klasse sidder med papirstrimler hvor tal er organiseret i henholdsvis tusinder, hundreder, tiere og enere. De har også et skema over firecifrede tal. Deres opgave er at genskabe de firecifrede tal ved at vælge de rigtige strimler af tusinder, hundreder, tiere og enere. Det vil fx sige at lave tallet 4.648 ved at finde en papirstrimmel med tallet 4.000, en med 600, en med 40 og en med 8.

Heidi bruger tiden på at gruppere tal i bunker efter antal cifre i stedet for at skabe de firecifrede tal. Hun opdeler strimlerne i grupper af et, to, tre og fire cifre. I forsøget på at holde grupperne adskilt tager hun tallene ind og ud af sit plastikchartek mindst fem gange. Det ser ud som om hun forsøger at finde en måde at holde grupperne adskilt, men ved ikke hvordan det kan lykkes.

Lektionen varer 20 minutter, og Heidi bruger mindst 15 minutter med at organisere. Det ser ud som om hun laver det samme som hendes jævnaldrende, men hun producerer aldrig et nyt firecifret tal.

Eksemplet viser at Heidi bruger tiden på at skabe system i bunkerne af tal.

Ingrid

Eleverne i 3. klasse laver rumlige figurer ved at klippe figurer ud af papir, folde og lime dem sammen til en kegle, kasse mv. Eleverne forventes at udarbejde en rapport som registrerer antallet af kanter, overflader og hjørner.

Ingrid er optaget af at klippe og folde de geometriske former, og hun forsøger at udarbejde rapportdelen. Hun starter med at bruge sin lineal til at måle figuren. Hun ser usikker ud. Hun tegner figuren, men visker den ud flere gange hvorefter hun henter en ny geometrisk form.

Hun laver fire figurer i løbet af lektionen – to pyramider, en kasse og en cylinder. Undervejs hjælper hun sin sidekammerat der har svært ved at få sin figur pæn. Ingrid

henter et nyt stykke papir hver gang hun har lavet en geometrisk form, så hun laver en del af opgaven, ligesom resten af klassen, selvom hun ikke producerer nogen rapporter.

Eksemplet viser at Ingrid bruger tiden til at klippe og lime figurer.

Alice

Eleverne i 3. klasse arbejder med addition, subtraktion og multiplikation. De forventes at forklare hinanden processerne frem til resultatet.

Alice forklarer til Nadia hvordan hun regner, med ordene: "plus, plus", men de siger ikke andet til hinanden. Da det bliver Nadias tur til at regne, siger hun: "Alice, ser du efter om jeg gør det på den rigtige måde?" "Hmm," siger Alice. Efter kort tid skriver Alice noget på sit eget papir og visker det ud igen. Det ser ikke ud som om det hun skriver, har noget at gøre med Nadias arbejde. De to piger sidder med hovedet tæt på hinanden, og Alice har sin krop rettet mod Nadias.

Senere, da de i skiftende makkerpar skal stå over for hinanden på gulvet og øve multiplikation, opfører Alice sig på samme måde. Hun deltager i den forstand at hun står foran sin makker, ser på vedkommende og smiler, men hun siger ikke noget.

Eksemplet viser at Alice efterligner klassekammeraternes adfærd ved at se ud som om hun taler med sin makker.

Når der ses nærmere på elevernes deltagelsesstrategier, er et af mønstrene på tværs af de fire klasser at eleverne i matematikvanskeligheder har mange interaktioner (både med klassekammerater og med lærere), og at eleverne behøver hjælp flere gange i løbet af en time. Samtidig laver eleverne i matematikvanskeligheder ikke nogen former for forstyrrelser af undervisningen. De koncentrerer sig om det de mestrer (fx klippe og lime figurer, organisere og systematisere, have en involverende attitude), og i den proces ser de ud som deres klassekammerater – ofte ser de på deres jævnaldrende for at få hints til hvad de skal gøre. Eleverne i matematikvanskeligheder imiterer de andre elevers adfærd i klassen. Det at eleverne agerer som deres klassekammerater, kan ses som en kropslig disposition til at udvise den forventede skoleadfærd.

Med begrebet "usynlighedskappe" kan elevernes deltagelsesstrategier forklares som de processer der gør det muligt for eleverne at skjule at de er i vanskeligheder. De kan gemme sig i elevfællesskabet og bliver derved usynlige for læreren. Ifølge Tronvoll (2000a; 2000b) sker denne usynliggørelse af to grunde: 1) Eleverne gør det de mestrer. Dvs. de involverer sig i aktiviteter de er gode til. 2) Eleverne giver og får hjælp fra deres venner.

En anden forklaringsramme kan etableres med begreberne "face-work" og "passing" (Goffman, 1963; 2005). Den anerkendte og dominerende skolediskurs, vedrørende hvad der konstituerer en "god" elev i de fire klasser, er at være selvsikker, talende og entusiastisk. Ud fra dette perspektiv kontrollerer eleverne informationer om sig

selv som kunne afsløre fejl eller handlemåder de ikke forstår (og som kunne føre til stigmatisering), ved at efterligne deres klassekammeraters adfærd.

En tredje forklaring bliver mulig ved at overveje kulturelle antagelser om læring (Schleppenbach, Flevares, Sims & Perry, 2007). Elevernes deltagelsesstrategi kan have sammenhæng med hvorvidt læreren etablerer en norm der anerkender fejl som vigtige læringsfremmere (Lindenskov, 2000), og som synliggør at matematikvanskeligheder er efterstræbelsesværdige. Med andre ord om læreren planlægger og organiserer matematikundervisningen så alle oplever at god læringsadfærd også indbefatter at begå fejl (Bray, 2011). De etablerede pædagogiske normer er at lærerne forventer at eleverne forklarer deres udregninger og benytter matematiske fagbegreber i deres svar. Eleverne i matematikvanskeligheder synes dog at følge disse normer mindre. Samtidig er det sjældent at elevernes matematiske forståelse undersøges og udfordres af lærerne.

Et væsentligt empirisk fund er således at elever i matematikvanskeligheder i mindre grad forventes at anvende fagsprog samt forklare og reflektere over deres læreproces. Samtidig praktiserer disse elever i høj grad den pædagogiske norm om at være aktivt involveret i opgaven. Men det læringspotentiale der eksisterer i den aktivitetsorienterede undervisning, forbliver uforløst for eleverne i matematikvanskeligheder. Hensigten er at eleverne agerer i og med læringsmiljøet på en måde så eleverne selv får mulighed for at udtænke løsningsstrategier. Der er dog ikke etableret en læringsituation der i sig selv kan give feedback på om eleven har valgt en løsningsstrategi der virker.

I stedet gør eleverne i vanskeligheder det der forventes af en "god" elev gennem forskellige deltagelsesstrategier, såsom at udføre ting de er gode til, få kammerathjælp og imitere de andre elever – eleverne passer ind. Det resulterer i at matematikvanskelighederne kan blive usynlige for lærerne.

Behov for et nyt klasseledelsesbegreb: benspændsledelse

Når man beskæftiger sig med elever i vanskeligheder, ligger der implicit en forestilling om elever der er dygtige. Forestillingen om den dygtige matematikelev indebærer ofte at eleven ikke tøver eller snubler på vej rundt i det matematiske landskab. De studerede elevs deltagelsesstrategi kan derfor hænge sammen med at lærerne i mindre grad praktiserer en norm der anerkender fejl som vigtige læringsfremmere.

Analysens fund kan bl.a. invitere til at overveje muligheden for at planlægge lektioner så der ofte sker fejl for alle elever og ikke kun for dem der er i vanskeligheder. Således at alle oplever matematiske udfordringer (struggles). Den deraf følgende diskussion og undersøgelse af fejltagelser kunne potentielt være en komplementær inkluderende klasseledelsesstrategi i forhold til de beskrevne lærings-, relations- og adfærdsledelsesstrategier.

Men hvis lærere begynder at forstå den "gode" matematikelev som en der kæmper

og begår fejl, er det så hensigtsmæssigt at anvende de evalueringsmetoder hvor korrekte svar værdisættes gennem tests? Måske mange af de institutionelle praksisser i skolen skal ændres, og måske er lærere nødt til at praktisere fejlorienteret klasseledelse.

Analysen åbner således for et behov for at udvikle et nyt klasseledelsesbegreb hvilket kan italesættes som *benspændsledning*. Casestudiet har ikke undersøgt hvordan sådan en klasseledelse kan udfolde sig. Yderligere forskning kunne således undersøge hvordan elever socialiseres til at håndtere benspænd gennem en bevidst didaktisering af problembehandling. I en sådan didaktik vil det muligvis være befordrende at det synliggøres for alle elever at det er efterstræbelsesværdigt at "kæmpe" for at forstå matematik.

Referencer

- Bray, W.S. (2011). A Collective Case Study of the Influence of Teachers' Beliefs and Knowledge on Error Handling Practices During Class Discussion of Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42(1), s. 2-38.
- Brousseau, G. (1984). The Crucial Role of the Didactical Contract in Analyses and Construction of Situations in Teaching and Learning Mathematics. I: H.-G. Steiner (red.), *Theory of Mathematics Education (TME), ICME 5, Topic area and mini conference*. (Occasional paper no. 54, 1984). Bielefeld: University of Bielefeld.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics: didactique des mathématiques, 1970-1990*. Dordrecht: Kluwer.
- Dalvang, T. & Lunde, O. (2006). Med kompass mot mestring. Et didaktisk perspektiv på matematikkvanser. *NOMAD*, 11(4).
- Ernest, P. (2011). *Mathematics and Special Educational Needs: Theories of Mathematical Ability and Effective Types of Intervention with Low and High Attainers in Mathematics*. Saarbrücken: LAP, Lambert Academic Publishing.
- Flyvbjerg, B. (1991). *Rationalitet og magt – bind 1*. København: Akademisk Forlag A/S.
- Goffman, E. (1963). *Stigma: Notes on the Management of Spoiled Identity*. New York: Simon and Schuster.
- Goffman, E. (2005). *Interaction Ritual. Essays in Face-to-Face Behavior*. New Brunswick, NJ/ London: Aldine Transaction.
- Hersant, M. & Perrin-Glorian, M. (2005). Characterization of an Ordinary Teaching Practice with the Help of the Theory of Didactic Situations. *Educational Studies in Mathematics*, 59(1/3), s. 113-151. doi:10.1007/s10649-005-2183-z.
- Lange, T. (2009). *Difficulties, Meaning and Marginalisation in Mathematics Learning as Seen Through Children's Eyes. Vanskeligheder, mening og marginalisering i matematikundervisning set fra børnehøjde*, Ph.D. thesis in Mathematics Education. Aalborg: Department of Education, Learning and Philosophy, Aalborg University.

- Lindenskov, L. (2000). Kan det være rigtigt at regne forkert og forkert at regne rigtigt? *Læringslandskaber – artikler om læring og fagdidaktik*, 4(1), s. 67-82.
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2013). Early Mathematics Intervention in a Danish Municipality: Theory and Teachers' Reflections in the Pilot Project. I: A. B. Fuglestad, (red.), *Special Needs Education in Mathematics. New Trends, Problems and Possibilities* (s. 64-74). Kristiansand: Portal Academic.
- Roos, H. (2015). *Inclusion in Mathematics in Primary School – What Can it Be? Licentiate Thesis*. Linnaeus University. Faculty of technology. Report No. 31, 2015.
- Schleppenbach, M., Flevaris, L.M., Sims, L.M. & Perry, M. (2007). Teacher Responses to Student Mistakes in Chinese and U.S. Classrooms. *Elementary School Journal*, 108(2), s. 131-147.
- Schmidt, M.C.S. (2013). Klasseledelse i matematik. Hvad ved vi egentlig? – Et systematisk review om matematiklæreres bidrag til et inkluderende læringsfællesskab på skolens begynder- og mellemtrin. *MONA*, 13(3), s. 23-43.
- Schmidt, M.C.S. (2015a). *Inklusionsbestræbelser i matematikundervisningen. En empirisk undersøgelse af matematiklæreres klasseledelse og elevers deltagelsesstrategier i folkeskolen. Ph.d.-afhandling*. København: Institut for Uddannelse og Pædagogik, Aarhus Universitet.
- Schmidt, M.C.S. (2015b). Sociofaglig inklusion & elevfællesskaber – til didaktiseringen af kammerathjælp i matematikundervisning på folkeskolens begyndertrin. *Nordisk matematikk didaktikk*, 20(2), s. 27-52.
- Sjöberg, G. (2008). Alla dessa IG – kan dyskalkyli vara förklaringen? *Nämna*, 2008(3).
- Tetler, S., Ferguson, D., Baltzer, K. & Boye, C. (2011). *Inkluderet i skolens læringsfællesskab? En fortløbende problemløsningsstrategi*. Frederikshavn: Dafolo.
- Tronvoll, I.M. (2000a). *Samspill og likeverd: hvordan barn med funksjonshemming og deres jevnaldrende møter dilemmaer omkring samhandling*. Trondheim: Norsk senter for barneforskning.
- Tronvoll, I.M. (2000b). Barns egen innsats for å være inkludert: barn med moderat hørselshemming i vanlige skole. *Nordisk tidsskrift for spesialpedagogikk*, 78(3), s. 175-187.

English abstract

Possible links between inclusion, students in math difficulties, and classroom leadership are investigated in a case study of teaching strategies and student participation at two primary schools in Denmark. The teachers practice forms of inclusive classroom leadership that are known to be successful for teaching mathematics to all students. At the same time students in math difficulties do what is expected from a 'good' student, through participation strategies such as doing things they are good at and imitating other students. Consequently, the students' difficulties are not apparent to the teachers. The article proposes developing a new concept of classroom leadership: Error-based classroom leadership

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

Aktuel analyse

Gymnasiereformen og udfordringer

– med fokus på naturfagene og matematik



Helle Mathiasen, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Abstract: Analysen ser på hvilke ændringer og kommende udfordringer som gymnasiereformen fra foråret 2016 giver, især med henblik på naturfagene og matematik. Først og fremmest vil det forestående læreplansarbejde være afgørende, og lærerne bør inddrages i dette. Nytænkning af prøve- og feedbackformer kan med fordel være et væsentlig didaktisk perspektiv og fundament heri. Med reformen aktualiseres også endnu engang behovet for et fagdidaktisk løft af lærerne. På ledelsesniveau er der ligeledes behov for et pædagogisk og didaktisk løft.

Indledning

Nytænkning af prøve – og evalueringsformer kan med fordel blive en ledetråd i det kommende læreplansarbejde. Yderligere kan det blive afgørende for implementeringsprocessen, i hvilket omfang erfaringer og kompetencer fra praksis kommer i spil, når læreplansgrupperne skal nedsættes. Behovet for pædagogisk og didaktisk efteruddannelse af lærere og ledere er en central udfordring, hvis den kommende reform skal lykkes. Derudover inviterer forligsteksten (MBUL, 2016) til en flerhed af udfordringer som i denne analyse er udvalgt i forhold til hvad der kan betragtes som væsentlige opmærksomhedspunkter for matematik og naturfagene.¹

Den nye gymnasiereform har været længe undervejs. Reformen fra 2003 (UVM, 2003) har været til diskussion siden den trådte i kraft. De overordnede strukturelle og organisatoriske rammer for de gymnasiale uddannelser har været til debat. Det samme har spørgsmålet om det faglige niveau. Både de videnskabsfunderede faglige diskussioner og de overordnede dannelsesdiskussioner har udfoldet sig i det politiske system, i uddannelsessystemet og i massemedierne siden reformen fra 2003 – og er senest intensiveret i forbindelse med den kommende reform af de gymnasiale uddannelser.

¹ Tak til gymnasiegruppen på Institut for Naturfagenes Didaktik for inspirerende input til denne analyse.

Yderligere har vi kunnet iagttage en løbende diskussion om “egnethed” og om hvilke kriterier og præmisser der skulle lægges til grund for en egnethedsvurdering. Dette tema har affødt heftige diskussioner blandt alle interessenter inden for gymnasieverdenen. Den seneste debat har i særlig grad handlet om karakterer, og det fokus er slået igennem i den nye reform. Denne reduktion af kompleksiteten som karakterdiskussionen har været udtryk for, inviterer i sig selv til en granskning af præmisser for karaktergivning og for sammenhænge mellem grundskole- og gymnasiefordringer, hvad angår den faglige, sociale og personlige dimension.

Eleverne er ikke enige om hvornår, hvor ofte og i hvilke faglige sammenhænge karakterer understøtter deres udvikling af viden, færdigheder og kompetencer (fx Mathiasen et al, 2010-2014, Mathiasen et al, 2014). Udover elevernes forskellige tilgange til karakterer og deres betydning vil et vigtigt perspektiv på dette tema være lærernes rolle og funktion i forhold til at skabe lærings- og undervisningsmiljøer der understøtter en frugtbar evalueringskultur for den enkelte elev, og hvor der samtidig er blik for betydningen af konstruktive lærer-/elevrelationer. Det handler grundlæggende om at skabe gode præmisser for en gymnasiekultur hvor det at fejle kan bruges konstruktivt i læringsøjemed for såvel lærere som elever. Som en lærer udtrykker det: “Learn to fail or fail to learn” (Mathiasen et al, 2014, s. 94). Set med et forskerblik inviterer det markante fokus på karakterer til nye projekter hvor elevers tilgange og erfaringer med karakterers betydning for deres mulighed for at lære det der fordres i gymnasiet, er et omdrejningspunkt.

Kompetencer og fag

Forligskredsens aftale kan læses som et udtryk for kompromissets kunst hvor der er fornuftige tiltag og væsentlige udfordringer. Reformen påpeger at innovative, digitale, globale kompetencer og karrierekompetencer skal styrkes og indskrives i relevante læreplaner (MBUL, 2016, s. 21f), og dermed skal disse generiske kompetencer kobles tæt til faglig viden, færdigheder og kompetencer. Litteraturen samt forsknings- og udviklingsprojekter kan fortælle om den svære øvelse som det er at implementere intentionerne om generiske kompetencer i de enkelte fags læreplaner (Mathiasen et al, 2016, Nielsen, 2015). Hvordan fagene får de generiske kompetencer i spil, og hvordan disse kompetencer skal evalueres, ser vi fortsat som en spændende udfordring – også i et forsknings- og udviklingsperspektiv.

Med reformen er styrkelsen af fagligheden, set som fagenes faglighed, i front. Almen studieforberedelse (AT) afskaffes, og studieretningsprojektet (SRP) styrkes (MBUL, 2016, s. 14f og 21f). Dannelsesbegrebet har endnu engang fået en markant plads i reformen, men nu som en del af de enkelte fags mål. Almen dannelse skal styrkes, som der står i forligsteksten, og det skal ske ved at almen dannelse indskrives i fagenes læreplan (MBUL, 2016 s. 6f).

Udover at sætte fokus på styrkelse af fagfagligheden og almindannelsen er reformens intention at styrke “digitalisering af undervisningen” (MBUL, 2016, s. 40). En kommende “digitaliseringsstrategi” skal understøtte reformens fokus på faglighed og almindelse. Strategien skal henholdsvis have fokus på elevernes digitale færdigheder og kompetencer og på lærernes digitale kompetencer samt deres brug af disse kompetencer i forbindelse med gennemførelse af undervisningen. Yderligere sættes der fokus på lærernes mulighed for at inddrage data genereret på baggrund af elevernes aktiviteter i forbindelse med anvendelsen af digitale læringsressourcer. Det sidste fokuspunkt som den kommende digitaliseringsstrategi ifølge reformen skal indeholde, er “forskningsstudier” der skal producere ny viden om hvordan it kan understøtte faglighed, kundskaber og almen dannelse, samt hvordan evaluering af læringsudbytte kan tænkes implementeret.

Ud fra et forskningsperspektiv er der flere interessante aspekter i disse opmærksomhedspunkter hvor ikke kun et “hvordan” bliver undersøgt, men også et “hvorfor”. Dette undersøgelsesperspektiv skal endvidere ses i sammenhæng med reformens præsentation af arbejde med en “samlet strategi for digital læring på undervisningsområdet”. Det vil være interessant at udfolde de tre begreber, “datastøttet læring”, “digital læring” og “digital didaktik” (MBUL, 2016, s. 40) i et læringsteoretisk perspektiv og relatere det til såvel undervisningspraksis og lærerefteruddannelse og dermed udvikle lærernes didaktiske kompetencer.

Matematik og naturfag

Som udgangspunkt for ønsket om “Fagligt og niveaumæssigt løft af naturvidenskab og matematik” angiver reformteksten at flere skal vælge naturvidenskab og matematik på de gymnasiale uddannelser, og at dette gerne skal afspejle sig i øget optag på de naturvidenskabelige, tekniske og sundhedsvidenskabelige uddannelser. Intentionen med styrkelse af naturvidenskab og matematik er dels at fagene skal fremstå som interesseskabende, og dels “at sikre at alle elever i stx får en bred naturvidenskabelig dannelse og grundlæggende naturfaglig viden” (MBUL, 2016, 14f). Begrebet naturvidenskabelig dannelse skal således beskrives i de kommende læreplaner for de enkelte fag og dette i samklang med begrebet almen dannelse. Her ligger der flere forsknings- og udviklingsmæssige interessante perspektiver som blandt andet handler om implementeringen af de kommende læreplanskrav om naturvidenskabelig dannelse i praksis. Hvorvidt intentionen om elevernes “faglige og niveaumæssige løft” vil lykkes, afhænger af et kompleks af faktorer. Rettes blikket mod matematik B, angiver reformen at matematik B bliver obligatorisk fag for alle elever der optages på stx og htx fra 2017 med undtagelse af elever der har valgt en stærk sprogprofil (MBUL, 2016, s. 15).

En af de udfordringer der kommer i spil, er elevernes forskellige matematikfaglige

forudsætninger for deltagelse i matematikundervisningen når de starter på gymnasiet (Ebbensgaard et al, 2014). Der er flere typer af projekter i gang hvor opmærksomheden er rettet mod samarbejde mellem lærere i henholdsvis grundskolen og de gymnasiale uddannelser (fx Winsløw et al, 2016). I den sammenhæng skal det pointeres at der er et stort behov for videre- og efteruddannelse af matematiklærere, både fagligt og fagdidaktisk. (Jessen et al, 2015)

Reformen tematiserer denne udfordring under overskriften "Forbedring af matematiklærernes pædagogiske kompetencer". (MBUL, 2016, s. 26). Pædagogikum kan være en platform for et kvalitetsløft af lærernes didaktiske kompetencer, men andre initiativer vil med fordel kunne understøtte intentionen om at klæde nye gymnasielærere på til de pædagogiske og didaktiske udfordringer som de møder i praksis. Det vil være nærliggende at gentænke gymnasielæreruddannelsen og i større omfang koble de krav der stilles i læreplanerne, til indhold i studieordningerne. Yderligere vil det være oplagt at tænke toninger i matematikuddannelsen således at faglig formidling og fagdidaktik får en større fokus. Dette også set i lyset af reformens intention om at matematik B "skal gøres mere virkelighedsnært og relevant også i samarbejde med andre fag" (MBUL, 2016, s. 25). Samtidig pointeres det at det nuværende faglige niveau fastholdes. Heri ligger en spændende opgave hvor begrebet relevans i forhold til hvem og til hvad skal fastlægges.

Udover at matematikfaget er udfordret på spredningen i elevforudsætninger, på manglende lærerkapacitet og underskud af de ønskede lærer kvalifikationer, er faget udfordret af teknologien. Blandt andet har brugen af CAS-værktøjer sat skriftlige afleveringer og skriftlig eksamen under pres. Sagt lidt populært kan udviklingen ses som et udtryk for at eleven er blevet teknologiens forlængede arm, og ikke at teknologien ses som elevens forlængede arm. Udfordringen handler om at nytænke den form for typeopgaver hvor it-værktøjer udfører arbejdet og ikke kræver matematisk ræsonnement, kritisk refleksion og indsigt i matematikfaglige emner. Teknologien stiller sig til rådighed og er kommet for at blive. Læreplansarbejdet har derfor en udfordring når det gælder brugen af it-værktøjer.

Forskningen viser at der er en klar sammenhæng mellem prøveform og undervisningspraksis, og denne alignment-tilgang er som udgangspunkt vigtig. Udfordringen er at tænke den rette prøveform til de intenderede mål. Hvis prøveformen kun tester en delmængde af de intenderede kompetencemål, vil undervisningspraksis glide i retning af det der bliver målt på ved en eksamen. Derfor bliver det interessant i et forskningsperspektiv at følge indførelsen af nye prøveformer i skriftlig og mundtlig matematik og undersøge prøveformernes effekt på den daglige undervisning og på elevernes læringsudbytte. (MBUL, 2016, s. 26)

Det naturvidenskabelige løft udmønter sig blandt andet i en genindførelse af et obligatorisk naturvidenskabeligt fag på B-niveau for alle elever. Dette gælder ikke for

elever med tre sprog (MBUL, 2016, s. 15). Stx og htx tilføres to nye permanente fag som profiltone. Fagrækken udvides således med fagene geovidenskab A og bioteknologi. (MBUL, 2016, s. 16)

Det naturvidenskabelige grundforløb gøres kortere og bliver et tre måneders "afklaringsforløb". Forløbets formål er at "give eleverne en bedre start i gymnasiet, hvor afklaring af faglige interesser og forudsætninger med henblik på valg af studieretning er i fokus" (MBUL, 2016, s. 7). Grundforløbet skal således "introducere eleven til studieretningernes fagområder [...]" og "udfordre eleven, og eleven skal i forløbet stifte bekendtskab med de faglige krav, som stilles i gymnasiet som helhed og i studieretningerne, inden eleven foretager sit valg [...]" (MBUL, 2016, s. 7). Forløbet afsluttes med en prøve som tæller på eksamensbeviset.

Grundforløbet skal indeholde løbende evaluering og feedback, og undervejs i forløbet skal eleven desuden deltage i en "obligatorisk evalueringssamtale" der "skal afdække elevens faglige niveau og elevens ønsker til videre uddannelse" (MBUL, 2016, s. 7). Den formative feedback i dette forløb må betragtes som et vigtigt opmærksomhedspunkt og må således få et særligt fokus i afklarings- og kulturindføringsprocessen for den enkelte elev. Ud fra et forskningsperspektiv ses en udfordring i at finde valide prøveformer der kan evaluere reformens flerstrengede intentioner. Her er grundforløbet et eksempel på en udfordret evalueringsproces, og en afdækning af evalueringstemaer og sammenhængen mellem den formative og summative evaluering bør afklares og udvikles til en evalueringspraksis der kan understøtte lærere og elevers bestræbelser på at opfylde intentionerne med forløbet.

Reformen har flere steder fokus på vigtigheden af formativ feedback og sammenhænge mellem formative og summative evalueringer. Gennem flere år har evalueringer været et væsentligt fokus i forbindelse med udviklingen af nye måder at evaluere på hvilket med fordel kan inddrages i det kommende læreplansarbejde (fx Dolin et al, 2016).

Sammenfatning

Reformen byder på gode intentioner og mange udfordringer. Det forestående læreplansarbejde kan ikke undervurdes, og en inddragelse af lærerne i dette arbejde må ses som afgørende. Det politiske system og uddannelsessystemet kan således have gensidig nytte af et samarbejde.

Nytænkning af prøve- og feedbackformer kan med fordel være et væsentligt didaktisk perspektiv og fundament i det kommende læreplansarbejde.

Med reformen aktualiseres endnu engang behovet for et fagdidaktisk løft af lærerne. På ledelsesniveau er der ligeledes behov for et pædagogisk og didaktisk løft. En implementering af reformen kræver et fagligt, et fagdidaktisk og et pædagogisk

overskud. I modsat fald kan styringsdokumenterne leve deres eget stille liv, mens undervisningspraksis fortsætter som om intet var hændt.

Referencer

- Dolin, J. et al (2016). *Assess Inquiry in Science, Technology and Mathematics Education*. <http://www.ind.ku.dk/projekter/assistme/>
- Ebbensgaard, A., Jacobsen, J.C. og Ulriksen, L., (2014). *Overgangsproblemer mellem grundskole og gymnasium i fagene dansk, matematik og engelsk* http://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/2014-37/Rapportudkast_Endelig_v2_web2.pdf
- Jessen, B., Holm, C. og Winsløw, C., (2015). *Matematikudredningen: Udredning af den gymnasiale matematiks rolle og udviklingsbehov* <http://www.ind.ku.dk/projekter/matematikudredning/>
- Mathiasen, H. et al. *Undervisningsorganisering, -former og -medier på langs og tværs af de gymnasiale uddannelser, 2010-2014*.
http://www.emu.dk/sites/default/files/Hovedrapport_2012.pdf
http://www.emu.dk/sites/default/files/HOVEDRAPPORT_2013_ONLINE.pdf
<http://www.emu.dk/sites/default/files/Hovedrapport2014.pdf>
- Mathiasen, H. et al (2014). *Innovative kompetencer og fleksibel organisering af undervisningen, 2012-2014* <http://www.emu.dk/sites/default/files/Innovative%20kompetencer%20og%20fleksibel%20organisering%20af%20undervisningen%20endel....pdf>
- Ministeriet for børn, undervisning og ligestilling, MBUL (2016). *Aftaleteksten af 3. juni 2016 Aftale mellem Regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Liberal Alliance, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti og Det Konservative Folkeparti om styrkede gymnasiale uddannelser* http://www.uvm.dk/Aktuelt/~/_UVM-DK/Content/News/Udd/Gym/2016/Jun/160603-Bredt-forlig-om-gymnasiereform
- Nielsen, J. A. (2015). *Rapport fra arbejdsgruppe for prøveformer der tester innovationskompetencer i Gymnasiet*. http://static-curis.ku.dk/portal/files/135276322/Rapport_endelig.pdf
- Undervisningsministeriet, UVM (2003). *Aftaleteksten af 28. maj 2003 mellem Regeringen (Venstre og Det Konservative Folkeparti), Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Socialistisk Folkeparti, Det Radikale Venstre og Kristeligt Folkeparti om reformen af de gymnasiale uddannelser*. <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Styring-og-politik/Politiske-oplaeg-og-aftaler-for-de-gymnasiale-uddannelser/Gymnasiereformen>
- Winsløw, C., Jessen, B. og Holm, C. (2016). *Matematikbroen, fra grundskole til gymnasium, 2015-2016* <http://www.ind.ku.dk/projekter/matematikbroen/>

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.

Umami og emulgator og det atomiserede, situerede dannelsesbegreb



Bjørn Friis Johannsen,
Institut for Naturfagernes
Didaktik, Københavns
Universitet



Sofie Birch Jensen,
Institut for Naturfagernes
Didaktik, Københavns
Universitet

Kommentar til artiklen: "Effekter af en Science Camp" af L. Ahrenkiel, S. Caspersen, M. Christensen og G. Grønlund, MONA 2016-2

Det er et forfriskende nyt bud på et helt konkret evalueringsværktøj der kan måle udbyttet af – i dette tilfælde – en science camp der tilbydes af Linda Ahrenkiel, Stine Caspersen, Morten Christensen og Gitte Grønlunds i forrige udgave af MONA.

Snarere end at følge skik og vanlig praksis og måle fagligt udbytte eller fx attitudeændringer hos elever som følge af deres undervisningsaktivitet, besluttede forfatterne at de ville måle hvorvidt eleverne der deltog i deres science camp, var blevet mere naturfagligt dannede. Det er både en spændende og modig beslutning. Forfatterne gør sig umage med at forklare hvilke valg de har foretaget i konkretiseringen af deres evalueringsredskab – som er et spørgeskema elever udfylder ved start og slut på deres deltagelse i campen. De gør det med fødderne solidt plantet i både international og national litteratur fra området omkring uformel læring, dannelse og scientific literacy. Og så er deres metode praktisk ladsiggørlig.

Valg er også fravalg. Blandt et mere iøjnefaldende er at forfatterne undsiger sig at diskutere dannelse i en læringsteoretisk ramme. Det kan man synes er synd, men på den anden side kalder det fravalg netop på at en sådan diskussion tages, hvilket vi gør her. Kommentaren her skal derfor ikke læses som en kritisk diskussion af de valg forfatterne har foretaget. I stedet er den en lejlighed til at diskutere spørgsmålet om læring i relation til forskellige begreber om dannelse, blandt andet det Ahrenkiel og kollegaer operationaliserede i *Effekter af en Science Camp*.

Operationalisering af et dannelsesbegreb

Indledningsvis kaldte vi det modigt at Ahrenkiel og kollegaer (2016) ville måle dannelse hos deltagere i en science camp. Det gør vi fordi dannelse som begreb er utroligt uhåndgribeligt og svært at præcisere, som forfatterne også selv peger på; og fordi det netop derfor er svært at måle.

Men skal man måle dannelse, må begrebet operationaliseres. Det gør forfatterne med udgangspunkt i Sjøbergs (2012) bog om naturfaglig almindelse. Her betragtes dannelse som det at have viden og kundskaber på tværs af tre dimensioner: produkt, proces og metode samt social institution. Den dannede elev er altså én der ikke blot ved hvad en emulgator er (produkt), men som også forstår, hvordan man kan lave forsøg for at undersøge emulgatorer (proces og metode) og kan forbinde sin viden om emulgatorer med sin hverdag (social institution). Således bliver det muligt at måle elementer af dannelse hos deltagerne på en science camp der handlede om at bringe naturvidenskabelige metoder og begreber i spil i forbindelse med madlavning: Véd deltagerne hvad en emulgator er, véd de hvad en hypotese er, og mener de at de to forrige spørgsmål er relevante for samfundet? Hvis ja, så har de hvad der skal til for at de kan blive (en smule mere) dannede.

Et fag- og videncentreret dannelsesbegreb

Det er karakteristisk at denne operationalisering af dannelsesbegrebet i høj grad sætter faget centralt i dannelsen: At være dannet handler om at *forstå* faget; både dets produkt, dets indhold og dets anvendelsesområder.

Eleven som handlende og stillingtagende individ bliver mindre relevant, ligesom relationen mellem eleven og faget underspilles. Dannelsespositioner hvor der lægges vægt på at dannelsen bidrager til at opøve elevens personlige myndighed, demokratiske deltagelse og kritiske stillingtagen spiller heller ingen rolle her. Det spiller til gengæld en rolle om eleven ved at *faget* indtager sådanne funktioner og positioner. Hvis dannelse med Steen Nepper Larsens (2013) ord er "afkaldet på at blive gjort dum og uværdig" (s. 7), bidrager dette videncentrerede dannelsesbegreb måske til at man ikke gøres dum, men ikke nødvendigvis til at man giver afkald på at blive gjort uværdig.

At fokusere på faget letter oplagt operationaliseringen af dannelsesbegrebet og dermed også muligheden for at måle dannelse hos campdeltagerne. Men spørgsmålet er om dannelsens essens tabes. Det er vanskeligt at være uenig i at faglig indsigt, metodisk forståelse og oplevelsen af naturvidenskabens relevans spiller en rolle når vi skal beskrive hvordan dannelse fungerer, men det betyder ikke nødvendigvis at disse begreber kan stå alene, og slet ikke hver for sig. Er man dannet hvis man fx ikke sætter sin viden i spil i nye kontekster? Hvis man nok kan se hvilken rolle emulgatorer har hjemme i køkkenhverdagen, men ikke hvad det betyder for fødevarerens kvalitet at industrien kan emulgere alt muligt mærkeligt sammen uden det får indflydelse på kon-

sistens? Eller hvis viden ikke giver sig udslag i at man udvikler holdninger til kvalitet og i det hele taget spørger sig hvordan man vil handle på den viden man har fået?

Atomisering af dannelsesbegrebet

Dette leder frem til et andet spørgsmål der er interessant at overveje i relation til Ahrenkiel og kollegaers dannelsesbegreb: Kan man betragte dannelse som en sammensætning af deldannelser; som et forudsætningsspørgsmål? Er dannelse sådan noget der bygges fra grunden hvor man starter med produktviden og siden bygger procesviden, samfundsrelationer, stillingtagen, holdninger osv. på i nævnte rækkefølge? Eller kunne det tænkes at alle disse dimensioner i stedet udvikles i et vekselvirkende samspil, tæt sammenfiltret?

Tro mod Sjøbergs (2012) dannelsesforståelse skriver Ahrenkiel og kollegaer (2016) om deres undersøgelse at "det er vigtigt at holde in mente at der ikke hævdes at måle naturfaglig dannelse som sådan, men elementer af dannelse" (s. 21). En underliggende præmis bliver dermed at dannelse kan opbygges ved at eleverne arbejder med elementer der udgør dannelse som så senere udgør forudsætningen for at eleven kan agere dannet. En helt anderledes måde at begribe begrebet er Klafkis (1983) idé om en kategorial dannelse der antager at dannelsen ikke kan sammenstykkedes, men udgøres af et forbundet gensidigt hele hvor metode viser vejen til indhold, og indhold til metode osv. (se fx Damberg, Dolin, Ingerslev, & Kaspersen, 2013, s. 73ff).

Det sidste perspektiv deler vi, og vi mistænker egentlig Ahrenkiel og kollegaer (2016) for også at have lidt tendens til det. Godt nok måler de viden inden for hver af deres dimensioner (hhv. indhold, metode og relevans i samfundet) og behandler resultater separat, men de gør også ansatser til at diskutere hvilke implikationer det har for deres resultater at undersøgelsesdesignet spørger til delelementer af dannelse hos eleverne og ikke dannelse som sådan. For eksempel konstaterer de at når de ser en fremgang i en dimension, er der også fremgang at spore på andre dimensioner; at viden om indhold så at sige viser vejen til viden om metode og så fremdeles.

Opsplitningen af dannelsesbegrebet i de tre dimensioner atomiserer derfor ikke nødvendigvis dannelsen mere end at der tilsyneladende stadig findes forbindelseslinjer mellem dimensionerne. Så meget desto bedre kunne det have været interessant med et undersøgelsesdesign der ekspliciterede disse forbindelseslinjer og gav indblik i hvad eleverne gjorde, og hvordan dannelsen opstod, da de bragte forskellige viden-centrerede dimensioner i spil på en dannet måde. I stedet, og en smule overraskende, peger forfatterne på at de måler dannelse som et 'latent fænomen' (2016, s. 15): Et der ligger hos eleverne, et potentiale måske, som ikke blev bragt til anvendelse (i besvarelsen af deres spørgeskema). Og hvorvidt dannelse bedst måles som 'et latent fænomen', eller om det er noget man ser i måden folk agerer på, det er dybest set et læringsteoretisk spørgsmål.

Dannelse i en (lærings)kontekst

Spørgsmålet om hvorvidt og hvordan man kan se dannelse udtrykt som læring, bliver rigtigt relevant når man forholder sig til artiklens afsluttende bemærkninger hvor Ahrenkiel og kollegaer (2016) begrundet at fordi deres “undersøgelse udelukkende vurderer situerede udbytter af Science Camps,” bør man overveje hvordan man også kan “evaluere på varigheden og stabiliteten af disse udbytter” (s. 21). Det vi bemærker, er at begrundelsen trækker på det forhold at undersøgelsens fokus er det *situerede* udbytte, og at det har en konsekvens for hvorvidt forfatterne egentlig føler de har målt dannelse. For, forstår man, udbyttet må nødvendigvis være blivende, i en eller anden forstand, for overhovedet at kunne blive til dannelse. Den forståelse er interessant at sammenholde med forfatternes læsning af Harry Haues dannelsesbegreb hvor de på s. 10 i artiklen skriver at undervisning der danner, skal “give både faglige og erkendelsesmæssige indsigter, således at eleverne i deres senere virke får et reflekteret forhold til omverdenen.” Her er det interessant at lægge vægt på det forhold, som også tidligere nævnt, at forfatterne tænker på den dannende undervisning som noget der giver eleverne nødvendige forudsætninger for i deres *senere virke* at kunne agere dannede. I så fald er det naturligvis vigtigt at elevens udbytte er blivende for at vedkommende dannes af det. Men samtidig er det også en konsekvens af forfatterens valg om at operationalisere et dannelsesbegreb der slet ikke kan måles mens eleven dannes, men som i stedet måler om eleven tilegner sig forudsætninger som man håber eleven kan bruge hvis han eller hun en dag skal agere dannet.

Situerethed

Netop det forhold omkring forudsætninger over for ageren gør at vi tænker at det er uheldigt at tage en dannelsesdiskussion uden også samtidig at placere den diskussion som et spørgsmål om læring. Vi tror nemlig ikke det er rigtigt når forfatterne skriver at det er det situerede udbytte de måler. Rigtignok måler de om eleverne kan huske begreber der har været brugt på deres science camp, og de måler om eleverne kan forholde sig til nogle begreber om naturvidenskabelige processer og metoder som nok også har været brugt på campen, og om eleverne kan se naturfaglige sammenhænge ud over campens kontekst. Givetvis lyder ordene der bruges i spørgeskemaet, ligesom ord der bruges på campen, men det betyder ikke at evalueringsredskabet er situeret. Og særligt forholdet omkring spørgsmålet om ‘situerethed’ synes at have generet forfatterne. For i deres læsning af Haue (2003) er dannelse netop ikke situeret i arbejdet med at *blive* dannet. Man lærer nogle begreber; man lærer nogle metoder; man lærer at udpege en relevans ude i verden; og senere – ude i verden, i en anden sammenhæng, i en bestemt kontekst – da agerer man dannet. Så det at gøre dannelse, at vise at man er dannet, det er noget der foregår et helt andet sted, noget der er placeret eller situeret i en bestemt, men bestemt en anden kontekst. Og det er drønirriterende

hvis det man gerne vil måle er om mennesker er *blevet dannede* af at *blive dannet*. For i dette begrebs natur er det ikke noget der foregår det samme sted.

Det var derfor vi selv besluttede, da vi skulle evaluere om der foregår naturfaglig dannelse i gymnasierne, at vi måtte gøre som Klafki og klaske det hele sammen så man kan konstatere at for at *blive dannet* må man *agere dannet*. Således placerede vi dannelsesbegrebet som noget der er situeret i undervisningen, og sagde, som Ahrenkiel og kollegaer rigtigt nok citerer os for at den naturfaglige dannelse “altid viser sig i konkrete situationer med et specifikt indhold” (Dolin, Jacobsen, Jensen, & Johannsen, 2014, s. 9). For at evaluere om dannelse fandt sted, havde vi på forhånd besluttet hvordan dannelse skulle *visе sig*, og vi lagde vægt på at det for eksempel skete når eleven kunne sætte sig selv i spil i og i forhold til de situationer hvor noget bestemt indhold skulle behandles. Det betyder at vi i vores operationalisering netop lagde vægt på at læring er situeret, og at udbyttet, i form af dannelse, skulle kunne ses som nogle bestemte måder at deltage i eller tale om sin deltagelse i undervisningen på.

Dannelse som tilegnelse eller som deltagelse

I Ahrenkiel og kollegaers (2016) optik er læring et spørgsmål om tilegnelse: For at kunne agere dannet, må man tilegne sig noget viden, viden om metoder, og viden om naturfagenes relevans. Og så måler de om det er sket, og lader siden hhv. Haue (2003) og Sjøberg (2012) stå som garantier for at det nok en dag skal munde ud i dannelse.

Og det er der ikke noget galt i. Diskussionen af om læring skal forstås med blik for deltagelse eller med blik for tilegnelse, er god og gammel (se fx Anderson, Greeno, Reder, & Simon, 2000; Sfard, 1998). Og det der dybest set deler vandene, er spørgsmålet om *transfer*, altså spørgsmålet om hvorvidt en elev kan finde anvendelse af det vedkommende har lært ét sted, i andre, mere eller mindre lignende, situationer. Og det tror vi vel alle sammen i vid udstrækning på er muligt for ellers havde vi ikke skoler, men blot fritidshjem og børnehaver til at opbevare børnene i. Ikke desto mindre er det ikke helt ualmindeligt at møde frustrerede fysiklærere der ikke kan forstå hvorfor eleverne ikke kan differentiere, når nu matematiklæreren sværger på at de kunne sidst han så dem. Og det er ikke til at forstå ud fra et tilegnelsesperspektiv.

Ser man i stedet læring som noget der udtrykkes gennem deltagelse, betyder det dybest set at man kan have svært ved også at tro på transfer. Man kan meget vel lære elever at når de er i matematiklokalet, så er reglen for deres deltagelse at de skal sidde og differentiere. Hvis fysiklæreren også vil have dem til at differentiere, så må han gøre det samme; hvilket stemmer meget godt overens med det lærere oplever. Derfor er det ikke helt urimeligt hvis man i stedet for at tale om transfer, taler om *transformation* (Packer, 2001). Således bliver læring ikke længere et spørgsmål om *hvad* man har lært (og hvilke situationer man kan bruge det lærte i), men *hvem* man er (og måderne man er det på) (se fx Illeris, 2001; Illeris, Katznelson, Simonsen,

& Ulriksen, 2002). Så når matematiklærerens elever ikke kan differentiere uden for matematiklokalet, så er det fordi matematikundervisningen ikke er lykkedes med at bidrage til at eleverne er blevet mennesker der overvejer om der findes noget uden for matematiklokalet der kan differentieres. Og med et sådant perspektiv på læring kan ret megen af den læring der foregår i skolen, hurtigt forekomme én temmelig meningsløst. Altså, med mindre det der foregår i skolen, iscenesættes som noget der er meningsfuldt i sig selv, både for elever og for lærere. Ikke først senere i livet; men allerede i samme øjeblik iscenesættelsen finder sted.

Derfor kan man indvende at hvis man, som Ahrenkiel og kollegaer, kan vise at et undervisningsforløb i nogen grad lykkes med at lære deltagerne at forklare hvad umami og emulgatorer er, så er det ikke nødvendigvis blot et udtryk for, som forfatterne forsigtigt foreslår, at eleverne “udsættes for de samme spørgsmål to gange idet den første besvarelse muligvis giver anledning til at respondenter bliver bekendt med opgavetyperne” (s. 19), men i stedet og helt nødvendigvis et udtryk for at eleverne et eller andet sted undervejs har lært sig at det var meningsfuldt at finde ud af at beskrive begreberne umami og emulgator på måder der gjorde at de også blev bedre til det da de blev stillet spørgsmålet anden gang i en eftertest.

Hvorvidt vi synes det er mere dannet at sige at umami “er en smag ligesom sur, sød og salt som betyder velsmagende og blev opdaget af en mand mens han spiste tangsuppe”, end at sige at umami “er den 5. smag og et andet ord for lækkert” (s. 18), er et andet spørgsmål som ikke har noget med læring (steori) at gøre. Det er et politisk spørgsmål der handler om hvad det er for nogle mennesker som vi gerne vil have at skolen får eleverne til at blive. I sig selv, og fremstillet uden sammenhæng til de aktiviteter eleverne har deltaget i, kan det være svært at vurdere om det er vigtigt at de har et nuanceret forhold til begrebet umami. Men Ahrenkiel og kollegaer (2016) valgte at der “ikke [skulle] anlægges en særlig læringsteoretisk tilgang i forhold til naturfaglig dannelse,” (s. 10) og undsagde sig samtidig muligheden for at begrunde hvordan deres aktiviteter var meningsfulde i et dannelsesperspektiv. Havde de i stedet valgt at prioritere sådanne overvejelser, havde det nok også været tydeligere at man sandsynligvis sagtens kan måle dannelse ved at spørge en elev hvad umami er for noget. Og som sådan er Ahrenkiel og kollegaers redskab en god ide. Det mangler blot at blive begrundet i den undervisning som de har tilrettelagt; det mangler blot at de viser hvordan de begreber som de testede for, var situerede i en kontekst hvor det var meningsfuldt at arbejde med smagen af umami i sammenhæng med naturfaglige metoder på måder der kan opfattes som dannet.

Dannelsen og magten

På den ene side har vi diskuteret os frem til at det er vigtigt at høre efter når Ahrenkiel og kollegaer understreger at deres redskab ikke måler dannelse i sig selv, og på den anden side at vi mener deres redskab måske gør det alligevel hvis man kunne argumentere for en intention om at elevernes arbejde på deres science camp *Smag dig klog* kan opfattes som dannet. Spørgsmålet der står tilbage i forhold til denne kommentar, er derfor hvad man kan bruge dannelsesbegrebet til hvis dannelsen definitions-mæssigt bare bliver det der ikke kan måles, det der bare skal begrundes, måske fordi det føles rart i maven eller fordi man kan ane forbindelseslinjer mellem Sjøbergs tre dannelsesdimensioner.

Man kan også lægge det med at *give afkald på at blive gjort dum og uværdig* ind over definitionen sammen med noget om magt og modmagt, men det gør bare spørgsmålet om hvordan dannelse ser ud, mere uigennemtrængeligt og mere komplekst. Er man da ikke bedre tjent med et reduceret, eventuelt forfladiget, men dog operationaliserbart og gennemtrængeligt dannelsesbegreb som kan bruges til at måle med? Et der ikke kan udpege dannelse i sig selv, men som da i det mindste kan udpege om forudsætningerne for dannelse er til stede? Det kommer an på hvad dannelsen skal kunne.

Når vi skal forstå hvad dannelse er, gør vi gerne brug af en mistanke om at begrebet har overlevet fordi det til stadighed konstrueres og rekonstrueres med tanke på at det *skal* være svært at præcisere, konkretisere og gennemtrænge, og at det netop er det der er begrebets primære berettigelse og funktion i sit udgangspunkt.

I hin svunden tid, i forbindelse med en spirende demokratisering af landet, gik magthaverne i småpanik. De manglede begrundelsen for at de og deres som mindretal stadig i fremtiden skulle kunne forvalte flertallets magtbeføjelser som alle havde for vane. De manglede et redskab de kunne bruge til at udpege sig selv og deres børn som særlige, og særligt velegnede frem for bønderne og deres børn og alle de andre dele af befolkningen som man ikke mente var magten forundt. I England gjorde man sig særlige anstrengelser for at beregne og dokumentere den særlige begavelse man kun mente var at finde blandt adelig indavl (Petersen, 2014), mens man i Danmark fik øje på dannelsesbegrebet.

De borgerliges børn kom i skole sammen med adelens, og i fællesskab udviklede man et karaktertræk hos disse børn der var forskelligt fra karaktertræk og kendetegn hos de øvrige børn. På illustration 1 kan man se det fineste af det 19. århundredes intelligentsia sat til at bevogte Sorø Akademis stengange og eventuelt tæve det lejlighedsvist bortrømte barn på plads igen. Skolens øvrige elever sidder antageligvis pænt på deres pladser i de tilstødende lokaler hvor man fyldte på af alt muligt mere eller mindre brugbart som ingen der skulle hyppes kartofler, nogensinde ville have tid til at sætte sig ned og lære også (se fx Haue, 2003, pp., s. 67ff, s. 82-83). Efterhånden kaldte man det dannelse. Begrebet overlevede; det gjorde det adelsbeslægtede

borgerskab ikke, og interessant nok sætter vi i dag gerne begrebet i forbindelse med netop intentionen om at forhindre magten (uanset om den er økonomisk, politisk eller blot personligt motiveret) i at kunne tryne (Larsen, 2013). Nu, eller måske snarere for ikke så længe siden, var dannelse demokratiets værn om sig selv; og således noget der tvingende nødvendigt måtte komme alle til gode.



Illustration 1. Christen Dalsgaard (1871): Stengangen på Sorø Akademi, oprindeligt oprettet som sted hvor adelens og borgerskabets børn kunne mødes og dannes af deres ældre. Kilde: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stengangen_p%C3%A5_Sor%C3%B8_Akademi_\(Dalgaard\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stengangen_p%C3%A5_Sor%C3%B8_Akademi_(Dalgaard).jpg)

I skrivende stund, i forbindelse med formuleringen af en ny gymnasiereform – som man kan læse om andet steds i denne udgave af MONA – er der igen trukket streger op omkring dannelsesbegrebet, og skyts samles til nye moderniseringskampe. Nu skulle dannelse helst betyde innovationskompetence og karrierespæktiv (se fx UVM, U.Å.). Intentionen kunne sagtens ligne den forrige: de nye deltagere i samfundet skal kunne gøre sig fri af magtens, teknologiens, og globaliseringens tyranni. De skal kunne selv, og ingen skal komme her (og sælge os software, solceller, bioteknologi og mobiltelefoner). Eller også er det et borgerligt/neoliberalt/nykonservativt forsøg

på at erobre dannelsesbegrebet og dermed gymnasiets opdragende funktion. Uanset er intentionen stadig den samme: dannelsen skal gøre os frie. Men om det er frihed til at kunne tale magten imod, eller om det er frihed til at forføre og lade sig forføre, det gør en forskel.

Det er derfor at begrebet om dannelse skal være så uhåndterbart og uigennemtrængeligt. Det skal være et begreb og en forventning der ikke bare kan stjæles og bruges som argument for at gøre eller uddanne som man vil. Dannelse er ikke en begrundelse i sig selv, men et begreb der står og råber på at blive begrundet. Som begreb står det i princippet som indoktrineringens modsætning; men hvis ikke vi insisterer på hele tiden at sikre os at vi ved hvad dannelse er, og hvordan dannelse gøres, risikere vi at begrebet i stedet står synonymt.

Der er med meget lille sandsynlighed noget som helst farligt ved science campen *Smag dig klog*; men det kunne der sagtens være. Naturfagene kunne sagtens bruges som påskud for at fx Bæredygtigt Landbrug sammen med *Snøfler* fra Karen Volf lærer elever hvor fantastisk det er at videnskaben kan emulgere al fødevarerproduktionens skrald sammen til alt muligt der har dejlig smag og konsistens. Og hvis vi endda kunne bruge Ahrenkiel og kollegaers redskab til at måle at eleverne blev dannede af det, så var den hellige ko velforvaret. Og det ville vi sandsynligvis kunne hvis det var tilfældet. Men det ville vi ikke være bedre tjent med.

Referencer

- Ahrenkiel, L., Caspersen, S., Christensen, M., & Grønlund, G. (2016). Effekter af en Science Camp. *MONA: Matematik og Naturfagsdidaktik*, 2016(2), 7-25.
- Anderson, J. R., Greeno, J. G., Reder, L. M., & Simon, H. A. (2000). Perspectives on Learning, Thinking, and Activity. *Educational researcher*, 29(4), 11-13.
- Damberg, E., Dolin, J., Ingerslev, G. H., & Kaspersen, P. (Eds.). (2013). *Gymnasiepædagogik: En grundbog, 2. udgave*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Dolin, J., Jacobsen, L. B., Jensen, S. B., & Johannsen, B. F. (2014). *Evaluering af naturvidenskabelig almendannelse i stx- og hf-uddannelserne*. København: Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Hae, H. (2003). *Almendannelse som ledestjerne: En undersøgelse af almendannelsens funktion i dansk gymnasieundervisning 1775-2000*. Odense: Syddansk Universitetsforlag.
- Illeris, K. (2001). *Læring*. Roskilde: Roskilde Universitetsforlag.
- Illeris, K., Katznelson, N., Simonsen, B., & Ulriksen, L. (2002). *Ungdom identitet og uddannelse*. Roskilde: Roskilde Universitetsforlag.
- Klafki, W. (1983). *Kategorial dannelse og kritisk konstruktiv pædagogik: udvalgte artikler*. København: Nyt Nordisk Forlag.
- Larsen, S. N. (2013). *Dannelse: en samtidskritisk og idéhistorisk revitalisering*. Munkebo: Forlaget Fjordager.

- Packer, M. (2001). The problem of transfer, and the sociocultural critique of schooling. *The Journal of the Learning Sciences*, 10(4), 493-514.
- Petersen, J. W. (2014). *Talent – why do we do it?* (Specialeafhandling), Københavns Universitet, Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Sfard, A. (1998). On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One. *Educational researcher*, 27(2), 4-13.
- Sjøberg, S. (2012). *Naturfag som almendannelse: en kritisk fagdidaktik (2. udgave)*. Århus: Klim.
- UVM. (U.Å.). Modernisering af almendannelsen og studieparathed. https://www.uvm.dk/-/media/UVM/Filer/Udd/Gym/PDF16/Apr/160404-Infoark_7-Modernisering-af-almendannelsen-og-studieparathed.ashx, tilgået 7. juli 2016.

Sciencecamps i Europa – virker de efter hensigten og hvorfor?



Uffe Sveegaard,
ScienceTalenter, Mærsk
McKinney Møller
Videncenter, Sorø

Kommentar til artiklen “Effekter af en Science Camp”, MONA, 2016-2

I juninummeret af MONA kunne man læse en interessant artikel om effekten af sciencecamp på de deltagende elevers naturfaglige dannelse. Undersøgelsen, som rettede sig mod fire sciencecamps afholdt for elever på 8. klassetrin, konkluderer at denne type camps har en positiv effekt på de deltagende elevers udbytte i form af øget naturvidenskabelig dannelse.

Med naturfaglig dannelse mener artiklens forfattere at campdeltagerne opnår viden og kompetencer inden for grundlæggende videnskabelige teorier og begreber (produkt), forståelse for processen i naturvidenskabeligt arbejde (proces og metode) og forståelse af naturvidenskabens og teknologiens indvirkning på det enkelte individ og samfundet (social institution).

I det følgende vil jeg kommentere og supplere artiklens diskussion af sciencecamps' formål, definition, indhold og nytteværdi på baggrund af erfaringer fra deltagelse i et Comenius-projekt om sciencecamps samt ScienceTalenter's flerårige virke med afholdelse af sciencecamps, og endelig vil jeg forsøge at understøtte forfatternes beskrivelse af sciencecampens særlige styrke som naturvidenskabeligt dannende som peger på at *kombinationen af naturfaglig formidling og aktiviteter, sociale relationer og fællesskab giver særdeles gode betingelser for at bidrage til elementer af den naturvidenskabelige dannelse hos deltagerne.*

Hvorfor sciencecamps?

ScienceTalenter, som varetager den nationale talentpleje i naturvidenskab for de unge i uddannelsessystemet mellem 12 og 20 år, deltog sammen med seks andre partnere i 2012-15 i et EU Comenius-projekt ved navn *Science Holiday camps in Europe/SciCamp*. Projektet havde til formål at understøtte EU's indsats for at få flere unge til at tage en naturvidenskabelig uddannelse.

Dette formål, som artiklen da også indledningsvist fremhæver som bærende for det store fokus på STEM-fag, herunder bl.a. sciencecamps, skyldes at OECD-landene hovedsageligt bygger deres velstand og konkurrenceevne på teknologi baseret på naturvidenskab, og da de unge i stigende grad fravælger naturvidenskabelige uddannelser, vil antallet af dimittender ikke kunne matche fremtidens efterspørgsel. Der skal med andre ord rekrutteres unge til de naturvidenskabelige uddannelser for at sikre landenes økonomiske velstand.

Dette rationale ligger også til grund for EU's – og i øvrigt Nordens – satsning på styrkelse af STEM-fag og følgelig også for EU's støtte til Comenius-projektet.

Vores Comenius-projekt valgte at fokusere på sciencecamps ud fra følgende betragtning:

Sciencecamps er én af de måder man kan imødekomme unge menneskers manglende interesse for de naturvidenskabelige områder idet disse camps forsøger at engagere de unge i naturvidenskabelige spørgsmål og hjælpe dem med at udvikle en positiv holdning til disse områder.

Sciencecamps giver unge mennesker mange muligheder for at udvikle deres egne kreative løsninger på naturvidenskabelige og tekniske spørgsmål. Ved siden af læringen i klasseværelset bidrager sciencecamps med at hjælpe de unge mennesker til at opdage deres egne løsninger ved hjælp af undersøgelsesbaseret læring. Samarbejdet mellem interessenter fra virksomheder (særligt små og mellemstore) og personalet fra akademiske institutioner gør det lettere for de unge at finde rollemodeller i videnskabsfolk og ingeniører.

Projektet havde til hensigt at skabe et netværk med tre mål:

1. At bringe forskellige camp-udbydere sammen for at skabe en stærk forbindelse mellem europæiske lande og udveksle gode erfaringer og forskning om udviklingen af disse camps.
2. At bringe sommerecamps sammen med lokale virksomheder der udvikler tekniske og naturvidenskabelige produkter, samt med regionale universiteter, tekniske universiteter og andre institutioner der arbejder inden for det naturvidenskabelige område.
3. At udtrække konkrete idéer og forskningsbaserede resultater fra de forskellige sciencecamps og bringe denne viden ind i klasseværelset på de skoler som ligger i nærheden af disse sciencecamps.

Dette formål skulle opnås ved at kortlægge, undersøge og beskrive en række sciencecamps i Europa via internet-research, interviews, online spørgeskemaer og besøg på flere camps og høste erfaringerne fra disse europæiske sciencecamps så de kunne komme skoleklasser, universiteter og virksomheder til gode. Projektet blev gennemført via tre paneuropæiske konferencer som bidrog til at etablere netværket

og justere strategien for evaluering af sciencecamps samt skabe en fælles forståelse af *den gode sciencecamp*.

Hvad er en sciencecamp?

Begrebet "sciencecamp" kan ikke indsnævres til en objektiv definition man kan slå op i et leksikon. Der er snarere tale om et flydende begreb der dækker over en bred vifte af aktiviteter som fokuserer på næsten alle aspekter af naturvidenskaben, herunder ingeniørvidenskab, robotteknologi, kemi, fysik, matematik, grøn energi, bæredygtigt miljø, dyr i zoologisk have, arkitektur, rumfart, dinosaurer og fossile brændstoffer for blot at nævne nogle af emnerne for sciencecamps.

Derudover varierer indholdet i en sciencecamp lige fra børn der udforsker centrifugalkraft, acceleration- og tyngdekraft mens de kører i én af Tivolis rutsjebaner, til unge mennesker der bygger og programmerer robotter på en sommerskole. Sciencecamps karakteriseres ofte som uformelle læringsmiljøer og hører til nogle af de mest effektive måder at lære om naturvidenskab på, og aktiviteterne bygger da også i høj grad på underholdning og spil som metode til at lære om naturvidenskab, jf. bl.a. formuleringen af Universes formål: "Oplevelsesparken Universe formål er at begejstre børn og unge for naturvidenskab, teknologi og iværksætter." Sciencecamps kan både indgå som en del af den formelle læring i form af aktiviteter uden for klasselokalet eller foregå i de studerendes fritid, fx i weekender eller ferier.

Sciencecamps bliver afholdt af mange forskellige organisationer og følger derfor ikke nogen fælles strategi med hensyn til formål, koncept, målgruppe eller indhold ligesom de heller ikke modtager løbende økonomisk støtte eller kan dokumentere et naturvidenskabeligt udbytte.

For at få klare linjer om projektets målgruppe formulerede konsortiet bag Comenius-projektet derfor følgende definition af sciencecamps:

En sciencecamp er en lejrskole med vægt på undervisning i sciencefag som tilbyder forskellige aktiviteter for unge mellem 6 og 20 år der understøtter og styrker deres evner inden for naturvidenskabelige fag, og som varer mindst to dage med (sædvanligvis) én overnatning i lejren.

Sciencecamp-udbyderne

Som led i indsamlingen af information om sciencecamps, deres indhold og målgruppe blev alle partnere i konsortiet bedt om at identificere og oplyse om alle kendte arrangører af sciencecamps i deres land og i deres netværk. Samtidig blev der sendt brev ud til alle EU-landenes ministerier for uddannelse og forskning eller tilsvarende myndigheder med samme forespørgsel.

Der blev på denne måde identificeret 534 sciencecamp-udbydere over hele Europa som efterfølgende fik tilsendt et online spørgeskema som bad respondenterne forholde sig til de nedenfor nævnte syv fokuspunkter. Resultatet af spørgeskemaet foreligger i en rapport på projektets hjemmeside www.sciencecamps.eu. Vi opsummerer nogle af hovedkonklusionerne:

1) Strategi, tilmelding og målgruppe

Formålet med sciencecamps er for det meste at fremme interessen for naturvidenskab og uddannelse (92 %), men også rekruttering samt sociale perspektiver og rekreation nævnes i svarene. De fleste deltagere tilmelder sig via en formel ansøgning (42 %), mens andre deltager via lærerens anbefaling (25 %), og nogle få er udvalgt ud fra særlige kriterier (8 %). Målgruppen for sciencecamps er unge mennesker der er interesseret i naturvidenskab, men halvdelen af campene har ingen bestemte kriterier for tilmelding og er åbne (45 %) for alle, mens 55 % er rettet mod begavede eller talentfulde.

2) Programmer, varighed, emner, køn, underviser

Sciencecamps varer for det meste flere dage (90 %), men der findes også endagscamps, og de undersøgte camps strækker sig fra 1 dag op til 24 dage, men den gennemsnitlige camp er på 5-7 dage. Emnet er som udgangspunkt science, men nogle af arrangørerne tilbyder også camps om musik, litteratur, film og sprog. Sciencecamps er for det meste for begge køn med et par enkelte undtagelser, og undervisningen varetages af både universitetslærere og -studerende såvel som gymnasie- og grundskolelærere.

3) Deltagere

Deltagerne er fra 6 til 20 år med klar overvægt på gymnasieelever (33 %).

4) Interessenter/samarbejdspartnere

De forskellige sciencecamps samarbejder med regionale myndigheder, virksomheder, forsknings- og undervisningsinstitutioner, skoler og medier samt lærerorganisationer og frivillige organisationer og kommunikationsfolk. Samarbejdet afhænger af de forskellige camps' indhold, og det hænder at virksomheder sponsorerer en camp, men de har ingen indflydelse på indholdet. Fremgangsmåden er ofte den at regionale myndigheder sponsorerer en camp, og virksomheder tilbyder at udføre eller levere materiale eller aktiviteter i forbindelse med campens gennemførelse. Lærere og forskere deltager i forberedelsen af campen og skaffer behørigt undervisningsmateriale, og medierne hjælper med at annoncere campen og skabe opmærksomhed om indhold og resultater.

5) Finansiering

De fleste camps modtager sponsorater (64 %) og fondsmidler (64 %), nogle er understøttet af statslige midler (36 %), og næsten alle camps kræver deltagergebyr (82 %) ligesom næsten halvdelen har egenbetaling (45 %). Sponsoringen betyder at mange unge har råd til at deltage, men det ekskluderer til gengæld en del science-interesserede unge at stort set alle camps kræver egenbetaling.

6) Resultater

Arrangørerne beskriver deltagerne som højt motiverede unge der udviser en særlig interesse i science og et ønske om at forfølge en karriere inden for STEM-fag, og de oplever en styrket interesse efter deltagelsen. En arrangør udtaler: *“Sciencecamps er en meget positiv oplevelse, hovedsagelig fordi de skaber netværk og sociale relationer hos børn der er interesseret i naturvidenskab, og som ofte føler sig anderledes på grund af deres interesse. Under en camp kan de frit udtrykke deres fulde potentiale. For det andet lærer børn nye færdigheder, især hands-on færdigheder, som ofte overses i skolerne.”* De unge science-interesserede studerende får en enestående chance for at få et indblik i hvad det vil sige at arbejde med naturvidenskab samt arbejde og diskutere med forskere og undervisere. De unge udtaler sig positivt om at få lov til at arbejde med avanceret eksperimental science gennem både teori og workshops der giver dem mulighed for at fordybe sig i emnet på en måde de ikke har mulighed for på deres skole eller derhjemme. Begge parter beskriver sciencecamps som god brobygning mellem uddannelsesinstitutioner. Endelig nævner arrangørerne at de møder en masse unge mennesker der i det daglige mangler muligheder, støtte og materiale til at udleve deres store interesse for science hvorfor de forskellige sciencecamps er helt nødvendige for at give disse unge en chance for at arbejde med science-problemstillinger, afprøve forskning og tale med mentorer så de kan danne sig et realistisk billede af science og dens muligheder.

7) Indvirkning

Afslutningsvis udtaler arrangørerne at deres arbejde med sciencecamp og de unge er stærkt motiverende for dem og deres engagement i undervisning og naturvidenskab fordi de unges entusiasme simpelthen smitter dem.

Besøg på europæiske sciencecamps

Konsortiet besøgte under projektforsløbet en række sciencecamps i Europa for at danne sig et mere nuanceret indtryk af hvad der foregår på campene, og observere forhold der ikke er omfattet af spørgeskemaet. Indtrykket fra besøgene på de tre sciencecamps på hhv. en uges sciencecamp på universitetet i Lissabon arrangeret af Unge Forskere

i Portugal, Petnica Science Center i Serbien, ScienceTalenter på Mærsk Mc-Kinney Møller Videntcenter i Sorø, der arrangerede en camp om hjerne kemi, og endelig Oplevelsesparken Universe kan læses i ovennævnte rapport og ses på tre små videofilm samme sted.

Dog skal her gives nogle generelle indtryk af den samlede indvirkning på både deltagerne og arrangørerne: Besøgene gav det klare indtryk at deltagerne ikke alene var der på frivillig basis, men virkelig følte sig forpligtet til at være *på sciencecamp* og tydeligt gjorde deres yderste for at få så meget ud af opholdet som muligt og give så meget af sig selv som de kunne.

Dette var indlysende for deltagerne i den portugisiske camp, der villigt tilbragte deres sidste ferieuge på at lave naturvidenskab fra morgen til aften efter et meget omfattende program, men gælder også de øvrige sciencecamps. Det er også klart at indvirkningen ikke alene er naturvidenskabelig, men lige så meget et socialt aspekt, nemlig den sociale relation de unge skaber ved at være sammen med ligesindede, at gøre ting der interesserer dem, skabe relationer med andre unge som dem selv, få venner og netværk og på samme tid få oplevelser de aldrig vil glemme.

Nogle citater fra deltagere og arrangører (oversat til dansk af mig):

Hvad betyder det for dig at være en del af denne sciencecamp?

“Det er meget udfordrende at være en del af dette miljø, men også en belønning at få chancen for at lære naturvidenskab i universitetets laboratorier under forskernes opsyn. Og jeg er meget stolt over at være blevet udvalgt til at deltage sammen med alle disse meget dygtige elever. Og så betyder det at jeg er blevet taget alvorligt, og at jeg også skal begynde at tage livet alvorligt og beslutte hvordan jeg kan bidrage til naturvidenskaben. Og denne camp har givet mig mere selvtillid til mig selv og mit projekt.”

(Rita, 17 år, deltager, Portugal)

“For at tale om mig selv – jeg har været en del af dette event i syv år nu – giver det os en chance for at få venner rundt om i landet, det hjælper os med at holde taler, og det introducerer os til den naturvidenskabelige verden hvor vi kommer til at møde undervisere, personer med doktorgrader og forskere fra universiteterne. Også det at du virkelig er motiveret når du ikke får alle de udfordringer du har brug for i skolen, men så kan deltage i AJC eller i disse camps, som giver dig alt hvad du behøver. Og du kan endda lave nye opfindelser der kan bruges i samfundet.”

(Louisa, 24 år, arrangør, Portugal)

Hvad er formålet med Petnica Science Center i Serbien?

“Hovedformålet med centret er at søge efter nysgerrige drenge og piger, for det meste gymnasieelever i alderen 14-18 år, som er meget motiveret og interesseret i naturviden-

skab, humaniora og nye teknologier langt over niveauet for læseplaner i almindelige, offentlige skoler.

Her kan de unge føle frihed, lykke, forståelse og tidebølgen i det nye århundrede. Parallelt med de forskellige typer af sciencecamps og træningsprogrammer er Petnica Center meget engageret i lærerkurser og servicerer mere end 500 folkeskoler og ungdomsuddannelser i regionen.”

(Vigor Majic, direktør)

Hvordan tror du det påvirker disse unge at deltage i en sådan sciencecamp?

“Den feedback vi har modtaget indtil nu, er at de kan lide det og synes at det er meget interessant, og også at de pludselig kan se en sammenhæng mellem hvad de har lært tilbage i gymnasiet, og hvordan de kan bruge den grundlæggende viden om biologi, biokemi etc., og ved at anvende den grundlæggende viden opdager de at de ikke er så langt væk fra frontlinjeforskning. De kan faktisk bruge den grundlæggende viden de har, til at forstå hvad der foregår i forskningsmiljø.”

(Jan Kehler, forsker ved Lundbeck, arrangør af kemicamp på ScienceTalenter)

Konklusion

Vurderet på baggrund af Comenius-projektets undersøgelse af en lang række sciencecamps i EU og ScienceTalenteres erfaring med sciencecamps synes konklusionen i artiklen “Effekter af en Science Camp” at være ganske rammende: Deltagerne i sciencecamps opnår et positivt udbytte i form af naturfaglig dannelse.

Derudover er netop den i artiklen beskrevne sciencecamp “Spis dig klog” ganske velegnet til at forklare hvorfor sciencecamps er så effektive til at skabe begejstring som drivkraft for læring:

- Som det fremgår af artiklen, har disse sciencecamps til hensigt “at skabe rammen om et unikt læringsmiljø, der ikke blot opfyldte diverse faglige mål, men havde et tydeligt fokus på naturvidenskabelige arbejdsmetoder (proces og metode) og knyttede naturvidenskaben til deltageres dagligdag (social institution)”.
- Herefter fremhæver artiklen fire elementer som afgørende for deltageres udbytte: 1) en engageret og fagligt dygtig underviser, 2) pædagogisk formidling og differentiering ift. elevernes klassetrin, 3) at eleverne kan få lov til at røre, mærke, se, smage og prøve selv, og 4) at der er plads til dialog med spørgsmål fra deltagerne.

ScienceTalenter opbygger sine sciencecamps efter stort set samme skabelon og deler derfor ovennævnte erfaring om at disse virkemidler skaber et unikt og berigende læringsmiljø for eleverne/talenterne.

Således er ScienceTalenters grundskolecamps bygget op over konceptet: *forundring, fordybelse og formidling*.

- Forundring: Talenterne møder nye naturvidenskabelige fænomener, teknologiske opfindelser eller nye idéer som de kan forundres over og diskutere.
- Fordybelse: Talenterne får mulighed for faglig fordybelse inden for et afgrænset emne (somme tider kan talenterne selv vælge inden for en given ramme, andre gange (specielt på kortere forløb) har ScienceTalenter valgt hvad der skal arbejdes med).
- Formidling: Talenterne arbejder med at formidle den nye viden til andre i form af posters, film, hjemmesider, artikler, oplæg eller eksperimenter.

Ifølge CEPRA (www.cepra.dk), som evaluerede ScienceTalenter i 2014-15, skyldes camp-konceptets store læringspotentialer bl.a. følgende faktorer:

“Mødet med ligesindede giver eleverne oplevelsen af, at de ikke er de eneste, der interesserer sig for fx universets udvidelse eller de etiske konsekvenser af gensplejsning. Her bliver de en del af et fællesskab, hvor alle interesserer sig for de samme områder, og hvor alle synes det er svært at være god til science.

Det er inspirerende at være sammen med andre, der brænder lige så meget for et faglige felt som en selv, hvilket giver et frirum til at grave sig helt ned i nogle detaljer eller følge en tangent, som der ikke er plads og tid til i det daglige skema. Der er lidt højere til loftet ved ScienceTalenter, og der er plads til at forfølge skæve ideer og pludselige indfald.

Det er således kombinationen af at kunne dyrke interessen sammen med ligesindede på et passende fagligt niveau samt det sociale fællesskab, der især opleves som positivt.”

Sciencecamps er kommet for at blive og nyder en stadig større interesse, bl.a. som følge af den politiske satsning på STEM-fagene, og med artiklen “Effekter af en Science Camp” har uddannelsesverdenen fået endnu et positivt bidrag til forståelsen af den fortsatte interesse for sciencecamps som et spændende alternativ til STEM-undervisning.

Om at forestille sig elevernes arbejde, læring og motivation



Morten Misfeldt, Institut for
Læring og Filosofi, Aalborg
Universitet, København

Kommentar til Charlotte Krog Skott og Thomas Kaas: "Matematiklæreres planlægningspraksis og læringsmålstyret undervisning", MONA, 2015-4 og til Peter Brodersen og Mette Hjelmberg: "Scenarieorienteret planlægning i matematik: Matematiklæreres opmærksomhed på sikre og usikre elevers motivation", MONA, 2016-2

I løbet af det sidste halve års tid har vi i MONA set to forskellige artikler der hver især handler om hvordan matematiklærere gør sig forestillinger om elevernes arbejde og læring i deres planlægning.

I artiklen "Matematiklæreres planlægningspraksis og læringsmålstyret undervisning" af Charlotte Krog Skott og Thomas Kaas (MONA, 2015-4) diskuteres empiriske fund fra et mindre interventionsstudie i lyset af vejledningen om læringsmålstyret undervisning, og fokus er på hvilke planlægningsforståelser (hhv. rationelle og relationelle) der er ønskværdige i tråd med danske læreres vaner og med vejledningen for målstyret undervisning der blev udgivet af Undervisningsministeriet i 2014. Og i artiklen "Scenarieorienteret planlægning i matematik: Matematiklæreres opmærksomhed på sikre og usikre elevers motivation" (MONA, 2016-2) viser Peter Brodersen og Mette Hjelmberg kvantitativt at det er muligt at forbedre læreres forståelse for elevers motivation ved at arbejde med forestillede prøvehandlinger om hvordan bestemte elever vil modtage bestemte opgaver og aktiviteter. De peger således på at det er effektivt og værdifuldt at arbejde med sådanne forestillinger om elevers arbejde, læring og motivation. Dette resultat er ikke overraskende – nærmest tværtimod – for hvem kunne forestille sig at det ikke var en god idé at tænke over hvordan forskellige elever vil modtage og skabe mening i den undervisning der tilbydes? Svaret er mindre oplagt end man lige skulle tro, og derfor vil jeg benytte de to artikler som afsæt for at diskutere hvordan og hvorvidt man som lærer bør gennemtænke konsekvenserne af den undervisning man forbereder for sine elever. Jeg kender ingen pædagogiske tænkere eller praktikere der er ligeglade med hvordan undervisning modtages. Det er klart at objektet for undervisningshandlinger primært er elevernes udvikling, læring,

dannelse eller hvad man nu har lyst til at kalde det. Undervisning sigter simpelthen på en eller anden transformation hos dens modtager. Selvfølgelig er tanker om denne transformation til stede hos lærere der planlægger undervisning, alt andet ville være mærkeligt, og jeg er personligt af den overbevisning at det er en vigtig opgave for professionelle didaktikere at skabe rammer der understøtter en sådan tænkning.

Brodersen og Hjelmberg leverer et bidrag i den forbindelse. Men rammer og strukturer der understøtter forberedende tænkning om elevernes udbytte af undervisningen, indeholder samtidig en fare for massiv reduktion af undervisningens potentiale og kan i visse tilfælde afkoble lærerens dømmekraft og handlerum, og dette er grunden til at jeg mener at svaret på "hvordan man skal tænke på elevernes udbytte af undervisningen" som en del af sin forberedelse, er mere komplekst end som så. Diskussionerne omkring læringsmålstyret undervisning viser at der er mindst to reduktioner som det er væsentligt at forholde sig til:

- Et for snævert fokus på de mål man som lærer har opsat for en aktivitet, kan føre til en underkendelse af de pædagogiske potentialer der udvikler sig i situationen, hvilket fx udfordrer lærerens mulighed for at gribe og bygge videre på elevernes egne idéer. En form for *pædagogisk tunnelsyn*.
- Et for snævert fokus på eksternt opstillede målkategorier kan føre til at læreren ikke i tilstrækkelig grad selv anerkender og brænder for de mål der arbejdes henimod, hvilket udfordrer lærerens handlerum og kompetence. Læreren agerer på vegne af eksterne normer og performancekategorier i en form for *pædagogisk afkobling*.

Derudover kan de tanker og håb man har om elevernes udbytte af undervisningen, naturligvis være uhensigtsmæssige, men min påstand er at de to reduktioner altid er til stede selv med de bedste forberedende tanker og intentioner.

Jeg har arbejdet en del med dette problem de sidste par år. Dels igennem projektet Kreativ Digital Matematik hvor vi arbejdede med meget brede målforståelser, og dels i forbindelse med forenklingen af fælles mål og projektet Digitalt Understøttede Læringsmål, der udviklede metoder og digital teknologi til at arbejde med målopsætning og opfølgning på mål under hensyntagen til forenkede fælles mål.

Kritikken af fokus på læringsmål er fx fremsat af uddannelsesfilosoffen Gerd Biesta og kan lidt hurtigt, og helt sikkert ikke fyldestgørende, opsummeres således: (1) Læring af faglige kvalifikationer er kun et af skolens mange mål. Entydigt fokus på læring overser socialisering og dannelse. (2) Undervisning indeholder altid en risiko – man kan simpelthen ikke vide på forhånd hvad eleverne vil lære af undervisningen; det er et vilkår der skal bygges på, snarere end en udfordring der skal undertrykkes. (3) Læring er i sig selv et tomt ord – man kan jo lære hvad som helst. Så det er mere formålstjenligt at tale om hvad der skal læres, end at tale om læring. (4) Ved at arbejde

målrettet med at skolesystemet skal føre til opnåelse af bestemte læringsmål (eller kompetencemål), undertrykkes elevernes egne potentialer, og børnene underlægges således samfundets behov snarere end frisættes til at videreføre samfundet. Samtidig er der en fare for at lærerens rolle skifter væk fra at tage ansvar for eleverne hen imod at stå til regnskab for om eleverne når systemets opsatte mål.

Pkt. (3) er relativt ligeegyldigt for den diskussion jeg prøver at tage her (Brodersen og Hjelmberg arbejder fx med motivation, ikke læring), men (1) og (2) beskriver læringsmålstyringens tendens til at skabe pædagogisk tunnelsyn, og (4) faren for pædagogisk afkobling (samt politiske og sociologiske konsekvenser af først og fremmest at se børn som fremtidig arbejdskraft og ikke som individer i deres egen ret). Således handler (1), (2) og (4) meget direkte om farerne ved at gøre sig forestillinger om undervisning og undervisningens outcome og om systemiske tiltag der prøver at facilitere dette, og dermed om *scenarieorienteret planlægning*.

Scenarieorienteret planlægning beskrives af Brodersen og Hjelmberg: *“Kort sagt består scenarieorienteret forberedelse for lærerens vedkommende af et sæt prøvehandling hvor han sætter konkrete elever i spil på den indre scene: Hvordan vil de sikre og usikre elever klare en opgave mere eller mindre godt, samme elever blive mere eller mindre motiveret af at arbejde med den samme opgave?”*

Læreren tænker altså aktiviteterne igennem i forhold til bestemte elever og forestiller sig hvordan de vil agere og modtage disse aktiviteter. Brodersen og Hjelmberg dokumenterer at tilgangen virker. Hvis man overvejer hvordan eleverne vil reagere på de aktiviteter man stiller dem overfor, så får man altså et klarere billede af hvordan især de svagere elever rent faktisk reagerer på opgaven. Men hvordan gennemfører man så disse planlægningsovervejelser på en måde hvor man undgår pædagogisk tunnelsyn og afkobling? Her kommer Skott og Kaas os til hjælp.

Skott og Kaas skelner mellem rationel og relationel planlægning. Rationel planlægning har fokus på logisk fremdrift; først mål, så aktiviteter og endelig tegn på læring og evaluering. Relationel planlægning handler derimod om at læreren gør sig tanker om elevernes arbejde med stoffet, elevernes møde med hinanden og relationen mellem læreren selv, eleverne, indholdet og elevernes arbejde. Det centrale planlægningsproblem bliver i en relationel forståelse: *“Hvordan engageres denne klasse, med dens særlige variation af færdigheder og forståelse, i studiet af de ideer der omgiver denne del af matematikken?”* (Lampert, 2001, s. 117, fra Skott og Kaas s. 10). Og Brodersen og Hjelmberg ville så tilføje: Hvordan engageres denne og denne bestemte elev i arbejdet med stoffet? Både rationel og relationel planlægningstænkning handler om at tænke frem og forestille sig sit og elevernes arbejde med stoffet, men hvor den rationelle planlægning har fokus på at udtænke den mest fornuftige og effektive vej gennem stoffet, handler relationel planlægning i højere grad om at udforske det udfaldsrum som lærer og elever bevæger sig ind i.

Så når Brodersen og Hjelmberg viser os at de kan øge læreres opmærksomhed på hvad der motiverer (især de svage) elever, ved at lade lærere tænke igennem hvad der motiverer enkelte elever, så er det relevant at spørge til ikke alene om det rent faktisk virker – altså om lærerne bliver bedre til at gætte på hvad og hvordan de enkelte elever er motiverede – men også på hvilke tunnelsyn og afkoblinger som dette arbejde potentielt giver anledning til. Et sådant fokus ville give anledning til ret forudsigelige diskussioner om hvorvidt motivation nu er det eneste lyksalige, og om hvorvidt formålet med undervisning overhovedet er at motivere eleverne. Det er naturligvis vigtige diskussioner der bør tages (og sikkert også er blevet taget) som en del af den intervention Brodersen og Hjelmberg har gennemført, og i og for sig også diskussioner som det ville have været relevant at høre om i deres artikel.

Tilbage står dog en mere interessant og lidt mere abstrakt diskussion om hvordan man generelt håndterer det forhold at systematiske tilgange til forestillinger om hvordan elever modtager undervisning, har indbygget en fare for pædagogisk tunnelsyn og afkobling. Skott og Kaas giver os skellet mellem rationel og relationel planlægning, og med de ord kan man i hvert fald starte med at slå et slag for de mere relationelle og komplekse aspekter af planlægning – alt kan ikke køre efter et logisk samleband. Brodersen og Hjelmberg tilbyder at tænke aktiviteterne igennem med udgangspunkt i forskellige elever hvilket igen hjælper os til at tænke undervisningen igennem fra forskellige perspektiver. Didaktiske forskningstraditioner som didaktisk ingeniørarbejde og designbaseret forskning tilbyder os den indsigt at grundigt udviklede forestillinger om elevernes læring i form af a-priori-analyser eller forestillede læringsveje ikke behøver at give anledning til tunnelsyn. I disse traditioner tænker man snarere på forestillingerne som et middel der støtter lærere og forskere i at fortolke den virkelighed der foregår i klasselokalet også hvis den er endog meget forskellig fra de forestillinger der er gjort inden undervisningen.

Det forhold at disse forskningstraditioner har haft relativt stor succes ved at lade forestillinger om elevernes læring være omdrejningspunkt for udvikling af didaktiske interventioner og ny didaktisk viden, er med til at pege på at arbejdet med sådanne forestillinger ikke er nulsumsspil (forstået på den måde at klare forestillinger om elevs læring eller motivation skulle give anledning til mindre fokus på fx elevernes indbyrdes sociale relationer – det er ikke tilfældet i disse traditioner). At tænke undervisningen igennem for *en elev fra et perspektiv* kan i lige så høj grad være en støtte til at åbne op for overvejelser om andre elever og andre perspektiver som det kan være med til at skabe et naivt og meget ensidigt tunnelsyn. Hvad der bidrager til at åbne sig for forskellige elevs forskellige veje og hvad der bidrager til tunnelsyn og afkobling er centrale empiriske spørgsmål som både Brodersen og Hjelmberg og Skott og Kaas tager de første livtag med – og tak for det.

De første erfaringer med den fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi



Elzebeth Wøhlk, Astra,
Center for læring i natur,
teknik og sundhed



Anette Sønderup,
Rathlouskolen i Odder

Kommentar til Christina Frausing Binaus "Fælles prøve som katalysator for fællesfaglig undervisning", MONA, 2016-1

Denne kommentar er et kort rids af to skolars konkrete erfaringer med den nye fælles afgangsprøve i biologi, fysik/kemi og geografi i folkeskolen. I kommentaren berører vi to centrale omdrejningspunkter for den fælles prøve, nemlig den fællesfaglige undervisning og teamsamarbejdet omkring naturfagene i folkeskolen. Afslutningsvis giver vi vores anbefalinger til de skoler der endnu ikke har gjort sig erfaringer med den fælles undervisning og den fælles prøve, og som skal i gang med arbejdet i skoleåret 2016/17.

To af de 164 skoler

Fra skoleåret 2016/2017 indføres en fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi som prøver eleverne i deres naturfaglige kompetence. 164 skoler landet over har imidlertid allerede i sommeren 2016 afviklet prøven og dermed gjort sig erfaringer med den fællesfaglige undervisning og den fælles prøve. Nordregårdsskolen i Tårnby og Rathlouskolen i Odder er to af de skoler der har valgt at gennemføre den fælles prøve, og kommentaren er skrevet af to lærere fra de to nævnte skoler. Kommentaren består af erfaringer fra undervisningen og prøven, og det er vores forhåbning at andre skoler og kommuner kan få gavn af vores refleksioner.

Den fælles naturfagsprøve er baseret på de fællesfaglige undervisningsforløb eleverne er blevet undervist i i løbet af 7.-9. klassetrin. Lærernes forberedelse til prøven begynder derfor ikke med tekstopgivelser og udarbejdelse af prøveoplæg, men meget tidligere. Den begynder med planlægningen og gennemførelsen af mindst seks fællesfaglige forløb igennem de tre år med naturfag i udskoling.

På de to skoler er vi især blevet udfordret på vores organisering af de fællesfaglige undervisningsforløb, vores grad af tværfaglighed og endelig udarbejdelse af læringsmål for forløbene. Teamsamarbejdet med naturfagskollegerne har været af særlig stor betydning for at det overhovedet er lykkedes at komme i mål med prøven.

Vi vil her komme nærmere ind på nogle af vores udfordringer samt hvordan vi har forsøgt at tackle dem.

Den fællesfaglige undervisning

Inden for de fællesfaglige fokusområder skal eleverne udarbejde problemstillinger med tilhørende arbejdsspørgsmål. Her har det været en proces for lærergruppen dels at nå frem til en fælles tilgang til den nye arbejdsform og dels at organisere undervisningen på en hensigtsmæssig måde der både sikrer at omdrejningspunktet reelt set er problemstillinger der interesserer eleverne, og at eleverne udarbejder naturfaglige problemstillinger som kan belyses med udgangspunkt i de tre naturfag. Der er flere udfordringer:

- At eleverne kan risikere at udarbejde en samfundsfaglig problemstilling hvor de ikke arbejder inden for alle de fire naturfaglige kompetenceområder
- At eleverne kan risikere kun at arbejde inden for et eller to af de tre naturfag
- At der i lærernes vejledning skal findes en balance mellem det fælles faglige stof for hele klassen og de mere individuelle vinkler i grupperne
- At der er stor forskel på hvor selvstændigt eleverne kan arbejde i naturfagene, og at lærerne derfor skal oparbejde et repertoire af måder hvorpå vi kan hjælpe en gruppe der er gået i stå.

Udarbejdelsen af de tilhørende fagspecifikke arbejdsspørgsmål er med til at sikre at eleverne arbejder med en naturfaglig problemstilling hvor alle tre fag indgår, og hvor alle fire kompetenceområder kommer i spil. Det er vores erfaring at eleverne har lettest ved at arbejde undersøgende i fysik/kemi, mens de har vanskeligst ved det i geografi. Til gengæld oplevede vi at eleverne var gode til at bruge geografi til at perspektivere problemstillinger, og der var på begge skoler en jævn vægtning af fagene når det kom til modellering.

At de tre fag ikke nødvendigvis vægtes lige højt i belysningen af en problemstilling, har ingen betydning, men det er centralt at nogle af de vaner der er oparbejdet i de enkelte fag, tages op til revision i lyset af det nye samspil.

Vores fællesfaglige undervisning på de to skoler begyndte inden de fællesfaglige fokusområder blev obligatoriske med læseplanerne der hører med til Fælles Mål. Årsagen er at der i de "gamle" mål var en række fælles trinmål der indholdsmæssigt

mindede meget om de fælles fokusområder. Derfor var alle klasserne i et vist omfang allerede i gang da de nye mål blev indført. Det kan være en udfordring at skulle i gang med de fællesfaglige fokusområder på skoler hvor der slet ikke har været tradition med samarbejde mellem naturfagene, og her er det vores anbefaling at man starter i det små med kortere forløb; fx har vi gennemført et af vores forløb på to hele skoledage, dvs. 16 lektioner.

Ægte fagintegration – graden af tværfaglighed

Gennem de tre år hvor vi på skolerne har arbejdet med fællesfaglige undervisningsforløb, har vi bevæget os mere og mere fra en parallel tværfaglighed til en ægte tværfaglighed.

Den parallelle tværfaglighed har været lettest at etablere for os lærere da den ikke kræver særlig stor fælles planlægning. Den stiller til gengæld eleverne dårligt da det helt overlades til dem at finde den fælles faglighed og binde delementer fra de enkelte fag sammen. Dette er en helt umulig opgave for mange elever, og i vores evaluering med eleverne giver de da også udtryk for at de foretrækker tæt førte forløb frem for forløb der bare forekommer i de enkelte naturfagslektioner. En anden ulempe ved den parallelle tværfaglighed er at ét af fagene let bliver dominerende på bekostning af de to øvrige fag. Typisk vil det være fysik/kemi der bliver det dominerende fag: Her er størst tradition for anvendelse af undersøgelser, og her er flest ugentlige lektioner.

Vi oplever at vejen til den ægte fagintegration i de fællesfaglige forløb er tydelige læringsmål for forløbene, udarbejdet af lærerne i fællesskab, så vi herigennem både sikrer at alle fag er på banen, og at der arbejdes med de fire naturfaglige kompetenceområder fra Fælles Mål.

Læringsmål for fællesfaglige forløb

I forbindelse med lærernes udarbejdelse af læringsmål har vores udgangspunkt været færdigheds- og vidensmålene fra Fælles Mål samt læseplanerne for de tre fag. Til hvert fællesfagligt forløb udarbejder vi et skema, se uddrag af skemaet i figur 1 og 2 nedenfor.

Naturfaglig kompetence og naturfaglige mål		
<p>Undersøgelse</p> <ul style="list-style-type: none"> • eleven kan designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i naturfag (K) • eleven kan formulere og undersøge en afgrænset problemstilling med naturfagligt indhold // eleven har viden om undersøgelsesmetoders anvendelse og begrænsninger • eleven kan konkludere og generalisere på baggrund af eget og andres praktiske og undersøgende arbejde // eleven har viden om kriterier for evaluering af undersøgelser i naturfag <p>Perspektivering</p> <ul style="list-style-type: none"> • eleven kan perspektivere naturfag til omverden og relatere indholdet til udvikling i naturvidenskabelig erkendelse (K) • eleven kan forklare sammenhænge mellem naturfag og samfundsmæssige problemstillinger og udviklingsmuligheder // eleven har viden om interesseudsættninger knyttet til bæredygtig udvikling 		
<i>Biologi</i>	<i>Geografi</i>	<i>Fysik/kemi</i>
<ul style="list-style-type: none"> • eleven kan med modeller forklare miljøforandrings påvirkning af arters udvikling // eleven har viden om faktorer med betydning for arters opståen og udvikling • eleven kan diskutere konsekvenser af miljøpåvirkning og genmanipulation i forhold til evolutionær udvikling // eleven har viden om miljøpåvirkninger og genmanipulations mulige indflydelse på evolution 	<ul style="list-style-type: none"> • eleven kan ud fra lokale forhold forklare problematikker knyttet til det geologiske kredsløb og råstofudvinding // eleven har viden om dannelse, fordeling og udvinding af råstoffer • eleven kan beskrive løsningsforslag i forhold til klimaændringer og global opvarmning // eleven har viden om aktuelle klimaproblematikker, klimateorier og klimamodeller 	<ul style="list-style-type: none"> • eleven kan undersøge lyd, lys og farver // eleven har viden om bølgetyper, lyd- og lysfænomener • eleven kan undersøge typer af stråling // eleven har viden om stråling • eleven kan undersøge resultatet af processer på atomart niveau // eleven har viden om atomkernen og elektronsystemet

Figur 1. Eksempel på opstilling af mål for et forløb om strålings betydning for levende organismer (uddrag).

Biologi	Geografi	Fysik/kemi
<ul style="list-style-type: none"> • biologisk virkning, fx celleforandringer, pigmentforandring • fotosyntese • dyr/planter, der ser/udnytter stråling anderledes end mennesker, fx bier ser UV 	<ul style="list-style-type: none"> • baggrundsstråling, hvor kommer den fra (fx klipper, rummet) • stråling bremses fx af atmosfæren, ozonlaget osv. • anvendelse af stråling i erhverv, fx sundhedssektor, atomkraftværker • problemstilling med astronauter/ISS 	<ul style="list-style-type: none"> • strålings fysiske egenskaber, fx gennemtrængningsevne, hvad bremser forskellige typer stråling • anvendelse af stråling bestemmes af dens egenskaber

Figur 2. Eksempel på indholdsområder for et forløb om strålings betydning for levende organismer (uddrag af arbejdsrapporter fra et af artiklens teams).

I lærergruppen udvælger vi et særligt fokusområde; det kan fx være elevernes undersøgelseskompetence eller deres argumenter for valg af modeller, og fokusområdet kommunikerer tydeligt til eleverne. Det er fokusområdet og de faglige mål der danner udgangspunkt for evalueringen af elevernes arbejde.

Evaluering af elevernes arbejde

I forbindelse med elevernes arbejde med de fællesfaglige fokusområder har vi eksperimenteret med forskellige afsluttende produkter, alt sammen for at give eleverne et udgangspunkt for den kommende fælles naturfagsprøve inden for det fællesfaglige fokusområde. Her er en række eksempler:

- En synopsis hvori eleverne redegør for deres arbejde med undersøgelse, modellering og perspektivering
- En videnscafé med mundtlige præsentationer af gruppernes undersøgelses- og modelleringsarbejde
- En skriftlig oversigt over sammenhænge mellem arbejdsspørgsmål, modeller og undersøgelser (se figur 3)

Hvilket skriftligt produkt eleverne skal udarbejde til forløbet, har været bestemt af de specifikke læringsmål for kommunikationskompetencen.

Teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår Konserveringsteknologier				
Hvilke teknologier bruger man til at konservere fødevarer, og hvilke konserveringsmetoder er bedst i forhold til sundhed og miljø/levetilstand				
Præsentation	Bakterier og svampe Mikroorganismer	Konservering	Mad- spild	Konklusion
Begrundelse af emne	Modeller Undersøgelser	Fødevarer Fordele/ulempes	EU Affald	
Problemstilling	Bakterier/Agar Holdbarhed	Rugbrød Rucola Jordbær Bestråling Chlor, salt	App	

Figur 3. Eksempel på elevers skriftlige produkt.

Det er vigtigt at elevernes afsluttende produkter bliver evalueret, men det har vist sig at være en vanskelig opgave når der er tre fag og tre faglærere i spil, for hvem gør hvad?

På vores skoler har det været vanskeligt at få tid nok til samarbejdet om evalueringen af elevernes arbejde, og det har i praksis været fysik/kemilærerne der med flest ugentlige lektioner i klassen har stået for den skriftlige tilbagemelding til eleverne. Det er dog et fokusområde for det fremadrettede arbejde på begge vores skoler.

Som afslutning på alle de fællesfaglige forløb har vi bedt eleverne om at notere en række spørgsmål og ting de undrer sig over nu hvor de er færdige med at arbejde inden for området. Spørgsmålene har eleverne gemt til prøven, og for flere af grupperne dannede undringsspørgsmålene udgangspunkt for den nye problemstilling der skulle stilles inden for fokusområdet.

Teamsamarbejdet omkring naturfagsundervisningen

På vores skoler bliver undervisningen i de tre naturfag varetaget af faglærere der underviser i ét eller to af naturfagene. Hver gang vi skal gennemføre et fællesfagligt undervisningsforløb i en klasse, involverer det således to-tre forskellige lærere. Det kan synes som en uoverskuelig opgave hvis man fx er faglærer i tre-fire forskellige klasser og dermed skal samarbejde med så mange forskellige kolleger.

På begge skoler har vi tacklet udfordringen ved at indføre en overordnet fælles årsplanlægning for naturfagene. Her har vi bl.a. besluttet hvilke seks fællesfaglige forløb vi vil gennemføre. Vi har fordelt dem på hvert af de tre klassetrin og placeret dem i kalenderen så de passer med eksempelvis vores undervisningsmaterialer, skolens

øvrige kalender (fx Naturvidenskabsfestival i uge 39) og vores erfaringer med hvilke stofområder der passer godt til forskellige aldersgrupper. I forbindelse med planlægning af forløbene er der tre lærere, en biolog-, en geografi- og en fysik/kemilærer, der er hovedansvarlige for den overordnede planlægning af hvert forløb, og de deler deres plan med resten af naturfagsteamet. Det reducerer den overordnede planlægning for den enkelte lærer og styrker samarbejdet lærerne imellem.

Vi har desuden især på Nordregårdsskolen haft succes med at planlægge for hele årgangen (to klasser) på én gang. Det har betydet at vi har kunnet være mindst to lærere til stede i to klasser samtidig hvilket har været godt for den mikrokoordinering som er en almindelig del af al naturfagsundervisning – aftaler om grupper, indkøb af småting osv.

Vores naturfagstimer er på begge skoler fordelt ud over hele ugen hvilket kan være en ulempe i forbindelse med afvikling af de fællesfaglige forløb da det mindsker overskueligheden for eleverne og let hakker forløbene i stykker. Vi har derfor i løbet af skoleåret placeret et antal fagdage hvor eleverne arbejder med naturfag på tværs hele dagen. I det kommende skoleår har vi ønsket af ledelsen at der skemalægges naturfagsdage i udskolingen, samt at vi får andel i de alternative uger i løbet af skoleåret.

En hel dag til treårsplanlægning

For at imødekomme det store arbejde det har været at få en treårsplan på plads, har ledelsen givet fagteamene mulighed for at sidde sammen en hel dag. Det har betydet at vi har kunnet indgå aftaler med kollegerne på de forskellige årgange og i de forskellige klasser om hvornår vi placerede hvilke forløb. Det har været af stor betydning for vores øvrige planlægningsarbejde – fx årsplanlægning for de enkelte fag – at vi havde styr på hvilke mål der blev opfyldt i de fællesfaglige forløb. På den måde har vi i størst muligt omfang kunnet sikre vekselvirkningen mellem de enkeltfaglige og de fællesfaglige forløb i klasserne.

Den fælles prøve

Eleverne kan gå til prøven individuelt eller i grupper med to-tre elever. Det giver god mening allerede fra skoleårets begyndelse i 9. klasse at arbejde med gruppesammensætningen til prøven så grupperne tidligt på skoleåret har mulighed for at arbejde sammen omkring årets fællesfaglige forløb. Den endelige gruppedannelse skal dog først være på plads senest fem dage før at eleverne trækker deres fællesfaglige fokusområde.

Fra fokusområde til problemstilling

Når eleverne har trukket deres fællesfaglige fokusområde, skal de udarbejde en problemstilling med tilhørende arbejdsspørgsmål. På begge vores skoler havde vi i prøveforløbet planlagt flere fagdage hvor eleverne havde god tid til at komme i gang med arbejdet frem mod selve afgangsprøven. Eleverne vekselvirkede i begyndelsen en del mellem undersøgende arbejde, modellering og videnstilegnelse ved hjælp af fx film og tekster, og her er det vores erfaring at det er en fordel at have god tid inden problemstilling og arbejdsspørgsmål endelig skal godkendes. Vi havde opstillet en række delmål for vores elever, fx afholdt vi midtvejsfremlæggelser, og på begge skoler prioriterede vi at en stor del af vejledningen kunne foregå i laboratoriet samtidig med at eleverne arbejdede undersøgende. Det betød at vejledningen både kunne være af praktisk karakter, fx med hjælp til en opstilling, og af mere strategisk karakter i forhold til det stof de inddrog i deres arbejde. I prøveperioden prioriterede vi at eleverne havde mulighed for at komme i faglokalerne når faglærerne havde deres almindelige lektioner, for på den måde at sikre at der var en lærer til stede til at vejlede dem.

Prøven og de uddybende spørgsmål

Inden prøven, men efter at eleverne havde afleveret problemstillinger og arbejdsspørgsmål, havde naturfagslærerne udarbejdet en række uddybende spørgsmål til hver gruppe. Det krævede en god indsigt i elevernes arbejde frem mod afleveringen at formulere spørgsmål som på den ene side faldt inden for deres problemstilling og de tekstopgivelser der hørte til det pågældende fokusområde, og på den anden side supplerede elevernes eget arbejde. Vi valgte at anvende spørgsmålene taktisk ved at formulere spørgsmål der på bedste vis komplementerede elevernes arbejde i forhold til bredde og dybde. Hvis eleverne havde været godt omkring fx biologi og fysik/kemi, formulerede vi især spørgsmål der kunne trække dem i retning af geografi. Var de især stærke inden for undersøgelserne, gav vi dem spørgsmål der satte dem i gang med at modellere og perspektivere. Var de godt omkring kompetenceområder og fag, fik de spørgsmål der afdækkede dybden i deres kompetencer, fx ved at spørge til sammenlignelige undersøgelser eller modeller der komplementerede hinanden.

Vi formulerede tre-fire spørgsmål til hver gruppe, og i løbet af prøven lavede vi små 'taktikmøder' med censor hvor vi besluttede hvilket eller hvilke spørgsmål hver gruppe skulle have. Det har fungeret godt, og det var rart at have flere spørgsmål end vi fik brug for, så vi havde noget at vælge imellem.

Anbefalinger

Arbejdet med de fællesfaglige fokusområder samt vejledning og evaluering af eleverne er lettest at forholde sig til i en travl hverdag hvis lærerne i fællesskab har

mulighed for at formulere læringsmål for forløbene. Derfor er det vigtigt at lærerne har mulighed for fælles forberedelse og indsigt i hinandens lærebogsmaterialer, fx ved at skolerne bruger en fælles portal i de tre fag. Det er centralt at naturfagslærerne løbende har mulighed for at koordinere med hinanden i forhold til både den overordnede planlægning, den løbende tilrettelæggelse og evaluering af de fælles forløb samt mikrokoordinering omkring fx vejledning, indkøb og justering af forløbene.

Hvis eleverne skal udarbejde gode naturfaglige problemstillinger, kræver det en høj faglighed af lærerne. Derfor er det vigtigt at man ikke på skolerne går på kompromis med fagligheden i de enkelte fag og lader én lærer varetage al naturfagsundervisningen hvis vedkommende ikke har de nødvendige faglige kompetencer. Ud over den faglige dimension vil flere lærere om hver klasse betyde et styrket samarbejde om naturfagene og dermed en styrket naturfaglig kultur. Vores erfaring har vist os at ikke bare eleverne, men også lærerne bliver dygtigere når det ene naturfag sættes i relation til de andre og anvendes til at undersøge en reel problemstilling.

Vi har set mange spændende problemstillinger og arbejdsspørgsmål, både i løbet af de tre år med fællesfaglige fokusområder i undervisningen og til selve afgangsprøven. Vi har mødt elever der har været idérige og eksperimenterende og ikke blot reproducerende. Vi har mødt rigtig meget glæde og engagement fra kolleger, elever og censorer. Vi er ikke i tvivl om at den nye fællesfaglige prøve i naturfagene vil få alle tre naturfag til at blomstre hvis undervisningen frem mod prøven ude på skolerne får de rigtige betingelser for at udvikle sig.

Vi vil anbefale at der i de kommende år på skolerne afsættes særlige ressourcer til naturfagsteamet så de sammen får så gode vilkår som muligt til at udvikle den fælles undervisning frem mod den fælles prøve.

Referencer

- Binau, C. (2016). Fælles prøve som katalysator for fællesfaglig undervisning. *MONA 2016-1*.
Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling. (2015). *Vejledning til fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi*.
- Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling. (2015). *Fælles Mål for fysik/kemi*.
- Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling. (2015). *Læseplaner for fysik/kemi, biologi og geografi*.

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.

DASERA møde 2016

Det årlige DASERA (Danish Science Education Research Association) møde afholdes d. 27. Oktober 2016 i Odense.

På mødet vil der være mulighed for at fremlægge og diskutere forskning inden for den danske naturfagsdidaktik. Desuden vil der være oplæg om formativ evaluering i naturfagsundervisningen ved Dr. Christine Harrison, King's College, London.

Yderligere information kan findes på: http://www.sdu.dk/om_sdu/institutter_centre/lsul/samarbejde/dasera

NOFA 6 – Nordisk Fagdidaktisk konference

29.-31. maj 2017 afholdes den 6. nordiske fagdidaktik-konference – NOFA 6 og denne gang i Danmark, nærmere bestemt Syddansk Universitet. Det overordnede tema for hele konferencen er relationer mellem almindelig didaktik og fagdidaktik. Se mere på <http://www.sdu.dk/nofa6>

I forbindelse med konferencen vil der blive afholdt et symposium, som hovedsagelig vil være interessant for naturfagsdidaktikere. Symposiet får temaoverskriften: *“Politiske mål i undervisningssystemet og deres indflydelse på naturfagsundervisningen”*.

Symposiet vil indeholde indlæg fra naturfagsdidaktiske forskere fra nor-

diske lande, som vil give eksempler på sammenhænge mellem nationale politiske hensigter og formulering af mål for elevers læring i naturfag. Symposiet vil diskutere mulige konsekvenser af en øget styring af undervisningen i grundskole og ungdomsuddannelser.

Har du forslag til BIGBANG-konferencen 2017?

Frem til 30. september kan du komme med forslag til indhold på BIGBANG-konferencen 23.-24. marts 2017: MONA-sporets tema bliver denne gang *Veje til professionel udvikling af undervisere i naturfagene*. Det gør status over hvad vi ved om hvordan læreres kompetencer bedst udvikles. Det vil både handle om grundskole og ungdomsuddannelser og om faglig og fagdidaktisk udvikling. MONA opfordrer forskere, udviklere, læreruddannere mv. til at byde ind med forslag til indhold på sporet i relation til temaet – fx oplæg eller workshops. På baggrund af programmet for MONA-sporet kommer der et tema-nummer af MONA. Bidragydere kan altså udover konferencedeltagelsen også være med til at skrive en tekst til MONAs tema-nummer som produceres efter konferencen. Læs mere og se hvordan du indmelder forslag på www.ind.ku.dk/mona/bb.

