

MONIA

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



SYDDANSK UNIVERSITET



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2014-1

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, institutleder, Institut for Naturfagernes Didaktik (IND), Københavns Universitet (ansvarshavende)

Ole Goldbech, lektor, Professionshøjskolen UCC

Sebastian Horst, institutadministrator, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Hanne Møller Andersen, adjunkt, Institut for Videnskabsstudier, Aarhus Universitet

Jan Sølberg, lektor, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Lars Bang Jensen, ph.d. studerende, Institut for Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

Martin Niss, lektor, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet

Morten Rask Petersen, postdoc, Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet

Rie Popp Troelsen, lektor, Institut for Kulturvidenskaber, Syddansk Universitet

Steffen Elmose, lektor, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland

Tinne Hoff Kjeldsen, lektor, Institut for Naturfagernes Didaktik, 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

MONA 2014-2 udkommer juni 2014. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 14. februar 2014.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 4. april 2014.

MONA 2014-3 udkommer september 2014. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 2. maj 2014.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 27. juni 2014

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2014. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Med videnskaben på tur – Dansk Naturvidenskabsfestival 2012
Lars Domino Østergaard
- 27 Trekantsberegninger og teknologi
Morten Misfeldt
- 44 Nye veje til at undersøge fysikstuderendes konceptuelle forståelse af klassisk mekanik
Sofie Birch Jensen og Lene Møller Madsen
- 59 **Aktuel analyse**
- 60 Formålsdrevet talentarbejde – når talentet udvikles med et formål
Jeppe Willads Petersen og Bjørn Friis Johannsen
- 73 **Kommentarer**
- 74 En kommentar til Becks model
Thomas Dyreborg Andersen og Morten Philipps
- 79 De autentiske (skole)miljøer
Anders V. Thomsen
- 85 Hvad er autentisk?
Trine Hyllested
- 88 Når to bliver til flere: om udfordringerne for innovationsdidaktikken i naturfagsundervisningen
Rikke Magnussen og Morten Misfeldt
- 93 **Litteratur**
- 94 Hvad er en god matematikbog?
Jeanette Axelsen
- 102 **Nyheder**

Fra redaktionen

MONA ligger nu også i en online-udgave på portalen tidsskrift.dk. Her kan alle tilgå de åbne dele af de nyeste numre af MONA, og vi er i gang med at lægge alle årgange af bladet ind. For vore abonnenter er der fri adgang til hele indholdet hvis man registrerer sig. Hvordan det gøres, kan du se på <http://www.ind.ku.dk/mona/abonnement/online-registrering/>

I dette nummer af MONA har vi tre artikler: Den første om Naturvidenskabsfestivalens program "Videnskaben på besøg", den anden om indflydelsen af computere på folkeskolens matematikundervisning og den tredje om testning af fysikstuderendes begrebsmæssige forståelse af klassisk fysik (mekanik).

I den første artikel med undertitlen *Hvor motiverende er det at høre foredrag om lyn og torden*, beskriver Lars Domino Østergaard udviklingen i folkeskoleelevers motivation før og efter et 'lyt-og-lær'-foredrag om elektricitet: "Lyn og torden – et ordentligt brag". Undersøgelsen viste at eleverne i nogen grad var motiverede for foredraget, og at de fagligt tilegnede sig ny viden på flere taksonomiske niveauer. Den har også kunnet konstatere at foredragsordningen godt kan forbedres så den i højere grad stimulerer elevernes motivation for at beskæftige sig med naturfag – og dermed for at danne grobund for udviklingen af en varig individuel interesse.

Artiklen *Trekantsberegninger og teknologi* af Morten Misfeldt diskuterer ud fra et eksempel med trekantsberegninger teknologis indflydelse på indholdet af matematikundervisningen. Misfeldt analyserer tre forskellige tilgange (som han kalder trigonometriske, euklidiske og automatiserede) til trekantsberegninger. Ud fra Deweys begreb om "kontinuitet" diskuteres den uddannelsesmæssige værdi af de forskellige strategier og hvilke strategier der kan anses for mest matematiske og fornuftige. Konklusionen er at alle tre strategier kan anses for matematisk korrekte, men at de digitale teknologier kan sætte klassiske trigonometriske løsningstrategier under pres og gøre dem vanskelige at begrunde hvis ikke curriculum omorganiseres.

Den tredje artikel, *Nye veje til at undersøge fysikstuderendes konceptuelle forståelse af klassisk mekanik* af Sofie Birch Jensen og Lene Møller Madsen, undersøger fysikstuderendes begrebsmæssige forståelse af newtonsk mekanik. Det er gjort ved at et udvalg af fysikstuderende fra Københavns Universitet er blevet testet med det såkaldte Force Concept Inventory (et spørgeskema i et traditionelt multiple choice-format) og efterfølgende med et sociokulturelt evalueringsformat. Hensigten har været at undersøge evalueringsformatets betydning for de studerendes besvarelser. Resultaterne fører til en diskussion af behovet for en mere nuanceret læringsteoretisk forståelse af hvad det vil sige at have en konceptuel forståelse af newtonsk mekanik.

Denne gang er vores aktuelle analyse leveret af Jeppe Willads Petersen og Bjørn

Friis Johannsen: *Formålsdrevet talentarbejde – når talentet udvikles med et formål*. Artiklen ser på begrundelser for talentarbejde inden for naturfagsundervisning og konstaterer at det er nødvendigt at knytte spørgsmålet om begrundelse til et mere nuanceret talentbegreb samt til de behov som talentaktiviteter taler til. For at nuancere talentbegrebet foretager forfatterne en differentiering mellem forudsætninger og talent; desuden bringes et uddrag af en kategorisering af talentaktiviteter som indtil videre er mundet ud i en tredeling: interesseaktiviteter, talentpleje og talentudvikling. Analysen afrundes med at argumentere for at talentarbejde i Danmark vil have gavn af at være mere formålsorienteret og bedre tilpasset de enkelte elevers faktiske behov.

Vi bringer kommentarer til tre af bidragene i MONA 2013-4. De virtuelle læringsrumms topologi af Claus Jessen, har givet Thomas Dyreborg Andersen og Morten Philipps anledning til, i *En kommentar til Becks model*, at beskrive det læringsrum der har fået betegnelsen "Flipped Classroom". Artiklen *Autenticitet i spil: gymnasieelevers møde med naturvidenskabelig forskning*, af Christine Jakobsen Morgan, Hanne Møller Andersen og Anna Busch Nielsen, har fået to kommentarer der begge diskuterer autenticitets-begrebet, af hhv. Anders V. Thomsen (*De autentiske (skole)miljøer*) og Trine Hyllested (*Hvad er autentisk?*)

Jan Alexis Nielsens aktuelle analyse om innovationsfremmende naturfagsundervisning var en opfordring til debat om hvorvidt det er muligt af fremme elevers innovative kompetencer på et naturfagsspecifikt grundlag. Rikke Magnussen og Morten Misfeldt tager handsken op i *Når to bliver til flere: om udfordringerne for innovationsdidaktikken i naturfagsundervisningen*. Deres indlæg munder ud i at en naturfagsspecifik forståelse af innovation efter deres mening bør udvikles sideløbende med en naturfagsspecifik innovationsdidaktik og bør relateres tæt til (og påvirke) fagbeskrivelser og kompetencebeskrivelser inden for naturfag.

Endelig bringer vi en grundig anmeldelse af gymnasiematematiksystemet "Hvad er matematik?" af Bjørn Grøn m.fl. Anmeldelsen er skrevet af Jeanette Axelsen og har titlen *Hvad er en god matematikbog?*

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

Med videnskaben på tur – Dansk Naturvidenskabsfestival 2012

– Hvor motiverende er det at høre foredrag om lyn og torden?



Lars Domino Østergaard, Institut for Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

Abstract I forbindelse med Dansk Naturvidenskabsfestivals tilbud **Videnskaben på besøg** blev der sat fokus på elevernes motivation under og efter **Lyt og Lær**-foredraget “Lyn og Torden – et ordentligt brag” som det blev formidlet til tre hold elever (N = 90) under festivalen i 2012. Data blev indsamlet i form af videoobservationer, elevinterviews samt en mindre spørgeskemaundersøgelse. Resultatet viste at eleverne i nogen grad var motiverede for foredraget, og at de fagligt tilegnede sig ny viden på flere taksonomiske niveauer. Foredragsordningen **Lyt og Lær** kan dog godt forbedres så den i højere grad stimulerer elevernes motivation for at beskæftige sig med naturfag – og dermed for at danne grobund for udviklingen af en varig individuel interesse.

Vi er på en folkeskole nær Skanderborg en dag i uge 39. Skolen har som led i Naturvidenskabsfestivalen inviteret Birgitte Bak-Jensen fra Aalborg Universitet, Institut for Energiteknik, til at fortælle elever fra 5. klasse om momenter ved lyn og tordenvejr: hvilke risici der er forbundet med fænomenet, hvorfor lyn er farlige (hvor meget energi et lyn indeholder), hvordan tordenskyer dannes, hvordan vi beskytter os bedst muligt imod lynnedslag og meget mere.

Det er som en del af ordningen **Videnskaben på besøg** at Birgitte er inviteret. Hun fortæller eleverne at hun kommer fra Aalborg Universitet hvor de bl.a. beskæftiger sig med lyn og torden i deres højspændingslaboratorium. Hun siger det er vigtigt at beskæftige sig med emnet da torden og lyn kan have indflydelse på og forstyrre elsystemet, og det er et af de områder hun selv har forsket i. Hun er med andre ord “en rigtig videnskabskvinde” der fagligt er “klædt godt på”, og det er med indlevelse og entusiasme at Birgitte fortæller om lyn og torden for de mange elever der er mødt op til hendes foredrag.



Figur 1. Birgitte fortæller om lyn og torden for forskellige grupper elever fra tre forskellige folkeskoler (dækkende 3.-6. klassetrin).

Under foredraget kommer Birgitte vidt omkring. Blandt andet fortæller hun om hvordan lyn opstår i skyerne, og om lynenes energiindhold, hun fortæller med eksempler om de skader lynnedslag kan volde, og hun kommer ind på hvordan man beskytter sig imod lyn. Foredraget, der varer godt 45 minutter, afsluttes med et demonstrationsforsøg med lyn, spænding og en kondensator der bliver "lynramt". Den afbrændte kondensator bliver efterfølgende sendt rundt så eleverne ved selvsyn kan se hvad der er sket med den.

Det er som en del af tilbuddene i kategorien **Lyt og Lær** (se boks 1) at Birgitte Bak-Jensen er på roadshow til de klasser der ønsker at høre hendes foredrag. Hvis skolen ligger tæt på Aalborg, er der endvidere mulighed for at klassen – eller klasserne – kan komme på besøg på Aalborg Universitet og se demonstrationsforsøget under lidt større forhold i universitetets stærkstrømslaboratorium. Foredraget er det samme hvor Birgitte end holder det – dog tager hun formidlingsmæssige hensyn til den aldersklasse hun holder foredraget for (interview, Birgitte Bak-Jensen, 10.9.2012).

Netop i forbindelse med forskernes formidling af de forskellige emner og med blik på elevernes mulighed for at tilegne sig viden om og interesse for det emne der bliver formidlet, er *motivation* et yderst centralt begreb. I relation til formålet med Dansk Naturvidenskabsfestival er det indlysende at der tages hensyn til elevernes motivation. Som direktør Mikkil Bohm og projektkoordinator Liva Vrist Rønn udtrykker det: "Formålet med festivalen er at skabe begejstring for naturvidenskab blandt børn og unge for derved at skabe grobund for en øget interesse" (Rønn & Bohm, 2013, s. 40).

Birgittes eget formål med at tage ud og fortælle om sit arbejdsområde og sin interesse er bl.a. at eleverne får mulighed for at lære hvordan man beskytter sig under et lyn- og tordenvejr, samt at skabe interesse for naturfaget, for som Birgitte siger: "det er jo en del af de overordnede mål for Dansk Naturvidenskabsformidling" (interview, Birgitte Bak-Jensen, 10.9.2012).

Videnskaben på besøg

Et af de mange tilbud som Dansk Naturvidenskabsfestival tilbyder hvert år i anledning af naturvidenskabsugen, der forløber i uge 39, er Videnskaben på besøg. Det er et tilbud om at høre et af de op til 500 forskellige foredrag der frivilligt tilbydes af forskere og andre fagfolk der rejser rundt til skoler og institutioner i Danmark (Dansk Naturvidenskabsformidling, 2013; Rønn & Bohm, 2013). Siden 2011 har foredragene været opdelt i tre kategorier:

- Lyt og Lær

Et klassisk foredrag hvor foredragsholderen fortæller sin egen gode naturvidenskabelige historie. Historien skal give eleverne et naturvidenskabeligt perspektiv på deres hverdag og verden omkring dem

- Prøv Selv

Foredrag hvor eleverne involveres aktivt i hele eller dele af oplægget. [...] Ved at involvere eleverne aktivt skabes der bedre basis for læring, og det vil sandsynligvis pirre deres nysgerrighed og spørgelyst. Eleverne skal gerne få et indblik i hvordan man arbejder med naturvidenskab i "den virkelige verden".

- Rør og Spørg

Formidling i børnehøjde, specielt rettet mod de små klasser. [...] Der skal gerne være masser af muligheder for at røre, undres og stille spontane spørgsmål.

(Dansk Naturvidenskabsformidling, 2013)

Motiver til en blivende interesse

Begreberne motivation og interesse bliver ofte brugt i flæng uden at der tænkes nærmere over den egentlige betydning. Med citatet "... interest is a powerful motivator" (Deci, 1992, s. 43) bliver de to begreber sat i relief. Interesse er noget der kommer *før* motivation, og som effektivt påvirker individers vilje – motivation – til at handle: Hvis du er interesseret, kommer motivationen næsten af sig selv.

Interesse kan opfattes som noget iboende – noget individuelt vi alle bringer med os hvor vi så end er. Ifølge Østergaard (2005) kan interesse opfattes som en iboende psykisk tilstand, en *parathed til at handle*, med hvilket der menes at hvis der opstår en mulighed hvor interessen kan udfoldes, vil individet der har interessen, aktivt handle og dermed opleve glæde og fornøjelse, være engageret på den gode måde og være påvirket af andre positive følelser (ibid.).

Birgitte er interesseret i naturvidenskab. Det er hendes levevej, og er der noget der *trigger* hendes interesse, vil hun aktivt handle på baggrund af sit interessefelt. Fx noget hun ser i TV eller læser i en avis, eller måske et uvejr kan engagere Birgitte. Den form

for interesse hun besidder, kaldes den individuelle interesse (Renninger, Hoffman & Krapp, 1998), og det er den der snakkes om når Dansk Naturvidenskabsformidling refererer til en "grobund for en øget interesse" (Rønn & Bohm, 2013, s. 40).

En anden form for interesse, *den situationelle interesse*, er mere en her og nu-interesse der kan opstå på baggrund af stimuli fra omgivelserne (Østergaard, 2005), og som kan sidestilles med motivation der er en proces mere end en tilstand, og som ses når et individ aktivt handler (ibid.). Aktivt engagement og handlen bygger på motivation der i større eller mindre grad kan relatere til interessebegrebet.

Når Birgitte aktivt tager rundt og holder foredrag, er det fordi hun på baggrund af sin interesse er motiveret til at udbrede sin viden og sin glæde og begejstring og den entusiasme der er knyttet til hendes *interesseområde*.

Elever der deler Birgittes interesse for naturfag og det hun snakker om, kan let motiveres til aktivt at arbejde videre med emnet og vil fx undersøge hvordan de hjemme har sikret elnettet mod lynnedslag, eller snakke med deres forældre om det de har lært (se efterfølgende diskussion af læring i forbindelse med foredraget).

Hvis eleverne derimod *ikke* deler interessen, har Birgitte (og Dansk Naturvidenskabsformidling) en udfordring, og det store didaktiske spørgsmål kommer til at omhandle hvordan vi på den bedst mulige måde motiverer de børn og unge der ikke allerede har en interesse inden for naturfagene – dem der synes naturfag er kedeligt, og ikke af egen vilje beskæftiger sig med emnet. Hvordan får vi engageret dem til aktivt at handle – får dem op af stolene, ud i naturen eller ind på de spændende internetsider? Hvordan stimuleres børns og unges interesse for det vi – eller for at være konkret, Birgitte – synes er interessant? Og her kommer motivation i fokus da det handler om at motivere de unge til at beskæftige sig med naturfag så de kan udvikle en interesse – en individuel interesse der desværre ikke nødvendigvis kommer af sig selv.

Som skrevet tidligere er det bl.a. dét Dansk Naturvidenskabsfestival arbejder med: at motivere børn og unge til at beskæftige sig med naturfag så de derfra kan udvikle en varig interesse. De der *ikke* er interesseret i forvejen, skal nemlig i høj grad stimuleres og motiveres til at beskæftige sig med naturfag.

I nærværende projekt vil begrebet motivation blive tolket på baggrund af selvbestemmelsesteorien, SBT (fx Deci & Ryan, 2012), der opererer med individuelle iboende behov for autenticitet, kompetence og fællesskab som er afgørende for motivationen. Set i den sociokulturelle kontekst som Birgittes foredrag foregår i, er elevernes motivation og de tilknyttede tre behov jf. SBT dog i lige så høj grad påvirket af udefrakommende stimuli som den er båret af indefrakommende motiver (Reeve, Deci & Ryan, 2004).



Figur 2. Tolkning af selvbestemmelsesteorien i forhold til begrebet interesse (Carbonneau, Vallerand & Lafrenière, 2011; Deci, 1998; Hidi & Berndorff, 1998; Østergaard, 2005).

Idet indefrakommende motiver, forstået som lysten til at vide, til at opleve og til at opnå (Carbonneau, Vallerand & Lafrenière, 2011), stort set kan relateres til den individuelle interesse for et givent område (Ryan & Deci, 2000), er det specielt de eksterne stimuli jeg i det følgende vil fokusere på: Elever der allerede er interesseret i naturfag, vil sandsynligvis begejstres ved foredraget mens det er den anden gruppe – dem der

Der er udført et stort antal undersøgelser der har haft fokus på motivation og hvordan man stimulerer børns og unges motivation i den ene eller anden retning (Ames, 1992; Brophy, 2010; Griffin & Symington, 1998; Standage, Gillison & Treasure, 2008; Turner & Paris, 1995; Østergaard, 2005). Der er ingen konsensus på området, men faktorer som *valg og kontrol, relevans og mening, fællesskab og udfordring* samt dét at det foregår i en *behagelig atmosfære*, bliver ofte fremhævet i litteraturen (se fx Brophy, 2010, for en oversigt).

I de tilfælde hvor eleverne bliver optimalt stimuleret, vil de have de bedste forudsætninger for at engagere sig og skabe grobunden for en individuel interesse mens de kun i nogen grad vil have samme mulighed hvis de i mindre eller i ringe grad bliver stimuleret. I så tilfælde vil de kun i nogen grad være motiveret til at engagere sig og dermed ikke have de optimale betingelser for at udvikle en individuel interesse.

I det følgende vil nogle, men ikke alle af de stimulerende faktorer indgå i analysen af de indsamlede data (se metodeafsnit).

ikke af sig selv begejstres ved tanken om at skulle høre et naturfagligt foredrag – der udgør sagens kerne.

Det er med den optik at jeg i uge 39 i 2012 er taget med Birgitte på tur rundt i det danske land: Er det virkelig muligt at motivere elever til at blive begejstret og udvikle interesse for naturfag ved at få en videnskabskvinde på besøg? Og lærer de egentlig noget af at høre hendes foredrag? Jeg ønsker med andre ord at tage temperaturen på eleverne og deres motivation *under og efter* et formidlende **Lyt og Lær**-besøg. Der vil ikke være fokus på foredragsholderen, hendes formidling eller lærernes for- og efterberedelse selvom det alle er parametre der kan påvirke elevernes motivation og læring. Projektet fremstår som et enkeltstående casestudie der dykker ned i et af de mange tiltag der er i forbindelse med Dansk Naturvidenskabsfestival, og kan forhåbentlig bidrage til at kaste lys over hvad eleverne – eller nogle af dem – mener om lige netop det foredrag der var på deres skole hin dag i september 2012.

Dansk Naturvidenskabsfestival

Festivalen har været afholdt over 11 år (Rønn & Bohm, 2013). Første gang var i 1998 hvor den efter inspiration af bl.a. Edinburgh International Science Festival blev afholdt som en ti dage lang festival der sigtede mod naturvidenskabelig formidling til den brede befolkning. Første naturvidenskabsfestival blev afholdt på Experimentarium (Jespersen, 2008), og efter at have formidlet naturvidenskab til den brede befolkning igennem fire festivaler (afholdt hvert andet år) besluttede bestyrelsen sig for at rette festivalen mod grund- og gymnasieskoler og afholde den årligt i samme uge for bl.a. genkendelsens skyld (ibid.). I dag er uge 39 mere eller mindre blevet et pseudonym med Dansk Naturvidenskabsfestival for mange lærere og elever landet over.

I 2012 deltog 36 % af landets skoler (i alt 668 skoler) og 58 % af landets almene og tekniske gymnasier (i alt 107 gymnasier), og festivalen var bredt ud, så den ikke kun foregik lokalt på skolerne, men også i andre mere offentlige rum som fx Aalborg Zoo, Energimuseet i Bjerringbro og Tycho Brahe Planetariet i København (Gemal & Skjerbæk, 2013). De forskellige tilbud som festivalen tilbød ud over de lokale arrangementer, omfattede bl.a. et virtuelt laboratorium, Test-o-Teket, Masseeksperimentet med deltagelse af ca. 20.000 elever fra grundskole og gymnasium i alderen 5-19 år samt ordningen Videnskaben på besøg hvor i alt 143 fagfolk udbød 445 foredrag for op til 40.000 elever omhandlende alt fra blåmuslinger til fjerne galakser (ibid.). Evaluering af ordningen med foredragene tegnede et billede af stor tilfredshed blandt både elever, lærere og foredragsholdere. Et citat fra evalueringsrapporten beskriver det: "Alle de små personlige historier bidrager til at vække elevernes interesse for naturfagene. De oplever, at forskere ikke kun sidder i kældre og studerer." (ibid., s. 23).

Det er bemærkelsesværdigt at eleverne ikke er blevet ordentligt hørt i evaluering-

gen af Naturvidenskabsfestivalen (ibid.). Alle evalueringsresultater er indhentet ved hjælp af spørgeskemaer til lærerne – eleverne er ikke blevet tilbudt evaluering, og det er blandt andet netop elevernes stemme som indeværende forskningsprojekt vil være med til at åbne op for: Kan et relativt traditionelt og endda *naturvidenskabeligt* foredrag være med til at vække begejstring og interesse hos elever i dagens Danmark? Hvad mener eleverne selv, hvilken indflydelse har et **Lyt og Lær**-foredrag på deres motivation, og får de egentlig noget ud af et traditionelt foredrag?

Metode

Rammer

I undersøgelsen har der deltaget i alt 90 skoleelever fra 3. til 6. klasse fra tre forskellige folkeskoler i Midt- og Nordjylland (to kommunale skoler og en friskole). Klasser fra to af skolerne overværede foredrag inklusive demonstrationsforsøget på deres egen skole i enten et stort undervisningslokale (5. årgang, skole A) eller i skolens fysik-/kemilokale (6. årgang, skole B). Den sidste skole havde mulighed for at flytte undervisningen til Aalborg Universitet hvor eleverne (fra 3. til 6. årgang samt to elever fra 6. årgang, skole C) hørte foredraget i et undervisningslokale mens de fik mulighed for at overvære forsøgene i universitetets højspændingslaboratorium.

I alle tre tilfælde holdt Birgitte Bak-Jensen et foredrag på ca. 35-40 minutter der blev afsluttet med et forsøg hvor hun demonstrerede hvor lidt – eller hvor meget – spænding en kondensator kan holde til, som et eksempel på en elektronisk sikring vi alle bør have på vores elnet i tilfælde af lynnedslag i de elektriske installationer. Med sig til de to skoler havde Birgitte en såkaldt *strømkasse* der kunne generere højspænding, mens udstyret og spændingen ved forsøgene i højspændingslaboratoriet klart var mere prangende.

Dataindsamling

Jeg har valgt at anvende *mixed method research* (Johnson, Onwuegbuzie & Turner, 2007) frem for alene at bygge undersøgelse på selvrapporterende spørgeskemaer der ellers ofte anvendes i motivationsundersøgelser (Fulmer & Frijters, 2009). Dette for at få et mere nuanceret og begrundet billede af elevernes motivation og dermed kunne imødegå de ulemper der er ved alene at anvende selvrapporterende spørgeskemaer, bl.a. mht. validitet (ibid.).

Data der er anvendt i undersøgelsen af elevernes motivation i forbindelse med foredraget, blev indsamlet både i form af videoobservation under selve foredraget, en mindre spørgeskemaundersøgelse uddelt til alle elever samt opfølgende interviews af udvalgte elever.

Videobestruer

Formålet med videobestruererne af eleverne var visuelt at registrere tegn på deres motivation – eller mangel på samme – under selve foredraget. Observationerne blev udelukkende anvendt som supplement til de andre dataindsamlingsmetoder og bidrog til at underbygge andre tolkninger. Derfor er analysekategorierne, tegn på motivation eller mangel på samme, også groft skitseret: Elevernes spørgelyst, oprigtig nikken og andre former for positiv tilkendegivelse blev opfattet som et tegn på motivation mens småsludren eleverne imellem, nikkende hoveder (pga. træthed) eller elever der kiggede væk/lå sovende over bordet, blev opfattet som tegn på manglende motivation.

Spørgeskema

Spørgeskemaet var baseret på *task evaluation questionnaire* der er et ud af flere spørgeskemadesign der specifikt er udformet til at evaluere individers motivation relateret til en bestemt aktivitet – som her at høre et foredrag. Spørgeskemaet er en del af *intrinsic motivation inventory* (IMI) som er et velafprøvet, overordnet, multidimensionelt spørgeskemadesign der er udformet til at evaluere informanternes umiddelbare erfaringer, motivation og selvregulering der alle kan ses som parametre i selvbestemmelsesteorien (selfdeterminationtheory.org, 2013b). Designet anvendes bl.a. til at spørge ind til *interesse og fornøjelse, oplevelse af kompetence* samt *oplevelse af psykiske spændinger* (eng.: felt pressure/tension) i forbindelse med en given aktivitet. Det er specielt parametrene *interesse og fornøjelse* der er med til at belyse informanternes motivation, og til hvilke der derfor er flest spørgsmål¹. Resultatet understøttes af *oplevelse af kompetence* og skulle gerne modsvares af en negativ *oplevelse af psykisk spænding*. Der er i det originale design flere parametre/kategorier ud over de nævnte, men kun de parametre der er relevante for undersøgelsen, er inddraget i det aktuelle spørgeskema. Selve IMI-designet er blevet testet mht. validitet, og der er klare indikationer for at designet opfylder validitetskrav (selfdeterminationtheory.org, 2013a).

I relation til de motiverende faktorer der nævnes i tekstboks 2, inkluderer kategorien *interesse og fornøjelse* faktorerne mening og relevans, kategorien *oplevelse af kompetence* spørger til elevernes udfordring, og *oplevelse af psykisk spænding* belyser elevernes valg, kontrol og oplevelse af atmosfæren ved foredraget. Den sidste faktor der er nævnt i tekstboks 2, fællesskab, tolkes ud fra videobestruererne samt spørgsmål i interviewene.

Spørgeskemaet bestod af 17 udsagn relateret til kategorierne *interesse og fornøjelse* (7), *oplevelse af kompetence* (5) samt *oplevelse af psykisk spænding* (5) der skulle vurderes på en likertskala (syv trin) gående fra **Helt uenig** til **Helt enig** (se tabel 1). Efter

1 Interesse opfattes her som en tilstand hos eleverne hvorudfra der kan udledes informationer om en forventet eller den forventede motivation: Stor interesse medfører en stor motivation mens ringe interesse tyder på lav motivation for emnet der spørges ind til.

oversættelse af udsagnene fra engelsk til dansk og en sproglig bearbejdning blev det foreløbige spørgeskema blindtestet af tre videnskabelige medarbejdere, der relaterede udsagnene til de udvalgte kategorier. Efter tre gentagne sproglige bearbejdninger af udvalgte udsagn var der sammenfald mellem de kategorier udsagnene oprindeligt relaterede til, og dem som de videnskabelige medarbejdere relaterede til. Grundet tidspres blev spørgsmålene desværre ikke gennemgået med børn i den forventede aldersgruppe, hvilket bl.a. var årsag til at enkelte spørgsmål var formuleret så børnene havde svært ved at forstå dem. Det blev der efterfølgende taget hensyn til (se følgende).

Eksempler på udsagn fra spørgeskemaet

3. *Jeg kunne sagtens følge med i det faglige hun snakkede om*

[eks. fra kategorien *oplevelse af kompetence*]

8. *Det var et sjovt foredrag*

[eks. fra kategorien *interesse og fornøjelse*]

9. *Jeg var rolig og slappede af under foredraget*

[eks. fra kategorien *oplevelse af psykisk spænding* – udsagnet takseres som en negation i forhold til kategorien; svaret blev medregnet som otte minus dets værdi på likertskala]

Alle udsagn skulle besvares ved at krydse af på en likertskala som nedenstående:

Helt uenig 1	2	3	Hverken eller 4	5	6	Helt enig 7

Tabel 1. Syvtrins likertskala

Spørgeskemaundersøgelsen blev gennemført umiddelbart efter hvert af de tre foredrag. Alle gange blev det indledningsvis forklaret hvordan eleverne skulle besvare de forskellige udsagn ved at krydse af på skalaen, hvorefter de enkelte udsagn blev læst op så også læsesvage elever havde mulighed for at besvare udsagnene. Enkelte af de 17 udsagn blev yderligere kommenteret og uddybet, som fx udsagn nr. to: *Jeg var slet ikke nervøs for at jeg ikke forstod hvad hun sagde*. Udsagnet indeholder en dobbeltnegation og kan derfor være umiddelbart vanskeligt at forholde sig til.²

² Ved anvendelse af spørgeskemaer er der mange faktorer der kan have indflydelse på besvarelsen (Judd, Smith & Kidder (1991)). De metodemæssige implikationer ved at anvende spørgeskema vil dog ikke blive belyst nærmere i nærværende artikel.

Interview

På spørgeskemaet hvor skolens navn var anført, skulle eleverne yderligere angive klassetrin og deres initialer der efterfølgende havde betydning for udvælgelse af de elever der skulle medvirke ved de efterfølgende interviews. Til interviewseancerne der blev afholdt godt en måned efter foredraget, blev der fra hver klasse til dybdeinterviews udvalgt hhv. to elever der havde scoret højt mht. motivation (højt på *interesse og fornøjelse* og *oplevelse af kompetence*), og to elever der havde scoret lavt på samme kategorier. Eleverne blev udvalgt af hensyn til reglen om maksimal variation (Maunsbach & Lunde, 2003), og interviewet blev gennemført som et semistruktureret gruppeinterview (Halkier, 2003; Kvale, 1994) der foregik på elevernes skole. Spørgeguiden var opdelt med reference til selvbestemmelsesteorien og elevernes behov for autonomi, kompetence og tilhørsforhold (Deci & Ryan, 2012) samt udvalgte faktorer der positivt påvirkede elevernes motivation (valg, relevans og udfordring samt fællesskab – se tekstboks 2). Under interviewene blev der anvendt *stimulated recall* (Nunan, 1998) i form af billeder fra foredraget som det blev afholdt for de aktuelle klasser.

Der blev gennemført seks semistrukturerede gruppeinterviews med i alt 23 elever. Interviewene varede fra 15 til 29 minutter hvor eleverne i fællesskab kommenterede deres oplevelse af dét at overvære et **Lyt og Lær**-foredrag. I alle seks tilfælde var eleverne aktivt kommenterende selvom de som regel i begyndelsen af interviewet var lidt mærkede af situationen. Alle de interviewede børn fik mulighed for at give deres mening til kende.

Efterfølgende blev interviewene analyseret dels med baggrund i fænomenologien (Jacobsen, Tanggaard & Brinkmann, 2010) der fordrer en åben og fordomsfri holdning til informanternes udsagn, dels med baggrund i hermeneutikken hvor både spørgeskemabesvarelserne og videoobservationerne ligeledes blev inddraget for at perspektivere analysen.

Analyse og resultater

Videoobservation

Videooptagelserne viste mange eksempler på elever der sad uroligt og gabte en del under foredragene, men når Birgitte stillede et spørgsmål ud til hele årgangen, kom der straks en mængde hænder i vejret, hvilket tolkes som at eleverne, trods deres gaben og uro, aktivt hørte efter det der blev fortalt. Eleverne bidrog også i forskellig grad under hele foredraget med deres egne erfaringer og personlige historier med reference til det Birgitte fortalte om lyn, lynskader, lynnedslag m.m. Alt i alt observationer der tyder på at eleverne i nogen grad var motiverede for aktivt at høre foredraget og det der blev berettet om.

Specielt i forbindelse med det demonstrationsforsøg som Birgitte udførte, udviste

eleverne i alle tre tilfælde stor opmærksomhed, hvilket kunne aflæses i deres adfærd: På de to skoler hvor Birgitte havde en *strømkasse* med, sad eleverne da forsøget begyndte, fremme på stolene, deres opmærksomhed var rettet mod *strømkassen*, og de kom med udbrud og interagerede med hinanden om det de så. Da Birgitte sendte den afbrændte kondensator rundt i lokalet, snakkede eleverne sammen om kondensatoren, og de iagttog den nysgerrigt (undersøgte den ved at dreje den i hånden) og spurgte ind til bl.a. forsøget, forsøgsomstændighederne og hvad den afbrændte kondensator bestod af. Det var en adfærd der i højere grad end under foredraget kan tolkes som værende motiverende i relation til den aktuelle aktivitet (forsøget). Eleverne udviste i langt højere grad autonomi, tilhørsforhold og andre adfærdsmæssige træk der kan relatere til en positiv form for motivation (Andersen & Nielsen, 2011; Brophy, 2010).

Lignende adfærd blev observeret da eleverne overværede samme eksperiment på Aalborg Universitet. Småsnak om forsøget, overraskede udbrud da kondensatorerne blev "brændt af", og kommentarer og spørgsmål fra eleverne (og læreren) til Birgitte som alle tolkes som tegn på motivation for den aktuelle aktivitet (Andersen & Nielsen, 2011).

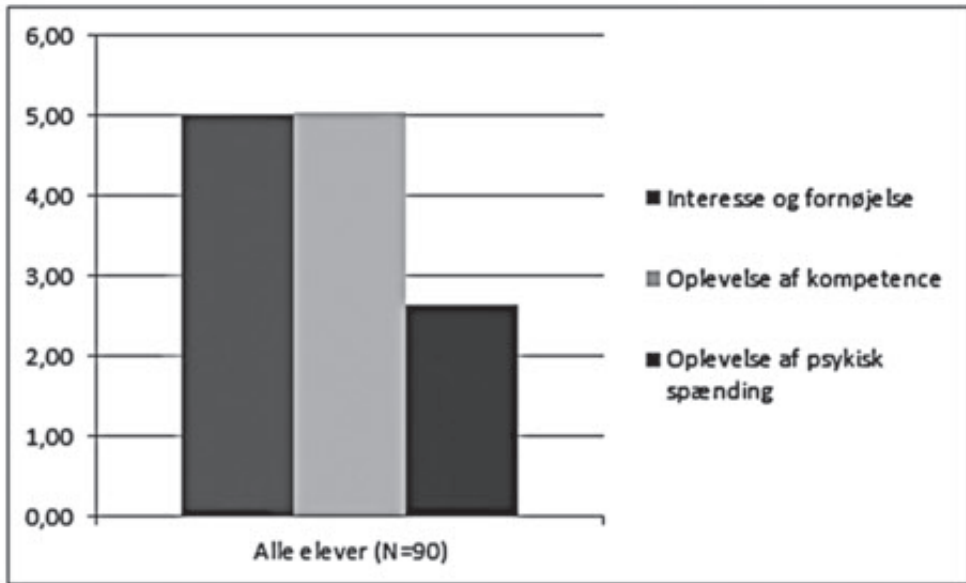
Spørgeskema

Data fra spørgeskemaerne blev indekseret og analyseret ved hjælp af programmerne Microsoft Excel og SPSS. En oversigt over elevernes besvarelser (1-7 fra Helt uenig til Helt enig) er angivet nedenfor. I den følgende diskussion vil datasæt fra de enkelte skoler og klasser bliver præsenteret og inddraget.

En nærmere analyse af besvarelserne gav følgende resultat:

Parameter	Helt uenig- delvist uenig (1-3)	Hverken eller (4)	Delvist enig-helt enig (5-7)	Total (N = 90)
Interesse og fornøjelse	15,4 %	24,7 %	59,9 %	100 %
Oplevelse af kompetence	17,7 %	20,6 %	61,6 %	100 %
Oplevelse af psykisk spænding	65,8 %	19,2 %	15,0 %	100 %

Tabel 2. Procentvis opdeling af besvarelse på en likertskala.



Parameter	Gennemsnit	Standardafvigelse
Interesse og fornøjelse	5,01	1,26
Oplevelse af kompetence	5,04	1,15
Oplevelse af psykisk spænding	2,64	1,12

Figur 3. Besvarelse af spørgeskema. Angivet som gennemsnit af besvarelse på en likertskala gående fra 1 = helt uenig til 7 = helt enig fordelt på skoler og klasser og opstillet i relation til de tre kategorier der blev spurgt ind til. Resultaterne vil blive uddybet i næste afsnit.

De indsamlede data (figur 3 og tabel 2, N = 90) viser en relativt høj værdi på likertskalaen for henholdsvis *interesse og fornøjelse* og *oplevelse af kompetence* (svarende til delvist enig i udsagn relateret til udvist interesse for foredraget og at de følte sig kompetente i forhold til det fortalte): henholdsvis 59,9 og 61,6 % af elevbesvarelserne jf. tabel 2. Dette tolkes som at eleverne samlet viste at de i nogen grad var motiveret for foredraget som Birgitte holdt, og det understøttes af elevernes oplevelse af at være kompetente i forhold til det hun berettede om (positiv pearsonkorrelation = 0,610 mellem *interesse og fornøjelse* og *oplevelse af kompetence*). Resultaterne modsvares

af en lav værdi på udsagn omhandlende *oplevelse af psykisk spænding* (svarende til uenig/delvist uenig i udsagn der omhandlede elevernes følelse af ubehag eller psykisk spænding under foredraget): negativ pearsonkorrelation = $-0,778$ i forhold til *interesse og fornøjelse*, hvilket yderligere er med til at understøtte elevernes positive oplevelse af motivation for foredraget.³

Der er foretaget yderligere statistisk behandling af data fra spørgeskemaundersøgelsen, og de vil blive medtaget i diskussionen hvor det findes relevant.

Interview

Analysen af interviewene resulterede i samlet 236 udsagn hvortil der blev tilknyttet i alt 41 koder. Der blev i analysen registreret 80 udsagn der blev tolket som positive tilkendegivelser i forhold til foredraget (fx “det hele [var] bare interessant fordi det var det bare altså, ..., der var faktisk en del ting man godt kunne bruge”, Mads, 5. klasse, skole C), mens der var 62 udsagn der blev tolket som negative tilkendegivelser (fx “Interviewer: [om smileys eleverne ville give foredraget] Du valgte en, der var faldet i søvn. Hvordan kan det være? Sille: Ja, fordi det bare var røvstyg”, Sille, 5. klasse, skole A).

Overordnet giver analysen af interviewene et billede af en gruppe elever der samlet viser at de i nogen grad er motiveret i forhold til det foredrag som Birgitte holdt i forbindelse med ordningen **Videnskaben på besøg**.

Hvis der udelukkende fokuseres på den eksperimentelle del af foredraget hvor Birgitte viste sit demonstrationsforsøg, er billedet dog lidt anderledes idet der kun var én af de interviewede elever der udtrykte at forsøget var kedeligt (fx “Interviewer: ... hvad synes du, der var mest uinteressant? Malene: Det hele [...] Interviewer: Hvad så med det der øh, hvor I var inde og se eksperimentet? Malene: Mellem. Interviewer: Mellem, okay. Hvorfor, hvad mener du med mellem? Malene: Øhm, fordi øhm [grin] at øhm, den var sådan lidt kedelig”, Malene, 4. klasse, skole C), mens der var flere der pointerede at det mest spændende og interessante lige netop var den eksperimentelle del:

“Interviewer: Okay. Oscar, hvad synes du der var mest spændende?

Oscar: Jeg synes det var spændende da hun sprang den der inde i boksen.

Interviewer: Ja.

Oscar: Den der man kunne sætte i stikkontakten.” (Oscar, 5. klasse, skole A)

“Jeg synes at øh, det spæ... det mest spændende, der var, det var det forsøg hun lavede” (Michael, 6. klasse, skole B)

³ Pearsonkorrelationen er et udtryk for hvor stor sammenhæng der er mellem de forskellige koefficienter. Jo tættere den numeriske værdi er på 1, desto større sammenhæng er der mellem de variable. De angivne værdier tolkes som relativt god korrelation mellem de anvendte variable.

- “[om tildeling af smileys]
- Louise:* Øhm, jeg vil gi' en glad smiley
- Interviewer:* Hvorfor det? Det var jo bare at man kom ind, og så [lyd] så man det der, og så færdigt arbejde?
- Louise:* Fordi det var spændende at få at vide, altså man kunne have sådan en lynafleder.” (Louise, 4. klasse, skole C)

Ovenstående og lignende kommentarer har jeg tolket som at eleverne var motiveret for at overvære forsøget – og en del mere end de var for selve foredraget. Det er forventelige resultater der er i overensstemmelse med generelle teorier for motivation (Brophy, 2010): Læringsaktiviteter der inkluderer andet end blot verbal vidensudfoldelse (den lærdes transmission af egen viden, som et foredrag kan siges at dække over), er mere motiverende end det at sidde stille og høre efter.

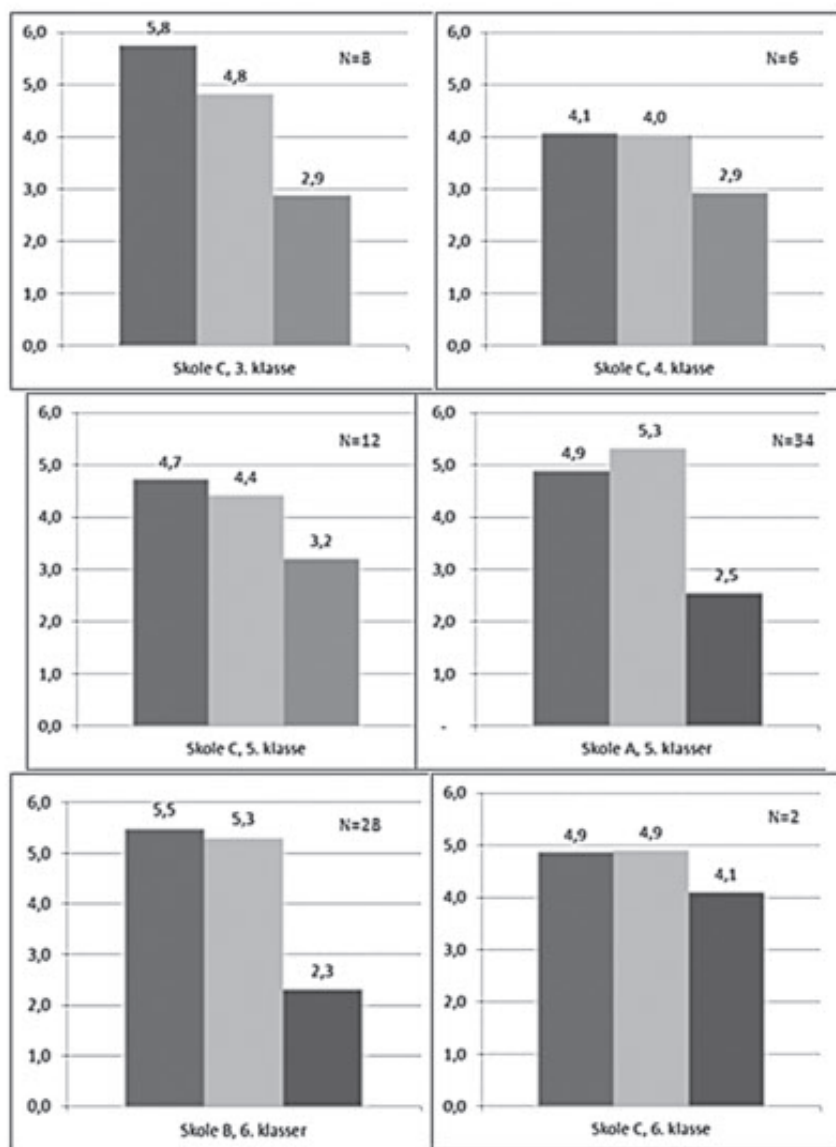
Diskussion

Motivation

Baseret på resultaterne fra både videoobservationerne af eleverne, analysen af spørgeskemaet og de seks interviews kan det tolkes at eleverne i nogen grad var motiveret i forbindelse med foredraget. Det der virkede mest motiverende, var dog demonstrationsforsøget som Birgitte viste i forbindelse med sit besøg. Resultatet passer med andre undersøgelser der viser at demonstrationsforsøg som supplement til den almene undervisning kan være medvirkende til at øge elevernes motivation (Millar, 2010). Effekten er dog relativt lille i forhold til aktivt at inddrage eleverne i det praktiske arbejde (ibid.).

Ved en nærmere gennemgang af de kvantitative data kunne der iagttages en forskel på elevernes motivation for at høre foredraget i relation til deres klassetrin idet de ældre årgange var mere motiverede for foredraget end de yngre.

Figur 3 angiver elevernes besvarelser fordelt efter klassetrin/skole og viser den sammenhæng der er mellem graden af motivation og klassetrin. Resultatet svarer overens med hvad der kan forventes af elevernes faglige baggrund/deres kompetence i relation til det Birgitte formidlede (Undervisningsministeriet, 2009).



Figur 4. Besvarelse af spørgeskema fordelt efter klassetrin/skole. De tre søjler repræsenterer henholdsvis *interesse og fornøjelse, oplevelse af kompetence og oplevelse af psykisk spænding.*

En årgang – 3. klasse, skole C (N = 8) – falder dog udenfor idet de angiver en mærkbart høj grad af *interesse og fornøjelse*, hvilket ikke stemmer overens med de observationer der er blevet foretaget eller de efterfølgende interviews. Under interviewet kom det frem at eleverne generelt syntes at foredraget var kedeligt mens forsøget var spæn-

dende. Ydermere tilkendegav flere af eleverne fra 3. klasse at de havde svært ved helt at forstå spørgeskemaet (de var snørklede, mærkelige og underlige, interview, 3. klasse, skole C), og en elev udtrykker direkte at hun ikke rigtig forstod spørgsmålene og derfor mener at hun har svaret forkert på nogle af spørgsmålene.

En Cronbachs alfa-analyse (den indre reliabilitet mellem spørgsmålene) viser at der er god korrelation mellem 3.-klasseselevers besvarelse af spørgsmålene vedrørende *interesse og fornøjelse* (Cronbachs alfa = 0,764) mens korrelationen er dårlig for de andre kategorier (henholdsvis 0,438 og 0,159)⁴. Analysen bekræfter at eleverne i 3. klasse ikke helt er konsistente i deres besvarelse af specielt kategorierne *oplevelse af kompetence* og *oplevelse af psykisk spænding* hvilket sandsynligvis hænger sammen med elevernes problemer med at udfylde spørgeskemaet. Derfor kan besvarelsen fra 3. klasse, skole C, ikke regnes som reliabel og valid.

Ligeledes kan kvantitative data fra 6. klasse, skole C, ikke regnes for reliable da kun to elever repræsenterede dette klassetrin. De var en del af en større gruppe primært bestående af 3.- og 4.-klasseselever hvilket formodes at have sat standarden for foredraget så de to elever fra 6. klasse kan have følt sig malplacerede. Det kan understøttes med deres høje angivelse af *oplevelse af psykisk spænding* (eneste klasse der tilkendegav en positiv – omend meget svag – indikation af oplevelse af psykisk spænding).

Med en enkelt undtagelse (skole C, 6. klasse) viser en gennemgang af de kvalitative data også at der er indikationer for øget motivation for foredraget jo ældre eleverne er. I 3. klasse kommer eleverne med udsagn som “lidt kedeligt” og “uinteressant” (interview, 3. klasse, skole C) mens eleverne i 6. klasse anvender glosor som “spændende”, “sjovt” og “lærerigt” (interview, 6. klasse, skole B). Alle elever udtrykker dog, uafhængigt af klassetrin, begejstring for det demonstrationsforsøg der afsluttede foredraget (superlativer som bl.a. “rigtig spændende”, “det bedste af det hele”, “megasvine-sejt” og “interessant”, interview 3. klasse, skole C, 5. klasse, skole A, og 6. klasse, skole B).

Læring

For at have noget konkret at snakke med eleverne om spurgte jeg ved alle interviewseancer ind til det Birgitte havde fortalt eleverne. Hvor meget og hvad kunne de egentlig huske fra hendes foredrag ca. en måned efter at de havde overværet det? Havde de fået noget at vide de ikke vidste i forvejen?

Der var klare indikationer på at eleverne havde tilegnet sig viden på flere taksonomiske niveauer (se bl.a. Dolin, Krogh & Troelsen, 2003), bl.a. hvordan lyn opstår (pga. spændingsforskelle skyerne imellem eller mellem sky og jord, *vidensniveau*), og hvordan man beskytter sig, hvis uvejret bryder ud (fx ved at sidde på hug eller opholde sig

4 Cronbachs alfa > 0,7 indikerer god indre reliabilitet mellem spørgsmålene (Forshaw, 2007).

i en bil, *færdighedsniveau*). Enkelte elever fortalte hvordan de efter foredraget hjemme havde undersøgt sikringer og snakket sikkerhed med deres forældre (fx at man bør trække stikket ud af elektronisk udstyr under lyn- og tordenvejr), hvilket kan tolkes som eksempel på *kompetenceniveau*. I alle tilfælde var det informationer eleverne ikke havde i forvejen.

I relation til Blooms taksonomi (Anderson & Sosniak, 1994) dækkes både videns-, forståelses-, anvendelses- og til dels analyseniveauerne hvilket underbygger ovenstående.

Endelig var der få elever der efter foredraget gav udtryk for at de havde fået lyst til at vide mere om lyn og torden, så "... vi ved hvad der skal vides" (bl.a. interview, Wilhelm, 5. klasse, skole A). Der var dog ingen elever der gav udtryk for at være blevet mere motiveret for at beskæftige sig med naturfag på baggrund af foredraget.

Konklusion og perspektivering

Samlet kan det konkluderes at eleverne fra 3. til 6. klasse – fordelt på de tre skoler der indgik i undersøgelsen – rent faktisk havde fået noget fagligt ud af at høre Birgittes foredrag "Lyn og torden – et ordentligt brag", hvilket deres genfortællinger, deres *highlights* fra foredraget, klart vidner om.

Med hensyn til deres motivation for at høre foredraget, der var led i **Videnskaben på besøg** i forbindelse med Naturvidenskabsfestivalen 2012, viser de kvantitative data at eleverne i nogen grad var motiverede, hvilket baseres på positive tilkendegivelser i relation til *interesse og fornøjelse* og tilsvarende positive tilkendegivelser af *oplevelse af kompetence* i forhold til foredraget sammen med en til dels lav grad af *oplevelse af psykisk spænding*. Endvidere viste en nærmere analyse at motivationen for at høre foredraget var stigende med voksende klassetrin.

Resultaterne er yderligere underbygget af kvalitative data der viser at specielt demonstrationsforsøget der var en del af foredraget, bidrog meget til elevernes motivation for at høre foredraget.

Ovenstående konklusion kommer egentlig ikke som nogen overraskelse, men er i overensstemmelse med hvad der kan forventes efter et traditionelt foredrag: Eleverne har fået en god oplevelse, de har hørt efter, og de har lært noget nyt, men der er ikke belæg for at sige at de er blevet mere motiverede for at beskæftige sig med naturfag generelt, eller at der er skabt grobund for en varig interesse for naturfag som Dansk Naturvidenskabsformidling ønsker med deres tiltag.

Tiltaget **Videnskaben på besøg, Lyt og Lær**-kategorien, er ment som et ud af flere tilbud under Naturvidenskabsfestivalen. Som et supplement til den daglige naturfagsundervisning i folkeskolen, som det er tilfældet i denne undersøgelse, er det en rigtig god idé, og det kan fint fungere som appetizer eller uddybende informativt

indslag i forbindelse med et tematisk forløb i undervisningen. Som i andre tilfælde (fx ekskursioner) afhænger udbyttet af indslaget dog af de andre aktiviteter klassen foretager sig før og efter foredraget (fx Hyllested, 2007).

Elevernes læring kan og bør stimuleres ved at referere og inddrage deres egen oplevelser og dialogisk relatere det der snakkes om, til deres egen livsverden (Driver, Asoko, Leach, Scott & Mortimer, 1994), fx som hvordan man beskytter sig under et lyn- og tordenvejr. Elevernes motivation vækkes specielt når der anvendes virkemidler der normalt ikke indgår i deres daglige undervisning – som fx forsøget med kondensatoren der blev brændt af.

Det vil være en fordel for alle parter at foredragene fra **Lyt og Lær**-kategorien mere konkret stiles mod de ældre elever – udskoling og gymnasiet hvor specielt den dybde og ekspertise som videnskabskvinderne og -mændene har, i langt højere grad kan blive udfoldet. Yderligere vil det af hensyn til elevernes motivation, deres alder upåagtet, være et must at have et og gerne flere forsøg med der kan supplere og underbygge det fagfaglige indhold i foredraget – vel at mærke hvis det samtidig bliver itale- og iscenesat.

Som *vidensformidlende* indslag har **Lyt og Lær**-foredragene deres nytte – i det mindste i nærværende undersøgelse – men det motivationsmæssige der skal ligge til grund for en spirende interesse, bør der arbejdes mere på.

Referencer

- Ames, C. (1992). Achievement Goals, Motivational Climate, and Motivational Processes. I: (Roberts, Glyn C, red.), *Motivation in Sport and Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Andersen, H.M. & Nielsen, B.L. (2011). Video-Based Analyses of Motivation and Interaction in Science Classrooms. *International Journal of Science Education*, 35(6), s. 906-928.
- Anderson, L.W. & Sosniak, L.A. (1994). *Bloom's Taxonomy*. National Society for the Study of Education.
- Brophy, J. (2010). *Motivating Students to Learn*. New York: Routledge.
- Carbonneau, N., Vallerand, R.J. & Lafrenière, M.-A.K. (2011). Toward a Tripartite Model of Intrinsic Motivation. *Journal of Personality*.
- Dansk Naturvidenskabsformidling. (2013). Videnskaben på besøg. Lokaliseret 8.7.2013 på www.formidling.dk/sw49309.asp.
- Deci, E.L. (1998). The Relation of Interest to Motivation and Human Needs – The Self-Determination Theory Viewpoint. I: L. Hoffmann, A. Krapp, K.A. Rennie & J. Baumert (red.), *Interest and Learning*. Kiel: IPN.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (2012). Overview of Self-Determination Theory. *The Oxford Handbook of Human Motivation*, 85.

- Dolin, J., Krogh, L. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser – En antologi*. København: Undervisningsministeriet.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Scott, P. & Mortimer, E. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), s. 5-12.
- Forshaw, M. (2007). *Easy Statistic in Psychology*. Blackwell: British Psychological Society.
- Fulmer, S. & Frijters, J. (2009). A Review of Self-Report and Alternative Approaches in the Measurement of Student Motivation. *Educational Psychology Review*, 21(3), s. 219-246.
- Gemal, K. & Skjerbæk, M. (2013). *Evaluering Dansk Naturvidenskabsfestival 25.-28. september 2012*. København: Dansk Naturvidenskabsformidling.
- Griffin, J. & Symington, D. (1998). *Finding Evidence of Learning in Museum Settings*. Paper presented at the Learning Science in Informal Contexts, Canberra.
- Halkier, B. (2003). *Fokusgrupper*. Roskilde: Roskilde Universitetsforlag.
- Hidi, S. & Berndorff, D. (1998). Situational Interest and Learning. I: L. Hoffmann (red.), *Interest and Learning*. Kiel: IPN.
- Hyllested, T. (2007). Når skolen tages ud af skolen. *MONA*, 2007(4), s. 25-34.
- Jacobsen, B., Tanggaard, L. & Brinkmann, S. (2010). Fænomenologi. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Jespersen, I.B. (2008). Dansk Naturvidenskabsfestival – forskning, naturvidenskab og teknik i øjenhøjde. *Biozoom*, 3.
- Johnson, R.B., Onwuegbuzie, A.J. & Turner, L.A. (2007). Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), s. 112-133.
- Judd, C.H., Smith, E.R. & Kidder, L.H. (1991). *Research Methods in Social Relation*. Orlando, Florida: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Kvale, S. (1994). *Interview. En introduktion til det kvalitative forskningsinterview*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Maunsbach, M. & Lunde, I.M. (2003). Udvælgelse i kvalitativ forskning. I: I.M. Lunde & P. Ramhøj (red.), *Humanistisk forskning inden for sundhedsvidenskab – kvalitative metoder*. København: Akademisk Forlag.
- Millar, R. (2010). Practical Work. I: J. Osborne & J. Dillon (red.), *Good Practice in Science Teaching*. Maidenhead, Berkshire: McGrawhill.
- Nunan, D. (1998). *Research Methods in Language Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reeve, J., Deci, E.L. & Ryan, R.M. (2004). Self-Determination Theory: A Dialectic Framework for Understanding Sociocultural Influences on Student Motivation. I: D. McInerney & S. Van Etten (red.), *Big Theory Revisited*. Connecticut: Information Age Publishing.
- Renninger, K.A., Hoffman, L. & Krapp, A. (1998). Interest and Gender: Issues of Development and Learning. I: Hoffmann, L., Krapp, A., Rennie, K.A. et al. (red.), *Interest and Learning*. Kiel: IPN.

- Ryan, R.M. (2012). *The Oxford Handbook of Human Motivation*. New York: Oxford University Press.
- Rønn, L.V. & Bohm, M. (2013). Naturvidenskabsfestival – en tradition der styrker naturfagsundervisningen. *MONA*, 2013(1).
- Selfdeterminationtheory.org. (2013a). *Intrinsic Motivation Inventory*. Lokaliseret 12.4.2013 på <http://selfdeterminationtheory.org/questionnaires/10-questionnaires/50>.
- Selfdeterminationtheory.org. (2013b). *Questionnaires*. Lokaliseret 12.4.2013 på <http://selfdeterminationtheory.org/questionnaires>.
- Standage, M., Gillison, F. & Treasure, D.C. (2008). Self-Determination and Motivation in Physical Education. I: M. Hagger & N. Chatzisarantis (red.), *Intrinsic Motivation and Self-Determination Theory in Exercise and Sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Turner, T. & Paris, S.G. (1995). How Literacy Tasks Influence Children's Motivation for Literacy. *The Reading Teacher*, 48(8), s. 662-673.
- Undervisningsministeriet. (2009). *Fælles Mål, faghæfte 13 (natur/teknik)*. København: Undervisningsministeriet.
- Østergaard, L.D. (2005). *Hvad har børns leg og naturvidenskabelige metoder med hinanden at gøre?* København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Engelsk abstract

As a part of Danish Science Festival, **Science on visit**, is focus in this project on the students motivation in relation to the **Listen and Learn** lecture: "Thunder and lightning – a huge bang", as it was disseminated to three classes (90 students) during the festival 2012. Data were collected as video recordings, interview with students, and a minor questionnaire (task evaluation questionnaire). The results showed that the students were partly motivated for the lecture, and that they actual had gained knowledge at different taxonomic levels. Yet **Listen and Learn** lecturers can be improved, so it better can support students' interest for science.

Trekantsberegninger og teknologi

– et eksempel på hvordan teknologi har (eller bør have) indflydelse på udvikling af Matematikcurriculum



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

Abstract I denne artikel undersøger jeg hvorvidt og hvordan indholdet af matematikundervisningen påvirkes af brugen af digital teknologi. Det gør jeg ved at analysere tre forskellige tilgange (trigonometriske, euklidiske og automatiserede) til trekantsberegninger. Mit teoretiske udgangspunkt er pragmatisk, og jeg bruger Deweys begreb om kontinuitet til at diskutere den uddannelsesmæssige værdi af de forskellige strategier samt hvilke strategier der kan anses for mest matematiske og fornuftige. Jeg konkluderer at alle tre strategier kan anses for matematisk korrekte, men at fremkomsten af digitale teknologier kan give anledning til en situation hvor nødvendigheden af trigonometriske løsningsstrategier er vanskelig at begrunde hvis ikke curriculum omorganiseres.

Digitale værktøjer og matematikundervisningens mål

Digitale værktøjer indtager grundskolens matematikundervisning for tiden. Dynamisk geometri (fx GeoGebra), computeralgebrasystemer (fx Wordmat) og regneark (fx Excel) bliver i stigende grad en del af fagets metoder og prøver på samme måde som disse teknologer tidligere er blevet en naturlig del af gymnasiet. Fra international matematikdidaktisk forskning ved man at digital teknologi kan have gennemgribende indflydelse på matematikundervisning (Laborde & Strasser, 2010; Niss, 1999; Trouche, Drijvers, Gueudet & Sacristán, 2013). Brug af digitale værktøjer påvirker nemlig både matematikfaget selv, læring og erkendelse af faget og undervisning i faget. De tidligste forskningsbidrag om teknologi i matematikundervisningen fokuserede på nye matematiske muligheder og processer, fx i form af computerstøttede beviser og numeriske eksperimenter (Churchhouse & International Commission on Mathematical Instruction, 1986), og på et ønske om at anvende teknologi til at skabe en “ny skolematematik” (Papert, 1980). I 1990’erne og starten af 00’erne har der været stort fokus på matematiklæringsaspektet af teknologi i matematikundervisningen. Fokus

har været på elevens individuelle konstruktion/tilegnelse af matematisk viden i tæt forbindelse med de strategier eleverne anvender for at løse de opgaver de stilles over for. Fra elevens perspektiv tilbyder digitale værktøjer nye og stærkt instrumenterede metoder til løsning af en række opgaver af matematisk karakter. Dette forhold er velbeskrevet inden for matematikkens didaktik (Dreyfus, 1994; Guin, Ruthven & Trouche, 2005; Mariotti, 2002; Winsløw, 2003). I de seneste år er der kommet øget fokus på læreren og undervisningen i forståelsen af teknologi i matematikundervisningen. Det er veldokumenteret at digitale værktøjer øger kompleksiteten i matematikundervisningen uden nødvendigvis at ændre matematikundervisning i en bestemt retning. Lærere vil anvende værktøjer og undervisningsteknologier forskelligt, med udgangspunkt i deres eksplicite eller implicite pædagogiske og matematiske idéer. Og ligeledes anvender lærere mange forskellige orkestreringer af samspillet mellem værktøjer, elever og lærer i deres måder at undervise på (Drijvers, Doorman, Boon, Reed & Gravemeijer, 2010; Tabach, 2013).

Når matematikundervisningspraksis tager digitale værktøjer og nye instrumenterede teknikker til sig, åbnes altså et mulighedsrum af måder hvorpå et matematisk emne kan udfolde i undervisning. I denne artikel vil jeg undersøge dette mulighedsrum i forhold til et konkret eksempel omkring forskellige tilgange til at beregne sider og vinkler i trekanter. Jeg undersøger hvordan udbredelsen af forskellige typer af teknologiske værktøjer (automatiserede beregnere, dynamiske geometriværktøjer og til dels tekniske tegneværktøjer) ændrer på hvilke metoder til beregning af sider og vinkler i trekanter der er matematisk fornuftige og kan understøtte god matematikundervisning. Ligeledes vil jeg diskutere hvorvidt disse nye metoder bør have konsekvenser på curriculum niveau.

Selvom jeg diskuterer et konkret eksempel i artiklen, er problemstillingen om hvorvidt teknologi kan og bør have indflydelse på curriculum i matematik, både bred og relevant. Hvis det viser sig at introduktionen af en række forskellige digitale værktøjer i samfund og skole kan rykke ved hvilken rolle et emne kommer til at indtage i matematikundervisningen, så kan den løbende introduktion af teknologi som skolen for tiden udsættes for, kalde på relativt store forandringer i fagets læseplan.

Trekantsberegninger i skolen

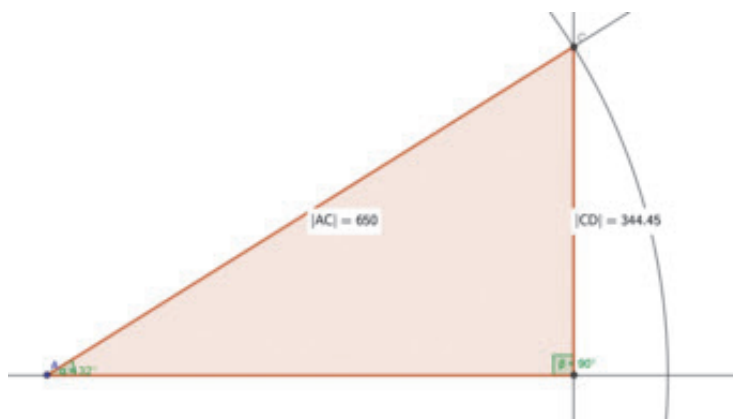
En trekantsberegning forstås i almindelighed som en opgave hvor man ud fra *nogle* oplysninger om sider og vinkler i en trekant beregner størrelserne på *alle* sider og vinkler. Overordnet er der to forskellige tilgange til trekantsberegninger: Man kan tegne sig frem gennem brug af passer og lineal eller et dynamisk geometri program (jeg vil betegne sådanne løsningsstrategier "euklidiske" selvom de ikke udelukkende benytter sig af euklidiske operationer), eller man kan algebraisere problematikken gen-

nem brug af trigonometriske funktioner og relationer samt Pythagoras' læresætning (jeg vil betegne sådanne løsningsstrategier "trigonometriske" eller "algebraiske"). Trekantsberegninger der anvender de trigonometriske funktioner, har fra 2009 været en del af grundskolens pensum. Det er også en del af pensummet på A-, B- og C-niveau i STX og på forskellige andre ungdomsuddannelser.

Sådanne trekantsberegninger kan eksemplificeres med følgende opgave fra en gymnasiebog:

"En drage i en 650 meter lang snor står i en vinkel på 32° i forhold til jorden. Hvor højt er dragen oppe?" (Pilegaard Hansen, 1987)

En euklidisk løsning til opgaven vil bestå i at afsætte en linje, oprejse en vinkel på 32 grader og nedfælde en normal som i konstruktionen nedenfor.



Figur 1. En euklidisk løsning til opgaven hvor en drage hænger i en 650 meter lang snor der står i en vinkel på 32 grader i forhold til jorden. Konstruktionen er lavet i GeoGebra ved at oprejse en vinkel på 32 grader og nedfælde en normal 650 meter ude ad "snoren". GeoGebra kan angive resultatet med op til 15 betydende cifre.

Denne konstruktion anvender standardfunktioner i et dynamisk geometriprogram og giver et resultat hvis præcision udelukkende afhænger af det dynamiske værktøjs præcision. Tilsvarende vil en trigonometrisk løsning bestå i at gennemføre regnestykket $650 \sin 32^\circ = 344.45$.

At tegne løsningen har tidligere, med rette, været anset som upræcist. Derfor har den væsentligste måde at løse denne slags problemer (når der krævedes stor præcision) været brug af trigonometriske relationer og funktioner. Denne situation er ændret af fremkomsten af digitale tegneværktøjer og dynamiske geometrisystemer. Til de fleste praktiske ingeniør- og designmæssige opgaver kan digitale tegneværktøjer (som AutoCAD og Google SketchUp) sikre stort set vilkårlig stor præcision af tegnede

løsninger. Det samme kan software designet til matematikundervisning (fx et dynamisk geometriprogram).

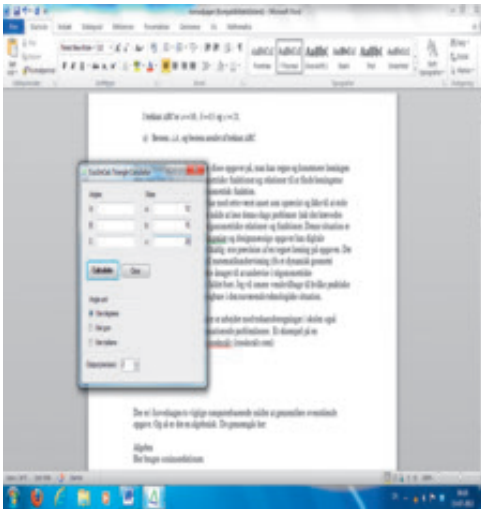
Trekantsberegninger i skolen er også præget af fremkomsten af automatiserede problemløser. Et eksempel på en automatiseret problemløser er CosSinCalc, der også er integreret i programpakken WordMat (www.cossincalc.com, www.eduap.com/wordmat/ – se figur 2). Med en automatiseret problemløser kan alle trekantsberegninger løses enkelt. Fx kan opgaven “I trekant ABC er $a = 10$, $b = 15$, og $c = 21$ – bestem vinkel A” (igen fra Pilegaard Hansen, 1987) let løses ved at indsætte de oplysninger der angives i opgaven.

CosSinCalc Calculation Results

Calculated by the CosSinCalc Triangle Calculator

July 15, 2012

Angles	Sides	Altitudes	Medians	Angle bisectors
$A = 26.05^\circ$	$a = 10.00$	$h_A = 13.83$	$m_a = 17.55$	$t_A = 17.05$
$B = 41.20^\circ$	$b = 15.00$	$h_B = 9.22$	$m_b = 14.64$	$t_B = 12.68$
$C = 112.75^\circ$	$c = 21.00$	$h_C = 6.59$	$m_c = 7.23$	$t_C = 6.65$



$$A = \arccos\left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c}\right) = \arccos\left(\frac{15.00^2 + 21.00^2 - 10.00^2}{2 \cdot 15.00 \cdot 21.00}\right) = 26.05^\circ$$

$$B = \arccos\left(\frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c}\right) = \arccos\left(\frac{10.00^2 + 21.00^2 - 15.00^2}{2 \cdot 10.00 \cdot 21.00}\right) = 41.20^\circ$$

$$C = \arccos\left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 \cdot a \cdot b}\right) = \arccos\left(\frac{10.00^2 + 15.00^2 - 21.00^2}{2 \cdot 10.00 \cdot 15.00}\right) = 112.75^\circ$$



Figur 2. Inputvindue og outputvindue fra CosSinCalc når opgaven “I trekant ABC er $a = 10$, $b = 15$, og $c = 21$ – bestem vinkel A” skal løses. Output fra CosSinCalc giver en tegning, alle oplysninger om trekanten samt alle de algebraiske manipulationer man som elev kan blive afkrævet.

Funktionaliteten i CosSinCalc er enkel. Input er de oplysninger om sider og længder i en given trekant som man har til rådighed, og output er et billede af trekanten, alle relevante oplysninger om trekanten samt de algebraiske beregninger der er nødvendige for at gennemregne trekanten. Denne opgave kan også let løses i et dynamisk

geometriprogram ved at konstruere trekanten “med passer” og derefter bede om vinklerne.

Alt i alt er situationen altså at digitale tegneværktøjer og dynamiske geometriprogrammer tilbyder nogle præcise, praktiske og intellektuelt udfordrende måder at gå til trekantsproblemer på uden brug af de trigonometriske funktioner. Samtidig findes der helt automatiserede måder at løse opgaver på der involverer trigonometriske trekantsberegninger. Denne situation minder om en række andre situationer (fx løsning af lineære og kvadratiske ligninger, træning af divisionsalgoritmer og funktionsundersøgelser) hvor computerværktøjer påvirker det didaktiske samspil imellem de begreber og teknikker der indgår i curriculum, og de måder der arbejdes med konkret problemløsning ved hjælp af teknologi, og derfor vil jeg nedenfor forsøge at analysere situationen nærmere. Men før jeg gør det, vil jeg introducere min teoretiske ramme der er baseret på Deweys pragmatiske filosofi, og hans syn på matematik, læring og uddannelse.

Teoretisk fundament: Deweys pragmatiske filosofi og begrebet om kontinuitet

I analysen af trekantsberegningers rolle i skolen tager jeg et pragmatisk udgangspunkt. Det vil sige at jeg bygger på en antagelse om at der er et løbende og komplekst samspil imellem viden og handling, indhold og metode og formål og resultat. Det betyder også at begrundelsen for at gennemføre analysen ikke alene er at skabe klarhed over de problematikker der kan dukke op når digitale værktøjer bevæger sig ind i skolens matematikundervisning: Jeg forsøger samtidig at skabe rum for handling og forandring af eksisterende praksisser (Biesta, 2010; Dewey, 1916). Min hovedkilde til denne teoretiske tilgang er Deweys værk *Demokrati og Uddannelse* (1916).

Begrebet kontinuitet, der defineres som en modsætning til dualisme, er centralt hos Dewey, der beskriver to slags dualismer. Den ene er mellem forskellige fænomener i verden (fx børn og voksne, rige og fattige, vilde og civiliserede), og den anden er mellem konkrete fænomener og transcendentale kategorier (fx konkrete mennesker og den abstrakte idé om menneskelighed). Opdelingen af verdens elementer (der fx kan føres tilbage til Aristoteles) udgør nok en praktisk måde at navngive forskellige grupper af fænomener på, men det er en misforståelse at anse disse betegnelser som havende ontologisk status. Man kunne trække skellet imellem fx voksen og barn et andet sted end vi har valgt at gøre det. Således er skellet mellem voksen og barn langt mere arbitrært og kulturelt forankret end kontinuiteten “at vokse op”, og alle sådanne opdelinger vil, til dels, være arbitrære. I demokrati og uddannelse bruger Dewey ofte klasseskel som eksempel. Skellet mellem arbejderen der er økonomisk trængt og drevet af pres og ydre motivation, og et borgerskab der er økonomisk frit og arbejder drevet

af indre motivation, er hos Dewey helt reelt, men ikke fundamentalt. Det vil sige at alle mennesker bevæger sig på et kontinuum imellem disse to tilgange til arbejde.

For at komme ud over disse arbitrære skel mellem fænomener beskriver Dewey hvordan en række filosoffer (fx Platon) har konstrueret et andet fundamentalt skel imellem konkrete fænomener og ideelle kategorier. Ved at konstruere ideelle kategorier bliver det muligt at hævde at der er forskel på fx voksen og barn eller rig og fattig samtidig med at de alle er konkrete manifestationer af en fundamental og transcendent menneskelighed. Skel imellem konkrete fænomener og ideelle kategorier er ifølge Dewey problematiske fordi de er empirisk ubegrundede og en slags religiøs spekulation. Som eksempel på en teoridannelse der benytter sig af kontinuitet frem for fundamentale skel, fremhæver Dewey evolutionsteorien som dels undgår at betragte arterne som principielt adskilte fra hinanden (det første "aristoteliske" skel) og gudsgivne (det andet "platoniske" skel).

Deweys pragmatiske filosofi, og i særdeleshed hans begreb om kontinuitet, kan ikke siges at være en "neutral" teoretisk ramme til at belyse diskussionen omkring problemer med indførelse af digitale værktøjer i matematikundervisning. Fokus på praksis og afvisning af transcendentale kategorier giver et særligt snit på problemet, men valget af Dewey viser sig at være praktisk for at forstå debatten. Hvis man hævder at digitale værktøjer alene skal bringes i spil for at understøtte elevens tilegnelse af et i forvejen eksisterende og upåvirket matematikcurriculum, kan man med disse begreber kritiseres for at bygge sin argumentation på en platonisk dualisme der idealiserer matematikcurriculum (fx bestemte emner eller kompetencebegreber) som transcendentalt. Og fortalere for at lave en helt ny skolematematik vil kunne kritiseres for at bygge på en aristotelisk dualisme imellem ny computerbaseret og gammel algebraisk matematik. Med Deweys begreber vil målet i stedet være at se på kontinuiteten imellem forskellige måder at gøre matematik på. Ud over at Dewey altså lader os se den principielle diskussion omkring brug af digitale værktøjer klarere, har hans filosofi også den store fordel at forfatterskabet dækker hele uddannelsesproblematikken fra viden og læring til begrundelse, motivation og forståelse af curriculum.

Deweys syn på matematik, læring og uddannelse

Hos Dewey er der intet principielt skel imellem teoretisk og praktisk viden. De to slags viden udgør snarere hver sin (degenererede) ende af et kontinuum af vidensformer. Både teoretisk og praktisk viden er viden fordi det lader mennesket handle, forudsige og være i verden. Det teoretiske aspekt af viden tillader mennesker at ræsonnere og bringe viden i spil i en lang række forskellige situationer hvorimod det praktiske aspekt tillader at viden virker direkte på verden. Viden der kun er teoretisk, er tom spekulation (og er dermed degenereret til "ikkeviden"), og viden der kun er praktisk, understøtter udelukkende reproduktive aktiviteter (og er derfor også degenereret til

“ikkeviden”). Viden er således kun viden hvis det tillader os at forudsige, fremskrive, reflektere og gøre i verden (Biesta, 2010; Dewey, 1916, kapitel 11).

Matematik og matematisk viden er hos Dewey kontinuert forbundet med videnskabelig undersøgelse eller “inquiry”. Tal og aritmetik opstår i menneskets behov for ikke blot at beherske og overskue sin omverden (som man fx må antage at et dyr er i stand til), men i den detaljerede undersøgelse af hvilke komponenter omverdenen består af (McLellan & Dewey, 1895).

Læring må, som konsekvens af forståelsen af viden, ske i samspil med verden og i konkrete forsøg på at undersøge og gøre noget ved verden, og derfor kan læring af en række matematiske begreber ikke forstås uden hensyntagen til hvad disse begreber sætter eleven i stand til at finde ud af og gøre ved sin omverden (Biesta, 2010; Dewey, 1916).

Uddannelse er hos Dewey en central aktivitet der bidrager til samfundets videreførelse. Formålet med uddannelse er dels at danne og opdrage fremtidens borgere og dels at sikre tilgang af velfungerende arbejdskraft i samfundet. Men formålet med uddannelse kan i et demokratisk samfund ikke udelukkende være at sikre arbejdskraft. Et sådant syn på uddannelse er efter Deweys mening undertrykkende og kan skabe et klassesamfund hvor der ikke er kontinuitet imellem samfundsklasserne. Målet med uddannelse må altså også være skabelsen af selvstændigt tænkende individer, der kan møde nye udfordringer og er i stand til at forfølge mål de selv sætter sig.

Der er kontinuitet imellem uddannelse og liv. Dewey anser det for en fejl at se uddannelse som udelukkende en forbedrende aktivitet. Menneskelig aktivitet indeholder altid elementer af at dygtiggøre sig, og intelligent arbejde vil altid bidrage til læring. Men netop fordi der er kontinuitet imellem arbejde (forstået som målrettet aktivitet) og uddannelse, skal uddannelse planlægges så lærer og elever sammen udforsker verden og forsøger at opnå mål i verden (Dewey, 1916).

Forskningsspørgsmål og metode

Jeg vil med udgangspunkt i Deweys pragmatiske tilgang til matematik, viden og uddannelse sammenligne algebraiske, euklidiske og automatiserede tilgange til trekantsberegninger. Jeg vil undersøge om man kan sige at den ene løsningsstrategi er mere “matematisk fornuftig” end de andre, samt hvilke forståelser af “matematisk” man kan lægge til grund for en sådan vurdering. Jeg vil også diskutere de didaktiske problematikker der kan tænkes at dukke op når alle tre løsningsstrategier er tilgængelige for eleverne.

Sammenligning af algebraiske, euklidiske og automatiserede løsningsstrategier fra et matematisk perspektiv

For at sammenligne de forskellige løsningsstrategier har jeg behov for nogle transparente fokuspunkter: Hvad vil det egentlig sige at en løsningsstrategi over for et problem omkring at finde sider og vikler i en trekant er matematisk eller matematisk fornuftig? Tilvejebringelsen af globale kriterier for at afgøre hvorvidt en problem-løsningsstrategi er mere matematisk end en anden, er et ambitiøst matematikfilosofisk projekt som jeg ikke vil påtage mig. Men det er alligevel værd at bemærke at forskellige filosofiske tilgange kan forventes at komme med forskellige bud og præferencer. Grundlagsskolerne har (på hver sin måde) lagt vægt på at matematiske arbejdsmåder giver anledning til *sande og præcise* resultater (Shapiro, 2000) mens mere funktionelt orienterede tilgange som naturalisme (Maddy, 1997) og etnomatematik (Ascher & D'Ambrosio, 1994) har haft fokus på om en matematisk strategi er *effektiv i problemløsning og naturbeskrivelse*. Endelig har både kognitive, dialogisk baserede og internt matematiske tilgange til matematikkens filosofi lagt vægt på at matematiske strategier *giver indsigt i matematiske forhold* (såsom tal/størrelser, former og forandringer) og *mønstre* (Devlin, 1994; Lakatos, 1976; Lakoff & Nunez, 2000; Thurston, 1994).

En pragmatisk tilgang vil fremhæve matematiske strategier som nogle der er effektive og indsigtsgivende i forhold til den systematiske undersøgelse af fænomener i verden (Dewey, 1916). I forlængelse heraf beskriver matematikeren og den pragmatiske filosof Charles Sanders Peirce matematik som den teoretiske ende af et kontinuum af tilgange til at undersøge vores omverden. Han mener at matematik i højere grad er kendetegnet ved sin metodiske tilgang og sit samspil med naturvidenskaberne end ved de objekter (fx størrelser, forandringer og former) som matematikere typisk beskæftiger sig med (Peirce & Moore, 2010). Peirce fremhæver diagrammatisk ræsonneren som matematikkens metode. Det vil sige udforskning af matematiske konstruktioner gennem logisk deduktion og til en vis grad også gennem mere induktive tilgange.

Jeg har valgt tre omdrejningspunkter for sammenligningen af hvad der gør en løsningsstrategi "matematisk": *præcision og eksakthed, effektivitet og indsigtsfuldhed*:

- (1) *Præcision og eksakthed*. Matematikkens rolle i videnskaben er netop præcision, og det er væsentligt at matematiske resultater ikke er behæftet med den usikkerhed der kendetegner empiriske observationer.
- (2) *Effektivitet*. En matematisk løsningsstrategi kan med rimelighed vurderes på hvor effektivt, herunder hurtigt, sikkert og generelt, strategien løser problemet. Effektivitet vedrører også hvorvidt en løsningsstrategi understøtter samspillet med andre fag.

(3) *Indsigtsfuldhed*. Indsigtsfuldhed er til dels rettet imod verden. En matematisk strategi er god hvis den giver os indsigt i det problem vi angriber matematisk. Men matematisk løsningsstrategi bør også vurderes på om den giver indsigt i matematikken selv og peger frem imod ny matematisk teori.

Selvom jeg ovenfor formulerer disse omdrejningspunkter uafhængigt af matematisk indhold, er de tænkt specifikt til at sammenligne strategier over for problemer der involverer trekantsberegninger. Disse omdrejningspunkter er ikke et resultat af en syntese af alle forskellige matematikfilosofiske tilgange. De er heller ikke udledt direkte fra mit videnskabsteoretiske udgangspunkt i pragmatisme, men jeg har dog forsøgt at tage hensyn både til det pragmatiske udgangspunkt og til bredere matematikfilosofiske resultater. Disse omdrejningspunkter har altså status af et valg der giver mig et transparent grundlag for at diskutere hvorvidt en løsningsstrategi over for et trekantsproblem er matematisk. Nedenfor sammenlignes algebraiske, euklidiske og automatiserede strategier på disse tre punkter.

Præcision og eksakthed

Et af de argumenter jeg tit hører på forskellige lærerværelser og blandt matematikere, er at trigonometriske løsninger, til forskel fra euklidiske løsninger, er eksakte. At arbejde eksakt vil sige at kunne angive en løsning til et problem selvom denne løsning ikke har en korrekt endelig decimalrepræsentation. Der er i hvert fald to forskellige fortolkninger af eksakthed der begge er væsentlige for diskussionen. Et reelt tal der er løsning på en matematisk udfordring, kan siges at være *præcist og eksakt* hvis det kan angives med så mange decimaler som det ønskes i en given situation. Men et matematisk resultat kan også siges at være *eksakt og stringent* hvis løsningen kan angives ved et algebraisk udtryk eller ved en entydig algoritme bestående af (accepterede) matematiske skridt. Forståelsen af eksakthed som stringens relaterer også til målet om at matematik skal være a priori, det vil sige uafhængig af empiriske observationer.

I den første forståelse af eksakthed er spørgsmålet om hvorvidt den trigonometriske løsning er mere eksakt end den euklidiske, simpelthen en konkurrence på præcision imellem et matematisk tegneværktøj og en trigonometrisk tabel. Eller sagt på en anden måde: Når resultaterne af en trekantsberegning angives i en decimaltalsrepræsentation, vil en algebraisk og en trigonometrisk løsning være lige præcise og eksakte.

Der er visse muligheder for at angive eksakte værdier som løsning af trigonometriske problemer, men beregningen af disse værdier er ofte resultat af geometriske overvejelser og er derfor ikke afhængig af de trigonometriske begreber.

I en forståelse af eksakthed som stringens er det springende punkt om det kan angives hvordan man gennem rent matematiske skridt kan nå til en løsning. Her

bliver det centralt hvad vi anser som *rent matematiske skridt*. Men hvis vi betragter et dynamisk geometrisystem som et matematisk system, så giver det mening at tænke på tegning eller konstruktion i et sådant system som et veldefineret matematisk objekt (i eksemplet i figur 1 konstrueres linjer og vinkler af bestemte størrelser, og der konstrueres en normal til en linje gennem et punkt – dette kan betragtes som veldefinerede matematiske operationer). Det eksakte ligger altså ikke i at opgavens løsning kan formuleres som en formel, men i at der kan angives en entydig algoritme bestående af matematiske skridt der bringer dig til løsningen.

Påstanden om at trigonometriske beregninger er mere præcise og eksakte end euklidiske konstruktioner, er således ikke solidt underbygget. Den numeriske præcision der opnås ved de to løsningsstrategier, er i de fleste tilfælde den samme. I en forståelse af eksakthed som stringens er der heller ikke en klar forskel på eksaktheden af de to strategier. I begge tilfælde kan løsningerne konstrueres i et endeligt antal entydige matematiske skridt. Den automatiserede løsningsstrategi er i forhold til eksakthed parallel med den algebraiske strategi da CosSinCalc altid afleverer de algebraiske manipulationer der skal til for at gennemføre den algebraiske løsning.

Anvendelighed og effektivitet

De tre løsningsstrategier er forskellige når det kommer til anvendelighed og effektivitet. Den automatiserede løsning må siges at være den mest effektive hvis det alene drejer sig om at finde vinkler og sider i en trekant, men denne løsningsstrategi rækker til gengæld ikke særlig effektivt ud imod mere komplekse situationer og matematisk teoriudvikling. At tegne/konstruere løsningen er også effektivt forstået på den måde at denne strategi, sammen med et godt geometri-/tegneværktøj, kan bruges til at løse en lang række komplekse geometriske problemstillinger. Effektiviteten i den algebraiske/trigonometriske tilgang består i hvert fald i to forhold. For det første kan løsningen til et problem sættes på en formel og dermed enkelt beregnes mange gange med forskellige værdier. For det andet betyder dette at der kan introduceres variable i formlen hvilket understøtter yderligere matematisering og modellering. Hvis eleverne alene kommer til at arbejde med simple trekantsberegninger, kan man dog nemt risikere at disse aspekter aldrig rigtig bliver tydelige for eleverne. I denne situation er den algebraiske/trigonometriske løsningsstrategi måske ikke så effektiv da eleven kan opleve at skulle tilegne sig en række nye begreber og metoder for at løse opgaver som hun allerede var i stand til at løse med et dynamisk geometrisystem.

Indsigtsfuldhed

Når det kommer til indsigtsfuldhed, er den automatiserede løsning svag fordi en stor del af det begrebsmæssige og logiske arbejde er overladt til computeren og der-

med måske aldrig overvejes af eleven. På den anden side fremviser CosSinCalc jo alle relevante repræsentationer og matematiske skridt hvilket understøtter indsigt. Hvorvidt de automatiserede løsningsstrategier understøtter indsigtsfuldhed, er altså meget afhængigt af hvordan de bringes i anvendelse af eleverne. Den algebraiske og den geometriske løsningsstrategi understøtter indsigtsfuldhed på hver sin måde. Et dynamisk geometrisystem bygger på en simpel, men kraftfuld geometrisk model der er relativt let at forstå og arbejde med. Derfor kan arbejdet i et sådant program betegnes som indsigtsfuldt. På den anden side understøtter en trigonometrisk tilgang at geometriske problemer oversættes til algebraiske, hvilket også kan føre til nye indsigter og føre frem imod videre matematiseringen. Alle tre løsningsstrategier indeholder black boxed elementer (Nabb, 2010; Winsløw, 2003) der udfordrer indsigtsfuldheden af løsningerne. For de euklidiske løsninger er det både principielt og reelt vanskeligt at tjekke om der er fejl i det dynamiske geometrisystem. Helt tilsvarende, men dog mere isoleret, er sinustabellen en black box i de algebraiske løsninger. I den automatiserede løsning som CosSinCalc giver os, kan beregningerne naturligvis sagtens tjekkes, men der er en reel fare for at der ikke er nogen der gør det, fordi alle stoler på værktøjet. Hvis beregningerne ikke tjekkes, arbejdes der i dette tilfælde hverken med en transparent model, som i et dynamisk geometriværktøj, eller med en isoleret relativt enkel black box, som i sinustabellen.

Opsummerende vurderer jeg at alle tre løsningsformer kan betegnes som matematiske. Løsningsstrategierne er stort set lige eksakte, og de er alle tre effektive til at løse trekantsberegninger. Den største forskel er den måde hvorpå løsningerne giver indsigt i matematikken og i verden.

Sammenligning af algebraiske, euklidiske og automatiserede løsningsstrategier fra et uddannelsesmæssigt perspektiv

I sidste afsnit argumenterede jeg for at både algebraiske, euklidiske og automatiserede strategier kan anses som matematiske. Der er uddannelsesmæssige fordele ved hver af de tre strategier, men der er også ulemper. Jeg vil derfor sammenligne de tre løsningsstrategier i forhold til elevernes læring, interesse og ejerskab samt i forhold til hvorvidt det er muligt at gennemføre god undervisning med den pågældende tilgang til trekantsberegninger.

- (1) *Elevernes læring* er naturligvis væsentlig. Hos Dewey forstås læring som noget der er kontinuert forbundet med udførelsen af intelligent arbejde. For at lære skal eleverne deltage i en egentlig udforskning af verden eller udførelse af arbejde.
- (2) *Interesse og ejerskab* bliver derfor helt centralt. Hvis eleverne ikke er i gang med at udføre arbejde eller undersøgelser som de tager ejerskab over for, vil de ikke lære ret meget.

(3) *God undervisning* er hos Dewey undervisning hvor elever og lærer sammen udforsker verden, og læreren støtter eleverne i de aktiviteter de er i gang med.

Dewey kritiserer i sit kapitel om disciplin og interesse (1916) undervisning hvor eleven ikke er deltager i meningsfuld skabende eller udforskende aktivitet, men snarere pålægges at tilegne sig et stykke viden af hensyn til systemet. Den kritik af disciplinerende undervisning er både velkendt og omdiskuteret, men pointen med at fremføre den her er at kritikken kan kaste lys over situationen omkring trekantsberegninger.

Der vil være mange elever der allerede inden de stifter bekendtskab med de trigonometriske funktioner, har et veludviklet apparat til at arbejde med trekantsberegninger. De kan fx være vant til at arbejde med dynamiske geometriværktøjer eller benytte sig af automatiserede beregnere. Derfor er der risiko for at arbejdet med de trigonometriske funktioner i denne kontekst ikke bliver en naturlig del af elevens undersøgelse og konstruktion. Snarere vil det måske blive opfattet som en påtrykt teknik eleven skal tilegne sig for matematiklærerens skyld. Hvis eleven ikke møder anden anvendelse af de trigonometriske funktioner end trekantsberegninger, er der fra et pragmatisk perspektiv ikke nogen god grund til at tilegne sig disse begreber. Elever der stiller spørgsmål til hvorfor de skal lære at anvende de trigonometriske funktioner til at beregne sider og vinkler i en trekant, vil blive mødt enten med autoritative argumenter (det er pensum), argumenter der handler om en fremtidig situation (det er en vej ind til noget spændende matematik som du måske engang kommer til at beskæftige dig med), eller argumenter der hviler på et problematisk grundlag (a la den algebraiske metode er mere rigtig).

Dewey kritiserer autoritative og fremtidsrelaterede begrundelser for ikke at tage elevernes undersøgelse af deres omverden alvorligt. Ved at anvende autoritative argumenter vil man disciplinere eleven frem for at understøtte elevens interesse, og ved at henvise til en eventuel fremtidig situation betragtes eleven som en ufærdig voksen frem for et selvstændigt individ. Endelig kan læreren, ved at forsvare trigonometriske trekantsberegninger som mere rigtige, risikere at give eleverne et meget uheldigt billede af matematik. Dels er der risiko for at eleven får det indtryk at matematik er en samling af gammeldags, ineffektive metoder der ingen gang har på jorden i livet uden for skolen. Og desuden er der risiko for at man giver eleven det indtryk at det er okay at sammenblande hvad der er den institutionelt accepterede "almindelige" metode, og hvad der er matematisk korrekt. Et opslag i en sinustabel er som beskrevet tidligere ikke mere eksakt end en måling i et digitalt tegneværktøj. Derfor er der risiko for at elever der udsættes for svage argumenter for trigonometriske trekantsberegninger, bliver skuffede og får en opfattelse af matematik som et autoritativt, konserverende og filosofisk inkonsistent fag.

De automatiserede trekantsberegnerne udgør en joker i diskussionen af de forskellige

metoders undervisningsmæssige status. Det er der to grunde til: Automatiserede trekantsberegnerne kan være med til at cementere trigonometriske trekantsberegninger som et meningsløst skuespil, og de kan positionere lærer og elev som modstandere i et slagsmål om hvilke måder opgaver må løses på.

Hvis elever, jf. forrige afsnit, har vanskeligt ved at se meningen med at tilegne sig trigonometriske løsningsstrategier på trekantsproblemer, og der samtidig findes en række værktøjer der tilbyder at gennemføre disse beregninger for dem, så er det kun naturligt at nogle elever vælger at bruge de automatiserede løsninger. Hvis en elev altid bruger en automatiseret strategi hvor et output skrives af uden egentlig kognitiv bearbejdning, vil det understøtte at eleven opfatter trekantsberegninger som tom skolastik uden reel betydning.

Derudover stilles matematiklæreren let i et dilemma omkring hvorvidt disse automatiserede teknikker skal introduceres for eleverne. På den ene side er det lærerens pligt at sikre at eleverne bliver i stand til at klare sig så godt som muligt til eksamen, og derfor bør læreren vise eleverne de letteste og sikreste løsningsstrategier. Men på den anden side er det også lærerens pligt at sikre at eleverne tilegner sig de matematiske begreber der er i spil. Derfor er der også en del diskussion om hvorvidt det er fornuftigt at introducere eleverne til automatiserede beregnere, eller om man skal lade være. I Deweys forståelse af god undervisning er elever og lærer sammen i en proces der handler om at udforske verden, og de er ikke positionerede som hinandens modstandere. Hvis læreren bevidst tilbageholder viden om effektive løsningsstrategier, eller eleven lader som om han gennemfører trigonometriske trekantsberegninger, men i virkeligheden skriver af fra CosSinCalc, bliver det vanskeligt at gennemføre god undervisning.

Situationen i skolesystemet

Jeg har i ovenstående afsnit gjort rede for hvordan og hvorvidt de tre forskellige metoder til trekantsberegninger kan ses som matematiske, samt beskrevet de uddannelsesmæssige fordele og ulemper ved metoderne. Det er klart at alle tre metoder kan anvendes til undervisning, og det er lige så klart at man ikke uden videre kan vurdere hvilken metode der er "bedst". Målet med at beregne sider og vinkler i en trekant i en matematikuddannelsessammenhæng er ofte ikke udelukkende at træne denne færdighed. Der kan være tale om målsætninger der handler om at indføre bestemte begreber (fx trigonometriske funktioner) eller træne forskellige tilgange til problemløsning (fx at tegne/konstruere en løsning), hvilket naturligvis kan privilegere en af strategierne. For mere præcist at vurdere de uddannelsesmæssige fordele og ulemper vælger jeg at forholde mig til to kontekster: 8.-9. klasse i grundskolen og 1.-2. g på gymnasiet. I 8.-9. klasse lærer eleverne om de trigonometriske funktioner og bruger

dem udelukkende til at regne på retvinklede trekanter. Efter endt uddannelse kan eleverne vælge at arbejde videre med matematik, og de vil så møde de trigonometriske funktioner igen og måske se nogle af de andre muligheder disse begreber byder på. I en sådan situation kan man spørge hvilket ekstra arsenal af undersøgelsesstrategier disse elever får med sig ved at lære om de trigonometriske funktioner? De fleste elever i 8.-9. klasse kender også til en euklidisk løsning der anvender et dynamisk geometrisystem, og er udmærket i stand til at løse de simple trekantsopgaver uden de trigonometriske funktioner. Motivationen for at lære om de trigonometriske funktioner bør altså søges andre steder end i simple trekantsberegninger.

I gymnasiet er det ligeledes værd at overveje om man skal lægge mindre vægt på trekantsberegninger som motivation for at arbejde med trigonometri. Trigonometri og trekantsberegninger er en dårlig cocktail da opgaverne løses let med velkendte euklidiske strategier, og en insisteren på at arbejde med trigonometriske begreber vil lede nogle elever i retning af automatiserede strategier der potentielt kan underminere undervisningens kvalitet. I stedet kan man arbejde med de trigonometriske funktioner som funktioner (fx med harmoniske svingninger og andre løsninger til differentiaalligninger) eller arbejde med at oversætte geometriske forhold til algebraiske (fx gennem matematisk modellering). Det er en udfordring på STX at de trigonometriske funktioner – betragtet som funktioner – kun er kernestof på A-niveau, men at trigonometriske trekantsberegninger er kernestof på både B- og C-niveau. Der kan altså gå flere år (fra 8. klasse til 3. g) før det egentlige potentiale i de trigonometriske funktioner bliver realiseret for eleverne, og mange elever vil aldrig nå dertil.

Analysen viser altså at det eksisterende curriculum er problematisk fordi der let bliver alt for langt imellem at de trigonometriske begreber introduceres for elever, og at disse begreber sætter eleverne i stand til at gennemføre matematiske undersøgelser af fænomener de ikke kunne tilgå uden de trigonometriske begreber. Dette forhold bør adresseres enten ved at ændre på curriculum eller ved at arbejde systematisk med meningsfulde måder at anvende trigonometri på.

Konklusion

Jeg har i denne artikel vist at introduktionen af en række digitale teknologier har givet nogle nye muligheder for at gennemføre trekantsberegninger i skolesammenhænge. De nye muligheder er både praktisk anvendelige og matematisk fornuftige og har vundet indpas i både grundskole og gymnasium. Ved hjælp af Deweys filosofi om viden og uddannelse har jeg argumenteret for at det eksisterende curriculum omkring trigonometri i grundskolen og gymnasiet er udfordret af denne udvikling. Det er i den nuværende teknologiske og curriculummæssige situation vanskeligt at gennemføre god undervisning i trigonometriske trekantsberegninger der understøtter elevernes

matematiklæring, interesse og ejerskab. Denne analyse spiller ind i debatten omkring hvordan og hvor meget teknologi skal anvendes i matematikundervisningen. I tilfældet trekantsberegninger og trigonometriske funktioner er det ikke nemt at finde den gode balance. At bevare curriculum og fjerne de nye værktøjer vil have mange negative konsekvenser. Dels er der, i hvert fald i forbindelse med dynamiske geometri-systemer, en række dokumenterede læringspotentialer og kompetencer som eleverne vil gå glip af hvis man fjerner de nye teknologier. Derudover vil læreren skulle skjule effektive problemløsningsstrategier for eleverne hvilket udfordrer undervisningens kvalitet. Endelig mener jeg at der er risiko for at matematikfaget mister relevans hvis faget ikke konsekvent bekender sig til effektive metoder til at løse matematiske problemer med. Det er heller ikke sikkert at det er et godt svar at ændre matematikfaget radikalt i en beregningsorienteret retning uden respekt for fagets tradition. Jeg mener snarere der er behov for at forstå de løbende uddannelsesmæssige problemer som de nye værktøjer giver anledning til, og handle ved at gennemføre mindre og løbende ændringer af curriculum. Forandringerne på det teknologiske område er til tider drastiske, og derfor kan hurtig handling være påkrævet.

Referencer

- Ascher, M. & D'Ambrosio, U. (1994). *Special Issue on Ethnomathematics in Mathematics Education*. Vancouver, B.C., Canada: FLM Pub. Association.
- Biesta, G.J.J. (2010). Why What Works Still Won't Work: From Evidence-Based Education to Value-Based Education. *Studies in Philosophy and Education*, 29(5), s. 491-503.
- Churchhouse, R.F. & International Commission on Mathematical Instruction. (1986). *The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and Its Teaching*. Cambridge [Cambridgeshire]; New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Devlin, K.J. (1994). *Mathematics, the Science of Patterns: The Search for Order in Life, Mind, and the Universe*. New York: Scientific American Library.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education*. New York: Macmillan.
- Dreyfus, T. (1994). The Role of Cognitive Tools in Mathematics Education. I: R. Biehler (red.), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline* (s. 201-211). Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers. Retrieved from <http://site.ebrary.com/id/10067432>.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. & Gravemeijer, K. (2010). The Teacher and the Tool: Instrumental Orchestrations in the Technology-Rich Mathematics Classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), s. 213-234. doi:10.1007/s10649-010-9254-5.
- Guin, D., Ruthven, K. & Trouche, L. (2005). *The Didactical Challenge of Symbolic Calculators Turning a Computational Device into a Mathematical Instrument*. New York: Springer.

- Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlabk&db=nlabk&AN=128286>.
- Laborde, C. & Strasser, R. (2010). Place and Use of New Technology in the Teaching of Mathematics: ICMI Activities in the Past 25 Years. *ZDM Internat. J. Math. Edu. ZDM – International Journal on Mathematics Education*, 42(1), s. 121-133.
- Lakatos, I. (1976). *Proofs and Refutations: The Logic of Mathematical Discovery*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Lakoff, G. & Nunez, R. E. (2000). *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. New York, NY: Basic Books.
- Maddy, P. (1997). *Naturalism in Mathematics*. Oxford; New York: Clarendon Press; Oxford University Press.
- Mariotti, M.A. (2002). Influence of Technologies Advances on Students' Math Learning. I: L. English, M.G. Bartolini Bussi, G. Jones, R. Lesh & D. Tirosh (red.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*. Lawrence Erlbaum Associates.
- McLellan, J.A. & Dewey, J. (1895). *The Psychology of Number: And Its Applications to Methods of Teaching Arithmetic*. New York: D. Appleton and Co.
- Nabb, K.A. (2010). CAS as a Restructuring Tool in Mathematics Education. I: *Proceedings of the 22nd International Conference on Technology in Collegiate Mathematics*.
- Niss, M. (1999). Aspects of the Nature and State of Research in Mathematics Education. *ICM*, s. 1-24.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Peirce, C.S. & Moore, M. E. (2010). *Philosophy of Mathematics Selected Writings*. Bloomington, Ind.: Indiana University Press. Retrieved from <http://public.eblib.com/EBLPublic/PublicView.do?ptiID=588790>.
- Pilegaard Hansen, J. (1987). *Geometri – obligatorisk niveau*. Frederikssund: FAG.
- Shapiro, S. (2000). *Thinking about Mathematics: The Philosophy of Mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Tabach, M. (2013). Developing a General Framework for Instrumental Orchestration. I: *The Eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. CERME 8.
- Thurston, W.P. (1994). On Proof and Progress in Mathematics. *Bull. Amer. Math. Soc. Bulletin of the American Mathematical Society*, 30(2), s. 161-178.
- Trouche, L., Drijvers, P., Gueudet, G. & Sacristán, A.I. (2013). Technology-Driven Developments and Policy Implications for Mathematics Education. I: M.A. (Ken) Clements, A.J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. K.S. Leung (red.), *Third International Handbook of Mathematics Education SE – 24* (vol. 27, s. 753-789). Springer New York. doi:10.1007/978-1-4614-4684-2_24.
- Winsløw, C. (2003). Semiotic and Discursive Variables in Cas-Based Didactical Engineering. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), s. 271-288.

Engelsk abstract

In this article, I examine whether and how the content of mathematics teaching is affected by the use of digital technology. I analyze three different approaches (trigonometric, Euclidean and automated) to calculate sides and angles in a triangle. I use Dewey's concept of continuity to discuss the educational value of the different approaches as well as examining which strategies can be considered the most mathematically correct and sensible. I conclude that all three approaches can be considered mathematically correct, but that the advent of digital technologies can give rise to a situation where the need for trigonometric solution strategies is difficult to justify, unless curriculum is reorganized.

Nye veje til at undersøge fysikstuderendes konceptuelle forståelse af klassisk mekanik



Sofie Birch Jensen, *Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet*



Lene Møller Madsen, *Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet*

Abstract I denne artikel undersøges det hvilket indblik *The Force Concept Inventory (FCI)* giver i fysikstuderendes konceptuelle forståelse af newtonsk mekanik. Et udvalg af fysikstuderende fra Københavns Universitet er blevet testet i FCI-spørgsmål i et traditionelt multiple choice-format og efterfølgende i et sociokulturelt evalueringsformat med henblik på at undersøge evalueringsformatets betydning for de studerendes besvarelser. Resultaterne af denne undersøgelse giver anledning til at diskutere behovet for en mere nuanceret læringsteoretisk forståelse af hvad det vil sige at have en konceptuel forståelse af newtonsk mekanik, hvor erkendelsen af at de studerendes newtonske tænkning ofte er kontekstafhængig, inkorporeres.

Introduktion

Denne artikel udspringer af et kandidatspeciale skrevet på Institut for Naturfagenes Didaktik (Jensen, 2013). Udgangspunktet for specialet var en undersøgelse af overgangen fra ungdomsuddannelse til et universitetsstudie med overvægt af det ene køn. Valget faldt på fysikstudiet på Københavns Universitet der har en overvægt af mandlige studerende (de kvindelige studerende har de seneste år udgjort godt en fjerdedel af alle optagne studerende). Indgangsvinklen til at behandle dette brede problemfelt blev den såkaldte Force Concept Inventory-test (FCI) der tester de studerendes konceptuelle forståelse af mekanik, og som gennemføres med de nystartede studerende på Niels Bohr Institutet hvert år kort efter studiestart. I specialet er kønsforskelle i besvarelsen af FCI blandt de studerende undersøgt, og i den forbindelse er der indsamlet empiri i form af en gentestning af 12 nystartede fysikstuderende i 6 udvalgte FCI-spørgsmål i et andet evalueringsformat end det multiple choice-format FCI er udviklet og gennemføres i. Kønsforskellene skal ikke diskuteres nærmere her, men den indsamlede

empiri giver anledning til at diskutere to ting. For det første: Hvilken betydning har evalueringsformatet for hvilket billede vi får af de studerendes konceptuelle forståelse af mekanik? Og for det andet: Hvad vil det i det hele taget sige at have en konceptuel forståelse af mekanik? Disse to spørgsmål vil vi udfolde i det følgende.

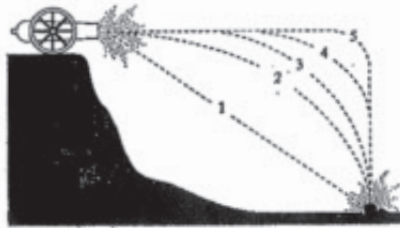
Force Concept Inventory

The Force Concept Inventory (FCI) er en test af studerendes konceptuelle forståelse af klassisk newtonsk mekanik. FCI er udformet som en multiple choice-test og består af 30 spørgsmål, hver med 5 forskellige svarmuligheder. Testen er udelukkende konceptuel, og der optræder altså hverken talværdier eller udregninger i den. Testen blev første gang publiceret i en artikel i *The Physics Teacher* i 1992 (Hestenes, Wells & Swackhamer, 1992). FCI baserer sig på forfatterens arbejde med at undersøge og klassificere typiske såkaldte misopfattelser (misconceptions)¹, altså fejlagtige forståelser af fysiske fænomener og begreber, inden for klassisk mekanik hos amerikanske collegestuderende. Disse misopfattelser er anvendt som forkerte svarmuligheder i FCI-testen. Rationalet er altså at alle forkerte svarmuligheder i et givent spørgsmål er faktiske misopfattelser som der er empirisk belæg for at tro eksisterer hos nogle fysikstuderende. FCI er blevet et ofte anvendt instrument til evaluering af fysikstuderendes konceptuelle forståelse af newtonsk mekanik hvilket både afspejles i dens store udbredelse på diverse uddannelsesinstitutioner og i de anseelige mængder litteratur der er publiceret om testen (se Rebsdorf (2006) for en oversigt samt en dansk uddybning af testens indhold og anvendelse).

I figur 1 ses to eksempler på spørgsmål fra FCI der begge omhandler en bevægelse i to dimensioner med konstant hastighed i den ene retning og konstant acceleration i den anden med en parabelbane til følge. Det korrekte svar på spørgsmål 12 er altså bane 2 og på spørgsmål 21 bane 5. De forkerte svar tager udgangspunkt i forskellige typiske misopfattelser som fx at rumskibets bevægelse efter at motoren tændes, bliver lineær som et kompromis mellem kraftens retning og den oprindelige bevægelsesretning.

1 Vi har valgt at oversætte det engelske "misconceptions" med ordet "misopfattelser".

12. En kanon affyres fra toppen af en klippe, som det fremgår af figuren. Sæt ring om den kurve, som du mener, bedst beskriver kanonkuglens bevægelse?



Et rumskib driver sidelæns i det ydre rum fra P til Q (se figuren). Rumskibet er ikke påvirket af ydre kræfter. I det rumskibet befinder sig i Q tændes raketmotoren, som skaber en konstant kraft vinkelret på linien PQ. Raketmotoren arbejder konstant indtil raketten når til R.



21. Hvilken af de 5 kurver nedenfor beskriver bedst bevægelsen af rumskibet mellem punkterne Q og R? (Sæt ring om dit valg).



Figur 1. Spørgsmål 12 (kanon) og 21 (raket) fra FCI-testen i dansk oversættelse.

Evalueringstyper og læringssyn

Forståelsen af hvad viden er, og hvordan vi tilegner os den, hænger ofte sammen med forståelsen af hvordan vi kan måle tilegnelsen af denne viden. Det betyder at forskellige læringsteorier med tilhørende epistemologier medfører forskellige syn på evaluering – hvad vi kan måle, og hvordan vi skal gøre det.

Ud fra et behavioristisk læringsteoretisk synspunkt (Winsløw, 2006) er viden noget der eksisterer i egen ret og som en fast, uforanderlig størrelse kan overføres fra lærer til elev. Det interessante for behavioristen er ikke læringsprocesserne hos eleven, men den ændring af adfærd som læringsprocessen resulterer i. Dette hænger tæt sammen med en opfattelse af at man objektivt kan måle i hvor høj grad denne overførsel er lykkedes. Idealet er naturvidenskabeligt, og man kan tale om at tilgangen til evaluering er psykometrisk.

Ud fra et konstruktivistisk og måske særligt socialkonstruktivistisk læringsteoretisk synspunkt er denne psykometriske tilgang til evaluering ikke meningsfuld. For konstruktivisten eksisterer viden ikke som en selvstændig størrelse, men konstrueres hos den enkelte elev (Angell et al., 2011). Processen hvorved viden tilegnes, kan ikke adskilles fra resultatet, den opnåede viden, og følgelig kan man ikke gøre sig forhåbninger om at kunne måle denne viden adskilt fra den kontekst som elevens videnskoning er situeret i. I den socialkonstruktivistiske læringsteori bliver den sociale kontekst særlig vigtig, og evaluering må derfor finde sted i samme kontekst som den viden man ønsker at evaluere, er blevet konstrueret i (Dolin & Krogh, 2011). Med til denne idé om at evalueringen må placeres i en kontekst med mulighed for socialt samspil, hører også idéen om at eleven i evalueringssituationen skal placeres i en stilladseret situation der giver mulighed for at eleven kan nå sine nærmeste udviklingszoner. Evalueringen skal således lede efter elevens "best performance" snarere end "typical performance" (Gipps, 1999: 375). Således hedder det i Dolin & Krogh (2011) at i et sociokulturelt evalueringsperspektiv *"er sigtet ikke at tilvejebringe objektiv og reproducerbar viden (hvilket anses for omsonst), men at skaffe valid information, som er meningsfuld og potentielt brugbar for de direkte aktører med kendskab til situationen"* (ibid., 2011: 29).

Man kan altså grundlæggende tale om to forskellige syn på evaluering, nemlig et traditionelt, positivistisk blik med et behavioristisk læringsteoretisk udgangspunkt og et sociokulturelt blik med rod i den socialkonstruktivistiske læringsteori (Dolin & Krogh, 2011). Skematisk kan dette illustreres ved hjælp af nogle modsætningspar der giver et billede af forskellen på de to blik på evalueringen, selvom disse modsætningspar naturligvis ikke udgør en udtømmende definition (se figur 2). Der er desuden ikke tale om en binær inddeling hvor evalueringen nødvendigvis falder i en af de to kategorier, men derimod snarere om yderpunkterne i et kontinuum. Forskellige evalueringsformater kan altså være mere eller mindre sociokulturelt eller traditionelt orienterede.

Traditionelt paradigme	Sociokulturelt paradigme
<ul style="list-style-type: none"> • ikke-interaktivt • ikke-kollaborativt • statisk • produktorienteret • begrænset brug af artefakter • løsrevet fra situeret og autentisk praksis 	<ul style="list-style-type: none"> • interaktivt • kollaborativt • dynamisk • procesorienteret • udstrakt brug af artefakter • indlejret i situeret og autentisk praksis

Figur 2. *Forskellige evalueringsparadigmer (Dolin & Krogh 2011)*

FCI's lærings- og evalueringsforståelse

Den grundlæggende præmis for FCI-testen er at alle studerende møder klassisk mekanik som institutionaliseret fag i uddannelsesverdenen med en hverdagsforståelse der ofte, men ikke nødvendigvis, baserer sig på dagligdagserfaringer. Med Hestenes et al.s (1992) egne ord hedder det således (egen oversættelse): *“Alle studerende påbegynder fysikundervisningen med veletablerede forestillinger om hvordan den fysiske verden fungerer, der er baseret på almindelig sund fornuft og udviklet gennem års personlig erfaring. I løbet af det sidste årti har fysikdidaktisk forskning vist at disse forestillinger spiller en markant rolle i fysik på de indledende niveauer.”* Begrebet misopfattelser bruges til at karakterisere sådanne erfarede forestillinger der strider mod den etablerede forståelse. Et eksempel på en udbredt misopfattelse er at bevægelse altid kræver en kraft, hvilket som bekendt er i modstrid med Newtons 1. lov. Det pointeres hos Hestenes et al. (1992) at ordet misopfattelse (“misconception”) grundlæggende er uheldigt da det ikke nødvendigvis er let at indse at disse forståelser er forkerte. De kan sagtens være både plausible og fornuftige for den studerende. Dermed bliver en væsentlig pointe i FCI-regi at der hos mange studerende eksisterer et misforhold mellem den intuitive forståelse af hvordan ting opfører sig, og den newtonske forståelse.

Det læringsteoretiske standpunkt som det ses hos Hestenes et al. (1992), kan derfor kortes ned til at fysikstuderende potentielt har misopfattelser, ofte konstrueret ud fra hverdagserfaringer der skal konfronteres i undervisningen for at den studerende kan lære nyt. Dermed kan læringssynet bag FCI karakteriseres som konstruktivistisk da videnstilegnelse hos de studerende tager udgangspunkt i allerede eksisterende viden og forståelser, i den forstand at den vellykkede undervisning konfronterer de studerendes misopfattelser og erstatter dem med videnskabeligt korrekte forståelser.

FCI opererer med en oversigt over misopfattelser om hvilken det hedder at *“Det tyder på at misopfattelserne er til stede hvis det tilsvarende svar vælges i FCI”* (Hestenes et al., 1992, egen oversættelse). Rationalet er altså at hvis et forkert svar vælges i FCI, er den tilhørende misopfattelse antageligvis til stede – ikke kun i relation til denne specifikke kontekst, men også mere generelt. Dette indikerer en læringsteoretisk forståelse af at det newtonske verdensbillede hos den studerende udvikles i alle kontekster på samme tid, snarere end at et newtonsk verdensbillede anvendes i nogle kontekster og ikke i andre. Således er der hos FCI grundlæggende ikke en opfattelse af at forskellige forståelser kan eksistere samtidig, fx ved at den studerende tænker ikkenewtonsk i hverdagssituationer, men newtonsk i formelle læringsituationer. Dette ses blandt andet i følgende citat: *“FCI tester hver konceptuel dimension med flere spørgsmål med forskellige kontekster og synspunkter. Et falsk positivt svar på et af spørgsmålene kan dermed delvist opvejes af et ikkenewtonsk svar på et andet.”* (Hestenes & Halloun, 1995: 504, egen oversættelse). Besvares der newtonsk i én kontekst og ikkenewtonsk i en anden, er det i en FCI-forståelse altså ikke et spørgsmål

om at den studerende tænker newtonsk i nogle kontekster og ikke i andre, men en indikation af at den korrekte besvarelse er valgt ud fra ikkenewtonske overvejelser. Det påpeges at man i udgangspunktet ikke må lægge for stor vægt på spørgsmålene enkeltvis, da der kan forekomme falsk korrekte svar hvor det rigtige svar vælges ud fra forkerte bevæggrunde eller ved simpelt gætteri. Derimod understreges det at *“Kun en ægte newtonsk tænker giver et sammenhængende mønster af newtonske svar hvor der højst er enkelte afvigelse nu og da. Dermed er FCI i sin helhed et rigtig godt instrument til at afsløre newtonsk tænkning”* (Hestenes et al., 1992: 142, egen oversættelse). Det er altså muligt at opnå en højere score i FCI end ens newtonske tænkning burde berettigede til, mens det omvendte kun sjældent er tilfældet. Dermed bliver FCI-scoren en øvre grænse for i hvor høj grad testpersonen har tilegnet sig et newtonsk verdensbillede.

Det er forholdsvis ukontroversielt at karakterisere evalueringsformatet der anvendes i FCI, som tilhørende det traditionelle evalueringsparadigme i figur 2. Evalueringsformatet har en høj grad af pålidelighed (det er indiskutabelt hvilken score en given studerende har opnået i FCI), og evalueringen skal objektivt måle i hvor høj grad de studerende har tilegnet sig den etablerede newtonske tankegang. Evalueringen er altså produktorienteret snarere end procesorienteret. Formatet tillader ikke brug af andre artefakter end billederne der hører til testen, og evalueringen foretages løstrevet fra den situerede praksis læringsprocessen har fundet sted i. Der er ingen dialog eller interaktion med den studerende hvis forståelse skal evalueres, ligesom der heller ikke er mulighed for samarbejde mellem studerende.

Udvikling af et sociokulturelt evalueringsformat

Til at teste de studerendes forståelse af mekanik med udgangspunkt i et sociokulturelt læringssyn er der udviklet en samtaletest (Jensen, 2013). Som inspiration til den metodisk ikke helt lette opgave med at udvikle et testformat der på den ene side er sociokulturelt orienteret, men på den anden side giver besvarelser der er lukkede nok til at være sammenlignelige med besvarelserne i FCI's oprindelige testformat, er der fundet inspiration i det sociokulturelle evalueringsformat (VAP) udviklet af Dolin og Krogh (2011) til validering af PISA. PISA (Programme for International Student Assessment) er OECD's testning af 15-årige inden for områderne læsning, matematik og naturfag og er i lighed med FCI en multiple choice-test.

I VAP-projektet er et udvalg af folkeskoleelever blevet testet i en sociokulturelt funderet samtale om opgaver der også er stillet i PISA-testen. Denne samtale tager udgangspunkt i et samtalskema baseret på en faglig analyse af opgaveindholdet i relation til PISA's scoringskriterier og inddrager forskellige medierende artefakter undervejs.

I lighed med VAP er den udviklede sociokulturelle test centreret omkring en sam-

tale med brug af artefakter. Den vigtigste ændring i relation til FCI-testen har således været at gøre evalueringsformatet dialogorienteret i erkendelse af at sproget i den sociokulturelle forståelse af læring udgør et helt centralt artefakt. De studerende blev stillet udvalgte opgaver fra FCI-testen af interviewereren uden at få præsenteret de forskellige svarmuligheder, og interviewereren spurgte herefter med udgangspunkt i et samtaleskema ind til deres besvarelse. Samtalskemaet tog udgangspunkt i at afdække de studerendes bagvedliggende overvejelser og begrundelser for deres svar. Fx spørges der ved spørgsmål 21 om hvordan det kan lade sig gøre at rumskibet bevæger sig inden motoren tændes (og hvor det altså ikke er påvirket af nogen kræfter), og hvordan rumskibet havde bevæget sig hvis det havde været i hvile da motoren blev tændt. Ligeledes blev der spurgt til rumskibets hastighed og acceleration i de to retninger der defineres i opgaven, nemlig rumskibets oprindelige bevægelsesretning og en retning vinkelret på denne. Efter således at have fået afdækket sin forståelse blev den studerende bedt om at vælge mellem FCI-testens oprindelige 5 svarmuligheder. De studerende sættes således ikke kun i stand til at anvende sproget til at konstruere deres forståelse med. De får i det dialogorienterede format også mulighed for at mediere deres forståelse med det fysiske fagfællesskabs etablerede forståelse via interaktion med interviewereren der er fysiker og præsenterede sig som sådan for de interviewede studerende – et interaktivt element der karakteriserer det sociokulturelle evalueringsparadigme. Dette dialogorienterede format er ligeledes med til at præge gentestningen mod det sociokulturelt orienterede da evalueringen her er situeret i en kontekst der er autentisk i den forstand at samtale og interaktion efter al sandsynlighed har spillet en væsentlig rolle i den skolehverdag som opgavens fysikfaglige indhold er tillært i.

Alle disse træk ved designet er med til at karakterisere gentestningen som orienteret mod det sociokulturelle evalueringsparadigme efter parametrene opstillet i figur 2. Det er dog væsentligt at understrege at der snarere er tale om en sociokulturelt orienteret evaluering end en evaluering der er fuldstændig hjemmehørende i et sociokulturelt paradigme.

Metode

For at belyse sammenhængen mellem to forskellige evalueringsformater og det billede de giver af de studerendes fysikforståelse, blev der i september 2012 afholdt interviews med 12 nystartede fysikstuderende fra Københavns Universitet der i forbindelse med den indledende laboratorieundervisning havde gennemført FCI-testen. De studerende blev, som det er praksis i forbindelse med gennemførelsen af FCI-testen på Niels Bohr Institutet, ikke efterfølgende præsenteret for de korrekte svar ligesom de heller ikke fik deres score at vide. Fokus for interviewene var en gentestning af 6 udvalgte FCI-

spørgsmål (opgave 13, 21, 22, 23, 24 og 30 i FCI-testen) i det sociokulturelt orienterede evalueringsformat beskrevet ovenfor. Gentestningen er sociokulturelt orienteret da den bygger på dialog og samtale, inkluderer artefakter, anvender sproget og er sat inden for rammerne af et fagfællesskab. Derudover blev de studerende i interviewene bedt om at reflektere over opgavernes sværhedsgrad og hvorvidt de kunne huske at have løst tilsvarende opgaver tidligere.

Udvælgelse af informanter og interviewafholdelse

Baseret på Flyvbjerg (2006) var strategien ved udvælgelsen af informanter en informationsorienteret udvælgelse med maksimal variation af FCI-score, således at der blev udvalgt informanter med scorer der dækker hele spektret. Ligeledes var ønsket at udvælge lige mange mandlige og kvindelige studerende. Der blev indledningsvis afholdt et kort informationsoplæg om projektet til en forelæsning på fysik, hvilket resulterede i et udvalg af mulige informanter på 35 studerende. Ud af disse 35 studerende var 8 kvinder, og de resterende mænd. Af kvinderne var det ikke muligt at få arrangeret et interview med 2 inden for den afsatte tidsramme. De resterende 6 kvinder indgår i undersøgelsen. For mændenes vedkommende var det vigtigt at få fat i medlemmerne af samplet med lave FCI-scorer for at opnå maksimal variation – mændene i samplet havde generelt forholdsvis høje FCI-scorer. Disse havde dog kun i beskeden grad meldt sig som forsøgsdeltagere hvorfor de helt lavtscorende mænd ikke er helt så rigt repræsenteret i empirien som ønsket. De udvalgte informanter med scorer der fordeler sig mellem 37 % og 100 % korrekte svar i FCI, repræsenterer derfor en høj grad af variation i forhold til FCI-scorer, med det forbehold at der ikke optræder nogen af de studerende som har opnået de allerlaveste scorer (16 studerende ud af de 177 testede har i 2012 opnået en score på 30 % eller derunder). De i alt 12 interviews af omkring en halv times varighed tog udgangspunkt i det ovenfor beskrevne samtalskema der skulle sikre at interviewet kom omkring alle relevante dele af den studerendes forståelse. Der var samtidig mulighed for at forfølge aspekter af spørgsmålene som den studerende syntes var særlig interessante, vanskelige eller lignende. De studerende havde mulighed for at anvende forskellige artefakter til brug for deres forklaringer, fx en bold og en ketsjer. Interviewene blev efterfølgende transskriberet og analyseret. Alle navne er anonymiseret.

Resultater

I det følgende gives først en oversigt over forskelle i de studerendes besvarelser i FCI-testen og det udviklede sociokulturelle testformat. Dernæst diskuteres eksempler på hvordan ændringerne kan forstås, og endelig vises hvad evalueringen i det sociokulturelle testformat kan give af indsigter i hvordan de studerende lærer klassisk mekanik.

Sammenligning af besvarelser i de to testformater

For at undersøge hvilken betydning evalueringsformatet har for de svar de studerende giver, er besvarelsene i de to evalueringsformater sammenlignet i figur 3. For at legitimere sammenligningen med det oprindelige testformat er ændringen beskrevet som ubestemt hvis informanten ikke har lagt sig entydigt fast på et svar, eller hvis svaret er fremkommet efter et vist mål af stilladsering i løbet af samtalen. Således må de observerede ændringer anses for at være et konservativt bud på hvilke forskelle der ses på de studerendes tankegang som den kommer til udtryk i de to evalueringsformater.

	Nr. 13	Nr. 21	Nr. 22	Nr. 23	Nr. 24	Nr. 30	FCI score
Anna	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	100%
Søren	Gul	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Gul	80%
Mette	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	Grøn	77%
Martin	Grøn	Grå	Grøn	Grøn	Grøn	Gul	67%
Tobias	Gul	Grå	Gul	Grøn	Grøn	Grøn	67%
Lars	Grøn	Gul	Gul	Grøn	Grøn	Gul	63%
Peter	Grå	Gul	Grøn	Grøn	Grøn	Gul	57%
Nina	Rød	Gul	Gul	Grøn	Gul	Gul	53%
Jacob	Rød	Grå	Grøn	Gul	Grøn	Rød	43%
Signe	Grå	Grå	Gul	Grøn	Gul	Gul	40%
Karoline	Grå	Grå	Gul	Gul	Grøn	Grå	37%
Sarah	Gul	Gul	Gul	Gul	Grøn	Gul	37%

Figur 3. Forskelle i besvarelser i de to testformater. Grøn = korrekt svar i begge formater, rød = forkert svar i begge formater, gul = forskelligt svar i de to formater, grå = ubestemt svar i samtaletesten.

Vi ser i figur 3 at der i de i alt 72 stillede spørgsmål sker en ændring i 25 af tilfældene (svarende til 35 %), ingen ændring i 38 tilfælde (53 %) mens ændringen ikke er entydigt bestemt i de sidste 9 tilfælde (13 %). Af de 25 ændrede svar ændres 18 fra et forkert svar til det korrekte, 5 fra et blankt svar til det korrekte, og 2 fra et forkert svar til et andet forkert svar. Af de 38 uændrede svar er 35 uændret korrekte mens kun 3 er uændret forkerte.

Helt overordnet kan vi altså konkludere at ændringen af evalueringsformatet be-

tyder noget for hvilke svar de studerende giver på spørgsmålene – vi får adgang til andre aspekter af deres viden ved at ændre på testformatet. Dette er ikke nødvendigvis ensbetydende med et forbedret testresultat, men alene det at der svares så forskelligt i de to formater, er interessant. Det er desuden interessant at bemærke at de eneste to informanter der svarer uændret på alle spørgsmålene, er Anna og Mette der har besvaret alle 6 spørgsmål korrekt i FCI. Samtidig ses ikke et eneste tilfælde af at et korrekt svar i FCI ændres til et forkert i samtaletesten. Dette peger i retning af at de korrekte svar i multiple choice-formatet afspejler en forståelse der er grundlæggende nok for den studerende til ikke at ændres på trods af ændringen af evalueringsformen. I alle ændringerne er der således tale om enten et blankt eller et forkert svar der ændres til et korrekt, eller om et forkert svar der ændres til et andet forkert svar. Dette antyder altså at et forkert svar i FCI-testen ikke nødvendigvis er udtryk for et rationelt og konsistent ikkewtonsk verdensbillede hos den studerende siden de så relativt ofte ændres ved en ændring af testformatet.

Der ses en del eksempler på at studerende ændrer deres forkerte besvarelser i FCI-testen til korrekte besvarelser i gentestningen. Placeret i en anden evalueringssituation er disse studerende altså i stand til at argumentere newtonsk i relation til spørgsmål de har besvaret forkert i FCI-testen. Det format man anvender til at evaluere de studerendes konceptuelle forståelse med, har tilsyneladende en betydning for hvilket billede man får af deres forståelse. Disse resultater ligger i forlængelse af resultaterne fra Dolin & Krogh (2011) hvor en ændring af testformatet mod det sociokulturelt orienterede også gav et ændret billede af de testede elevs naturfaglige forståelse.

Der kan være flere forklaringer på at informanternes besvarelser ændres så grundlæggende ved en ændring af evalueringsformatet. Nogle af disse er mere pragmatiske og handler fx om at informanterne i det sociokulturelle testformat har haft bedre tid til at gennemtænke deres besvarelse af spørgsmålene (FCI-testen med 30 spørgsmål gennemføres på 30 minutter mens de gennemførte samtaler der tester 6 spørgsmål, alt i alt ligeledes varede omkring 30 minutter) ligesom dette format er mere inkluderende over for studerende med læsevanskeligheder. Andre forklaringer relaterer sig i højere grad til den socialkonstruktivistiske forståelse af hvordan læring finder sted, og de sociokulturelt orienterede træk der er inkorporeret i det nye evalueringsdesign.

En væsentlig forskel på de to evalueringsformater er at den sociokulturelt funderede samtale i gentestningen bliver mere autentisk, i den forstand at den søger at spejle den sociale kontekst som de studerendes viden er konstrueret i, gennem samtale og dialog. Ud fra et socialkonstruktivistisk synspunkt er det lærte uadskilleligt fra den proces og den kontekst det er lært i. Derfor vil en evalueringsform hvor den studerende har mulighed for at spejle sin forståelse i det fysikfaglige praksisfællesskab, give et andet indblik i den studerendes kompetencer, og det er altså med dette udgangspunkt ikke

overraskende at de studerende svarer anderledes i en evalueringsform der er tættere på de læringssituationer deres viden er konstrueret i.

Helt centralt i den socialkonstruktivistiske læringsteori står desuden forståelsen af at sproget er et medierende artefakt – populært sagt lærer man i denne forståelse fysik ved at lære at tale om det. Dermed giver gentestningen i det sociokulturelle format de studerende mulighed for selv at konstruere mening og forståelse undervejs i interviewet gennem sproget, hvilket kan være en medvirkende årsag til de ændrede svar i det nye testformat. Desuden giver anvendelsen af sproget som et meningskonstruerende artefakt informanterne mulighed for at udtrykke tvivl om deres forståelse og ikke endegyldigt at lægge sig fast på en forklaringsmodel. Dette betyder at vi i gentestningen muligvis får et bredere indblik i deres forståelse når de også udtrykker de dele af den hvor de ikke er helt overbeviste om korrektheden af deres udsagn. Dette ses fx når Tobias selv angiver rumskibets bane og siger om bevægelsen at det er *“Altså sådan, på en eller anden måde-agtigt”*, og dermed får mulighed for at lade denne viden være et første udspil i forståelsen af rumskibets bane. Sproget giver således mulighed for at informanten kan afprøve idéer og tilpasse sin forståelse undervejs i samtalen.

Resultaterne viser at der sker en tydelig ændring af besvarelsenerne fra det ene evalueringsformat til det andet, og giver anledning til at sætte spørgsmålstegn ved i hvor høj grad FCI kan bruges som en entydig vurdering af om de studerende tænker newtonsk eller ej.

Hvordan lærer studerende klassisk mekanik?

I det følgende giver vi eksempler på hvordan evalueringen i et sociokulturelt format af et af FCI-testens spørgsmål (spørgsmål 21 vist i figur 1) kan give et indblik i de studerendes tankegang der kan anvendes til at kvalificere vores forståelse af hvordan de lærer klassisk mekanik. Grundlæggende må vi anse de to situationer i figur 1 (spørgsmål 12 og 21) som forskellige kontekstuelle repræsentationer af samme bagvedlæggende fysik, nemlig en bevægelse i to dimensioner med konstant acceleration i y-retningen og konstant hastighed i x-retningen. I den sociokulturelle samtale blev de studerende ikke som udgangspunkt stillet spørgsmålet om kanonen, men hvis de havde vanskeligt ved at bestemme eller argumentere for det korrekte svar (bane 5) i spørgsmålet om rumskibet, blev de bedt om at tegne den bane kanonkuglen bevæger sig i, som udgangspunkt for en videre samtale.

Af de 12 gentestede studerende er 7 så tøvende i deres besvarelse af spørgsmål 21 at de stilles spørgsmålet om kanonen. Disse 7 studerende er alle i stand til uden nærmere overvejelser at tegne den korrekte bane (bane 2) for kanonkuglen. Af disse 7 er 4 af dem i stand til at besvare spørgsmålet om kanonen både korrekt og tilfredsstillende uddybet selvom de ikke var i stand til at besvare spørgsmålet om rumskibet korrekt. Desuden er yderligere 2 studerende i stand til at besvare spørgsmålet om kanonen

korrekt, men ikke tilfredsstillende uddybet. Den sidste studerende tegner en korrekt bane, men opfordres ikke af interviewereren til at argumentere for besvarelsen.

Spørgsmålet om kanonen forekommer markant lettere at besvare og argumentere fysikfagligt for for de studerende. Dette peger i retning af at misopfattelser for den studerende ikke nødvendigvis eksisterer i alle sammenhænge, men at den studerendes forståelse derimod er afhængig af spørgsmålets kontekst. At en skarp opdeling af studerendes tænkning i enten ikkenewtonsk eller newtonsk (som er rationalet bag FCI-testen) er unuanceret, udbygges i det følgende.

I interviewene ses der eksempler på studerende der var i stand til at vælge det korrekte newtonske svar på et spørgsmål uden at kunne give en fyldestgørende newtonsk forklaring på hvorfor svaret er korrekt, altså det Hestenes et al. (1992) kalder falsk positive svar. Dette ses fx når Peter ud fra en intuitiv forståelse vælger det korrekte svar på spørgsmål 21, men begrundet det således: *“Altså den vil gerne bevæge sig begge veje samtidig, kan man sige. (...) Det er lidt ligesom når man sender en bold afsted – så laver den også den der parabel. Måske det er fordi ... altså, ting bare bevæger sig i parabler. Det ved jeg ikke ... Det må jeg indrømme.”* Peters tankegang her er netop ikke ikkenewtonsk. Han har en forståelse af hvad det korrekte svar er, og giver ikke udtryk for ikkenewtonske misopfattelser af bevægelsen. Der er altså snarere tale om en intuitivt baseret og ikke formaliseret udfoldet newtonsk tankegang end om en ikkenewtonsk tankegang.

Det ses desuden at forkerte svar der i FCI-testen opfattes som et udtryk for ikkenewtonsk tænkning, i interviewene viser sig snarere at handle om at informanterne gør sig nogle overvejelser om hvordan rumskibet virker, der influerer deres svar. Fx overvejer flere af de studerende hvorvidt motoren faktisk vil yde den konstante kraft med det samme den tændes, eller om den har brug for tid til at varme op. Eksempelvis siger Nina at hun i spørgsmål 21 vil vælge den korrekte bane 5, *“medmindre at den var meget langsom om at starte, men så tæller det vel ikke”*, ligesom Jakob siger at *“Altså, det kan ikke være den der [peger på bane 3], for den skal have tid til at reagere også, vel”*.

Ligeledes svarer Tobias i relation til et spørgsmål om rumskibets hastighed når det påvirkes af en konstant kraft, at *“du ville nok bare sådan power den op til en eller anden fart, og så ville den bare flyve med konstant hastighed”*. Når det understreges at motoren ikke slukkes, men bliver ved med at yde en konstant kraft, svarer han derimod at *“Så vil du vel køre med konstant acceleration såfremt at du holder den samme kraft”*. Dette indikerer at hans forståelsesproblemer ikke i så høj grad handler om en manglende evne til at anvende Newtons 2. lov som en skepsis over for at acceptere at et rumskib ikke stopper sin acceleration når det når den ønskede hastighed. Dette influerer hans valg af bevægelseskurve. Tobias vakler i interviewet mellem banerne 3 og 5, men lægger sig fast på det korrekte svar efter at interviewereren understreger at rumskibets acceleration vil være konstant efter at motoren tændes. Han siger så at *“Hvis du kører med konstant acceleration, så er jeg sikker på at det vil være denne der*

[bane 5], *fordi så stiger du langsomt den vej [vinkelret på den oprindelige bevægelse] i starten, og så begynder det mere og mere*" (se figur 1). Her er der måske ikke så meget tale om misopfattelser af parabelbaner hos Tobias som der er tale om en manglende evne til at gennemskue konteksten og formå at anvende formelle fysiske ræsonnementer på en situation der forstås gennem en hverdagsoptik.

Karoline er i udpræget grad ikke i stand til at aflæse den kontekst som spørgsmål 21 foregår i. Hun tolker det at opgaven foregår i det ydre rum, som afgørende for hvilket svar der er det korrekte, og svarer umiddelbart at det korrekte svar er bane 2. Hendes ræsonnement kan aflæses af følgende interviewuddrag:

Karoline: (...) så tænkte jeg at det er jo ude i rummet, og måske kan man bare flyve sådan nogle retvinklede kurver i rummet.

Interviewer: Okay, fordi det godt kan være at tingene opfører sig anderledes i rummet end vi er vant til hernede på jorden?

Karoline: Ja, men hvis det ... altså hvis de opfører sig på samme måde, så burde den også flyve sådan [bevæger rumskibet i en parabelbane] ... ja, i sådan en kurve.

Hun er efterfølgende i stand til at give en nogenlunde tilfredsstillende forklaring på hvordan parabelbanen er et resultat af en konstant hastighed og en konstant acceleration vinkelret på denne. I den forstand har Karoline ikke som sådan misopfattelser relateret til parabelbaner. Til gengæld er hun ikke i stand til at dekontekstualisere rumskibetsopgaven og dermed gennemskue hvilke fysiske koncepter hun skal anvende for at løse opgaven tilfredsstillende, hvorfor hun alligevel svarer forkert.

Hos Tobias og Karoline er det altså ikke så interessant at tale om hvorvidt de formår at anvende deres viden om kanonkuglens bane til at forstå rumskibets bane, al den stund at det der forhindrer dem i at vælge den korrekte bane, ikke er deres forståelse af parabelbaner, men derimod en manglende evne til at gennemskue at det er denne viden der skal bringes i spil i disse situationer. Konteksten, for Karoline at opgaven foregår i rummet, og for Tobias at der er tale om et fysisk rumskib der må formodes at have en tophastighed, har en betydning for hvordan de er i stand til at gennemskue hvilken fysik der er relevant at anvende. Dette understreges af at de begge uden tøven er i stand til at begrunde kanonkuglens parabelbane med korrekte newtonske argumenter.

Konklusion

Formålet med denne artikel har været at anvende forskellige evalueringsformer som adgang til at diskutere fysikstuderendes konceptuelle forståelse af klassisk mekanik og

hvordan vi kan undersøge den. Baseret på vores empiriske analyse af samtaler med et udvalgt antal studerende på fysikuddannelsens første år på Københavns Universitet kan vi konstatere at vores måde at teste deres forståelse af klassisk mekanik på har betydning for vores billede af denne forståelse. Vi får adgang til andre aspekter af deres viden ved at ændre testformatet fra et multiple choice-format (FCI-testen) til et sociokulturelt orienteret testformat. Især betydningen af opgavens kontekst viste sig at være central.

Baseret på vores analyse må det konkluderes at resultaterne af en gentestning af de studerendes forståelse i et sociokulturelt testformat stemmer dårligt overens med en opfattelse af at et korrekt newtonsk verdensbillede tilegnes i alle kontekstuelle repræsentationer inden for samme konceptuelle områder på én gang. Snarere finder vi at nogle af de studerende har misopfattelser der er kontekstafhængige – nogle kontekster får dem til at anvende en newtonsk tankegang, og andre gør ikke. Det er interessant at overveje hvordan forståelsen af at de studerendes misopfattelser bundes i hverdagsforståelser, relaterer sig til det observerede. Der er næppe nogen af de to situationer (opgave 12 og 21) der kan siges at have en direkte forbindelse til hverdagen for de studerende – trods alt er hverken kanoner eller rumskibe noget man møder særlig tit. Snarere kan man måske tale om at kanonspørgsmålet har en lille kontekstuel afstand til andre situationer der kendes fra hverdagen (fx kast med bolde), hvilket gør at det opleves som mere genkendeligt ud fra en hverdagsforståelse. Dette nævnes da også fx af Lars der siger at *“det her [kanonen] er jo sådan intuitivt fordi man kender fra hverdagen at når man kaster noget, at det bevæger sig sådan der, ikke”*. I forhold til forståelsen af at misopfattelser bundes i hverdagsforståelser og dagligdags erfaringer, er det derfor bemærkelsesværdigt at den situation der opleves som hverdagsagtig, faktisk er den der får de studerende til at tænke og argumentere newtonsk, mens den mindre genkendelige rumskibsopgave giver anledning til at ikkewtonske overvejelser kommer i spil.

Afslutningsvis kan vi altså på baggrund af ovenstående analyse konkludere at der sker en ændring af de studerendes svar når evalueringen foregår i et sociokulturelt testformat i stedet for i et multiple choice-format. Samtidig sker der noget med vores blik på de studerendes forståelse af klassisk mekanik når vi tester i et sociokulturelt evalueringsformat. Noget kunne tyde på at en forståelse af studerendes konceptuelle forståelse af klassisk mekanik som at de enten er newtonsk eller ikkewtonsk tænkende, i bedste fald er unuanceret. Der er således behov for en diskussion af en mere nuanceret læringsteoretisk forståelse af hvad det vil sige at have en konceptuel forståelse af newtonsk mekanik, hvor erkendelsen af at de studerendes newtonske tænkning ofte er kontekstafhængig, inkorporeres.

Referencer

- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E.K., Kolstø, S.D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Oslo: Høgskoleforlaget.
- Dolin, J. & Krogh, L.B. (2011). *PISA 2006 science testen og danske elevers naturfaglige formåen*. Rapport nummer tre fra Validering af PISA-projektet, lokaliseret 10. januar 2014 på www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/vap3/.
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), s. 219-245.
- Gipps, C. (1999). Chapter 10: Socio-Cultural Aspects of Assessment. *Review of Research in Education*, 24(1), s. 355-391
- Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, s. 141-158.
- Hestenes, D. & Halloun, I. (1995). Interpreting the Force Concept Inventory. A response to Huffman and Heller. *The Physics Teacher*, 33(8), s. 502-506.
- Jensen, S.B. (2013). *Køn, evaluering og The Force Concept Inventory*. IND's studenterserie nr. 30. Specialerapport.
- Rebsdorf, S.O. (2006). Test af studerendes begrebsforståelse. *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, 1(1), s. 26-30.
- Winsløw, C. (2006). *Didaktiske Elementer. En indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik* (1. udgave). Forlaget Biofolia.

Engelsk abstract

This article investigates what The Force Concept Inventory (FCI) tells us about students' conceptual understanding of Newtonian mechanics. First year physics students from The University of Copenhagen were tested in classical mechanics questions using both the FCI multiple choice test and a socio-culturally inspired test developed for this purpose. The results show that by using different assessment forms different aspects of students' conceptual understanding can be observed. The paper argues for a more nuanced approach to the understanding of what it means to have a conceptual understanding of Newtonian mechanics. Including considerations of the importance of context is vital in such a nuanced approach.

Aktuel analyse

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

Formålsdrevet talentarbejde – når talentet udvikles med et formål



Af Jeppe Willads Petersen,
Institut for Naturfagernes
Didaktik, Københavns
Universitet



Bjørn Friis Johannsen, Institut
for Naturfagernes Didaktik,
Københavns Universitet

Abstract I denne analyse ser vi på begrundelser for talentarbejde. Vi opdager at det er nødvendigt at knytte spørgsmålet om begrundelse til et mere nuanceret talentbegreb samt til de behov talentaktiviteter taler til. For at nuancere talentbegrebet foretages en differentiering mellem forudsætninger og talent. Desuden bringes et uddrag af en kategorisering af talentaktiviteter som indtil videre er mundet ud i en tredeling: interesseaktiviteter, talentpleje og talentudvikling. Disse kategorier sættes i forbindelse med nuanceringen af talentbegrebet og slutter i et argument om at talentarbejde i Danmark vil have gavn af at være mere formålsorienteret og bedre tilpasset de enkelte elevers faktiske behov.

Indledning

Talantarbejde har længe ligget højt på den uddannelsespolitiske dagsorden, og man kan med rette spørge: Hvorfor skal vi arbejde specielt med vores talenter? Og hvilke begrundelser er der for at arbejde med talenterne? Et godt sted at starte er med TalentCamp05 hvor Undervisningsministeriet sammen med en række inviterede deltagere skød det danske "talentprojekt" i gang. Det var fra den dag ikke længere et projekt der skulle foregå "gennem konkurrencer og olympiader som hidtil, men derimod [...] i dagligdagen og i undervisningen" (Uddannelsesudvalget, 2008-09). For en stor andel af gymnasie- og folkeskoleelevers vedkommende er dette projekt i dag en realitet.

Snart et årti senere finder de begrundelser for talentaktiviteter som blev vedtaget på TalentCamp05, stadig anvendelse. Fx henter ScienceTalenter netop deres begrundelser for at satse på talenterne her og skriver (ScienceTalenter, u.å.):

- Globaliseringen kræver udvikling af talenter.
- Talent smitter og inspirerer de øvrige i klassen.
- Talentudvikling skaber bedre trivsel hos talentet.

Det kan være værd at se nærmere på disse begrundelser og forstå hvilke antagelser de eventuelt måtte bygge på. For at se på begrundelser for talentudvikling må vi også have en idé om hvem disse talenter er, nærmere bestemt hvad det er de kan, som andre ikke kan. For talent handler om at kunne noget – det ved vi fra sportens verden. I denne analyse taler vi dog kun om talenter i elevforstand. Vi taler altså om de særlig dygtige elever der, som ScienceTalenter ofte foreslår det, “kan blive de bedste”. Boks 1 giver en nærmere beskrivelse af hvordan, men inden vi når dertil, må vi vende tilbage til begrundelserne.

Begrundelser

I det følgende ser vi kort på hver af TalentCamp05's begrundelser for talentaktiviteter og placerer de tre begrundelser i forhold til hvis interesse det er begrundelsen udspringer af: et samfunds-, et skole- og et individniveau.

Kræver globaliseringen talenter?

Danmark er et lille land, og konkurrencen bliver derfor særlig skrap hvis vi vil vinde kampen om at komme først med de bedste nyeste idéer. Derfor er det vigtigt at vi får så meget som muligt ud af den talentpulje vi har i landet, så vi kan bevare vores konkurrenceevne (Uddannelsesudvalget, 2008-09). Dette er bevæggrunden for “globaliseringen kræver udvikling af talenter”.

Men bevæggrunden kan også begrundes. Flere longitudinale studier af talenter, som fx Termans livslange “Genetic Studies of Genius”, har søgt at vise at en korrelation mellem intelligens/talent og bedrift findes. Ingen af disse studier har dog haft held til at vise at høj intelligens alene kan bruges som begrundende årsag til store bedrifter, ligesom høj intelligens ej heller kan bruges til at forudsige at et menneske vil opnå større succes i livet end andre (se fx Terman og Oden, 1947). I hvert fald ikke pr. automatik. Den indsigt peger på at en målrettet indsats er nødvendig hvis intelligens/talent skal blive til store bedrifter. Det forhold peger Gagnés (2010) “Differentiated Model of Giftedness and Talent” også på – se figur 1. Med sin model peger han på at der er forskel på at være udstyret med en begavelse fra naturens hånd, fx høj intelligens, og på at være udstyret med højt udviklede kompetencer og altså at være talentfuld. Forskellen, siger Gagné, består i hvorvidt den naturlige begavelse er blevet genkendt, udviklet, udfordret og brugt i og af miljøet. Det er altså miljøet Gagnés model peger på som den mest oplagte kandidat hvis vi skal forstå eller sikre at intelligensen bliver til bedrift. Det samme gør i øvrigt Malcolm Gladwell (2009) i sin meget populære undersøgelse af de mest bemærkelsesværdige af verdens store succeser. At begavelse – eller særlige forudsætninger – skal adskilles fra begrebet om talent, er en vigtig betragtning. Specielt er det vigtigt at begavelse og særlige forud-

sætninger kun bliver til talent og store bedrifter hvis miljøet indvirker på en særlig måde. Det forhold synes at kunne bruges til at begrunde talentaktiviteter med, især i et globaliserings- eller samfundsperspektiv.

Smitter talent?

I rapporten *Talentindsatsen i Danmark* fra det rådgivende ingeniørfirma Niras (2010) som danner grundlaget for den såkaldte *Talentrapport* (Hermann et al., 2011), blev der bl.a. spurgt om skoleledere, lærere og befolkningen var enige i udsagnet "Hvis de særlig dygtige elevers faglige egenskaber styrkes, så hæver det niveauet i klassen". På en skala fra *meget uenig over hverken eller* til *meget enig* faldt det gennemsnitlige resultat et sted mellem *hverken eller* og *enig*. Skoleledernes gennemsnitlige svar lå tættest på *enig*, og lærernes lå nøjagtig i midten mens befolkningens lå tættest på *hverken eller*. Niras tolker dette som en "udpræget enighed" med udsagnet, men bemærker: "befolkningen er dog en anelse mere kritisk end skolens aktører" (Niras, 2010, s. 42). Dog har Niras foretaget interviews med elever hvor det bliver tydeligt at eleverne ikke deler deres læreres, skolelederes eller Niras' optimisme angående en eventuel smitteeffekt. Eleverne taler slet ikke med deres klassekammerater om deres erfaringer fra talentaktiviteter. Når lærerne skal sætte fingeren på hvor udbyttet af elevernes deltagelse i talentaktiviteter ligger, så er det ikke smitteeffekten de peger på. Knap 30 % peger på at et udbytte af en elevs deltagelse i en talentindsats giver udslag på det faglige niveau i klassen, og godt 20 % nævner klassens trivsel. Til sammenligning er det godt 60 % af lærerne der nævner elevens faglige niveau og elevens trivsel (Niras, 2010, s. 42).

Der er muligvis en smitteeffekt, men den er tilsyneladende ret begrænset. At eleverne ikke erfaringsudveksler på skolen under eller efter talentaktiviteter, antyder at hvis en smitteeffekt findes, må den have en indirekte karakter. Niras konkluderer at der kan forekomme en smitteeffekt af talentindsatser hvor enkelte elever i en klasse deltager i en aktivitet uden for skolen, men at smitteeffekten er indirekte, og at den kræver at de deltagende elever sættes "rigtigt i spil" (ibid. s. 43). En evaluering af en længerevarende talentaktivitet i regi af ScienceTalenter problematiserer at lærerne begrunder at de sender elever på TalentCamp, med at det er en belønning for en stor indsats i timerne (Sølberg et al., 2013). Lærerne peger på at talentaktiviteternes faglige indhold er et der i princippet også kunne være varetaget af skolen og derfor ikke bidrager til undervisning, arbejdsformer eller klassekultur på nogen bestemt måde. I stedet peger de på at det der kan smitte, er når eleverne lærer at de bliver belønnet med rejser og aktiviteter uden for skolen hvis de er særlig flittige. Begrundelsen for talentaktiviteter kan altså ikke placeres som et behov der opfyldes blandt klassekammeraterne til den involverede elev. Hvis talent smitter, ser det ud som om det er en forhåbning fra skolens side om en særlig form for adfærd blandt elever der kan brede sig hvis den anerkendes åbent.

Men er det en udvanding af talentbegrebet? Uanset hvad, er det nødvendigt at undersøge om flittighed og motivation kan sidestilles med talent.

Bidraget talentarbejde til elevers trivsel?

Som nævnt ovenfor viser Niras' rapport (2010) at lærerne kan se at det har en effekt på elevernes trivsel hvis de deltager i talentaktiviteter. Spørgsmålet der umiddelbart melder sig, er hvilke udfordringer der truede elevernes trivsel, og hvordan talentaktiviteterne hjalp.

Niras peger på at der overordnet findes to måder hvorpå elever kan inddrages i talentaktiviteter. Den mest udbredte er eget initiativ. Deltagelse på opfordring fra lærere eller skoleledelse forekommer i sjældnere tilfælde (Niras, 2010, s. 34). Men når lærerne eller skoleledelsen opfordrer elever, så er det ikke helt tilfældigt hvordan de vælger elever, og i virkeligheden minder elever der udvælges, meget om elever der selv tager initiativ. Og lærerne mener ikke de har svært ved at identificere talent hos elever: "Det er nemt at spotte, fordi det er de elever, der konstant sidder med fingeren oppe og ikke kan lade være med at bryde ind i undervisningen" (Niras, 2010, s. 33). Høj grad af motivation er vigtig. Med andre ord er det primært de motiverede elever der deltager – uanset om de gør det på eget initiativ eller fordi de er udvalgt.

Dog udgør de motiverede elever kun en delmængde af den samlede pulje af talenter (ScienceTalenter, 2014a). Man forventer at der findes mange kandidater til talentaktiviteter blandt elever der er skoletrætte eller føler sig utilpassede, fx fordi de har særlig gode forudsætninger for at lære og derfor keder sig. Derfor må sådanne elever være et oplagt mål for indsatser der kan afhjælpe udfordringer der har konsekvenser for den enkelte elevs trivsel. Faren er at disse elever helt overses hvis udvælgelseskriteriet for talentaktiviteter bliver alt for snævert fokuseret på særlige tegn på motivation, fx når en elev af egen kraft tilmelder sig en talentaktivitet eller opdages og udvælges på baggrund af stor deltagelse i timerne. Derfor er det nødvendigt både med en opblødning af motivationsbegrebet og samtidig en præcisering af talentbegrebet over for begrebet om elever med særlige forudsætninger.

Særlige forudsætninger eller talent

Hvis talentaktiviteter skal begrundes i et globaliserings- og samfundsperspektiv, er det nødvendigt at foretage en adskillelse mellem særlige forudsætninger og talentbegrebet – og ligeledes hvis talentaktiviteter begrundes ud fra et trivsels- og individperspektiv. I et skoleperspektiv er det vigtigt at have øje for at det er en særlig form for flittighed og motivation som man ønsker at opdyrke – en særlig form som har en bestemt værdi fordi det måske handler om former for adfærd som det ikke er enhver der kan tilegne sig.

I boks 1 gives et bud på hvordan sådanne adskillelser kan foretages.

Særlige forudsætninger

- Selvom den nærmeste oversættelse af "giftedness" er begavelse, vælger vi i Danmark at tale om særlige forudsætninger. En oplagt grund er at vi derved slipper for debatten om arv og miljø og i stedet kan forholde os pragmatisk til en elev der står der og har helt særlige forudsætninger for at deltage sammenlignet med de andre – uanset baggrund eller årsag.
- Der findes mindst 213 forskellige definitioner af giftedness (George, 2012), og begreberne ændrer sig med tiden. De er dynamiske (McAlpine, 2004). Ofte er intelligenskvotient brugt som kriterium, måske i mangel af bedre målemetode.
- Generelt findes der enighed om at der ved særlige forudsætninger er tale om de mest "forudsætningsfulde". Om det er de øverste 5, 10 eller 20%, er der en vis uenighed om.

Talent

- Talent er et udtryk for en særlig grad af kompetencetilegnelse og handler altså om evnen til i særlig grad at kunne *levere* eller *gøre*. Talentet har altså de bedst udviklede kompetencer (Gagné, 2010).
- Sternberg (1995) foreslår at følgende kriterier kan bruges til at systematisere vores intuitive måde at værditilskrive og genkende talentet eller det talentfulde på:
 - 1) Dygtighedskriteriet (dygtig i forhold til jævnaldrende, kammerater eller kolleger)
 - 2) Særegenhedskriteriet (særegent eller sjældent højt niveau i forhold til andre)
 - 3) Omsættelighedskriteriet (potentiale til produktivitet eller anvendelighed og brugbarhed)
 - 4) Validitetskriteriet (at overlegenhed forekommer plausibel eller er beviselig)
 - 5) Værdikriteriet (den kulturbårne betingelse).

Boks 1. *Særlige forudsætninger og talent begrebsliggøres.*

At blive et talent

For at et barn med særlige forudsætninger kan udvikle sig til et talent, er det nødvendigt at tage højde for hvilken situation barnet er i, for at en talentaktivitet rent faktisk kan bidrage til at den særlige forudsætning udvikles til et talent. Det er ikke nok i sig selv bare at lade eleven deltage i talentaktiviteter. Aktivitetens formål og udformning skal stemme overens med de faktiske udviklingsbehov barnet har. De

følgende afsnit ser på hvilke formål eksisterende talentaktiviteter har, og hvordan de passer ind i overgangen fra barn med særlige forudsætninger til den talentfulde elev.

Eksisterende talentaktiviteters formål

Da Niras' rapport kom ud i 2010, inkluderede den 51 forskellige talentaktiviteter. Størstedelen af disse var iværksat for midler afsat efter TalentCamp05 (Niras, 2010, s. 22). I dag er mange af disse projekter højst sandsynligt forsvundet da de afsatte midler er opbrugt, og omtrent 40 % af aktiviteterne var forankrede i enkelte personer. I forbindelse med Jeppes (førsteforfatterens) specialearbejde har vi fået kendskab til omtrent 40 forskellige talentaktiviteter der er aktive i øjeblikket (se www.ind.ku.dk/talent). I hvor høj grad disse overlapper med Niras' aktiviteter, vides ikke.

Formålet med at lave en oversigt over de danske talentaktiviteter var at undersøge om det var muligt at finde et sæt kvalitativt forskellige kategorier for hvordan talentaktiviteter begrundes – altså at undersøge hvor bredt spektret for talentaktiviteter er i det danske uddannelseslandskab. Indtil videre har det været muligt at etablere tre stabile kategorier (men arbejdet fortsætter):

Interesseaktiviteter: Aktiviteter der har til formål at øge interessen for et felt. Ofte af kortere varighed, eksempelvis foredrag eller studiebesøg.

Talentudvikling: Aktiviteter hvor formålet er en kompetencetilegnelse blandt deltagerne. Ofte udformet som længere forløb hvor deltagerne bliver udfordret på deres metodikker og evne til at kombinere viden inden for et felt på forskellige måder.

Talentpleje: Aktiviteter der har til formål at forbedre det miljø deltagerne agerer i. Kan være udformet på mange måder og er ikke nødvendigvis centreret om en aktivitet. Der er ofte særligt fokus på deltagerens trivsel, eksempelvis gennem deres møde med andre børn med særlige forudsætninger.

Boks 2. *Tre kvalitativt forskellige kategorier der beskriver formålet med talentaktiviteter. Bemærk at talentudvikling og talentpleje i andre sammenhænge kan have samme betydning.*

Når man ser på talentaktiviteternes formål, så peger de ofte i mange retninger og har forskellige begrundelser. På listen over danske talentaktiviteter er også medtaget aktiviteter der ikke selv definerer sig som talentaktiviteter, men som man kan argumentere for alligevel kunne være det fordi de i en vis udstrækning udfører samme type arbejde som andre aktiviteter der beskriver sig selv som talentaktiviteter. Et sådant eksempel er Ungdommens Naturvidenskabelige Forening (UNF) der har til

formål “at fremme interessen for, og kendskabet til, naturvidenskab og teknologi, fortrinsvis blandt unge” (UNF, 2012), men via sine aktiviteter skaber et forum hvor unge talenter kan mødes og udvikle deres talent.

Næsten alle aktiviteterne fokuserer på talentet hos individet, men der er forskel på hvorvidt aktiviteterne sigter på at øge interessen for et felt, udvikle talenternes viden og/eller kompetencer eller pleje talenterne ved at gøre deres “livsbetingelser” bedre. UNF er et udmærket eksempel på den første type aktiviteter. Et eksempel på den anden type aktiviteter kunne være Forskerspirer der tilbyder elever muligheden for at fordybe sig i et emne (Forskerspirer, 2014). Foreningen Gifted Children der “søger at fremme trivsel og skabe de bedst mulige vilkår for højt begavede børn” (Gifted Children, 2014), er et godt eksempel på den tredje type talentaktivitet.

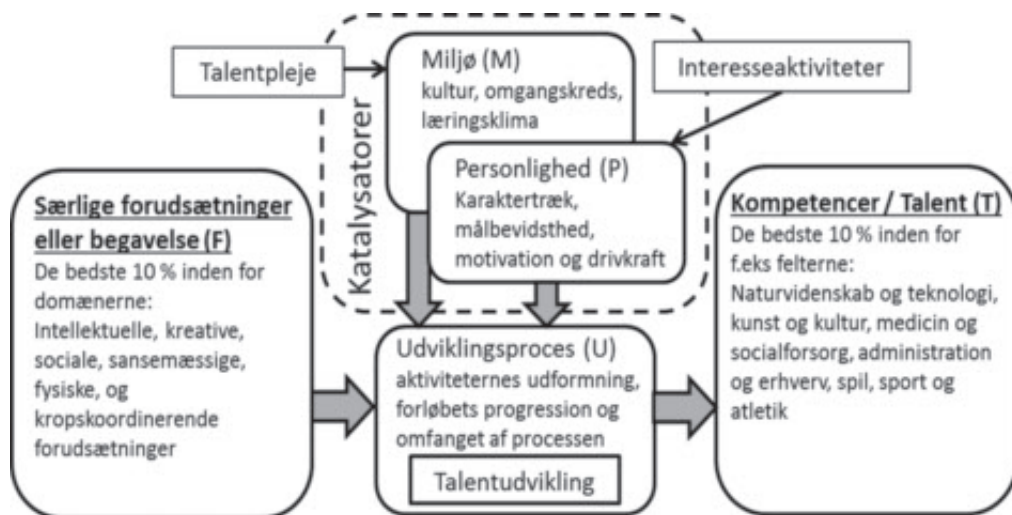
Behovsbaseret talentudvikling

Gagnés (2010) “Differentiated Model of Giftedness and Talent” tilbyder en grov skitse for hvordan børn med særlige forudsætninger kan blive talenter, og peger på hvilke faktorer der spiller ind (se figur 1).

I modellen har Gagné placeret idéen om at elever eller mennesker kan have særlige forudsætninger, som en komponent til venstre i modellen (F). De særlige forudsætninger er udtryk for en naturlig disposition som eleverne er udstyret med fra naturens hånd. Disse er opdelt i forskellige domæner, og hvis eleverne er blandt de 10 % bedste inden for et eller flere domæner, betegnes de som havende særlige forudsætninger inden for domænet. Her kunne man også tale om begavelse. Begrebet om talent er i modsætning til særlige forudsætninger et kompetencebegreb. Har man et talent, hører man i sin aldersgruppe til blandt gruppen af de 10 % mest kompetente mennesker inden for et felt. I modellen har Gagné placeret begrebet om talent som en komponent til højre i modellen (T).

I modellen er spørgsmålet om hvordan man omsætter særlige forudsætninger til talent, et spørgsmål om en udviklingsproces (U). Denne udviklingsproces har en bestemt udformning, foregår som en progression og antager et omfang som afspejler det faktiske behov som eleven med særlige forudsætninger har, og som tilgodeses for at vedkommende udvikler sine kompetencer i en sådan grad at Gagné ville genkende vedkommende som et talent. De aktiviteter vi i boks 2 benævnte *talentudvikling*, har vi lagt i udviklingsprocessen (U). Komponenten (U) indeholder ikke aktiviteter der sigter på at deltagerne tilegner sig viden (i snæver forstand). Udviklingskomponenten handler om at arbejde med viden, fx på nye måder. Men for at komme i kontakt med udviklingskomponenten, endsiges beslutte sig for at deltage i den – hvad end den måtte være – er det nødvendigt med et støttende og vejledende miljø. Derfor indeholder modellen også en miljøkomponent (M) der peger ned på udviklingsprocesserne (U). Miljøkomponenten er en fællesbetegnelse for bl.a. den kultur og de mennesker i ele-

vens omgangskreds der kan påvirke og støtte det gryende talents udviklingsproces. De aktiviteter vi i boks 2 benævnte *talentpleje*, arbejder for at afpasse det miljø eleven agerer i, så vedkommende får bedre adgang til og mulighed for fx at indlemmes i miljøer der er befordrende for, eller *katalyserer*, individets udvikling. Derfor har vi placeret talentplejen i modellen så den peger på miljøkomponenten (M). Uden motivation og interesse bliver ingen engageret i nogen proces. Gagné kombinerer motivation og interesse med bl.a. målbevidsthed og karaktertræk i en personlighedskomponent (P) der på samme måde som miljøkomponenten peger ned på udviklingsprocessen. Talentaktiviteter der fx fokuserer på at styrke interessen eller motivationen, er aktiviteter der sigter mod at bekræfte og lade eleven få øje på de af vedkommendes personlighedstræk der i særlig grad er gavnlige hvis et talent skal udfoldes. I boks 2 benævnes den type aktivitet *interesseaktivitet*. Komponenterne (M) og (P) der begge peger ned på udviklingsprocesserne (U), ses af Gagné som katalysatorer for udviklingsprocessen. For at sikre at særlige forudsætninger omsættes til talent, er det først og fremmest nødvendigt at erkende at talent er et resultat af en udviklingsproces, men også at der findes katalysatorer som har indflydelse på udviklingsprocessen.



Figur 1. Differentiering mellem særlige forudsætninger og talent efter Gagné (2010).

Talentfabrikker uden aftagere?

En stor del af de talentaktiviteter der findes i dag, tager deltagerne ud af deres vante rammer og giver dem kortvarige, men intensive forløb hvor de lærer om et allerede tilrettelagt emne. Eksempler på denne type aktiviteter kunne være sciencecamps eller vinderseminarer for deltagere i de naturfaglige olympiader. Det beskrevne formål

med disse aktiviteter varierer. I nogle tilfælde er det ikke faglighed og videnstilegnelse der er målet, men derimod den sociale interaktion aktiviteten tillader deltagerne. I andre tilfælde er aktiviteterne egentlige træningslejligheder hvor formålet er at dygtiggøre deltagerne frem mod deltagelse i fremtidige konkurrencer. Når deltagerne vender tilbage til deres uddannelsesinstitutioner, har de en viden som resten af deres klasse ikke har. Det forhold (eller måske misforhold) udnyttes sjældent (Niras, 2010, s. 42). Når faglige aktiviteter i løbet af fx vinderseminarer er stråmand for et socialt møde i et interessefællesskab, kan man på den ene side anse det for en mindre detalje eller måske en forudsætning for at interessefællesskabets møde kan legitimeres. Men for deltagerne kan det måske være svært at forstå.

Formålet med en aktivitet bør være tydelig for deltagerne, men det bør også være gennemtænkt af arrangørerne hvordan aktiviteten skal indgå i deltagerens videre talentudvikling. I lyset af ovenstående er det nemlig ikke længere meningsfuldt at tænke på deltagere i talentaktiviteter – uanset aktivitetens type – som talenter. De er mennesker der har særlige forudsætninger for i særlig grad at udvikle kompetencer vi i særlig grad sætter pris på. Det bliver man aldrig færdig med.

I tilfælde hvor en aktivitet sigter mod at tilbyde talentudvikling, er det særlig vigtigt at man tænker over hvad deltagerne får ud af at være med. Her er det ikke nok at få skabt social interaktion mellem deltagerne eller at deltagerne lærer om et nyt emne. For at aktiviteten vitterlig kan kaldes talentudvikling, må deltagerne tilegne sig eller øve kompetencer som er relevante for det talent der er under udvikling. Det er ikke helt urimeligt at være bekymret over talentaktiviteter der primært fokuserer på at deltagerens viden øges, og kun sekundært (hvis overhovedet) tilbyder deltagerne mulighed for at øve og udbygge deres kompetencer. Det på trods af at det langt fra er sikkert at deltagerne vil finde det problematisk at tilegne sig viden fordi de netop ofte er kendetegnede ved at være særlig motiverede og sikkert også interesserede. Der hvor problematikken opstår, er når deltagerne tilbage på deres uddannelsesinstitutioner opdager at de enten ikke skal bruge deres nye viden til noget, eller at det alligevel, måske i en anden form, var en del af læreplanen. Når indholdet i talentaktiviteter udvælges, bør det overvejes: Møder deltageren indholdet på et senere tidspunkt, og hvad skal deltageren i så fald udfordres af til den tid? Og hvem står på den anden side af talentaktiviteten og er aftager for det nyligt opdyrkede talent? Hvem eller hvad er det i elevens miljø der kan bidrage til og katalysere den fortsatte opdyrkning af talentet?

Det sociale spinoff som målsætning

I lyset af ovenstående er det interessant at se på hvordan sociale interaktioner bruges som målsætning for talentaktiviteter. I de fleste tilfælde er det venskaber mellem deltagerne der er målsætningen (Experimentarium, 2014; IOI, 2014; ScienceTalenter,

2014b). For olympiaderne gælder det dog at talenternes fremtidige karrierer ofte bliver nævnt i begrundelsen for hvorfor de sociale interaktioner er vigtige. Kulturel forståelse mellem nationer får her en central plads.

Årsagen til at man ser så stort fokus på deltagernes sociale interaktion, findes sandsynligvis i trivselsbegrundelsen fra TalentCamp05 (og måske også i forestillingen om at talenter er socialt akavede nørder). De sociale problemer blandt børn med særlige forudsætninger er et veldokumenteret fænomen både i Danmark og i resten af verden (Gross, 2009; Kyed, 2007), men hvad kan der mon gøres for at undgå at disse problemer opstår? At lade elever med særlige forudsætninger møde ligesindede er sikkert et godt udgangspunkt, men hvordan skal mødet være udformet, og hvor lang en periode skal det række over? Hvordan kan man sikre at det netværk som talentaktiviteterne giver adgang til, og som giver bestemte elever et nødvendigt frirum, også finder anvendelse på skolen efter aktiviteterens afslutning?

Formålsdrevne talentaktiviteter

Et forslag til hvordan man sikrer at det netværk talentaktiviteten giver adgang til, også finder anvendelse på skolen, kunne være at lade skole og talentnetværk være én og samme ting. På Bagsværd Kostskole og Gymnasium er der oprettet en såkaldt bioteklinje i form af et femårigt gymnasium hvor 8. og 9. klasse er slået sammen med en STX-uddannelse. Denne linje er tiltænkt elever der “har talent for eller ønsker at opbygge et talent inden for bioteknologi” (Bagkost, 2014). Skolens rektor, Jimmy Burnett Nielsen, omtaler linjen som “et reservat for de elever, der har en særlig interesse for naturvidenskab” (Pank, 2012). Er det det der skal til for at vi kan undgå trivselsproblemer blandt elever med særlige forudsætninger? Måske, men det spiller ikke så godt sammen med den inkluderende skole der til stadighed har politisk interesse af flere grunde end trivsels- og globaliseringshensyn. Uanset hvad man synes om løsningen, så må man konstatere at den lader til at virke i Bagsværd. Eleverne klarer sig ifølge skolens evalueringer fremragende, og der er et negligerbart frafald ved overgangen fra folkeskole til gymnasium. Mere grundlæggende er det femårige gymnasium ovenikøbet en mulig løsning på overgangsproblematikken mellem folkeskole og gymnasium.

I det lys er det oplagt at spørge sig om andre talentaktiviteter mon er planlagt som i det videre forløb kan bidrage til at lette overgangen mellem gymnasium og universitet? Og er det mon i virkeligheden ikke denne type formål vi skal sigte mod når talentaktiviteter planlægges – formål af typen der rækker ud over den enkelte og den enkeltes behov, men som alligevel er nærværende og kommer den enkelte til gode på kort sigt, men som også kan sammentænkes med andre forløb i den langsigtede udviklingsproces? Formål der forholder sig til de deltagende elevers behov i umiddelbar nærhed af de uddannelsesinstitutioner der først og sidst har ansvaret for

at udvikle den enkelte elevs forudsætninger til kompetencer der taler til det som det omgivende samfund værdsætter og har behov for.

Ud fra et sådant perspektiv er det ikke sikkert at de begrundelser der kom frem på TalentCamp05, længere er dækkende. Globaliseringshensynet kan så glimrende få lov til at stå for den politiske og økonomiske motivation, men for den enkelte elev eller for den enkelte skoleklasse er det uden betydning. Smitteeffekten af talentaktiviteter er tvivlsom og er svær at sikre hvis ikke talentaktiviteter omtænkes radikalt og måske omtænkes i et undervisningsdifferentieringsperspektiv. Tilbage står spørgsmålet om trivsel, men samtidig også en lang række talentaktiviteter der ikke er overbevisende målrettet mod trivselsaspektet. Lærere kan se at deres elever trives bedre når deres indsats belønnes, og når eleverne får mulighed for at engagere sig på nye måder. Men findes der ikke rigtig mange måder at belønne og undervisningsdifferentiere på som ikke er en målrettet mod talentindsats?

Afrunding

Det der var vores ærinde med denne analyse, var at foreslå at talentarbejdets formål i højere grad bør tydeliggøres og ikke mindst sandsynliggøres. Det vi efterspørger, er begrundelser der sættes i relation til de helt konkrete problemer man oplever hos elever med særlige forudsætninger. Talentarbejde skal være formålsdrevet. Og talentet skal udvikles med et formål. For at foretage det argument har vi bragt Gagnés (2010) model på banen som foretager en differentiering mellem den iboende begavelse, de særlige forudsætninger og så talentet som begrebsliggøres som en helt særlig grad af kompetenceopøvelse i forhold til jævnaldrende. Grunden til at vi fik brug for den model, var at vi måtte sande at motivation ikke bare er motivation, men at motivation er et begreb der står i relation til det miljø motivationen sættes i forbindelse med. Udgangspunktet var at der opstår et misforhold når det på den ene side er de særlig motiverede elever der melder sig eller udvælges til talentaktiviteter, samtidig med at en central begrundelse for talentaktiviteter på den anden side er at de særlig forudsætningsfulde elever mistrives eller bliver skoletrætte og demotiverede. Det er med motivation som med talent. Det er noget man gør og noget vi intuitivt bemærker og forholder os til. Det er også noget der i heldige tilfælde får den støtte der er nødvendig for at den adfærd vi bemærker som særlig motiveret eller talentfuld, kan videreudvikles i samstemmig forventning om excellence eller endog perfektion. Det der er vigtigt at bide mærke i her, er ordet *særlig*. Hverken motivation eller talent er en iboende konstant størrelse. Det er et dynamisk og komplekst fænomen der får en særlig karakter i lyset af de omstændigheder det trives, mistrives og eksisterer i. Og vi må aldrig være blinde for at vores intuitive reaktion på fænomenet er et udtryk for de værdier der driver og begrunder al vores aktivitet på alle niveauer. Bringes en sådan

nuancering på banen når vi taler talentaktiviteter, bliver det nu magtpåliggende at foretage en differentiering mellem dem. Nogle aktiviteter er til for at pleje talentet, nogle for at udvikle talentet, og andre blot for at pirre en gryende interesse. Alle skal de ses i et gensidigt forhold og i et langsigtet perspektiv. Talent er ikke noget man er – det er noget man til stadighed udvikler og udvikler med et formål. Og formålet, det er det der driver eleven til at benytte sine særlige forudsætninger til at udvikle et talent. Det var det vi mente da vi startede analysen med at pege på at formålsdrevet talentarbejde er når talentet udvikles med et formål.

Referencer

- Bagkost. (2014). *Bioteclinjen på Bagsværd Kostskole og Gymnasium*. Lokaliseret den 6. januar 2014 på www.bagkost.dk/Femaarig_Biotek_gymnasieuddannelse_Bagsvaerd_Kostskole_Gymnasium.
- Experimentarium. (2014). *Science Klub*. Lokaliseret den 6. januar 2014 på www.experimentarium.dk/forsiden/sjovt-nok-klogere/science-klub/.
- Forskerspirer. (2014). *Om Projekt Forskerspirer*. Lokaliseret den 6. januar 2014 på <http://forskerspirer.ku.dk/om/>.
- Gagné, F. (2010). Motivation Within the DMGT 2.0 Framework. *High Ability Studies*, 21(2), s. 81-99.
- George, D. (2012). *The Challenge of the Able Child*. David Fulton Publishers.
- Gifted Children. (2014). *Forside*. Lokaliseret den 6. januar 2014 på <https://www.giftedchildren.dk/content.php>.
- Gladwell, M. (2009). *Outliers: The Story of Success*. Penguin, UK.
- Gross, M.U. (2009). Highly Gifted Young People: Development from Childhood to Adulthood. I: *International Handbook on Giftedness* (s. 337-351). Springer.
- Hermann, S., Andersen, N.O., Birkving, K., Egebjerg, J., Kingo, L., Hindsholm, S. & Wilbek, U. (2011). *Talentudvikling: Evaluering og strategi*. København: Undervisningsministeriet.
- IOI. (2014). *About International Olympiad in Informatics*. Lokaliseret den 6. januar 2014 på http://wiki.ioinformatics.org/wiki/About_IOI.
- Kyed, O. (2007). *De intelligente børn*. København: Aschehoug.
- McAlpine, D. (2004). What Do We Mean by Gifted and Talented? Concepts and Definitions. D. McAlpine & R. Moltzen (red.), *Gifted and Talented: New Zealand Perspectives* (2. udgave, red.) (s. 33-65). Palmerston North: Kanuka Grove Press.
- Niras. (2010). *Talentindsatsen i Danmark*. København: Undervisningsministeriet.
- Pank, C.M. (2012). Motivation er drivkraften for ungdommens bioteknikere. *Uddannelsesavisen*, s. 18-19. Lokaliseret på www.bagkost.dk/udd.avisen_2012.pdf.
- ScienceTalenter. (2014a). *Hvad er et talent?*. Lokaliseret den 6. januar 2014 på www.sciencetalenter.dk/da/talentudvikling/hvad-er-et-talent/.

- ScienceTalenter. (2014b). *ScienceTalenter*. Lokaliseret den 6. januar 2014 på www.sciencetalenter.dk/da/talentudvikling/sciencetalenter/.
- ScienceTalenter. (u.å.). *ScienceTalenter: den nationale talentpleje i naturvidenskab*. Sorø: Science-Talenter.
- Sternberg, R.J. (1995). *A Triarchic Approach to Giftedness*. New Haven: Yale University.
- Sølberg, J., Johannsen, B.F., Lykke, F., Trolle, O., Jensen, A. & Fonsbøl, N. (2013). *Masterclass i fysik: Samlet rapport*. København: Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet.
- Terman, L.M. & Oden, M.H. (1947). *The Gifted Child Grows Up. Genetic Studies of Genius*, 4. CA: Stanford University Press.
- Uddannelsesudvalget. (2008-09). *Redegørelse om talentudvikling til Folketingets Uddannelsesudvalg*. København: Folketinget. Lokaliseret på www.ft.dk/samling/20081/almindel/udu/bilag/104/625768/index.htm.
- UNF. (2012). *Vedtægter for Ungdommens Naturvidenskabelige Forening*. Lokaliseret den 6. januar 2014 på https://www.unf.dk/downloads/vedtaegter/vedtaegter_UNF_Danmark_2012.pdf.

Kommentarer

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

En kommentar til Becks model



Thomas Dyreborg Andersen,
*Institut for Skole og Læring,
Professionshøjskolen
Metropol*



Morten Philipps, *Institut
for Skole og Læring,
Professionshøjskolen Metropol*

Kommentar til Claus Jessens "De virtuelle læringsrumms topologi", MONA, 2013(4)

Flipped classroom – en trend vi må forholde os til

Online læringsressourcer har de sidste par år fået mange til at indse at teknologien har noget radikalt andet at byde på, og dette har skabt en populær didaktik kaldet flipped classroom som vi både ser vinde indpas i folkeskolen og på Professionshøjskolen Metropol hvor vi er ansat. Kommentaren her retter sig mod en tidligere bragt artikel i *MONA*, "Det virtuelle læringsrumms topologi" af Claus Jessen. Vi argumenterer for at den didaktiske model flipped classrooms brug af video, frem for tavleundervisning, kan frigøre undervisningstid til at arbejde med de højere taksonomiske forståelsesniveauer hos eleverne – fx gennem problemorienteret og projektorienteret undervisning med læreren som vejleder og mentor.

Frigiv tiden i klasserummet til de højere læringsniveauer

Vi vil starte med pointen for at den ikke skal gå tabt: Den højeste form for læring, nemlig analyse, syntese og vurdering, opnås godt gennem projektarbejde og mellemmen-neskelige relationer. God brug af IT kan med fordel effektivisere læringen på de lave niveauer derhjemme og dermed frigøre tid til arbejdet med de høje niveauer i skolen.

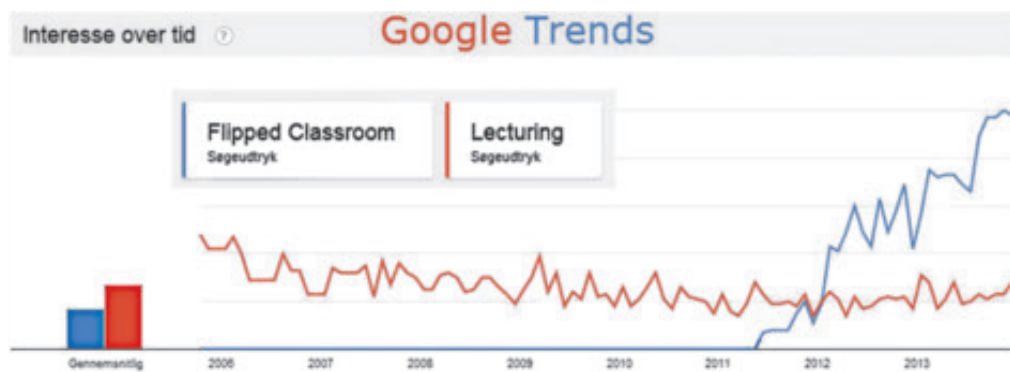
Sætter vi dette ind i en kontekst af eksempelvis fysik/kemiundervisning i folkeskolen, vil vi få frigivet tid til opgaver som typisk vil være vanskelige at lave uden for et fysik/kemilokale, nemlig arbejdet med øvelser og forsøg.

Ny lærerrolle, ny elevrolle

Vi er grundlæggende enige i synspunkterne i Jessens artikel. Han argumenterer for at læreren indtager en ny rolle i klassen, hvilket forfatterne af bogen *Didaktik 2.0* også

mener når de skriver at lærerrollen som følge af teknologien flytter sig fra primært at være rettende og bedømmende til at være faciliterende, overvågende og som en aktiv mentor (Gynther, 2012, s. 127).

Det lader til at Jessen allerede selv underviser på den måde. Vi vil dog gå skridtet videre og påstå at der også er nogle dele af lærerrollen der måske helt kan overtages af teknologien. Dette vil blive uddybet senere. Jessen giver desuden udtryk for at eleverne skal have medbestemmelse og være ansvarlige for deres egen læring – hurra for det. Dertil kan vi bidrage med best practice-metoden flipped classroom der er dukket op (se figur 1). Metoden opstår som følge af en rivende udvikling på uddannelses- og teknologiområdet med begreber som fx massive open online courses (MOOC) og open educational resources (OER) og så hele web 2.0-tanken der lader alle med netadgang skabe og distribuere til egen eller andres brug.



Figur 1. Procentvise danske Google-søgninger over tid viser tydeligt en forhøjet interesse for “flipped classroom” – her set i relativ sammenligning med “lecturing” hvor antallet af søgninger ikke flytter sig mærkbart i relation hertil (Google Trends).

Hvad er flipped classroom?

Flipped classroom (vendt klasseværelse) handler grundlæggende om at eleverne modtager videooptagne læreroplæg derhjemme, og at tiden i klassen primært bruges til elevernes mere selvstændige problembaserede eller projektorienterede arbejde. Optimalt set bliver der ikke spildt tid på at forklare ting som de dygtige elever ved i forvejen, eller de svage elever alligevel skal have forklaret helt specifikt til sig (Bergmann & Sams, 2012).

Flipped classrooms kongstanke er at tavleundervisning oftest rammer ved siden af både de stærkeste og de svageste elevers zone for nærmeste udvikling og dermed både giver anledning til angst, kedsomhed og tidsspilde. Eleverne skal hellere være

aktive agenter der i samspil med læreren finder deres egen personlige læringsvej (Greenberg, Schwartz & Horn, 2013).

Endnu en døgnflue?

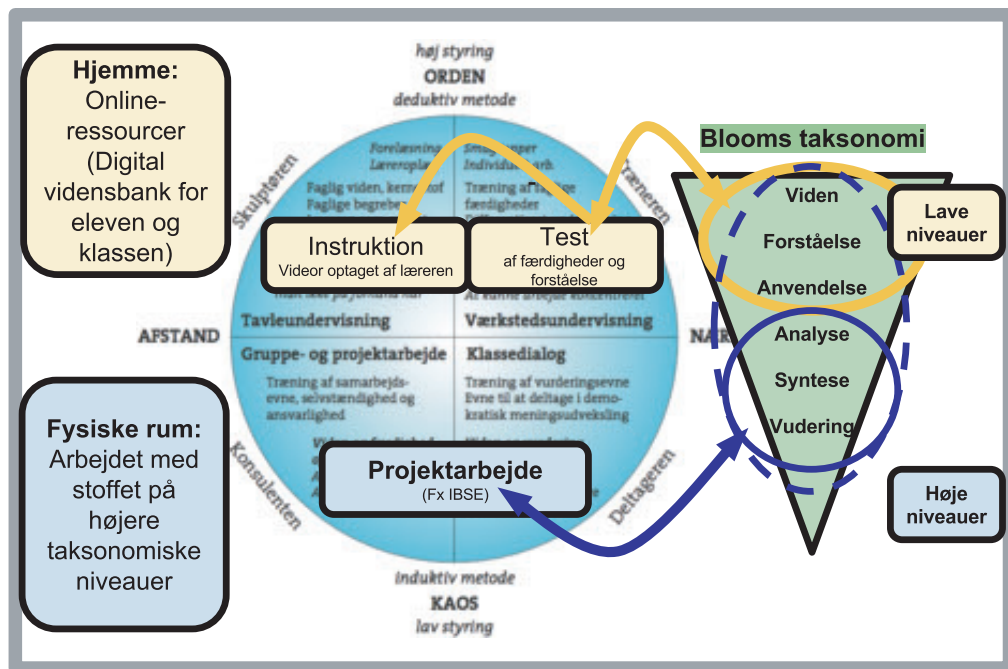
Flipped classroom som buzzword kan måske være en flygtig trend, men i sig selv er metoden ikke så fjernt fra de reformpædagogiske tanker som vor skole udspringer af, og læner sig også op ad inquiry-based science education (IBSE). Flipped classroom benytter desuden i høj grad videoen der som teknologi dels er blevet væsentlig nemmere at arbejde med og distribuere og som forklaringsmedie kan noget helt andet end både tekst og forelæsning. På den måde vil vi mene at metoden er kommet for at blive.

Flipped classroom i relation til Jessens lærerroller

Jessen giver i sin artikel sin fortolkning af Becks fire læringsrum med forskellige lærerroller der i den rette blanding optimalt set lader eleverne udfolde sig således at de opnår den rette læring inden for alle niveauerne i Blooms taksonomi. Med figur 2 herunder forsøger vi at opstille en model for flipped classroom oven på samme figur som Jessen tager udgangspunkt i i sin artikel. Dette gør vi for at demonstrere tre ting:

- IT er velegnet til at arbejde med de lavere niveauer af Blooms (viden, forståelse og anvendelse).
- Problembaserede arbejder er gode til de øvre niveauer (analyse, syntese og vurdering).
- Den rette blanding af IT-understøttelse og problembaseret arbejde er frugtbar for at nå alle seks taksonomiske niveauer.

Figur 2 skal illustrere hvordan teknologien kan instruere og teste eleverne og dermed guide dem til at opnå indsigt i de tre lavere forståelsesniveauer (viden, forståelse og anvendelse). Khan Academy tilbyder fx matematikopgaver med både instruktionsvideoer og mulighed for at se mellemregningerne. Opgaverne er adaptive således at sværhedsgraden justeres. Desuden får eleven point og badges for at løse opgaver og se videoer hvilket motiverer og samtidig danner et overblik over progressionen. På den måde kan læreren træde til hvis eleven sidder fast. Svagheden ved Khan Academy er imidlertid at eleverne her kun kan træne og synliggøre deres viden, forståelse og anvendelse inden for de færdighedsorienterede og afgrænsede opgaver, fx de fire regnearter eller givne formler fra formelsamlingen hvor resultatet er faktuel. Khan Academy tvinger ikke eleven til at tage stilling til hvilke formler der skal anvendes i givne sammenhænge, og på den måde vil eleven kun i ringe grad blive udfordret på de høje niveauer hvori analyse, syntese og vurdering indgår. Man kan altså sige



Figur 2. *Flipped classroom og Blooms taksonomi lagt oven på Becks figur fra Jessens artikel. Der kan godt indgå onlineresourcer i det Jessen kalder projektarbejde, men omvendt vil der typisk ikke indgå synteser, vurderinger og analyser i onlinearbejdet hjemme hos eleven.*

at teknologier som Khan Academy primært træner den konventionelle faglighed som kun dækker de tre laveste niveauer, viden, forståelse og anvendelse (Olsen & Pedersen, 2003, s. 20).

Modsat den konventionelle faglighed fordrer det problembaserede projektarbejde i højere grad den saglige faglighed som dækker alle seks forståelsesniveauer (ibid., s. 20). Fx vil udarbejdelse af budgettet til en den årlige klassefest både fordrer anvendelse af givne færdigheder, analyse af opgavens omfang, krav og muligheder og til slut vurdering og syntese af hvilke regnearter, teknologier og kommunikationsformer der skal anvendes for at opnå det bedste resultat for klassen som autentisk modtager.

Afrunding

I ovenstående har vi argumenteret for at flipped classroom som didaktisk model kunne have et potentiale fordi IT-teknologien og særligt videoen er så let tilgængelige.

Vi ville også kunne argumentere for at der er mange gode elementer i flipped class-

room som kunne understøtte mange uddannelsesmæssige bevægelser der rører sig. Både inden for politiske og læringsteoretiske tendenser skrives der fx om inklusion, helhedsskole og digitalt indfødte elever. Effektiviseringsgevinster kunne desuden være mulige, særligt hvis vi i Danmark fik opbygget et fælles dansk læringsarkiv, ligesom fx Khan Academy, eller for lærere der samarbejder og deler deres videoforelæsninger.

Referencer

- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Eugene, Oregon: International Society for Technology in Education.
- Greenberg, B., Schwartz, R. & Horn, M. (15. oktober 2013). *Blended Learning: Personalizing Education for Students*. <https://www.coursera.org>. Massive open online course. Lokaliseret den 15. oktober 2013 på: <https://www.coursera.org/course/blendedlearning>.
- Gynther, K. (red.). (2010). *Didaktik 2.0: læremiddelkultur mellem tradition og innovation*. København: Akademisk Forlag.
- Olsen, P.B. & Pedersen, K. (2003). *Problemløst projektarbejde: en værktøjsbog*. Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.

De autentiske (skole)miljøer



Anders V. Thomsen, *Institut for Skole og Læring, Professionshøjskolen Metropol*

Kommentar til artiklen “Autenticitet i spil: Gymnasieelevers møde med naturvidenskabelig forskning” af Christine Jakobsen Morgan, Hanne Møller Andersen og Anna Busch Nielsen, MONA, 2013(4).

Redaktionen har bedt om min kommentar til artiklen, og det vil bl.a. blive gjort ud fra litteratur, datamaterialet i mit ph.d.-projekt om eksterne partnere i naturfagsundervisningen samt erfaringer fra diskussioner af begrebet autenticitet.

Først vil jeg rose artiklen for en klar struktur, klare analytiske enheder og relevante referencer. Dernæst vil jeg nu forsøge at skrive lidt om mine og andres synspunkter på autenticitetsbegrebet.

Begrebet autenticitet

Autenticitet er blevet et mere og mere udbredt begreb i den danske skoleverden de seneste 10 år og er næsten blevet et hverdagsbegreb siden Per Fibæk Laursen introducerede det i en skolekontekst med bogen “Den autentiske lærer” (Laursen, 2004). Fra i bogen at handle om læreren og elevernes møde med både fag og verden generelt gennem en lærer handler begrebet nu også om elevernes møde med skolens fag og jobmuligheder uden for skolens mure. Begrebet er på mange måder blevet et hverdagsbegreb – endda så meget et hverdagsbegreb at jeg forleden studsede over min 12-årige datters konversation med en veninde på bagsædet i bilen. Datter: “Det er rimelig autentisk med al den julepynt i byen.” Veninde: “Andrea, hvorfor siger du altid sådan nogle megamærkelige ord?” Men fra at være et “megamærkeligt” ord som både fejlanvendes og ikke modtages, er vi i skoleverdenen efterhånden nået frem til en forståelse af betydningen. Eller måske nærmere: en række forståelser.

Slår man begrebet “autenticitet” op i Nudansk Ordbog, fremhæves tre synonymer: ægthed, virkelighed og pålidelighed. Især virkelighed hører man ofte anvendt synonymt i en (kritisk) skolekontekst, forstået som om skolen er langt væk fra virkelige-

den. Men skolen er jo lige så virkelig som alt mulig andet – også virksomheder, museer og naturområder. Der menes nok at skolen i visse læringsituationer kan være fjern fra det skolen skal (ud)danne til – samfundet uden for skolen. Dette kan der muligvis rådes bod på ved øget samarbejde med eksterne partnere i undervisningen. Blandt eleverne i mit ph.d.-materiale om skole-virksomheds-samarbejde var det ofte “det ægte” eleverne anvendte når de blev bedt om at forklare hvordan naturfag blev praktiseret på virksomheder til forskel fra skolen. De syntes virksomheden som lærested for naturfag og arbejdsliv virkede meget ægte. Måske synonymet “pålidelighed” også kan være en del af autenticiteten. Det er fageksperter eleverne møder på virksomhederne, og dermed kan den viden der udvikles på virksomheden, siges at være pålidelig. Sådan vil jeg tolke elevernes tilbagemeldinger på de skole-virksomheds-samarbejder jeg har været med til at undersøge.

Jens Dolin dissekerer også begrebet autenticitet i sin ph.d.-afhandling og refererer bl.a. til kritik af gymnasieskolens fysikundervisning som indeholdende ikkeelevrelevante problemstillinger der endda serveres på en reduktionistisk og elevfremmed måde (Dolin, 2003). Et af svarene på kritikken kunne være en øget autenticitet. I sin analyse af begrebet når Dolin frem til tre underkategorier.

- Personlig autenticitet
- Samfundsmæssig autenticitet
- Faglig autenticitet.

Den faglige autenticitet underdeles med inspiration af Roth (1995) i fem underkategorier, hvoraf flere er interessante i forhold til nærværende *MONA*-artikel. Det er bl.a. følgende karakteristika ved autentiske undervisningssituationer: “Eleverne oplever usikkerhed og tvivl – således at de forstår at naturfaglig viden ikke altid hviler på sikkert grundlag og dannes i sociale sammenhænge” og “Eleverne skal opfatte sig som en del af et fagligt undersøgende fællesskab hvor man gennem dialog deler viden, ressourcer og praksis” (Roth, 1995).

Autenticitet inden for skolens rammer

En af de store forskelle på anvendelsen af begrebet autenticitet er hvorvidt autentiske situationer kan forekomme inden for skolens fysiske rammer, eller hvorvidt det autentiske folder sig ud uden for skolens rammer. I de dele af forskningslitteraturen som arbejder med autenticitet inden for skolens fysiske rammer, nævnes bl.a. begreber som “authentic school-science” (Woolnough, 1999), “authentic science” (Braund & Reiss, 2006) samt “authentic activities” (Lee & Butler, 2003). Her er de problembaserede tilgange i undervisningen centrale ligesom elevindflydelse og perspektiver til aktuelle problemstillinger. Woolnough rammesætter begrebet inden for skolens fysiske ram-

mer og lægger vægt på at eleverne gennem undervisningen demonstrerer, udvikler og styrker deres færdigheder og attituder af initiativ, kreativitet, autonomi, selvrealisering, selvhjulpethed, idérigdom, selvtillid, engagement og analytiske evner. Og Woolnough pointerer at det netop er disse kundskaber og færdigheder arbejdsgivere i undersøgelser lægger vægt på hos mennesker de skal ansætte. Desuden udvikler eleverne ekspertise og erfaringer inden for naturfagene som opbygger både deres personlige viden og deres offentlige viden (public knowledge) (Woolnough 1999). En undersøgelse af om det er disse kundskaber og færdigheder arbejdsgiverne lægger mest vægt på, ville være interessant – og i hvilke professioner. Chinn & Malhotra rammesætter ligeledes begrebet inden for skolens rammer i en forståelse af autentiske (laboratorie)undersøgelser på skolen i elevernes arbejde i naturfagene (Chinn & Malhotra, 2002). I deres kategorier ses også flere sammenfald med Dolins kategori “faglig autenticitet”.

Der er også eksempler på yderstandpunkter i litteraturen. En af de meget citerede artikler fremfører i en lang argumentation mod skolens nuværende kultur og praksis at skolen pr. definition er ikkeautentisk og derfor ikke kan være bærer af produktiv og brugbar læring for eleverne (Brown Collins, & Duguid, 1989). Følges denne argumentation, må vi også se på hvad autenticitet er uden for skolen.

Autenticitet uden for skolens rammer

Autenticitet anvendes også i mange sammenhænge hvor det at komme uden for skolens mure er centralt. Eksempler på denne forståelse kan være at når vi bevæger os ud af skolen, bevæger vi os “ud i virkeligheden” forstået som det at komme ud i den ægte verden eleverne på sigt skal socialiseres i. Det kunne fx forstås i en sammenhæng af museumsbesøg som en ægte tilgang fx til naturvidenskabens historiske opfindelser og opdagelser. På mit ph.d.-ophold i USA blev eksemplet med “Stephenson’s Rocket” flere gange frembragt i denne forbindelse. Når elever blev taget med til udstillingen med dette lokomotiv fra 1829, blev det fremhævet som en mulighed for eleverne for at opleve noget autentisk forstået som “dette er den ægte vare/det oprindelige”. Sådan så lokomotiver ud dengang. På andre besøg kan det fx være at gå fra fysiktimens induktionsapparater og ud til besøg på kraftværker og dermed gå fra den skolske modelvare i fysiklokalet til den virkelige/autentiske vare.

Elevernes oplevelse af autenticitet

Der er dog et “aber dabej” i ovenstående tilgange som jeg gerne vil have vi får diskuteret og forsket yderligere i: elevernes egen oplevelse af om det vi præsenterer for dem (både inden og uden for skolen), er autentisk i deres egen forståelse. Hvis eleverne

ikke oplever det skolen eller de eksterne partnere præsenterer, som en reference til deres egen viden og oplevelse af verden, er det muligvis ikke autentisk i den forstand vi ønsker. Spørgsmålet er om det er nok at vi viser eleverne det vi kategoriserer som autentisk? Man kunne muligvis argumentere for at vi i litteraturen og i forskningsmiljøerne mangler et begreb for det elevperspektiv vi forsøger at beskrive som autentisk.

Der er tre dimensioner i artiklen:

- Autentisk forskningsmiljø
- Autentiske forskningsmetoder
- Autentisk forsker.

Disse tre dimensioner arbejder jeg også med i mit projekt, dog med lidt andre benævnelser. Især mødet med forskerne var interessant på mange måder. I flere år har der været en forståelse af at mødet med menneskene i naturfaglige miljøer var nøglen til elevernes motivation for fremtidig uddannelse og job inden for naturvidenskaben. I visse tilfælde blev ordet "rollemodel" anvendt – endda med den antagelse at hvis de medarbejdere eleverne mødte i forskningsmiljøerne, var unge, charmerende og moderigtige, var vi i mål med at få de unge elever ind i den naturfaglige "pipeline". Dette synes både be- og afkræftet i mine studier. Var der tale om envejskommunikation på virksomhedsbesøget, sad de unge gymnasieelever og kedede sig. Efter lidt tid begyndte nogle at bemærke medarbejdernes tøjstil eller mangel på samme, og det naturvidenskabelige indhold trak det korteste strå. I situationer med dialog på virksomheden var situationen en anden, og eleverne gav udtryk for en stor begejstring for naturvidenskaben og tillagde medarbejderen/forskeren en stor del af æren – uden at komme ind på alder, tøjstil mv. Begejstringen for den enorme viden forskeren øste ud af, var slående hos mange af gymnasieeleverne. En bemærkning som "Blæret ... tænk at vide så meget om sit fag" var en af reaktionerne hos en gruppe piger. Morgan et al. fremhæver eksplicit elevernes interesse ved at møde "de unge forskere". Mine data viser ikke at alderen har betydning. Måske vi skal undersøge dette nøjere i kommende studier.

I forskningsmiljøet tiltrak det avancerede udstyr elevernes opmærksomhed, og mange fik positive bemærkninger, ligesom interessen for virksomhedens økonomi virkede spændende i elevernes øjne. At sælge yoghurtbakterier for milliarder til hele verden var et miljø der både var dragende og meget fremmed fra skolens.

Vedrørende de autentiske forskningsmetoder nævner Morgan et al. primært eksperimentelle metoder og postergenren hvor forskningsresultater præsenteres og diskuteres. Eleverne finder begge dele spændende. Man kunne måske ønske sig en lidt bredere udfoldelse af begrebet forskningsmetoder i artiklen da netop metodetilegelsen i naturfagene giver udfordringer.

Studierne i mit ph.d.-projekt har ligesom Morgan et al. søgt at indkredse det auten-

tiske i skole-virksomheds-samarbejde, men også søgt at finde elevernes forklaringer på mulige forskelle mellem virksomhedsbesøg og museumsbesøg. I interview er eleverne bl.a. blevet spurgt om de mente virksomhedsbesøgene adskilte sig fra museumsbesøg, og i givet fald hvordan. Her anvendte de bl.a. begrebet "rigtigt" til at forklare forskellene. Virksomheden var mere rigtig end museet. Rigtig forstået som mindre skolsk. Alligevel var der elementer af skole på virksomhedsbesøg, bl.a. da en direktør begyndte at tegne temperatur- og pH-kurver på en tavle i besøgsrummet. Det overraskede eleverne, men de fandt det samtidig meget lærerigt da de nu forstod hvorfor pH-begrebet var så vigtigt. Flere elever troede faktisk kun det var et begreb man brugte i skolen! Desuden fremhævede eleverne at medarbejderne på museerne havde et job hvor de skulle lære elever noget, mens medarbejderne på virksomhederne havde et mere rigtigt job med naturfag. Morgan et al. nævner også aspektet om et eller flere besøg har betydning. Dette aspekt har også været en del af mine studier – et forsøg på en klassifikation af besøgstyper bl.a. på baggrund af antallet af besøg kan ses i Thomsen (2013).

Feltet om autenticitet i naturfagene er mere aktuelt nu end det har været længe. De anvendelsesmæssige aspekter i fagene tales og skrives der meget om, og det er glædeligt at Region Midtjylland har taget teten og støtter mange projektet mellem skoler og virksomheder. I folkeskolen er den nye skolereform på bedding, og mange skoler ønsker at inddrage lokale virksomheder i højere grad. Vi må håbe at virksomhederne også ser potentialet i øget samarbejde så lærere og eleverne kan opleve skolens naturfag ude – til opfølgende inspiration og læring hjemme.

Referencer

- Braund, M. & Reiss, M. (2006). Towards a More Authentic Science Curriculum: The Contribution of Out-of-School Learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), s. 1373-1388. doi: 10.1080/09500690500498419.
- Brown, J.S. Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), s. 32-42. doi: 10.3102/0013189x018001032.
- Chinn, C.A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86(2), s. 175-218. doi: 10.1002/sce.10001.
- Dolin, J. (2003). *Fysikfaget i forandring – læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling*. Ph.d., Roskilde Universitetscenter, Roskilde. (415).
- Laursen, P.F. (2004). *Den autentiske lærer – Bliv en god og effektiv underviser – hvis du vil*. København: Gyldendal.

- Lee, H.-S. & Butler, N. (2003). Making Authentic Science Accessible to Students. *International Journal of Science Education*, 25(8), s. 923-948. doi: 10.1080/09500690305023.
- Roth, W.M. (1995). *Authentic School Science: Knowing and Learning in Open-Inquiry Science Laboratories* (vol. 1). Springer.
- Thomsen, A.V. (2013). Skole-virksomhedssamarbejde. I: T. Hyllested & C.S. Rasmussen (red.), *Skolen i virkeligheden – Omgivelserne som læremiddel*. København: Unge Pædagoger.
- Woolnough, B.E. (1999). School Science-Real Science? Personal Knowledge, Authentic Science and Student Research Projects. I: S.C.M. Bandiera, E. Torracca (red.), *Research in Science Education in Europe*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Hvad er autentisk?



Af Trine Hyllested, *Forskning og Innovation, University College Lillebælt*

Kommentar til artiklen "Autenticitet i spil, gymnasieelevers møde med naturvidenskabelig forskning", MONA, 2013(4)

Artiklen beskriver et casestudie der undersøger projekt BroKOM. Projektet er et samarbejdsprojekt mellem gymnasielærere fra 14 gymnasier samt forskere og formidlere fra Aarhus Universitet Foulum. Samarbejdet er støttet af Region Midtjylland. Unge forskere fra forskningsmiljøet har sammen med lærere fra gymnasierne udviklet undervisningsforløb til gymnasieelever. Forløbene skaber mulighed for at gymnasieelever, som en del af undervisningen i naturfag, indgår et samarbejde med naturvidenskabelige forskningsinstitutioner, besøger institutionerne og anvender metoder der kan ligne de metoder forskerne arbejder med. Jeg vil definere det som at bruge forskningsmiljøet som tilgang til at lære om nogle faglige aspekter, som et læremiddel. Der er beskrevet flere relevante, spændende og virkelighedsnære undervisningsprojekter. Projektet ligner et andet undervisningsprojekt støttet af Region Midtjylland, nemlig projekt Intraface (www.intraface.dk). Intraface bruger museers viden og arbejdsmetoder som læremiddel til gymnasieelever. Artiklens casestudie er et forsøg på en slags evaluering af projekt BroKOM.

Hovedkonklusionen er at autentiske forskere, autentiske miljøer og autentiske arbejdsmetoder hævdes at have stor betydning for de unges faglige forståelse og interesse for forskningsmiljøet. Casestudiet er ikke så omfattende. Det undersøger fire gymnasielæreres opfattelse af undervisningsforløbene og en spørgeskemaundersøgelse af et ikke oplyst antal unge forskeres opfattelse af samarbejdet med gymnasierne. Casestudiet bruger altså et datamateriale af informanter der enten selv har været med til at udvikle undervisningsmaterialet i projektet, er stærkt involveret i projektet eller er storforbrugere af projektet. Resultatet er derfor ikke overraskende at projektet er en succes. De allervigtigste deltagere, gymnasieeleverne, er ikke informanter i dette casestudie. Vi ved derfor ikke noget om hvad de har fået ud af projektet. Af resultaterne fra lærerne og de unge forskere uddrages nogle generelle erfaringer om at det er vigtigt at forberede og involvere gymnasieeleverne i udvikling og formidling

af det faglige forskningsstof. Det er vigtigt at være i de virkelighedsnære omgivelser som forskningen foregår i.

Projektets resultater ligger meget tæt på resultaterne af de undersøgelser som jeg selv har lavet af folkeskolens brug af omgivelserne uden for skolen som et læremiddel (Hyllested 2007, 2009, 2011). Jeg har undersøgt både elever og læreres opfattelser af at bruge fx landbrug, museer og naturområder. Jeg fandt også en positiv indstilling hos både elever og lærere over for at udvikle undervisningen i et møde med konkrete arbejdsprocesser inspireret af det samfund som skolen er en del af, og som skolen uddanner eleverne til. Men hvad det egentlig var eleverne lærte fagligt af dette møde med samfundet omkring skolen, var det meget svært for mig konkret at undersøge og synliggøre. Lærernes forskellige typer af løsninger på den opgave det er at optimere det faglige udbytte, fandt jeg havde betydning for eleverne. Det er min opfattelse at det er en fordel med det store antal gymnasielærere der har været involveret i dette BroKOM-projekt. Når lærerne fagligt engagerer sig og prøver at udvikle nye materialer og metoder, kan det næsten kun være en fordel for eleverne hvis processen reflekteres og anvendes til at udvikle undervisningen. En væsentlig og nødvendig ekstern evaluering af BroKOM-projektet ville være at man sideløbende undersøgte elevers og læreres læringsmæssige udbytte når man investerer så mange penge i et nyt projekt. Det er økonomisk krævende at involvere både gymnasielærere og forskere i at udvikle undervisningsprojekter.

Der er to aspekter af studiet jeg især har undret mig over. Det ene er det alment dannende aspekt, og det andet er brugen af ordet "autentisk".

Det lovmæssige grundlag for undervisningen i gymnasiet (LBK nr. 1.076 af 4/9 2013) indeholder denne paragraf:

§ 2, stk. 4: "Uddannelsen skal have et dannelsesperspektiv med vægt på elevernes udvikling af personlig myndighed. Eleverne skal derfor lære at forholde sig reflekterende og ansvarligt til deres omverden: medmennesker, natur og samfund, og til deres egen udvikling. Uddannelsen skal tillige udvikle elevernes kreative og innovative evner og deres kritiske sans."

Uddannelsen i gymnasiet (og i folkeskolen!) skal være alment dannende og danne grundlag for at deltage som kritiske, demokratiske borgere i samfundet sideløbende med at de uddanner sig i de faglige færdigheder der kan danne basis for at fungere i samfundet.

At undervise er bl.a. at udvælge bestemte aktiviteter og stof for derved at tillægge dette stof betydning. Når læreren udvælger omgivelserne som læremiddel, kræver det bevidste refleksioner over hvorfor og hvordan omgivelserne bruges som læremiddel. I denne beskrivelse af BroKOM savnede jeg refleksioner over den samfundsmæssige perspektivering af den naturfaglige forsknings funktion. Den nævnes kort i forbindelse med optimering af proteinet i svinefoder, men ikke i de to andre forløb. Når

gymnasieelever inddrages via en slags mesterlære i udviklingen af landbrugsdyrenes sundhedstilstand, må det samfundsmæssige perspektiv understøtte udviklingen af den naturfaglige viden hvis man skal leve op til gymnasiets formål. Hvorfor er landbrugsdyrenes sundhedstilstand så vigtig, og hvilke interesser er involveret i denne sundhedstilstand? Dette aspekt fortæller casestudiet ikke noget om.

Et begreb der har stor betydning for artiklen, er begrebet "autentisk" brugt som adjektiv. Jeg har undret mig over om man kunne forestille sig forskning, forskningsmiljøer og forskere der ikke er autentiske? Jeg har spekuleret på hvem der skal afgøre hvilken forskning, hvilke forskningsmiljøer eller hvilke forskere der er autentiske? Det må vel altid være læreren der afgør hvilke læremidler hun eller han finder er væsentlige at bruge. Forskningen tillægges en betydning ved at blive inddraget i undervisningen. Efter min opfattelse må begrebet autentisk derfor altid være forankret i en kulturel forståelse. Det der opfattes som autentisk for nogle, vil ikke være det for andre. Læser man definitionen af ordet autentisk i Den Store Danske Encyklopædi, henvises der bl.a. til egentlig eksistens som den menneskelige værensform der forudsætter bevidsthed om døden. Det synes jeg faktisk svarer meget godt til beskrivelsen af de unge forskeres eksistens og engagement i formidlingen til gymnasieeleverne. Det er en type af eksistens og engagement det er vanskeligt at levere som lærer hele sit liv – medmindre man indimellem kaster sig ud i projekter som dette.

Man må virkelig anerkende at Region Midtjylland igen har valgt at støtte og udvikle et så omfattende og udviklende undervisningstiltag, denne gang om naturvidenskab. Jeg håber at Region Midtjylland eller andre på sigt vil støtte en ekstern evaluering af hvilke faglige begreber eleverne udvikler i mødet med forskningsmiljøet, i forhold til de faglige begreber de udvikler ved alene at arbejde med de samme fænomener på selve gymnasiet – altså hvordan de formelle undervisningskrav kan tilgodeses og optimeres i mødet med de uformelle rammer. Den undersøgelse savner alle vi der er dybt engageret i at tage skolen ud af skolen.

Referencer

- Hyllested, T. (2007). *Når læreren tager skolen ud af skolen*. Ph.d.-afhandling. Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Aarhus Universitet.
- Hyllested, T. (2009). *Undervisning eller underholdning*. Dafolo, Frederikshavn.
- Hyllested, T. (2011). Kan uformelle læremiljøer bruges som læremidler i naturfag? *Tidsskriftet Unge Pædagoger*, 2011(4), s. 65-72.
- Hyllested, T. & Rasmussen, C. (red.). (2013). *Skolen i virkeligheden, omgivelserne som læremiddel*. Unge Pædagoger, København.

Når to bliver til flere: om udfordringerne for innovationsdidaktikken i naturfagsundervisningen



Rikke Magnussen, Institut for
Kommunikation, Aalborg
Universitet København



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

Jan Alexis Nielsen beskriver hvordan diskussionen af innovation som mål for naturfagsundervisningen udgør en vedblivende og vigtig udfordring. Nielsen kommer frem til at ønsket om innovationsfremme giver naturfagsundervisning to store udfordringer:

- at finde en naturfagsspecifik forståelse af innovation
- at finde vurderingskriterier der kan hjælpe med at afgøre om elever er innovative.

Vi er ikke i tvivl om at Nielsen har en pointe med at innovationsfremme udgør en vigtig (måske den vigtigste) udfordring for dansk naturvidenskabsundervisning (i grundskole og STX), og derfor er Nielsens bidrag også vigtigt. Vi vil dog i denne kommentar stille følgende to spørgsmål til hans analyse:

- Kan man finde en naturfagsspecifik forståelse af innovation uden at se på vores opfattelse af hvad naturfag er?
- Kan man tale om vurderingskriterier uden at tale om hvad naturfagsspecifik innovationsfremmende undervisning er?

Disse to spørgsmål beskrives og forsøges besvaret nedenfor.

Kan man finde en naturfagsspecifik forståelse af innovation uden at se på vores opfattelse af hvad naturfag er?

Nielsen peger på at det er væsentligt at finde en naturfagsspecifik forståelse af innovation. Han beskriver hvordan forskellige forfattere begrebsætter innovation,

samt hvilke forskellige rationaler der ligger bag fokuset på innovation. Vi er enige med Nielsen i at det er en meget væsentlig udfordring at finde en naturfagsspecifik forståelse af innovation, og det er væsentligt at den udbredte kobling mellem innovation, iværksætteri og entreprenørskab ikke godtages bevidstløst. Naturvidenskabelig innovation er ikke nødvendigvis koblet tæt til at opbygge nye virksomheder. Skabelsen af ny forskningsviden, alternative forklaringsmodeller og konstruktion af radikalt nye undersøgelsesinstrumenter er alle aspekter af naturfaglig innovation. På ForskningsLab: IT og LæringsDesign på Aalborg Universitet arbejder vi fx sammen med fysikere fra Aarhus Universitet om at bruge særligt designede computerspil, spillet af gymnasieelever, til at undersøge kvantemekaniske fænomener der er så komplekse at alle de mulige eksempler hverken kan regnes igennem analytisk eller numerisk (Magnussen et al., 2013). At åbne mulighed for at elever kan deltage i kompleks forskning og være med til at generere ny forskningsviden, er et eksempel på naturfaglig innovation der nok ikke nødvendigvis vil give anledning til nye virksomheder. Selvom Nielsen altså har fat i noget når han siger at vi har brug for en naturvidenskabelig forståelse af innovation, så mener vi alligevel at der er behov for at se grundigt på hvordan vi taler om naturfag i skolesammenhænge, hvad der karakteriserer faget, og hvordan det åbner sig for innovationsagendaen.

Forståelsen af naturfags rolle i dansk grundskolesammenhæng er præget af to store trends: et mål om at undervisningen fører frem imod udvikling af naturfaglige kompetencer, samt en inspiration fra inquiry-based science education. De fire naturfaglige kompetencer er beskrevet i rapporten *Fremtidens naturfaglige uddannelser* (Andersen, Busch, Horst & Troelsen, 2003) som empirikompetence, repræsentationskompetence, modelleringskompetence og perspektiveringskompetence. Undersøgende (inquiry-based) naturfagsundervisning er en stor europæisk og amerikansk trend der peger på at elever skal lære naturfag ved at undersøge deres omverden. Der lægges vægt på at eleverne forstår videnskaben, og at eleverne gennemgår en undersøgende proces der minder om naturvidenskabelige forskeres måde at arbejde på (Alberts, 2013).

Det er fælles for disse to trends at de sætter undersøgelsen af verden i centrum for naturfaglig undervisning og samtidig til dels udskiller mere konstruktive og ingeniørmæssige kompetencer som ikke er centrale i naturfaglig sammenhæng. Adskillelsen af det undersøgende naturfag fra ingeniørvidenskaben, kulturfag og matematik og konstruktionen af en særegen undersøgende naturfaglig tilgang kan sagtens blive en forhindring for en forståelse af innovation i forbindelse med naturfag. For de skabende og konstruerende aspekter af naturfag kommer tydeligt til udtryk i ingeniørlignende opgaver som fx teknologiudvikling, og det er derfor væsentligt for en naturfagsspecifik forståelse af innovation at beskrivelsen af naturfag i skolen kan forholde sig aktivt til sådanne teknologiudviklingsprocesser. Er det at kunne deltage i teknologiudvikling og bringe naturvidenskabelige teorier og resultater i spil for at skabe nye værdifulde

indsigter og artefakter (af ikkenaturfaglig karakter) en del af målet med naturfag i skolen? En naturfagsspecifik forståelse af innovation kræver ikke kun et ja eller et nej til dette spørgsmål. Snarere må fagbeskrivelserne kunne forholde sig kvalitativt til på hvilken måde (og evt. hvilke dele af) anvendelsen af naturvidenskabelig viden i design og udviklingsaktiviteter kan anses som relevant i naturvidenskabelig uddannelsessammenhæng. Det er en undersøgelse værd at fastlægge i hvilken grad de eksisterende fagbeskrivelser, herunder de naturfaglige kompetencer, er i stand til at honorere dette.

Kan man tale om vurderingskriterier uden at tale om hvad naturfagsspecifik innovationsfremmende undervisning er?

Nielsen peger på naturfagsspecifikke vurderingskriterier for innovationskompetencer som den anden udfordring i udviklingen af en naturfagsspecifik innovationsundervisning og at sådanne kriterier bør fastlægges før diskussionen af hvad god innovationsfremmende undervisning bør være. Vi deler Nielsens betragtninger om at det er centralt at klarlægge vurderingskriterier for innovationskompetencer i de naturfaglige fag, men stiller os samtidig tvivlende over for hvorvidt man kan tale om evalueringskriterier uden at tale om hvad innovationsfremmende undervisning i naturfagene er. At definere hvilke ressourcer, fysiske rammer, redskaber, værdier og andre didaktiske aspekter der bør være til stede for at elever kan indgå i innovative processer i forskellige faglige sammenhænge, er for os uløseligt forbundet med en vurdering af hvilke kompetencer deltagerne bringer i spil i disse situationer. Hvis man adskiller diskussionen om innovationskompetencer fra den faglige sammenhæng kompetencerne skal opbygges i, opnår man overordnede definitioner at innovationskompetencer der er så uspecifikke at de ikke fungerer som retningsgivende for undervisere i de naturfaglige fag. Som Nielsen peger på, forholder eksempelvis en vurdering af om eleven er i stand til at fortolke en problemstilling på en ny/selvstændig måde eller generere nye/selvstændige idéer og løsningsforslag, sig ikke konkret til den faglige praksis i de naturfaglige fag. Evalueringskriterier skal således ikke blot være kriterier der vurderer om eleven generelt er innovativ, men kriterier der direkte siger noget om hvorvidt eleven er innovativ *i relation til* en specifik naturfaglig aktivitet. En yderligere udfordring, på linje med udfordringen med udvikling af vurderingskriterier for naturfaglig innovation, vil derfor være sideløbende at udvikle en naturfaglig innovationsdidaktik.

Et konkret eksempel på afprøvning af naturfagsspecifikke innovationsdidaktiske modeller er et forskningsprojekt vi gennemførte på Mærsk Mc-Kinney Møller Videncenter, Sorø i 2010 (Magnussen, 2011). I dette projekt udviklede og afprøvede vi et innovationsforløb hvor eleverne skulle lære om kunstig intelligens gennem at arbejde med professionelle innovationsprocesser. Forløbet var modelleret ud fra

procesredskaber brugt i professionelle innovationsmiljøer i bl.a. Novo Nordisk og det californiske designfirma IDEO. Robotforskere fra Centre for Playware på DTU deltog i dele af forløbet, og eleverne fik til opgave at udvikle fremtidens intelligente musikteknologi over tre dage. Dette involverede inspirationsfaser, brugerundersøgelser, brainstormfaser, idéudvikling og prototypekonstruktion.

Det viste sig at være en stor udfordring for eleverne at deltage i åbne idéudviklingsprocesser uden at afvise andres idéer og at tænke ud over eksisterende musikteknologiformater som fx iTunes. De deltagende elevers lærere beskrev hvordan de åbne innovationsprocesser var grundlæggende forskellige fra elevernes øvrige naturfagsundervisning hvor de var vant til at arbejde med trinvis beskrivelser af de aktiviteter og forsøg eleverne skulle gennemføre.

Overordnet skabte innovationsrammen en didaktisk situation hvor eleverne i første del af forløbet var drevet af at udvikle egne idéer og design på baggrund af deres undersøgelser af brug af musik i deres hverdag. I anden halvdel af forløbet fokuserede de på tekniske og naturfaglige undersøgelser af hvorvidt det kunne lade sig gøre at udvikle idéerne videre. En gruppe udviklede således en prototype til høretelefoner der, for at skåne ørerne, skulle kunne kommunikere direkte med hørecenteret i hjernen. Gennem brugerundersøgelserne havde de identificeret at høreskader er et udbredt problem ved høretelefoner, og for at udvikle en ny type høretelefoner var det nødvendigt at undersøge om det er muligt at udvikle teknologi der kan kommunikere med hjernecentre. Dette ledte til en researchperiode hvor eleverne bl.a. læste rapporter fra læger på Rigshospitalet og opsøgte ressourcepersoner for at diskutere emnet.

For at vende tilbage til diskussionen om evalueringskriterier er dette et eksempel på hvordan behov for innovationskompetencer og naturfaglige kompetencer opstår side om side i en naturfagsspecifik innovationsdidaktik. I det konkrete eksempel er der behov for at udvikle elevernes innovationskompetencer i brugerundersøgelserne og idéfasen, mens de mere naturfaglige undersøgelseskompetencer kommer i spil i prototypekonstruktionen hvor eleverne skal sikre at idéen kan udvikles. Når vi skal vurdere elevernes kompetencer i denne konkrete sammenhæng, skal vi altså dels, som Jan Alexis Nielsen peger på, vurdere om eleverne genererer nye/selvstændige idéer eller løsningsforslag. Men dette skal ske i en samlet vurdering af elevens evne til at skabe naturfagligt eller teknologisk holdbare idéer og prototyper.

Konklusion

Det er glædeligt at spørgsmålet om hvordan naturfagsundervisningen honorerer agendaen om at understøtte elevernes innovative kompetencer, tages op, og Niensens fagspecifikke tilgang synes vi er sund. Vores kommentar har haft til hensigt at bringe til torvs at indsatsen på dette område bør være bred og gribe ind i både undervisnings-

praksis og fagbeskrivelser. En naturfagsspecifik forståelse af innovation bør udvikles sideløbende med en naturfagsspecifik innovationsdidaktik og bør relateres tæt til (og påvirke) fagbeskrivelser og kompetencebeskrivelser inden for naturfag.

Referencer

- Alberts, B. (2013). Prioritizing Science Education. *Science (New York, N.Y.)*, 340(6130), s. 249. doi:10.1126/science.1239041.
- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser: Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet. Lokaliseret på <http://pub.uvm.dk/2003/naturfag/> den 15. januar 2014
- Magnussen, R., Hansen, S.D., Planke, T. & Sherson J.F. (2013). Scientific Discovery Games for Authentic Science Education. I: Carlos Vaz de Carvalho & Paula Escudeiro, *Proceedings of the 7th European Conference on Game Based Learning, Porto, Portugal* (s. 344-352).
- Magnussen, R. (2011). Game-Like Technology Innovation Education. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 2(2), s. 30-39.

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

Litteratur

Hvad er en god matematikbog?



Jeanette Axelsen, Vordingborg
Gymnasium og HF

Anmeldelse af Bjørn Grøn, Bjørn Felsager, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: "Hvad er matematik?", forlaget L&R Uddannelse

I en tid hvor i- og e-bøger vinder større indpas, i en tid hvor hjemmesider dukker op med masser af matematikviden formidlet på en moderne måde og ganske gratis, i en tid hvor nogle skoler går så vidt som til at lave deres egne bogsystemer, da er der udkommet et nyt bogsystem, "Hvad er matematik?". Har vi hermed det bogsystem der bliver den næste generations undervisningsmateriale?

Den ydre struktur

"Hvad er matematik?" består af tre bøger: en C-bog som alle elever skal læse, en B-bog som kun elever på A- og B-niveau skal læse, og endelig en A-bog som er for elever på A-niveau. I C-bogen er der afsnit ud over kernestoffet der henvender sig særligt til elever på B- og A-niveau, og som C-eleverne derfor kan tillade sig at springe over med god samvittighed og uden at miste noget. Disse særlige afsnit er typisk

en fordybelse der tilgodeser bekendtgørelseskravene for de højere niveauer inden for emnet, så man ikke behøver at vende tilbage når elever vælger et højere niveau, men mens man er ved emnet, kan differentiere niveauerne på det enkelte hold. I B-bogen er det tilsvarende med henvendelse til A-niveaueleverne. Afsnittene kan også bruges som supplerende stof eller til de dygtige C-niveauelever med særlig interesse for faget.

Som skole kan man have stor gavn af denne struktur idet man kan købe C-bogen til alle elever der ikke får svært ved at skifte studieretning efter grundforløbet og dermed måske over til et nyt bogsystem. De to næste bøger i rækken behøver ikke at blive købt til en hel årgang, men kun til det antal klasser som skal have B-niveau og til sidst A-niveauet. Med denne struktur er man heller ikke afhængig af om eleverne vælger faget matematik som studieretningsfag eller som valgfag, idet bøgerne indeholder matematik til et niveau og ikke bygger på ad hvilken vej dette niveau opnås.

Men denne struktur indeholder også

nogle problemfelter. Når man skal kommunikere, er det vigtigt at have gjort sig klart hvilken målgruppe man skal nå ud til. Dette er der ikke noget nyt i. Men problemet ved at alle eleverne skal igennem C-bogen, er at målgruppen er meget spredt mht. forståelsesniveau, tilegnelse og engagement i matematik. Derfor vil det projekt at ramme målgruppen bredt være et problem idet især C-eleverne ikke nødvendigvis bliver tilgodeset her. For at de kan forstå eller blive fanget, så skal eksemplerne, sproget og anvendelserne være noget andet end det vil være tilfældet for B- og A-niveaueleverne. Og her vil nogle måske indskyde at det også gælder for en god del af B-niveaueleverne. For mange C-niveauelever er spørgsmålet "Hvad kan matematikken bruges til?" centralt for deres motivation, og derfor kan et emne som fx geometri i C-bogens kapitel 3 ikke blive spændende ved at se historisk på det. Det kan vise hvad man var nødt til engang, men for eleven anno 2014 giver det ikke motivation at se hvad man i det gamle Babylon gjorde for at løse geometriske problemer. De ved godt at verden ser anderledes ud i dag, og har man igennem sin folkeskoletid mistet troen på at man kan og vil matematik, så kan man snakke almindelse så meget man vil – matematik fænger ikke hvis ikke det kan bruges.

Det andet er at de tre niveauer har hver deres profil. Og selvom man ved at lave afsnit særlig henvendt til A- og B-niveaue, hvor man kan fremhæve A- og B-profilerne i faget, så ændrer det ikke på at C-profilen let kan komme til at drukne.



At vende tilbage til en struktur som Carstensen og Frandsens bøger fra 90'erne der var bygget op så hvert enkelt niveau havde sine egne bøger, dvs. B-niveaue, det 3-årige A-niveau eller det 2-årige B-niveau + det 1-årige A-niveau, er nok ikke realistisk i dag med den nuværende valgstruktur selvom den ville løse problemet mht. modtagergruppen og profilen på det enkelte niveau. Antallet af B- og A-hold er mere stabilt end måderne de opnås på. Måske ligger der et iboende problem i opbygningen af et bogsystem der skal dække så forskelligt. Det er gynger og karruseller.

Den indre struktur

Hver bog er bygget op over samme struktur. Alle kapitler bliver indledt med et afsnit som handler om hvordan emnet for kapitlet er opstået i historien, gennem

eksemplets kraft. Herfra fortælles om hvordan matematikken er i spil, hvilke personer der har været involveret, eller hvordan matematikken er opstået. Så man får igennem sin læsning en god historie om det emne man skal i gang med at lære. Herefter kommer matematikken med definitioner, sætninger og beviser for sætningerne. Undervejs er der indlagt små øvelser, der vises eksempler, og der kan også være små opgaver. Selve træningsopgaverne ligger i et kapitel for sig. Mere herom senere.

Bøgernes tilgang til matematikken veksler mellem en induktiv og deduktiv tilgang. Man kan altså starte i eksperimentet og herfra nå over til sætninger og beviser. Eksperimenter kan fx være simuleringer af forsøg lavet i CAS-værktøjerne, eller det kan være filer fra hjemmesiden med regneark som skal udfyldes, det kan være grafers udseende, og hele tiden skal strukturer findes og forsøgt beskrevet. Undervejs stilles der spørgsmål som eleven skal reflektere over.

I forhold til bekendtgørelsens mål om at elever skal lære at læse matematiske tekster og have en undersøgende tilgang til faget samt stille spørgsmål og søge svar, så vil brugen af dette bogsystem støtte op omkring intentionerne i bekendtgørelsen.

Bøgerne indeholder også en tydelig brug af CAS-værktøjer. Er man bekendt med TI-Nspire, vil man kunne genkende programmet i flere figurer, men bøgerne henviser aldrig til et konkret værktøj, men blot om det er et grafværktøj, et regneark eller andet. Det gode er at bø-

gerne stiller brugerne frit mht. valg af CAS-værktøjet. Ulempen er at er man ikke ferm til sit CAS-værktøj, så kan det være svært at lave fx simuleringer. Et eksempel på dette er i C-bogens kapitel 0, afsnit 3, hvor man skal simulere forsøget det kendte eksempel med quizen med tre døre hvor der står en bil bag den ene dør og en ged bag de to andre, og hvor studieværten åbner en dør med en ged efter at man selv har valgt en dør. Og skal man så vælge om? Idéen med at lave simuleringen er god idet man via CAS-værktøjet kan lave et så stort antal forsøg at man kan give et godt bud hvis quizdeltageren må bruge en livline og ringe til en god matematikerven. Men det kræver også at jeg som underviser kan lave simuleringen for at kunne give det videre. Og her har det for mig ikke været nok at prøve at følge guiden i bogen samt den onlinehjælp jeg har til mit CAS-værktøj.

Som lærer kan jeg ikke lade være med at blive imponeret over dette bogsystems mængder af viden samlet på ét sted. Selvom man ved det er fire mands værk (og her mand i betydningen menneske), så kan jeg ikke lade være med at blive ydmyg over for den mængde af viden der her er præsenteret og med data, billeder og kilder der er citeret og vist. Som underviser er disse indledninger til kapitlerne guld værd for min egen horisontudvidelse og gør at man senere hen kan krydre sin undervisning med små anekdoter samt få en bevidsthed om hvordan ting er opstået, og hvornår og hvem der står bag. Bogens omslag på indersiden indeholder en tidslinje hvor

de store begivenheder er sat på, så man også kan få en tidslig fornemmelse af matematikkens udvikling.

Men jeg har også mødt flere kolleger der synes det er for meget. Ikke i forhold til os som undervisere, men i forhold til eleverne. Vil eleverne kunne og gide læse alle disse sider? Og er det skudt over målet både mht. mængde og niveauet? I forordet skriver forfatterne selv at det ikke er meningen at eleverne skal læse det hele. Man skal som underviser udvælge hvilke afsnit man finder vigtige at få med til holdets fortælling om matematik.

Jeg vil her komme med nogle eksempler på hvordan jeg i min undervisning har brugt disse indledende afsnit.

Logaritmefabrikken

Min nuværende 2.z, som har bl.a. matematik på A-niveau som studieretningsfag, fik i foråret i 1. g lektien at læse s. 204-212 ekskl. øvelserne i kapitel 6 i C-bogen, dvs. historien om logaritmefunktionerne og -tabellerne. Selv fandt jeg læsningen ganske spændende, men hvordan sikrede jeg mig nu elevernes læsning? Jeg lavede en quiz hvor man kunne få en præmie for 1.- og 2.-pladsen. Eleverne dystede mod hinanden i grupper og syntes det var sjovt at konkurrere. Det at læse lektien blev pludselig sjovt, og i forhold til studiekompetencer måtte de lære sig en teknik til at huske. Ord som fx interpolation blev undervejs drøftet idet flere havde studset over begrebet, og dermed opstod der en snak om udvikling af matematik og hjælpemidler.

Da jeg selv er fra en tid hvor vi havde tabeller – dog ikke til logaritmer, men til sandsynlighedsregning og statistik – så kunne jeg så fortælle fra egen skoletid om brugen af interpolation og forhåbentlig vise hvor hurtigt tingene også er gået de senere år – eller måske bare at jeg er ved at blive gammel.

Samme klasse har her i efteråret fået som lektie at læse afsnittet i B-bogen i kapitlet om integralregning som omhandler cirkelens kvadratur. Igen gav afsnittet anledning til en snak om mange forskellige historiske emner og begreber. Men det interessante i dette afsnit var hvordan dette hænger sammen med integralregning? At kunne tilnærme en figur (cirklen) man gerne ville vide noget om mht. beregning af areal, vha. en figur man har styr på (en polygon), syntes at være sammenhængen, og pludselig blev integralregning til noget med at beregne arealer under figurer der kunne beskrives vha. funktioner. Om eleverne har fået en idé om det klassiske matematiske problem, ved jeg ikke, men de har i hvert fald set en klassisk teknik med at finde en tilnærmet værdi til noget komplekst vha. noget simpelt og herfra prøve at gøre det generelt.

Nu kan man jo sige at disse elever er lette at få med på legen da de har valgt A-niveau som en del af pakken. Og denne klasse er i den henseende en drømme-klasse. Men jeg har også brugt bogmaterialet af på en HF-klasse med tilvalg af matematik på B-niveau. Og her ikke nødvendigvis som et positivt tilvalg af matematik. Jeg brugte til dette hold

kapitel 9 om bekræftende statistik fra C-bogen. Her fungerede afsnittet "Rets-sagsmetaforen" rigtig godt som en måde at få hjælp til at formulere konklusioner ved hypotesetest igennem en verden kendt fra TV, nemlig retssalen, og det at blive kendt skyldig eller uskyldig efter en introduktion til bekræftende statistik gennem det autentiske eksempel "Handskerne fra Jammerbugten". Eksemplerne i kapitlet viste noget om hvilke spørgsmål man kunne stille og besvare med hypotesetest, og det til et hold der i den grad ønskede at få svar på "Hvad kan matematik bruges til?". Flere elever kommenterede eksplicit at dette emne havde været noget af det bedste da de kunne se en anvendelse af stoffet.

Skulle man spille Djævlens advokat, så kan jeg nogle gange savne en sammenhæng mellem de spændende historiske afsnit med "etuderne" bagefter. Forfatterne selv skriver at "Stoffet i resten af kapitlet kan gennemgås uafhængigt af den indledende fortælling", men jeg mangler noget der kan binde tingene sammen så det historiske ikke bare bliver et "nå – sådan er det", og så kommer "den rigtige matematik" bagefter. Selvfølgelig er almen dannelse fint eller en perspektivering på stoffet, men som underviser kan jeg sagtens fristes til at springe det lange "læsestykke" over for at gå direkte til biddet, for hvad er det lige jeg vil sige med det første? Eller er det ikke vigtigere at fokusere på at træne eleverne til prøven uden hjælpemidler? Man skal tro på at det at bruge tid på de motiverende indledninger giver noget til

resten af forløbet, når man skal prioritere sin tid i undervisningen.

I-bogen

Bogsystemet findes også som i-bog. Fordelen her er at man altid har sine bøger med sig, man kan have alle tre bøger med på samme tid gennem alle tre år hvis man har faget i tre år, man kan få lov til at skrive i "bogen", og man har alle projekter og opgaver samlet i bogen hvilket ikke er tilfældet med papirudgaven. Her skal man købe en opgavebog ved siden af.

Den første version af i-bogen havde det problem at det var svært at give lektier for til eleverne. De kunne ikke finde ud af at søge i indekset hvis man fx gav kapitel 5, afsnit 2.4, for. For inden for hvert kapitel var der underkapitler, og ingen af siderne havde sidetal på, og man kunne aldrig se hvad nummeret på det overordnede kapitel var. Det sidste er stadig ikke løst. Man kan ikke se hvilket overordnet kapitel det pågældende afsnit man er inde på, hører ind under. Men man har indført en skyder som indeholder sidetal, og man kan derfor give sidetal for som lektie i stedet. Det er en rigtig stor forbedring. En anden stor forbedring er at man nu kan søge i bogen ved at indtaste et søgeord. Søger man fx på vektorprojektion, så kommer der flere muligheder op, og her kan man så se yderligere stikord på de afsnit der dukker op, hvorvidt det drejer som om projektion i planen eller i rummet, eller om det er projektionen af et punkt i planen eller af en linje i planen.

Og lige præcis her er i-bogen meget bedre end papirudgaven. For i bogen kan man ikke søge på ord, og det gør bogen til et meget ringe opslagsværk. Flere elever spørger efter søgemetoder i bogen, og der er kun bladremetoden.

Der er i i-bogen flere fordele at hente. Inden selve bogens afsnit er der et afsnit til underviseren. Klikker man sig ind her, ligger der links til fx vejledninger og læreplaner til bogens pågældende niveau så man får en samlet pakke hvor man kan finde information om det hele.

Alle opgaver og projekter ligger også samlet i i-bogens sidste kapitler. Man skal altså ikke ind og have noget ekstra købt som ved papirudgaven, og lige netop projekterne er en af de helt store gevinster i dette bogsystem. Projekterne indeholder "historier" om hvordan matematikken kommer i spil. Ikke bare som en god historie, men også i samspil med andre fag. Forfattergruppen har trukket på en del kolleger med andre fag rundt omkring for at få samspillet og det samspillende fag med på samme høje niveau som resten af bogens materiale. Og der er rigtig meget at vælge imellem. I forordet til bogen står der at "Bogen rummer betydeligt flere øvelser, end man normalt vil inddrage i undervisningen, så her må man foretage et valg". Og her må man sige at dette ikke kun gælder øvelserne, men således også opgaverne, projekterne og de indledende afsnit. Dette bogsystem kræver en lærerstyring – en guide til touren gennem bogen i indlæringsfasen. For der skal vælges ud.

Antallet af opgaver til træning kunne

ønskes større, men ser man på antallet af links på hjemmesiden som endnu ikke er færdiggjorte, så er det nok undervejs.

Men når det så er sagt, så kunne jeg godt ønske mig noget mere af i-bogen. Man har her ikke tænkt dette medies muligheder igennem. Det ligner for meget en bog med den udvidelse at man har kunnet lægge regneark med data ind, henviser til andre hjemmesider og lignende. Hvorfor her ikke få lavet små film der laver fortællingerne om matematikens brug, opståen og matematikere? Det ville i hvert fald fange eleverne på anden vis, som vi også ser i den store brug af sider som fx "Webmatematik" eller "Fri viden".

Hvad kan matematikbogen?

Efter i mange år at se lærebøger inden for matematik gå mere og mere på kompromis med argumentationen i beviser, fx inden for differential- og integralregningen, så går dette system den anden vej. I B-bogen ser vi de "klassiske" beviser, men i A-bogen uddybes både differential- og integralregningen ved fx at få defineret kontinuitet mere dybdegående og som man vil have set det i det gamle Kristensen & Rindung-system eller endnu tidligere. Man får altså her mulighed for at dyrke de gamle dyder og tilgodese de elever som kunne have særlig interesse for matematik og muligvis vil læse videre. Men ved at ville så meget får systemet en tendens til i A-bogen at blive en rodebutik på linje med Gyldendals bogsystem "Gymnasiematematik"

hvor differentialregningen falder i flere kapitler, og hvor især beviserne gemmes til senere, og man skal springe frem og tilbage. I A-bogen kan man retfærdiggøre noget af det idet der inden for differentialregningen er flere regneregler i spil end på B-niveauet, og begrebet sammensat funktion også passende kan introduceres. Men differentialkvotienten defineres nu ud fra en epsilonfunktion og kontinuitet, dvs. vi starter "forfra" igen, men med flere lag denne gang. I C-bogen ses der også en tendens til "rodebutik" hvor trigonometri i den retvinklede trekant er adskilt fra de vilkårlige trekanter, og det er selvom bekendtgørelsen kræver hele pakken på C-niveauet. Om det er for at tilgodese historierne bag, skal jeg ikke kunne sige, men det virker ikke logisk i min fortælling. Lidt bedre kan jeg acceptere adskillelsen af den beskrivende og bekræftende statistik i C-bogen idet førstnævnte er kernestof, og sidstnævnte kan inddrages som supplerende.

Som matematiker er jeg utrolig glad for bøgerne. Bøgerne emmer af matematikglæde og udstråler kvalitet i deres indhold pga. den matematiske grundighed. Som underviser er jeg også glad. Jeg føler mig i gode hænder i forhold til det faglige og pædagogiske samt alle fortællingerne. Jeg har masser af projekter og supplerende stof at vælge imellem og kaste mig ud i, og i forhold til at opfylde bekendtgørelsens krav stoler jeg på forfattergruppen som jo tæller en fagkonsulent i matematik ved både bogprojektets start og slutning. Jeg har som underviser så fået til opgave at vælge ud og guide

mine elever gennem bøgerne. Og selvom jeg ikke altid er enig i opbygningen, fx at gennemgå vektorer i planen parallelt med vektorer i rummet, så indeholder bøgerne overordnet set alt hvad jeg har brug for til mine elever.

Som elev skal jeg læse rigtig, rigtig meget, og jeg har brug for hjælp til at sortere i hvad jeg skal læse, hvilke øvelser jeg skal lave, og hvordan jeg skal læse det. Omvendt er der også hjælp at hente igennem fremhævingen af definitioner og sætninger, eksempler på hvordan man løser en opgave, eller hvordan "mellempregningerne" i beviser ser ud. Qua sit layout med masser af billeder med autentiske kilder, grafer og tabeller kan det forhåbentlig gøre det til en spændende og fængende bog.

Som elev har jeg svært ved at finde tilbage til sider jeg skal bruge i en konkret situation, for jeg har ikke så meget at søge efter. Der er ikke noget register at slå op i, og indholdsfortegnelsen indeholder overskrifter hvor jeg som elev ikke kan gennemskue hvor de konkrete formler og sætninger optræder. Som elev kan jeg have rigtig svært ved at få overblik over stoffet. Jeg kan savne en side efter hvert kapitel der opsummerer de definitioner og sætninger som er blevet præsenteret. Så jeg kan i høj grad bruge bogen i indlæringsfasen, men med hjælp fra læreren til at skelne vigtigt fra ikkevigtigt, men bogen er ikke så god til eksamenslæsning. Bogen er heller ikke målrettet mod eleven på C-niveau, men sigter højere i sin kommunikation.

Skulle jeg som elev vælge mellem pa-

pirbog og i-bog, så har jeg lettere ved at bruge i-bogen som opslagsværk i den udgave der foreligger i dag. Men det kan være svært at bevare overblikket også i i-bogen. Man kunne også tænke i-bogen meget mere radikalt som et læringsmedie helt anderledes indeholdende små quizzer, små film, animationer m.m., men gerne med samme ambitionsniveau mht. det matematiske indhold.

Alt i alt finder jeg værket imponerende og det bedste bud på markedet d.d. Men jeg tænker at gymnasieverdenen godt kunne bruge et værk mere som dyrkede profilerne på de enkelte niveauer mere målrettet. Det kan være svært helt at slippe tanken om at dette værk sigter for højt i forhold til hvor vores elever er i dag. Omvendt kan man også insistere på at de skal lære at læse matematiske tekster – læse for at lære og ikke for at få gode karakterer.

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.

Afslutningskonference for forsknings- og udviklingsprojekter om gymnasiefremmede

Sæt kryds i kalenderen den 23. april, hvis du interesserer dig for, hvordan man kan organisere gymnasieundervisning, så det bliver lidt mindre vanskeligt for de gymnasiefremmede elever. Den dag er der slutkonference for tredje og fjerde runde af forsknings- og udviklingsprojekter med netop dette fokus. Det er samtidig de sidste to runder projekter med netop dette fokus, så konferencen vil også samle op på de samlede erfaringer. Projekterne har været finansieret af Undervisningsministeriet og skolerne selv, og konferencen afholdes af ministeriet. Find sted og program via www.ind.ku.dk/projekter/gymnasiefremmede4/ hvor du også kan læse mere om projekterne.

INDsigt foråret 2014 – hos Institut for Naturfagernes Didaktik, KU

INDsigt er to-timers seminarer, hvor vi hører om og diskuterer indsigter fra forskning og udvikling i undervisning og læring i naturfagene. Hvert halvår er der 4 seminarer. De sætter fokus på naturfag og læring i henholdsvis folkeskolen, gymnasiet, universitetet og på museer. Det er gratis at deltage.

Seminarerne afholdes som regel kl. 14:15-16:00 på Institut for Naturfagernes Didaktik, Øster Voldgade 3, 1350 Kbh. K. Det er 500 meter fra Nørreport

Et af de kommende INDsigt-seminarer er:

Naturvidenskab, unge og iPads: Tre museers forsøg med at skabe kreativ og medskabende undervisning ved hjælp af iPads: 15. maj 2014 kl. 14:15-16:00

Sigurd Trolle Gronemann, ph.d.-stipendiat DREAM (Danish Research Centre on Education and Advanced Media Materials), Syddansk Universitet.

Læs mere om forårets program på <http://www.ind.ku.dk/begivenheder/2014/indsigt>.

