MONA

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

KØBENHAVNS UNIVERSITET
NATUR- OG BIOVIDENSKAB

2023-2

MONA

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

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet, Det Lærerfaglige Fakultet ved Københavns Professionshøjskole, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, Center for Skole og Læring ved Professionshøjskolen Absalon, VIA University College og Danske Science Gymnasier.

Redaktion
Jens Dolin, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Ole Goldbech, Københavns Professionshøjskole
Sebastian Horst, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet
Magnus Boye, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité
Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole
Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier
Dorte Moeskær Larsen, Institut for Matematik og Datalogi, Syddansk Universitet
Jette Reuss Schmidt, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland
Karin Lilius, Center for Skole og Læring, Professionshøjskolen Absalon
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Martin Niss, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet
Morten Rask Petersen, Anvendt Forskning i Pædagogik og Samfund, UCL
Tinne Hoff Kjeldsen, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

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

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

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

Produktionsplan og deadlines for indsendelse af bidrag til MONA
MONA udkommer fire gange om året, normalt på onsdagen nærmest 5. marts, 5. juni, 5. september og 5. december.
Artikelmanuskripter og forslag til aktuelle analyser modtages løbende og behandles så hurtigt som muligt. Den redaktionelle proces (inkl. peer-review) tager mindst tre måneder. Deadlines aftales individuelt.
For kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder er deadline normalt 2 måneder før officiel udgivelsesdag.

Omslagsbillede: Illustration af satellitten MTH-I1, opsendt af ESA i december 2022. Billede: ESA/Mlabspace, CC BY-SA 3.0 IGO.

Billede på mellemsider: Carina Nebula. Billede: NASA, ESA, N. Smith (University of California, Berkeley) og The Hubble Heritage Team.

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2023

Citat kun med tydelig kildeangivelse

Indhold

4 Fra redaktionen

7 Artikler

8 Systematiseret klassekammerathjælp i natur/teknologi – En materiel-dialogisk tilgang
Mette Fredslund Andersen, Louise Laursen Falkenberg, Stine Thygesen, Hilde Ulvseth og Maria Christina Secher Schmidt

29 Kønnede narrativer i engineering-undervisning
Tekla Canger og Lise Aagaard Kaas

44 Naturfagskapital hos naturfagslærere – et teori- og metodeudviklingsstudie
Steffen Elmose

63 Aktuel analyse

64 Praksisnær helhedsorientering skal styrkes i erhvervsuddannelsernes STEM-fag
Felicia Lind Benthien og Henrik Hersom

75 Kommentarer

76 Når midlet bliver et mål i sig selv
Jens Højgaard Jensen

81 Delphi-undersøgelsen er måske ikke svar på alt, men en god rettesnor for Naturfagsakademiets arbejde
Gitte Miller Balslev, Ivar Lykke Ørnby, Jens Juulsgaard Larsen, Kia Wied og Martin Krabbe Sillasen

Fra redaktionen

Langt flere unge skal vælge en erhvervsuddannelse hvis det står til regeringen og erhvervslivet. Men erhvervsskolerne har problemer med at fastholde de elever der allerede i dag vælger dem til.

Derfor bør vi interessere os for hvordan erhvervsskolernes STEM-relaterede grundfag kan være med til at styrke, frem for at udfordre, elevernes motivation for deres uddannelse.

Sådan skriver Felicia Lind Benthien og Henrik Hersom fra Nationalt Center for Erhvervspædagogik i en Aktuel Analyse i dette nummer af *MONA*.

Mange elever på erhvervsskolerne kommer med dårlige erfaringer med naturvidenskab fra deres tidligere skolegang, og de har svært ved at se meningen med fag som matematik, biologi eller kemi. Men eleverne kan motiveres i STEM-fagene når deres kommende erhverv er synligt for dem gennem cases og problembaseret læring. Som når urmagereleverne undersøger hvad der sker, når et stykke messing fra uret ligger for længe i en rensevæske med en særlig pH-værdi.

*MONA*s forside prydes i dette nummer af en illustration af ESA's MTH-I1 som blev opsendt i december. Den er den første af seks vejrsatellitter der over de næste 20 år skal give bedre adgang til vejrdata. Indvendigt finder du – foruden ovennævnte analyse – tre artikler og to kommentarer.

Systematiseret klassekammerathjælp (SYKL) går ud på at elever undervises systematisk i at hjælpe hinanden og føre faglige samtaler når de arbejder sammen i makkerpar i fagundervisningen. Den ene elev tildeles rollen som hjælper, og den anden elev er den problemløsende, hvilket kaldes den hjulpne.

I artiklen "Systematiseret klassekammerathjælp i natur/teknologi. En materiel-dialogisk tilgang" beretter Mette Fredslund Andersen, Louise Laursen Falkenberg, Stine Thygesen, Hilde Ulvseth og Maria Christina Secher Schmidt om et treårigt forskningsprojekt hvor SYKL bl.a. er afprøvet i natur/teknologi. Analysen viser hvordan artefakter både kan skabe fælles fokus og fungere som talestok. Betydningen af det materielle bør ses som et nøgleaspekt ved undervisningsformer som SYKL, konkluderer forfatterholdet.

Det kulturelle narrativ om at drenge er bedre til naturfag, står i vejen for pigernes faglige selvtillid. Sådan lyder et af budskaberne i artiklen "Kønnede narrativer i engineering-undervisning" af Tekla Canger og Lise Aagaard Kaas.

I en empirisk analyse af engineering-undervisning i grundskolen finder forfatterne ingen tegn på at pigerne arbejder mindre kvalificeret, systematisk eller vedholdende. Alligevel kan der ses en tendens til at pigerne er tilbageholdende og usikre i de sammenhænge hvor det handler om teknisk kunnen og håndtering af værktøj. Derfor er

der behov for at engineering-didaktikken forholder sig til dens potentielle kønsblindhed. Og for at udvide didaktikken med et kønsklogt blik der har øje for de kønnede narrativer, der bidrager til at forme elevernes deltagelsesmuligheder, skriver forfatterne.

Begrebet *science capital* er efterhånden udbredt og accepteret som et teoretisk og empirisk begreb når det drejer sig om at undersøge elevers besiddelse af naturfagskapital. I artiklen "Naturfagskapital hos naturfagslærere – et teori- og metodeudviklingsstudie" koncentrerer Steffen Elmose sig om at undersøge naturfagskapitalen hos naturfagslæreren ud fra en antagelse om, at en undersøgelse af lærerens egen naturfagskapital kan medvirke til at opdage elementer i undervisningen der kan fremme og hindre elevers udvikling af naturfagskapital.

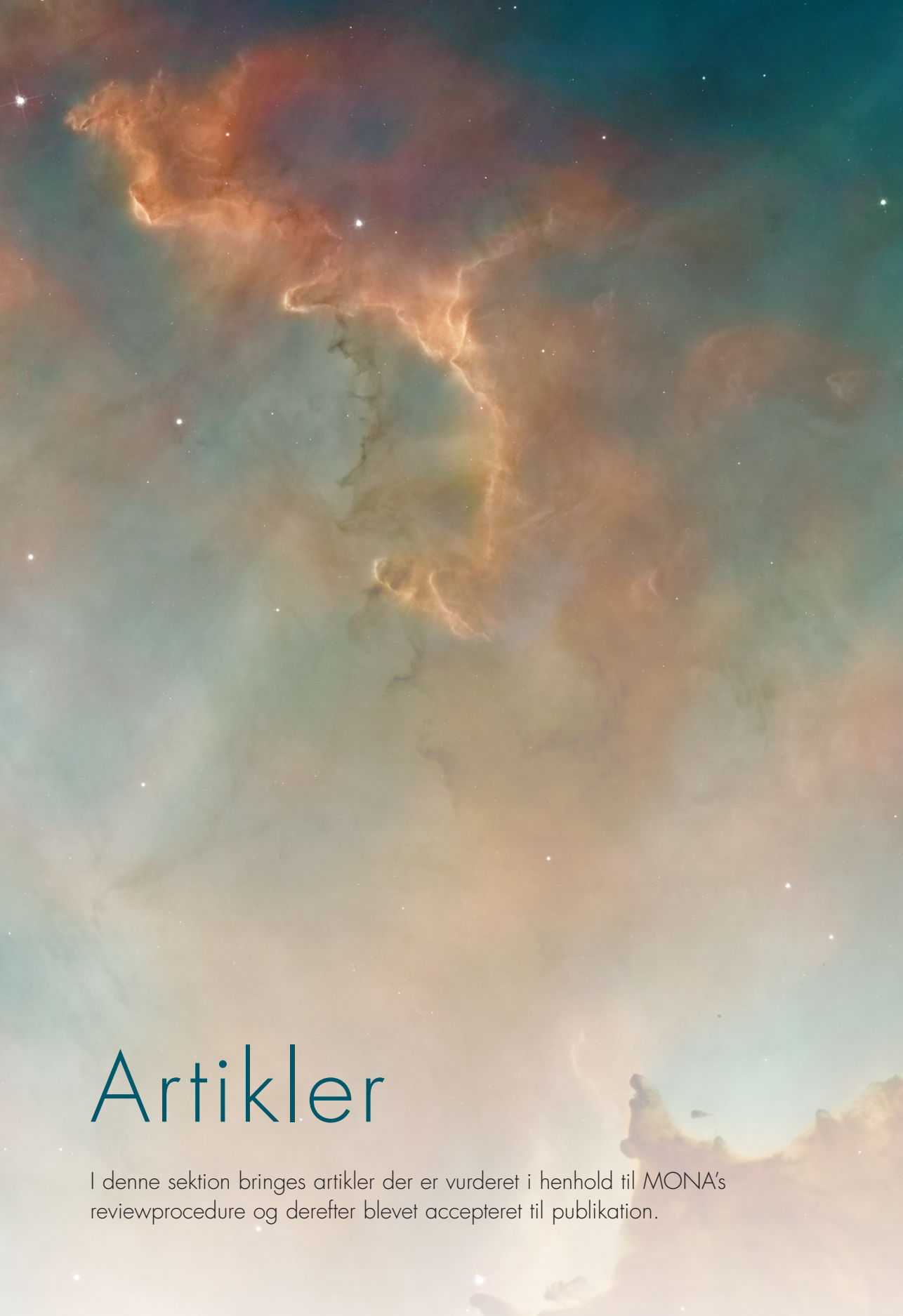
I artiklen foreslår og afprøver forfatteren en teoretisk ramme og tilhørende metode der skal give mulighed for at få adgang til de personlige og sociale baggrunde for og inspirationer til undervisning i naturfag.

Som teknologien og samfundet udvikler sig er Computational Thinking selvsagt en vigtig kompetence. Men hvis man med et CT-projekt mener at kunne realisere fagenes mål, CT-målet og et mål om modelleringskompetence samtidig, så skal man passe på at midlet ikke bliver et mål i sig selv, advarer Jens Højgaard Jensen i en kommentar til Line Have Musaeus, Jonas Ørbæk Hansen og Keld Nielsens "Computational thinking i matematik, naturfag og samfundsfag – hvorfor, hvad og hvordan?" fra *MONA, 2023(1)*.

I *MONA, 2022(3),* spurgte Keld Nielsen og Birgitte Lund Nielsen hvad Naturfagsakademiet (NAFA) vil gøre på baggrund af det Delphi-studie der er beskrevet i *MONA, 2022(2),* og som NAFA sammen med DASERA (Danish Science Education Research Association) har finansieret. I dette nummer forklarer NAFAs ledelse hvordan akademiets arbejde tager afsæt i Delphi-studiets temaer.

Hvis du også har ideer eller forslag til indhold til MONA, er du velkommen til at skrive til mona@ind.ku.dk. Og hvis du drømmer om selv at lægge navn til, kan du overveje *MONAs* skriveworkshop, der næste gang finder sted i Aarhus d. 15. november. Find mere information på ind.ku.dk/mona.

God læsning.



Artikler

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

Systematiseret klassekammerat-hjælp i natur/teknologi

– En materiel-dialogisk tilgang

Mette Fredslund Andersen, Københavns Professionshøjskole

Louise Laursen Falkenberg, Københavns Professionshøjskole

Stine Thygesen, Københavns Professionshøjskole

Hilde Ulvseth, Københavns Professionshøjskole

Maria Christina Secher Schmidt, Københavns Professionshøjskole

Abstract: *Systematiseret klassekammerathjælp (SYKL) er en dialog- og undersøgelsesbaseret undervisningsform. Denne artikel formidler udvalgte resultater fra et treårigt forskningsprojekt hvor SYKL bl.a. er afprøvet i natur/teknologi. Artiklens analyse baserer sig på videoobservationer af elevdialoger og undersøger hvordan eleverne bruger artefakter og gestik som ressourcer i interaktionen. Analysen viser hvordan artefakter og gestik 1) skaber et fælles fokus, 2) understøtter haptisk perception, 3) bruges i medieringen af indhold i tillæg til tale og 4) fungerer som talestok og understøtter turtagning. Artiklen foreslår afslutningsvis at betydningen af det materielle bør ses som et nøgleaspekt ved undervisningsformer som SYKL.*

Indledning

Systematiseret klassekammerathjælp (SYKL) betyder at elever undervises systematisk i at hjælpe hinanden og føre faglige samtaler når de arbejder sammen i makkerpar i fagundervisningen. Didaktikken er introduceret af en gruppe forskere

fra Københavns Professionshøjskole der i 2019 gennemførte pilotprojektet SYKL i matematik (Rasmussen et al., 2021). I forlængelse af dette fulgte forskningsprojektet Tandem-SYKL i 2020-2022 hvor SYKL blev afprøvet i både matematik og natur/teknologi på syv skoler. Denne artikel formidler delresultater fra afprøvningen i natur/teknologi.

Få internationale erfaringer med peer-tutoring i naturfag

Inspirationen til SYKL kommer fra *peer-tutoring* hvor elever indtager forskellige roller i makkerarbejde (Thurston et al., 2007). Den ene elev tildeles rollen som hjælper, og den anden elev er den problemløsende, hvilket kaldes den hjulpne. Peer-tutoring er velafprøvet i matematik og modersmålsundervisning, især i USA, hvorimod den internationale forskningslitteratur om peer-tutoring relateret til naturfagsundervisning begrænser sig til få studier (Hansen et al., 2018).

Peer-tutoring afprøvet som SYKL i natur/teknologi

I Danmark var det helt nyt med afprøvningen i natur/teknologi. I den danske kontekst var formålet at afprøve SYKL som en form for stilladsering af det praktisk undersøgende arbejde i faget, da det for mange elever er påkrævet med stilladsering, især ved åbne undersøgelser (Decristan et al., 2015; Knain et al., 2011). Til at udfylde rollen som hjælper får den ene elev i makkerparret *prompt cards* med generiske hjælpespørgsmål der fx opfordrer til at stille spørgsmål, tænke højt, vurdere svar og perspektivere. Derudover kan hjælperen støtte sig til faglige *tips* til den specifikke opgave udarbejdet af læreren. Rollerne er reciprokke, så eleverne bytter roller ved hver ny opgave. Afprøvningen af SYKL var ligeledes en måde at sætte fokus på den dialogiske interaktion i relation til det undersøgende arbejde, da det er velkendt at læringsudbyttet øges hvis dialogen om det praktisk undersøgende arbejde styrkes og der stilles spørgsmål undervejs (Chin, 2006; Howe et al., 2000; Mercer et al., 2004). I den danske udgave skulle opgaverne således lægge op til dialog om praktisk undersøgende arbejde, og i den forbindelse var det et krav at opgaven var ledsaget af fysiske objekter/artefakter som eleverne kunne arbejde med i undersøgelsen.

Teoretisk trækker SYKL på et sociokulturelt syn på læring (Vygotsky, 2019). I et sociokulturelt perspektiv skal den jævnaldrende hjælper gerne bidrage til at den hjulpne bevæger sig inden for *zonen for nærmeste udvikling*. Dialogen mellem makkerparret og tilgængelige artefakter skal være med til at mediere indholdet som de arbejder med (Thurston et al., 2007). Intentionen er at elevernes samtale afstedkommer at de løser de faglige problemstillinger og udvikler forståelse kollaborativt, da samtalen giver dem mulighed for at ræsonnere og konstruere viden i fællesskab (Cervetti et al., 2014). Samtalen skal altså gerne have en undersøgende eller eksplorativ karakter hvor målet er at lære og opnå ny forståelse (Barnes, 2008). De undersøgende sam-

taler er i tråd med *dialogisk undervisning* idet begge er kendetegnet ved brugen af spørgsmål, længere undersøgelseslinjer med argumentation og feedback, udveksling af forestillinger, idéudvikling og fælles refleksion samt konstruktion af forklaringer (Alexander, 2004).

I SYKL er det en grundlæggende idé at det sociale og det faglige væves sammen i makkerarbejdet. Formålet med denne artikel er derfor at undersøge og beskrive hvordan interaktionen foregår i SYKL-dialogerne, og hvordan eleverne eventuelt formår at skabe fælles betydning.

Data, forskningsspørgsmål og analysestrategi

I Tandem-SYKL deltog 15 4.-klasser der arbejdede med SYKL i mindst én lektion om ugen i både matematik og natur/teknologi over en periode på 13 uger. I denne periode blev der foretaget 94 videoobservationer af elevdialoger i natur/teknologi med i alt 1.112 minutters video. Undersøgelsen er designet ud fra en *mixed methods*-tilgang hvor indledende kvantitative analyser danner afsæt for efterfølgende kvalitative analyser (Mercer, 2010).

Den kvantitative analysemetode

Der er foretaget en kvantitativ analyse af elevernes sociale og faglige *(tale)handlinger* i samtlige 94 videoobservationer med det formål at identificere generelle mønstre. Disse (tale)handlinger blev defineret som det eleverne sagde og/eller gjorde mens de SYKL'ede (Rasmussen & Schmidt, 2022).

I Tandem-SYKL blev (tale)handlingerne omsat til koder hvor vi fx registrerede om eleverne var *on-task*, om de hjalp hinanden, eller om der var en negativ stemning mellem eleverne. Vi registrerede også om eleverne fx brugte fagord, og om de var medtænkende og anvendte konkreter. Koden *konkreter* refererer i denne sammenhæng til fysiske objekter som eleverne arbejder med i relation til opgaven fordi de udgør fagets genstandsområde eller hører til fagets artefakter. Det kan fx være bjergarter, et målebånd eller en model af en fugl. Koden *medtænkende* er noteret når eleverne søger mening, stiller hypotetiske og/eller udforskende spørgsmål og er med- og/eller videretænkende på hinandens forslag.

Kodningen blev foretaget på minutniveau. Hvis en given (tale)handling forekom i det pågældende minut, blev det noteret. Der blev ikke skelnet mellem dybden og længden af en forekomst. Det betyder fx at det er kodet ens, uanset hvor meget eller hvordan konkreterne anvendes inden for det pågældende minut. En mere detaljeret beskrivelse af både kodningsproces og fund kan findes i Falkenberg & Petersen (2022).

Den kvantitative registrering gav mulighed for at se på sammenhænge på tværs af (tale)handlinger. Et af vores fund var at eleverne i natur/teknologi i 86% af de

minutter hvor de var medtænkende, *samtidig* anvendte konkreter, mens de kun var medtænkende i 15% af de minutter hvor de *ikke* anvendte konkreter. Dette fund gjorde os nysgerrige efter at fordybe os i hvad der skete i de elevdialoger hvor eleverne brugte fysiske objekter.

Den kvalitative analysemetode

En måde at blive klogere på den sociale praksis på var at nærstudere sproglige, kropslige og materielle aspekter i elevernes samtale. Som metode til disse kvalitative analyser blev den etnometodologiske *samtaleanalyse* (*conversation analysis*, *CA*) valgt fordi CA er velegnet til en detaljeret analyse af menneskers interaktioner i forhold til hvordan de formår at skabe fælles betydning (Mortensen & Wagner, 2018; Nielsen & Nielsen, 2005).

Analysen indledtes med en åben kodning af en tilfældigt udvalgt video af en elevdialog. Den indledende fase kan betegnes som *unmotivated looking* (Nielsen & Nielsen, 2005), da der ikke var et præcist forskningsspørgsmål eller en hypotese som afsæt for analysen. Denne indgang til analysearbejdet er i tråd med CA som er datadrevet og sigter mod *grounded theory* (Mortensen & Wagner, 2018) som netop drejer sig om at "opdage, udvikle og verificere en teori på basis af empiriske data" (Boolsen, 2020, s. 309).

Som en vej til at få et overblik over den tilfældigt udvalgte elevdialog organiserede vi i første omgang dialogen som en *video-log*. Inspireret af Jordan & Henderson (1995) kortlagde vi i rå form videoen efter følgende fokusområder:

1. Begivenhedernes struktur (begyndelse, slutning, opdeling)
2. Den tidsmæssige placering af hændelser
3. Turtagning og deltagerstrukturer
4. Problemer og reparaturer
5. Den rumlige organisering af hændelser
6. Artefakter og dokumenter.

På baggrund af denne indledende organisering af én dialog (se eksemplet herunder) rettedes vores opmærksomhed mod *problemer og reparaturer*, hvor reparaturer refererer til hvordan makkeren responderer når samtalepartneren ikke svarer i interaktionen. Den *nonverbale* interaktion der opstod i og med at den ene elev i makkerparret var fåmælt og svarede yderst kortfattet, blev interessant for os at studere nærmere.

Eksempel på organisering af data for video 1

Hjælper og hjulpne sidder ved siden af hinanden ved et bord i klasselokalet. På bordet har de en printet opgave og tilhørende materialer af metal: en klips, en tom sodavandsdåse og noget sølvpapir.
0:00-0:46: Hjælper læser opgaven højt, hjulpne lytter.
0:46-1:00: Hjælper rækker materialerne til hjulpne.
1:00-1:20: Hjulpne mærker på materialerne, hjælper læser på tippene.
1:20-1:35-40: Hjælper læser første tip højt, hjulpne lytter. Hjælper opsummerer tippet.
1:40-2:30: Hjulpne føler på metallet. Hjælper stiller spørgsmål, og hjulpne svarer meget fåmælt.
2:30-2:54: Læreren afbryder for at gøre opmærksom på at man kan skære sig ved åbningen af dåsen.
2:54-3:33: Hjælper læser andet tip højt og stiller spørgsmål i forlængelse heraf. Hjulpne undersøger materialer og svarer kortfattet.
3:33-4:50: Hjælper læser tredje tip højt og stiller tilhørende konkretiserende spørgsmål. Hjulpne svarer kortfattet.
4:50-6:34: Hjælper læser fjerde tip højt og stiller tilhørende konkretiserende spørgsmål. Hjulpne svarer kortfattet.

Efter organiseringen af data blev dialogen transskriberet og analyseret ud fra følgende parametre (Mortensen & Wagner, 2018):

- Temporalitet og rytme – hvordan udfolder samtalen sig over tid?
- Handlingsstruktur – hvordan taler deltagerne sammen?
- Kropslig orientering – hvordan orienterer deltagerne sig med deres kroppe, og hvilke positioner indtager de?
- Blikke – hvad kigger deltagerne på? Har de øjenkontakt? Er de fokuserede på det samme objekt?
- Gestik og andre kropslige bevægelser – hvordan bruger deltagerne fx deres hænder?
- Rum og artefakter – hvordan bruger deltagerne rummet og artefakterne i deres interaktion?

Videoen blev set og lyttet igennem gentagne gange, og transskriptionen blev tilsvarende gennemløbet og forfinet, hvormed arbejdet fik en akkumulativ karakter hvor der hele tiden blev tilføjet nye detaljer. Den kropslige orientering og brugen af rummet viste sig at være mindre interessant da eleverne i SYKL-undervisning sidder placeret ved et bord ved siden af hinanden. Til gengæld afstedkom arbejdet med data

en opmærksomhed på hvordan eleverne i dette makkerpar rent faktisk formåede at skabe mening selvom den ene elev svarerede med minimalrespons (Nielsen & Nielsen, 2005). Artefakter og gestik så ud til at spille en central rolle i interaktionen, og den indledende analyse førte derfor til en interesse i systematisk at undersøge hvordan artefakter og gestik generelt anvendes som ressourcer i SYKL-interaktioner i natur/teknologi.

Forskningsspørgsmålet

På den baggrund søger artiklens analyser at besvare følgende forskningsspørgsmål:

Hvordan anvendes artefakter og gestik som ressourcer i SYKL-interaktioner i natur/teknologi?

For at besvare forskningsspørgsmålet blev der udvalgt flere videoer til at opbygge en samling af eksempler på hvordan artefakter anvendes som ressourcer i SYKL- interaktioner. Fremgangsmåden i denne udvælgelse var at finde videoer i den kvantitative analyse der i kodningen havde en relativt høj forekomst af de to koder *konkreter* og *medtænkende*. Det vil sige at eleverne i disse videoer i høj grad anvendte artefakter og i høj grad var medtænkende på hinandens indspil hvorved det kunne tænkes at artefakterne udgjorde en ressource i interaktionen. En videodialog blev udvalgt hvis forekomsten af begge koder i dialogen var mindst 75%. Det gav 10 mulige videoer til analyse. Den allerede analyserede video var en af disse. Seks videoer blev fravalgt da eleverne arbejdede på computer hvor det ikke var muligt at følge deres arbejde eller lyden var for dårlig til næranalyse. De sidste tre videoer blev valgt og analyseret på samme måde som den første.

Datagrundlaget for samtaleanalysen er altså i alt fire videoer fra fire forskellige klasser. I de tre klasser arbejdede eleverne med stort set den samme opgave der handlede om materialer. I to af videoerne undersøgte eleverne plastik i form af plastikposer og skruelåg fra mælkekartoner. Undersøgelsesspørgsmålet i denne elevopgave lød:

> Hvordan er plastik som materiale? Hvordan kan I praktisk undersøge plastikken og derudfra beskrive den som materiale?

I den tredje video var opgaveformuleringen den samme, bortset fra at eleverne undersøgte metal. I den fjerde video sorterede eleverne en bunke af sten ud fra egne kriterier. Opgaveformuleringen lød:

> Hvordan kan I sortere stenene i grupper så stenene i hver gruppe har noget tilfælles? Hvad er kriterierne for hver gruppe?

Efter udvælgelsen og analysen af videoerne udgjorde de fire videoer en samling der blev analyseret på tværs for mønstre og træk i forhold til anvendelsen af artefakter og gestik som ressourcer i SYKL-interaktionerne. Samtaleanalysens sigte var således at afdække hvad eleverne gør med de kropslige og fysiske ressourcer for at skabe fælles betydning af det som de er beskæftiget med.

Analyseresultater

Analysen har resulteret i fire overordnede fund i forhold til hvordan eleverne anvender artefakter og gestik som ressourcer i SYKL-interaktionerne. De fire fund er at artefakterne og gestikken bliver anvendt på følgende måder:

- Til at skabe fælles fokus
- Som genstand for haptisk perception og til genkaldelse af forforståelse
- Som mediering af indhold i tillæg til tale
- Som talestok i interaktionen.

I de følgende afsnit vil fundene blive udfoldet og eksemplificeret.

Artefakter giver eleverne et fælles fokus

I forhold til at skabe fælles fokus fungerer artefakterne som et fælles tredje som eleverne er rettet mod. I analysen kommer det til udtryk ved at deres blikke er rettet mod artefakterne, som det fremgår af figur 1.

Figur 1. *Elevernes blikke og fokus er rettet mod artefakterne som de er er optaget af at undersøge.*

Artefakterne kan også fremkalde situationer hvor eleverne inspirerer hinanden og spejler hinandens bevægelser i håndteringen af artefakterne, hvorved der opstår en synkronisering mellem eleverne, som det fremgår af figur 2. Det synkrone understøtter et fælles fokus da eleverne kommer til at følges ad i undersøgelsen.

Figur 2. *Eleverne spejler hinandens bevægelser i håndteringen af artefakterne, hvorved et fælles fokus understøttes.*

Spejlingen kan også være gestisk, som det fremgår af figur 3 hvor både hjælperen og den hjulpne nærmest vrider deres hænder i takt mens de læser opgaven. Gestikken har ikke umiddelbart en faglig pointe, men de synkrone bevægelser udtrykker en forbundethed der understøtter et fælles fokus på opgaven.

Figur 3. *Gestisk spejling hvor begge elever vrider deres hænder. Gestikken udtrykker en fælles takt og understøtter et fælles fokus for makkerparret.*

Artefakterne kan også have en tredje funktion i forhold til at styrke et fælles fokus for eleverne idet nogle elever bruger artefakterne som en form for "stressbold" som de kan fingerere med mens de har en verbal samtale med makkeren, hvilket er tilfældet på figur 4. I disse situationer har artefakterne ikke en faglig funktion, men tjener udelukkende til at eleverne måske fastholder koncentrationen lidt længere i dialogen.

Figur 4. *Eleverne fingerer plastiklåg og klikker dem mod hinanden mens de opmærksomt kigger på hinanden og fører en længere samtale.*

I eksemplet i figur 4 har eleverne hver to plastiklåg i hænderne som de uforvarende klikker mod hinanden mens de har en dialog om hvorfor madvarer pakkes ind i plast. Et udsnit af dialogen er gengivet herunder:

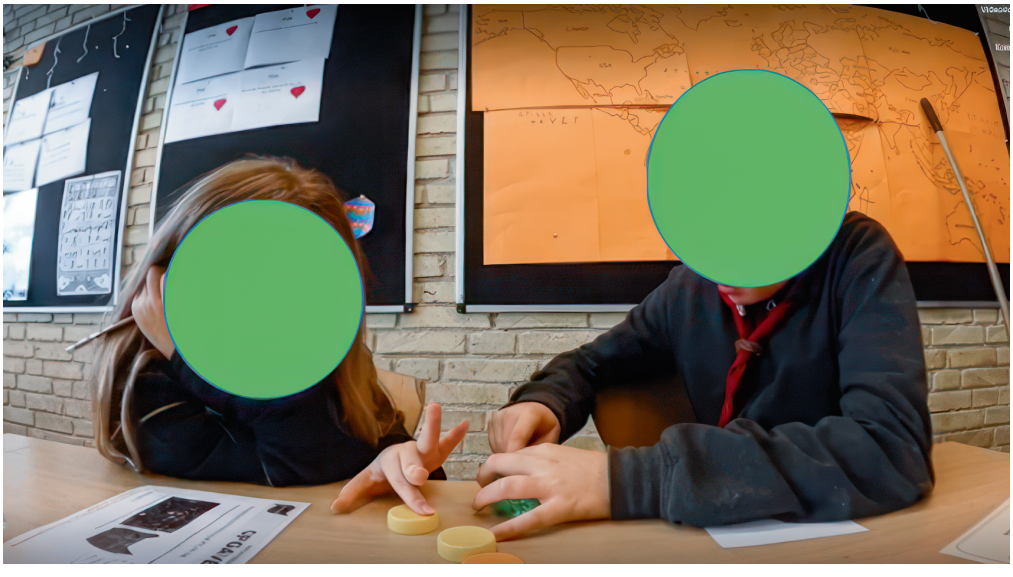
Hjulpne: "Hvordan kan vi beskrive om det er et godt materiale? Altså man bruger det til at ...? Man bruger det til at ...?"
Hjælper: "Tips: Når man pakker ost i køleskabet, så putter man plastik på – hvorfor gør man egentlig det? Hvorfor lægger man ikke bare osten ind?"
Hjulpne: "På grund af ... ellers bliver den tør? Det ved jeg ikke."
Hjælper: "Nej, den bliver jo ikke tør, for den er jo stadig indelukket, ikke? Så bliver den jo ikke tør, vel?"
Hjulpne: "Ellers bliver den muggen?"
Hjælper: "Jaah."
Hjulpne: "Ellers bliver den for kold?"
Hjælper: "For kold? Den er i køleskabet."
Hjulpne: "Ja, præcis."
Hjælper: "Du havde fat i noget der med muggenheden."
Hjulpne: "Muggen?"
Hjælper: "Hvis du lukker noget inde, ikke?"
Hjulpne: "Hvad mener du? Muggenheden? Er det dét?"
Hjælper: "Jah. Men hvad er muggenheden? ... Du kan jo ikke så godt spise muggen mad, vel? Så smider du det ud. Hvad hedder det så?"
Hjulpne: "Madspild?"
Hjælper: "Ja. Så plastik formindsker ...?"

Artefakterne fungerer her som en form for "stressbold" der ser ud til at forlænge koncentrationen og derigennem styrke den verbale dialog.

Artefakter gør genstandsfeltet håndgribeligt

Et andet overordnet fund var at artefakterne anvendes som ressourcer til haptisk perception. Det vil sige at eleverne aktivt udforsker overflader og objekter, hvilket bidrager til at gøre genstandsfeltet håndgribeligt.

I eksemplet i figur 5 støtter hjælperen sig til et tip til opgaveløsningen. Tippet går på at eleverne kan undersøge hvordan materialets hårdhed og styrke er. Eleverne i videoen forstår ordet "styrke" i relation til det konkrete plastiklåg, og ved haptisk perception kommer de frem til at låget er stærkest på oversiden hvor de kan banke på låget uden at det giver sig. Derimod giver låget sig når de klemmer på siderne af det, hvorved de konkluderer at det er svagere her, hvilket fremgår af figur 6.



Figur 5. *Haptisk perception af plastiklåget: Eleverne banker på oversiden af låget, og drengen konkluderer: "Styrken er lige her."*

Figur 6. *Haptisk perception af plastiklåget: Eleverne klemmer på siden af låget, og drengen konkluderer: "Svagheden er her. Kan du mærke det? Her kan man godt mærke en svaghed."*

I forlængelse af den haptiske perception ligger også en ressource i artefakterne på den måde at materialiteten er med til at stimulere minder og derigennem fremkalde erfaringer og forforståelse. Med plastikposen i hænderne kommer hjælperen i eksemplet fx i tanke om ost indpakket i plast i køleskabet.

Gestik og artefakter som tillæg til tale

Et tredje overordnet fund i analysen er at gestik og artefakter anvendes som ressourcer til at mediere indhold i tillæg til tale. I den mest simple form anvendes pegegestus til at udpege noget ved artefakterne i tillæg til hvad eleverne taler om, som det fremgår af figur 7.

Figur 7. *Pegegestus i tillæg til tale. Drengen siger: "Det er faktisk ikke skraldespanden der lugter." Han peger derefter på posen og fortsætter: "Det er faktisk poserne."*

Derudover kan både gestik og artefakter bruges som ressourcer til at modellere det indhold som dialogen handler om. Et eksempel kan være en sekvens hvor hjælperen vil have den hjulpne til i tankerne at udføre et eksperiment. Han foreslår en sammenligning mellem hvad der sker med kød der ligger udenfor, når det er indpakket i plast, og når det er uindpakket. Den hjulpne har svært ved at følge ham og forestille sig eksperimentet. Drengen modellerer først med en gestus at noget bliver pakket ind, hvilket er gengivet i figur 8. Af figur 9 fremgår det hvordan hjælperen derefter med posen modellerer hvordan noget bliver pakket ind i posen og lagt udenfor som en del af eksperimentet, hvorefter den hjulpne kan følge tankeeksperimentet.

Figur 8. *Ikonisk gestus som tillæg til tale. Drengen laver en bevægelse i luften som om noget bliver indfanget eller indpakket. Hans gestus er ikonisk idet den refererer til den madindpakning som han taler om: "Hvis du putter noget i en plastikpose … putter mad i plastikpose …"*

Figur 9. *Modellering med artefaktet som tillæg til tale. For at illustrere sin tale modellerer hjælperen med plastikposen hvordan kød kan blive pakket ind i en plastikpose: "Se, hvis du kan prøve at lægge et stykke kød udenfor, og så kan du prøve at pakke et stykke kød i en plastikpose der er tæt, og lægge den udenfor, og så ser du hvad der sker noget med først."*

Gestik og artefakter som talestok

Endelig er det fjerde overordnede fund i analysen at artefakter og gestik fungerer som ressourcer til at understøtte selve turtagningen i interaktionen. Der er en tendens til at den elev der har et artefakt i hænderne, også har ordet, hvilket er eksemplificeret i figur 10.

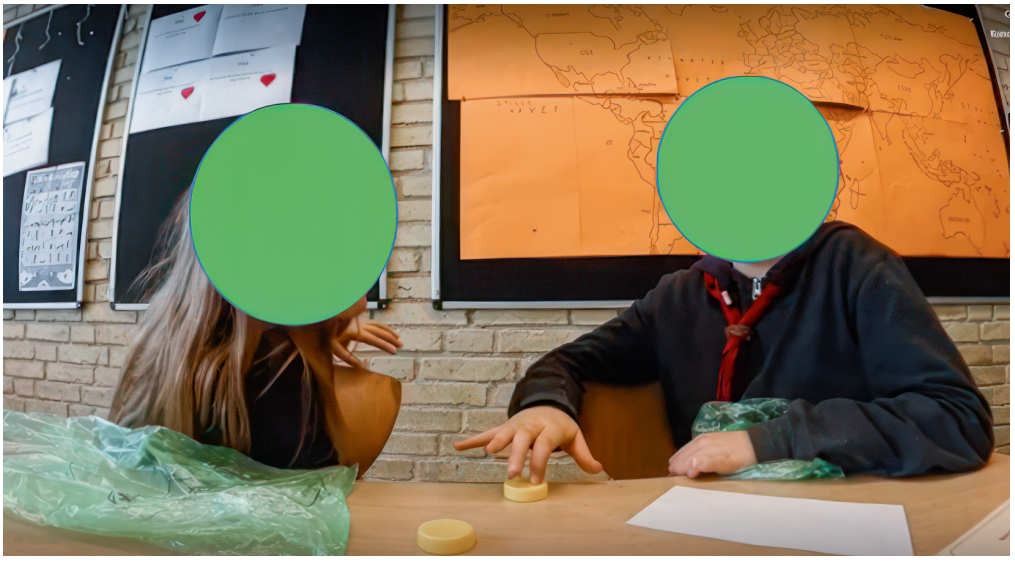
Figur 10. *Artefakter som talestok. Hjælperen til venstre mærker først på noget sølvpapir og en sodavandsdåse og siger: "Dén der (peger på sodavandsdåsen) kan man jo ikke bare rive over som dén der (peger på sølvpapiret)." Den hjulpne tager sodavandsdåsen og samtidig ordet og siger: "Nej, den her er hård."*

Artefakterne kommer altså til at fungere som en form for *talestok* der kan gives eller tages i dialogen og dermed er med til at definere turtagningen.

Artefakterne bliver også brugt som ressourcer i turtagningen til at muliggøre svar der ikke formuleres verbalt, men udtrykkes i handling. Når hjælperen fx stiller et spørgsmål der i dialogen kræver et svar fra makkeren, kan denne respondere ved at udføre en handling, som det fremgår af eksemplet i figur 11.

Figur 11. *Svar gennem handling. Hjælperen spørger: "Sølvpapir – kan man rive det over?", hvortil den hjulpne svarer ved at rive sølvpapiret over.*

Artefakter og gestik anvendes også som ressourcer til at understrege pointer eller konklusioner. Når eleverne kommer frem til en konklusion, kan det fx understreges med beats i form af banken som illustreret i figur 12.



Figur 12. *Understregning med beats. Drengen banker med fingrene på plastiklåget mens han konkluderende siger om den hårde plast: "Så det er et stærkt materiale".*

Sammenfatning

Analyseresultaterne fra den kvalitative analyse af udvalgte videoer fra Tandem-SYKL-projektet er sammenfattet i modellen i figur 13.

Figur 13. *Artefakter og gestik som ressourcer.*

Modellen illustrerer at artefakter kan fungere som en central ressource i SYKL-dialoger. Artefakterne kan udgøre et materialiseret fælles tredje der samler hjælper og hjulpne om opgaven og giver et fælles fokus. I natur/teknologi kan artefakterne være det genstandsfelt som opgaven kredser om, og i sådanne tilfælde giver artefakterne mulighed for førstehåndserfaringer ved haptisk perception og eventuelt genkaldelse af tidligere erfaringer med materialiteten. Artefakter og gestik kan ligeledes have en funktion i medieringen af stoffet som et tillæg til det verbale i interaktionen. Endelig kan artefakter understøtte selve interaktionen på den måde at turtagningen følger artefaktet.

I eksisterende studier om peer-tutoring i naturfag har der ikke været et eksplicit fokus på materialitet relateret til dialogerne i den systematiserede klassekammerathjælp. Den kvalitative analyse bidrager således til litteraturen om peer-tutoring i naturfag ved at beskrive hvordan artefakter og gestik kan udgøre en ressource og anvendes som sådan i interaktionen mellem hjælper og hjulpne.

Diskussion

I det følgende reflekteres over samtaleanalysens fund. Hensigten er dels at diskutere analysens begrænsninger, dels at anvise mulige veje for fremtidig forskning. *Først* berøres hvilken betydning elevopgavernes formulering har for hvordan artefakterne bliver en ressource i elevdialogerne. *Dernæst* diskuteres artefakters betydning for elevernes faglige udbytte og øvelse i naturfaglig praksis. *Sluttelig* peges på materialitetens sammenhæng med den sproglige diskurs og relationen til SYKL-didaktikkens udvikling.

Opgaveformuleringens betydning for artefakter som ressource

Den åbne tilgang til de kvalitative videoanalyser førte til et fokus på artefakter og gestik som ressourcer i SYKL-interaktioner. Udvælgelsesproceduren for videoerne med krav om høj forekomst af koderne *konkreter* og *medtænkende* afstedkom at tre ud af fire analyserede SYKL-interaktioner drejer sig om undersøgelser af materialer (hhv. plastik og metal). Opgaveformuleringen, "... Hvordan kan I praktisk undersøge plastikken ...?", kalder nærmest på haptisk perception, hvormed det oplagt blev et centralt fund i analysen. Det kan derfor diskuteres om andre udvælgelseskriterier ville have givet andre fund og dermed tilføjelser til modellen i figur 13.

Denne formodning underbygges af den kvantitative analyse af SYKL-interaktioner hvor der generelt ses en sammenhæng mellem opgaveformuleringen og brugen af *konkreter*. Det kan indikere at opgaveformuleringen og dens oplæg til brug af artefakter er afgørende for hvorvidt og hvordan artefakterne bliver en ressource i elevernes interaktioner.

I de analyserede videoer er der en direkte og enkel sammenhæng mellem opgaveformuleringen og det som eleverne skal gøre med artefaktet, hvilket måske har betydning for at de får overskud til at være medtænkende. I SYKL-undervisning skal eleverne både have fokus på det faglige indhold i opgaven, udfylde deres roller, administrere hjælpemidler og styre processen, samtidig med at de undersøger og anvender artefakter, hvilket kan føre til *overload*. I de analyserede videoer er der ikke eksempler på opgaver med komplekse artefakter med megen skolastisk viden indbygget. Analysen siger således ikke noget om hvorvidt eller hvordan komplekse artefakter som fx en globus kan være en ressource i SYKL-interaktioner.

Artefakters betydning for naturfagligt udbytte

Ud over opgaveformuleringen kan selve artefaktets karakter/egenskab tænkes at have betydning for om og hvordan det bliver en ressource i elevinteraktionen. I tre ud af de fire udvalgte SYKL-interaktioner er artefakterne manipulerbare idet plastikken og metallet kan strækkes, krølles, ridses eller rives i stykker. Man kan også argumentere for at stenene i den sidste SYKL-interaktion er manipulerbare fordi der er en bunke af

sten der kan sorteres og grupperes i forhold til hinanden. Det manipulerbare kan tænkes at være stimulerende for elevernes medtænkning. I den kvantitative analyse ses dog ikke en generel sammenhæng mellem manipulerbare artefakter og forekomsten af faglige (tale)handlinger. Men vi ved fra analyser af elevinterviews at arbejdet med konkrete materialer – såsom isterninger og udstoppede fugle – har positiv betydning for elevernes oplevelse af engagement i undervisningen (Ulvseth & Tiftikci, 2022).

I eksemplerne fra analysen ses naturfaglig praksis hos eleverne når de fx undersøger materialer, modellerer et imaginært eksperiment og perspektiverer til madspild i hverdagen. Den kvalitative analyse belyser dog ikke hvad elevernes faglige udbytte bliver når de anvender artefakter og gestik som ressourcer i SYKL-interaktioner. Det står fortsat åbent og kalder på fremtidig forskning at få afdækket om SYKL bidrager til stilladsering af det praktisk undersøgende arbejde i naturfag med udvikling af elevernes naturfaglige kompetencer til følge.

Materialitetens betydning for dialogen

Modellen *Artefakter og gestik som ressourcer* i figur 13 sammenfatter artefakternes og gestikkens roller i SYKL-interaktioner og tildeler det materielle såvel som det nonverbale en fremtrædende plads i elevernes læring. Som følge af analysens resultater kan det diskuteres om betydningen af det materielle bør fremskrives tydeligere i de teoretiske og didaktiske begrundelser for SYKL. SYKL udspringer som beskrevet af et sociokulturelt syn på læring og teori om dialogisk undervisning (Storm-Andersen & Andersen, 2022), men med analysens resultater in mente vil vi som Scantlebury & Milne (2019) problematisere at naturfagsdidaktik ofte "har en tendens til at overse materiel kultur og i stedet fokusere på social kultur gennem konstruktivistiske briller hvor sproget bruges som dommer i relation til den sociale praksis" (Scantlebury & Milne, 2019, s. 1, vores oversættelse). Tilsvarende skriver Hetherington et al. (2018):

> "... [N]uværende teorier om dialogisk undervisning har en tendens til at fokusere på verbal dialog og tager ikke i tilstrækkelig grad hensyn til betydningen af interaktionen med fysiske objekter og den materielle verden" (Hetherington et al., 2018, s. 159, vores oversættelse).

I forlængelse heraf kan den danske udgave af systematiseret klassekammerathjælp måske betegnes som en *materiel-dialogisk* tilgang. Denne betegnelse er inspireret af Barads *agentiale realisme* hvor "scientific practices are intra-actions of multiple material-discursive apparatuses" (Barad, 2000, s. 2). Relateret til SYKL-undervisning er pointen at det materielle, det diskursive og betydningen bliver til i en tæt forvikling (Juelskjær, 2019), og at det materielle altid er en central og uadskillelig del af diskursen.

Afslutningsvis er pointen at det kan være væsentligt for lærere der ønsker at arbejde

med systematiseret klassekammerathjælp, at planlægge, gennemføre og evaluere natur/teknologi-undervisningen med et større fokus på hvordan materialitet kan være afgørende for elevernes dialog – og måske dermed for deres læring.

Referencer

Alexander, R. (2004). *Towards Dialogic Teaching: Rethinking Classroom Talk*. Cambridge: Dialogos UK.

Barad, K. (2000). Reconceiving Scientific Literacy as Agential Literacy. I: R. Reed & S. Traweek (red.), *Doing Science + Culture* (s. 221-258). New York: Routledge.

Barnes, D. (2008). Exploratory Talk for Learning. I: N. Mercer & S. Hodginson (red.), *Exploring Talk in School* (s. 1-15). London: Sage Publications.

Boolsen, M.W. (2020). Grounded Theory. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (s. 309-345). København: Hans Reitzels Forlag.

Cervetti, G.N., DiPardo, A.L. & Staley, S.J. (2014). Entering the Conversation: Exploratory Talk in Middle School Science. *The Elementary School Journal*, *114(4)*, s. 547-572.

Chin, C. (2006). Classroom Interaction in Science: Teacher Questioning and Feedback to Students' Responses. *International Journal of Science Education*, *28(11)*, s. 1315-1346.

Decristan, J. et al. (2015). Impact of Additional Guidance in Science Education on Primary Students' Conceptual Understanding. *The Journal of Educational Research*, *108(5)*, s. 358-370.

Falkenberg, L.L. & Petersen, S.K. (2022). Elevers faglige og sociale talehandlinger. I: M.C.S. Schmidt & S. Thygesen (red.), *"Når jeg hjælper andre, kan jeg bedre forstå det selv" – om undersøgende samtaler i makkerpar* (s. 23-36). Københavns Professionshøjskole. https://sykl.kp.dk/wp-content/uploads/2022/11/SYKL_Antologi_webudgave.pdf (lokaliseret 17.01.2023).

Hansen, K.R., Rasmussen, K. & Schmidt, M.C.S. (2018). *Forskningsreview vedr. SYstematiseret KLassekammerathjælp.* Københavns Professionshøjskole. https://sykl.kp.dk/wp-content/uploads/2021/01/Forskningsreview-Kenneth.Klaus_.MariaC-til-hjemmesiden.pdf (lokaliseret 20.9.2022).

Hetherington, L., Hardman, M., Noakes, J. & Wegerif, R. (2018). Making the Case for a Material-Dialogic Approach to Science Education. *Studies in Science Education*, *54(2)*, s. 141-176.

Howe, C., Tolmie, A., Duchak-Tanner, V. & Rattray, C. (2000). Hypothesis Testing in Science: Group Consensus and the Acquisition of Conceptual and Procedural Knowledge. Learning and Instruction, 10*(4)*, s. 361-391.

Jordan B. & Henderson, A. (1995). Interaction Analysis: Foundation and Practice. *The Journal of the Learning Sciences*, *4(l)*, s. 39-103.

Juelskjær, M. (2019). *At tænke med agential realisme*. Nyt fra Samfundsvidenskaberne.

Knain, E., Bjønness, B. & Kolstø, S.D. (2011). Rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter. I: S.D. Kolstø & E. Knain (red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 70-102). Universitetsforlaget.

Lehesvuori, S., Ramnarain, U. & Viiri, J. (2018). Challenging Transmission Modes of Teaching in Science Classrooms: Enhancing Learner-Centredness through Dialogicity. *Research in Science Education*, *48(5)*, s. 1049-1069.

Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. & Sams, C. (2004). Reasoning as a Scientist: Ways of Helping Children to Use Language to Learn Science. *British Educational Research Journal*, *30(3)*, s. 359-377.

Mercer, N. (2010). The Analysis of Classroom Talk. Methods and Methodologies. *British Journal of Educational Psychology*, *80(1)*, s. 1-14.

Mortensen, K. & Wagner, J. (2018). Videoanalyse og samtaleanalyse (CA). I: M. Kjær & J. Davidsen (red.), *Videoanalyse af social interaktion* (s. 115-150). København: Samfundslitteratur.

Nielsen, M.F. & Nielsen, S.B. (2005). *Samtaleanalyse*. København: Samfundslitteratur.

Rasmussen, K. & Schmidt, M.C.S. (2022). Together in Adidactic Situations: Student Dialogue during Reciprocal Peer Tutoring in Mathematics. *International Journal of Educational Research Open*, *3*, s. 1-8.

Rasmussen, K., Schmidt, M.C.S., Skov, S., Spring, H. & Tonnesen, P. (2021). Samtalen tæller – systematiseret klassekammerathjælp i matematik. *MONA, 2021(3)*, s. 27-47.

Rohrbeck, C.A., Ginsburg-Block, M.D., Fantuzzo, J.W. & Miller, T.R. (2003). Peer-Assisted Learning Interventions with Elementary School Students: A Meta-Analytic Review. *Journal of Educational Psychology*, *95*, s. 240-257.

Scantlebury, K. & Milne, C. (2019). Introduction: Bringing Matter into Science Education. I: K. Scantlebury & C. Milne (red.), *Material Practice and Materiality: Too Long Ignored in Science Education* (s. 1-5). Cultural Studies of Science Education, 18. Cham: Springer.

Storm-Andersen, M. & Andersen, M.F. (2022). Undersøgende samtaler i makkerpar – om SYKL i teori og praksis i matematik og natur/teknologi. I: M.C.S. Schmidt & S. Thygesen (red.), *"Når jeg hjælper andre, kan jeg bedre forstå det selv" – om undersøgende samtaler i makkerpar* (s. 11-22). Københavns Professionshøjskole. https://sykl.kp.dk/wp-content/uploads/2022/11/SYKL_Antologi_webudgave.pdf (lokaliseret 17.01.2023).

Thurston, A. et al. (2007). Peer Learning in Primary School Science: Theoretical Perspectives and Implications for Classroom Practice. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, *5(13)*, s. 477-496.

Ulvseth, H. & Tiftikci, N. (2022). Når SYKL virker engagerende – set fra et elevperspektiv. I: M.C.S. Schmidt & S. Thygesen (red.), *"Når jeg hjælper andre, kan jeg bedre forstå det selv" – om undersøgende samtaler i makkerpar* (s. 49-58). Københavns Professionshøjskole. https://sykl.kp.dk/wp-content/uploads/2022/11/SYKL_Antologi_webudgave.pdf (lokaliseret 17.01.2023).

Vygotsky, L.S. (2018). *Tænkning og sprog*. København: Akademisk Forlag.

English abstract

Systematized Reciprocal Peer Tutoring (SYKL) is a dialogue- and inquiry-based teaching strategy. This paper presents some of the results from a three-year research project evaluating SYKL in science. The analysis is based on videorecorded peer dialogues and explores how students use artefacts and gestures as resources in the interaction. We see how artefacts and gestures 1) help students to focus, 2) support haptic perception, 3) mediate content, and 4) support turn-taking. The article concludes by suggesting that materiality is highlighted as a key aspect of teaching strategies like SYKL.

Kønnede narrativer i engineering-undervisning

Tekla Canger, Københavns Professionshøjskole

Lise Aagaard Kaas, Københavns Professionshøjskole

Abstract: *Gennem en empirisk analyse undersøger vi hvordan kulturelle kønsnarrativer sætter sig igennem i engineering-undervisning i grundskolen, og hvorvidt didaktikken kan bidrage til at skabe deltagelsesmuligheder i naturfagsundervisningen for elever med forskellige køn. Vi konkluderer at det kulturelle narrativ om at drenge er bedre til naturfag, står i vejen for pigernes faglige selvtillid. Det resulterer i at præsentationssituationer ofte opleves som udfordrende for pigerne, til trods for at deres arbejdsproces vidner om systematik og faglig dygtighed. Drengene arbejder mindre systematisk og ser umiddelbart ud til at slå sig mindre på præsentationskravet og reproducerer hermed kønnede narrativer om drenge i naturfag.*

Indledning

Engineering har over de sidste fem-ti år gjort sit indtog i grundskolen som et bidrag der skal understøtte en anvendelsesorienteret og teknologisk tilgang der virker motiverende og understøtter elevernes faglige udbytte af undervisningen (Sillasen et al., 2018). Argumenterne er bl.a. at eleverne skal kunne forstå og forholde sig til teknologi som fænomen i samfundet, at engineering-undervisningens anderledes tilgang skaber motivation og engagement, hvilket på lang sigt kan føre til øget rekruttering til naturvidenskabelige uddannelser og jobs, samt at engineering bidrager til at styrke en række faguafhængige kompetencer (Sillasen et al., 2018).

Med disse argumenter i hånden er der udviklet en række didaktikker, uddannelsesforløb og læremidler, men spørgsmålet er om engineering virker motiverende for *alle* elever? Det er fx ikke dokumenteret tilstrækkeligt at engineering egentlig gør en forskel i forhold til at inkludere en mangfoldighed af elever, og det er heller ikke dokumenteret at engineering skaber lige deltagelsesmuligheder for elever med drengekøn og pigekøn. Ifølge Sillasen et al. (2018) er der muligvis tale om en tilgang der bidrager til at øge afstanden mellem drenges og pigers præstation i undervisningen. De fremhæver en række studier der netop peger på en kønslig bias til drengenes fordel.

Men samtidig refererer de til studier der søger at påvise at engineering kan bruges til at engagere piger i naturfagsundervisningen, med henvisning til engineering-undervisningens kollaborative og sociale karakter (Sillasen et al., 2018).

I denne artikel undersøger vi hvordan kulturelle kønsnarrativer sætter sig igennem i engineering-undervisning i grundskolen, og hvorvidt didaktikken kan bidrage til at skabe deltagelsesmuligheder i naturfagsundervisningen for elever med forskellige køn?

Artiklen tager udgangspunkt i et projekt støttet af Villum Fonden (Kønsbevidst naturfagsundervisning), hvis formål er at styrke lærernes bevidsthed om brugen af stereotyper i både sprog og handlinger samt at styrke lærernes handlekompetence ved at vise at engineering-didaktikken og dens mulighed for variation og differentiering mindsker kønsstereotypisering i naturfagsundervisning. Med andre ord er der tale om et ønske om at kvalificere undervisningen så køn kommer til at spille en mere fremtrædende rolle i lærernes bevidsthed når de rammesætter, understøtter og faciliterer engineering-processer i grundskolen – delvist med udgangspunkt i en antagelse om at engineering som didaktik og metode kan bidrage til at skabe bedre og bredere deltagelsesmuligheder for særligt elever med pigekøn.

Artiklens empiriske grundlag

Udgangspunktet for de analyser som vi præsenterer i artiklen, er et observationsstudie der er gennemført i forbindelse med projektet i foråret 2022. Studiet består af observationer af fem engineering-forløb på to forskellige skoler på fem forskellige klassetrin fordelt på både indskoling, mellemtrin og udskoling. Nogle forløb var ganske korte (to-fire lektioner), mens andre forløb over flere dage. Fælles for alle forløbene var at de blev varetaget af efteruddannede engineering-lærere. Vores observationer tog afsæt i en teoretisk viden om at kønnede kulturelle narrativer i al undervisning influerer på lærerens forventninger til eleverne, ligesom kulturelle narrativer sætter sig igennem i elevernes indbyrdes interaktioner og kønnede adfærd (Andreasen, 2007). Fokus for observationerne var hvordan disse narrativer sætter sig igennem i engineering-undervisningen på forskellige klassetrin hvor eleverne skal arbejde undersøgende og eksperimenterende med afsæt i faglige begreber og teori fra naturfagene. Med afsæt i de første mere eksplorative observationer og i de forskellige delprocesser som er kendetegnende for engineering-didaktikken, besluttede vi at fokusere vores iagttagelser på fire temaer som fremstod som centrale i den praktiske udmøntning af didaktikken. De fire temaer har vi kaldt:

- Rum, artefakter og materialitet
- Rollefordeling og gruppedannelse
- Sprog og forventninger
- Proces og præsentation.

En væsentlig udfordring i arbejdet med at producere empiri har været hvordan det overhovedet er muligt at iagttage kønnede praksisser i undervisningen, fordi det netop er et allestedsnærværende fænomen. Hvad kan kategoriseres som kønnede praksisser? Hvilken betydning har det at vi kigger på henholdsvis drenges og pigers måder at deltage i undervisningen på? Og hvordan influerer kønnede narrativer på vores iagttagelser og tolkninger af forskellige hændelser i undervisningen? En tilsvarende udfordring beskrives af Lis Højgaard (Højgaard, 2010) der beskæftiger sig med interview som forskningsmetode. Hun understreger empiriproduktion som en dialektisk proces hvor viden produceres i et samspil mellem interviewer og interviewperson. Til forskel fra Højgaard har vi ikke været i direkte dialog med elever og lærere mens vi har observeret, og i den forstand har vores forskersubjektivitet muligvis været styrende for hvad vi har fået øje på. Dog har vi – i vores forskningsdesign – indtænkt et medforskningsperspektiv gennem løbende samtaler med de involverede lærere, hvor vores observationer er blevet gjort til genstand for refleksion og forhandling. Disse samtaler har bidraget til at kvalificere analysen ved at vores "fremmede blik" er blevet udfordret af en praksisforståelse og vice versa.

Kulturelle narrativer om køn

At arbejde med narrativer betyder traditionelt set at man arbejder med forholdet mellem den subjektivt meningsfulde fortælling og de kulturelle fortællinger som disse subjektivt forankrede fortællinger skriver sig ind i; det handler om at forstå dialektikken mellem den personlige fortælling og en række samfundsfortællinger. En sådan tilgang indebærer at man forholder sig til hvordan den enkelte forstår sig selv gennem fortællingen, og hvordan samfundsmæssige institutioner bliver medieret eller spejlet gennem denne forståelse (Frykman & Gilje, 2003). Men hvis man beskæftiger sig med kulturelle narrativer i en bredere forstand, kan man udvide den subjektivt erfarede fortælling til også at omfatte hvordan forholdemåder og adfærd i praksis kan forstås som måder hvorpå kulturelle narrativer former – ikke blot vores selvfortælling – men også vores handlinger. Ifølge Marianne Horsdal handler det om at "hvad der er forståeligt og plausibelt i en given kultur afhænger af det narrative repertoire af instruktioner og normer, der er tilgængelige." (Horsdal, 2015: 318). En sådan forståelse forudsætter at vi forstår narrativer som andet og mere end den fortalte fortælling; at et narrativ også kan komme til udtryk som en særlig måde at "gøre"

menneske på. Bettina Dausien kobler en narrativ forståelse med det hun kalder "doing gender"-tilgangen, og viser hvordan det at gøre køn indebærer en forståelse af at "samfundsmedlemmer dagligt producerer og reproducerer deres hverdagsverden(er) og dermed også etablerer, bekræfter og forandrer de sociale institutioner, som for eksempel kønsordnen." (Dausien, 2005: 222). Med andre ord kan vores produktion og reproduktion af hverdagsverdener og hverdagshandlinger også forstås som måder at leve op til – og i visse tilfælde forandre – de kulturelle narrativer om fx køn på. Derudover understreger hun at i den hverdagslige handlen træder "doing gender"-processer oftest kun frem for bevidstheden når der sættes spørgsmålstegn ved måder at gøre køn på – når fx en persons bestemte adfærdsmønstre ikke er i samklang med de kønstypiske forventningsstrukturer som er dominerende i livsverdenen (Dausien, 2005: 222). Vores optagethed er at få øje på hvordan kulturelle narrativer om køn også slår igennem i de sammenhænge hvor de ikke umiddelbart træder frem for bevidstheden, og hvor der *ikke* er tale om et brud på normalforventninger.

Kulturelle narrativer kan forstås som:

> "et agglomerat af fortællinger, forestillinger, betydninger, repræsentationer, arketyper, holdninger og arkivbilleder der eksisterer i en bestemt kultur og omhandler bestemte grupper som fx kvinder, muslimer, homoseksuelle eller ældre" (Laceulle, 2018: 64-65, egen oversættelse).

Her fremgår det at narrativer ikke udelukkende forstås som fortællinger i traditionel forstand, men også involverer meningsbærende og meningsskabende forståelser af normalitet.

Laceulle beskriver ligesom Dausien hvordan kulturelle narrativer ofte arbejder bag om ryggen på os, og hvordan det kan være svært at få øje på hvilken indflydelse disse narrativer har på vores opfattelse af passende og upassende adfærd, og hvordan de former og styrer vores verdenssyn. Laceulle skriver:

> "Fra tidlig barndom og igennem livet konfronteres vi løbende med implicitte og eksplicitte kulturelle narrativer om forskellige aspekter af vores verden [...] disse kulturelle narrativer retningsgiver vores blikke og opfattelser, informerer vores valg og vurderinger og påvirker hvilke sociale roller som er – og ikke er – tilgængelige for os. De påvirker hvordan vi tænker og handler i bestemte situationer" (Laceulle, 2018: 65, egen oversættelse).

I en analyse af didaktiske praksisser undersøger vi hvordan kulturelle narrativer om køn og kulturelle narrativer om *køn og fag* udspiller sig og får betydning for hvordan elever og lærere handler, agerer og forholder sig til hinanden i engineering-undervisningen hvor naturfagets indholdsområder samt praktiske og eksperimenterende tilgange er i fokus.

Køn og STEM

I et notat udviklet af Villum Fonden (Villum Fonden, 2020) peges der på at fx lærere, didaktik og undervisningsmiljø har betydning for hvorvidt piger udvikler interesse for de naturvidenskabelige fag. Og i et review fra 2019 peger Sultan et al. på at piger generelt er mindre interesserede i teknologiundervisning, og at flere af studierne peger på kulturelle faktorer som årsag til pigernes manglende interesse (Sultan et al., 2019b).

Flere forskningsprojekter viser hvordan fysikundervisningen på universiteterne gennem kultur producerer særlige forståelser af kvindelige studerende, og hvordan kønnede positioneringsmuligheder får betydning for de kvindelige studerendes deltagelse og for måder at forstå sig selv som fysikere på (Hasse, 2002; Danielsson, 2009).

I rapporten "Flere piger med science kapital og STEM-interesse" (Groes, 2020) peges der på en række narrativer der står i vejen for at piger fastholder deres interesse for naturfag. De fremhæver særligt tre narrativer der går igen i undersøgelsen: 1) at drenge har en iboende interesse for naturfag, 2) at piger har en struktureret tilgang til naturfag, mens drenge har en undersøgende tilgang, og 3) at piger gerne vil, kan lide og er gode til at arbejde med mennesker (Groes, 2020). Forfatterne konkluderer på den baggrund at konsekvensen bliver at drenge får mere positiv opmærksomhed i naturfag end piger, at piger ikke anerkendes for den strukturerede tilgang til naturfaget, og at piger guides til stereotype kvindefag og dermed overser mulighederne i naturfagene (Groes, 2020). Det er vigtigt at understrege at der her er tale om narrativer – opfattelser eller forståelser af henholdsvis drenges og pigers tilgang til naturfag.

Tilsvarende viser Sultan et al. i et studie der undersøger årsager til pigers manglende interesse for teknologi, at skønt de observerede piger ikke nødvendigvis var klar over det, bekræftede de i høj grad stereotype fortællinger om piger og teknologi ved at påtage sig en social identitet der bestod i ikke at være teknisk kompetente (Sultan et al., 2019a).

Ovenstående undersøgelser vidner om at årsagerne til børn og unges faglige optagethed ikke kun kan forklares ud fra interesse, men også må forstås i relation til skole- og undervisningskulturen og de forventninger som lærere og andre voksne omkring dem har til dem.

I forhold til engineering peger forskellige undersøgelser og evalueringer på at der er tale om en didaktik der viser et stort potentiale for at differentiere undervisningen og for at inkludere en mangfoldighed af elever, hvilket potentielt fremmer flere elevers interesse i og positive tilgang til STEM (Lie et al., 2019; Cunningham, 2018). Det understreges også at engineering kan være en vej til at inddrage elever der typisk fravælger naturfag, herunder elever med pigekøn. Et tilsvarende mønster ser vi når vi kigger mod andre didaktikker der har elevinddragelse og en høj grad af medbestemmelse i fokus (fx projektarbejdet i udskolingen). Men det vi også ved, er at der kan være en risiko ved at lade didaktikken eller metodikken være det bærende princip i

ambitionen om at inkludere flere elever i undervisningen – for hvis ikke didaktikken understøttes af en tilgang der fx har køn for øje, kan der være en risiko for at kønnede positioneringer og reproduktion af kønnede narrativer fastholdes og reproduceres.

I et review fra 2022 skelner Staunæs et al. mellem tre tilgange til køn og naturfag: en kønsblind/kønsneutral tilgang, en kønsbevidst/kønsinklusiv tilgang og en kønsklog/kønsresponsiv tilgang. Hvor man i den kønsblinde tilgang ikke umiddelbart tillægger køn betydning i undervisningen, adskiller den kønsbevidste og den kønskloge tilgang sig ved at have en rettethed mod køn. Den kønskloge tilgang er ydermere karakteriseret ved at være responsiv og involverer dermed en grundlæggende nytænkning af skolens undervisning på måder hvor kønsnormer, fordomme og bias udfordres og imødegås (Staunæs et al., 2022).

Analyse

I den følgende analyse undersøger vi hvilke kønnede narrativer der er på spil i engineering-undervisningen, og hvordan de får indflydelse på elevernes og lærernes tilgang til undervisningen. Køn skal i den sammenhæng forstås som den sociale og kulturelle produktion af kønnet adfærd og kønnede udtryk. Med inspiration fra Judith Butler (Butler, 1990) kan køn anskues som en performativitet: noget man gør, snarere end noget man har. Hvis vi følger Butlers tanker, eksisterer det sociale og kulturelle køn ikke før det "gøres", før det bliver til gennem kommunikativ praksis, gennem sprog (Butler, 1990). Men når vi, med Butlers ord, performer køn, gør vi det ikke frit, vi performer altid ud fra et script (eller flere), og det script definerer hvad der er passende og upassende eller normalt og unormalt. Scriptet gør særlige kønnede positioner tilgængelige – men udelukker også andre positioner. Ikke desto mindre omtaler vi løbende i artiklen elever der gør henholdsvis pige og dreng, som "drenge" og "piger". Dette gøres både for at lette læsningen og fordi vi refererer til deres ved fødslen tildelte køn, men vores forståelse af køn som performativt består.

Analysestrategi

I vores analyse har vi udvalgt konkrete situationer hvor køn træder særlig tydeligt frem som kategorier der ser ud til at få betydning for elevernes deltagelse i undervisningen.

Analyserne er fremkommet igennem en abduktiv proces (Tavory & Timmermans, 2014) hvor teori om produktion af køn, forskellige undersøgelser der peger på kønnede konstruktioner i undervisningen, og udvalgte observationer indgår i et dialektisk samspil med hinanden. Samtidig forbinder analysen sig også til den konkrete praksis der udspiller sig når lærerens udmøntning af didaktikken, kulturen i klassen og elevernes indbyrdes relationer indgår i et komplekst samspil.

Vores intention har været at forstå hvordan køn konkret sætter sig igennem i engineering-undervisning, og diskutere didaktikkens potentiale til at skabe nye kønnede deltagelsesmuligheder for eleverne. De valgte empiriske eksempler skal forstås som eksemplariske fordi de afspejler nogle tendenser som også kan identificeres i anden kønsforskning. Men samtidig er de også eksemplariske for den øvrige praksis som vi har observeret, og de illustrerer situationer hvor kønnet praksis træder tydeligt frem.

Kønnede narrativer sætter spor i den praktiske tilgang

Engineering beskrives som en didaktik der handler om at indkredse problemer, arbejde med designprocesser og udvikle løsninger hvor den praktiske dimension er i fokus – det handler om "praktiske løsninger på praktiske problemer" (Sillasen et al., 2017). Eleverne skal med andre ord arbejde konkret og demonstrere at deres idéer bidrager til løsning af et problem. "Det er integrationen af praktiske, konstruktive og optimerende elementer, som får engineering til at adskille sig fra anden undersøgelsesbaseret undervisning" (Auner et al., 2018). Men spørgsmålet er hvilken rolle den praktiske tilgang spiller for forskellige elevers forholdemåder til og muligheder for at deltage i undervisningen. Et udbredt kulturelt narrativ beskriver drenge som nogle der særligt motiveres af fysisk aktivitet, konkurrence og praktiske tilgange til undervisningen (se bl.a. Egelund, 2013; Groes, 2020). I 5. klasse bliver eleverne introduceret til et forløb der samtænker natur/teknologi med håndværk/design. Intentionen er at eleverne skal blive opmærksomme på overvintrende fugles levevilkår og de farer og risici de udsættes for i den danske natur. På den baggrund skal de bygge en foderstation der tager højde for disse farer og risici. Her ser vi eksempler på en undervisning hvor værktøj og materialevalg får betydning for lærerens forventninger til eleverne og elevernes tilgang til undervisningen:

> "Anita spørger om ikke læreren vil save for hende. Det vil han ikke. Senere kommer hun tilbage og viser stolt læreren sine plader. Han spørger til hvordan hun har fået savet dem, og hun fortæller at det er Jens Christian (sløjdlæreren) der har savet dem for hende på stiksaven. Lidt senere skal samme gruppe skrue skruer i. Læreren demonstrer hvordan man skruer. Anita forsøger et par gange selv, men bitten glider i kærven så hun giver op. Martina (en anden elev med pigekøn) overtager, men lykkes heller ikke. Læreren overtager og færdiggør skruearbejdet. Til slut skal de skrue en pæl på et kryds, og da bitten falder ud af deres skruemaskine, får de en af drengene til at hjælpe med skruearbejdet". (Observation i 5. klasse)

Den valgte observation eksemplificerer at nogle af pigerne er tilbageholdende med at give sig i kast med træ, hammer og skruetrækker. I stedet søger de hjælp hos den mandlige lærer og andre elever af drengekøn som villigt hjælper dem ved at overtage

arbejdet for dem. Pigernes tilgang til arbejdet og den hjælp de får fra den mandlige lærer og klassekammeraten, kan forstås som udtryk for hvordan et kulturelt narrativ om piger som nogle der hverken kan eller interesserer sig for håndværk og værktøj, sætter sig igennem (Bundsgaard et al., 2014; Andersen & Smith, 2021). Eksemplet kan også være udtryk for pigernes manglende erfaring med værktøj og redskaber, men også den manglende erfaring kan tolkes som udtryk for et snævert kønnet narrativ. Ved at save træet for pigerne forstærkes det kulturelle narrativ om at piger er dårlige til at håndtere værktøj. I sidste ende bekræftes det kønnede narrativ igennem lærerens og de mandlige klassekammeraters forventninger til pigerne. En konsekvens bliver at pigerne fastholdes i en oplevelse af ikke at kunne håndtere værktøj, hvilket samtidig bidrager til en generel manglende tiltro til egne evner i engineering-undervisningen. Samme konsekvenser peges der på i forskellige undersøgelser af undervisningen i skolen. Andersen & Smith peger bl.a. på hvordan kønsstereotype forestillinger sætter sig spor i elevernes faglige selvforståelse i matematikundervisningen (Andersen & Smith, 2022).

At tolke eksemplet ud fra forestillinger om det stereotypt maskuline og feminine er ikke det samme som at tillægge pigerne i gruppen en egentlig kønnet bevidsthed – det er ikke noget de gør fordi de "ved" at de er piger, og dem de søger hjælp hos, er henholdsvis mænd og drenge. En tolkning er at der er tale om en bag-om-ryggen-tillært forestilling om at træarbejde forudsætter maskuline færdigheder i form af fysisk styrke og tekniske færdigheder til at håndtere værktøj. Det interessante her er altså ikke at pigerne anvender en bevidst strategi når de beder om hjælp – det interessante er at de via de kønnede narrativer positioneres og positionerer sig selv som nogle der "ikke kan", og samtidig positionerer de den mandlige lærer og deres mandlige klassekammerater som nogle "der kan". Med andre ord ser vi her at særlige uudtalte forventninger til henholdsvis det maskuline og det feminine producerer særlige strategier for at kunne mestre og samtidig bidrage til at reproducere de eksisterende kønsnarrativer. Og vi ser begyndelsen på det der senere udvikler sig som en egentlig kønnet elevkultur som mere tydeligt kommer til udtryk i udskolingen.

Idéen om praktiske tilgange til undervisning rummer i princippet et potentiale for at virke meningsfuld og motiverende for drenge såvel som piger. Men hvis ikke lærerne er meget bevidste om at piger såvel som drenge skal have oplevelser af mestring og tilegne sig de fornødne færdigheder, kan en praksisorienteret undervisning meget let bidrage til at reproducere narrativet om at drenge er bedre til både engineering og håndtering af værktøj end piger. Tilsvarende kunne en praksisorienteret tilgang til undervisningen også have potentiale for det modsatte, nemlig et opgør med forestillingen om at drenge er bedre til engineering end piger. Men det forudsætter at der arbejdes på at udvikle en undervisningskultur der gør op med de kønnede narrativer og udfordrer både drenge og pigers forestillinger om hvad de selv kan. Og det forudsætter

lærere der arbejder kønsbevidst med at udfordre egne forestillinger og forventninger til hvilke kompetencer drenge og piger har, og hvad de motiveres af i undervisningen.

Det lyder på mange måder enkelt, men kulturelle narrativer er netop karakteriseret ved at være dybt rodfæstede forestillinger der er sejlivede at forandre, og samtidig er de magtfulde fordi de former vores forestillinger om os selv og andre. Som nævnt indledningsvis eksisterer der en række narrativer om piger i naturfag som strukturerede og ansvarlige og tilsvarende narrativer om drenge som risikovillige og eksperimenterede (Groes, 2020). Umiddelbart kunne man være tilbøjelig til at pege på at disse narrativer er en meget rammende beskrivelse af hvordan eleverne arbejder i engineering-undervisningen. Men samtidig vil det betyde at vi kommer til at overse de drenge der faktisk arbejder ret struktureret, og de piger der arbejder undersøgende og eksperimenterende. Sådanne dikotomiske forståelser af drenge og piger bliver nemlig formende for hvad vi som iagttagere får øje på, og det indebærer at de ressourcer vi beskriver som karakteristiske for det ene køn, fører til et ressourcefravær hos det andet køn: Hvis piger er ansvarlige, så er drenge det modsatte (Canger, 2018). Derudover spejler en sådan dikotomisk forståelse ikke altid virkeligheden i skolen, hvor nogle piger arbejder vældig eksperimenterende og nogle drenge meget systematisk i engineering-undervisningen. Men narrativerne er magtfulde fordi de som beskrevet virker bag om ryggen på såvel elever som lærere og dermed også spejler sig i elevernes forventninger til sig selv og hinanden såvel som i lærernes forventninger til eleverne.

Procesorientering – præsentationsorientering – et spørgsmål om køn?

Engineering-undervisning er struktureret efter en række delprocesser hvor idégenerering, konkretisering, undersøgelse, konstruktion og forbedring er de mest centrale. Alligevel ser produktkravet i form af en prototype samt præsentationsprocessen ud til at fylde en hel del for særligt de ældste elever.

I 7. klasse, hvor to piger arbejder sammen om en prototype der kan producere rent drikkevand, ser vi et eksempel på at produktet såvel som pigernes selvforståelse spiller en afgørende rolle for elevernes oplevelse af mestring. Pigerne har gentagne gange spurgt om hjælp undervejs i processen, men læreren presser dem til at arbejde mere selvstændigt med stoffet, med det resultat at pigerne stik mod egne forventninger oplever at de lykkes med deres projekt. Da pigerne stolt viser deres prototype frem for læreren, roser hun dem, hvorpå pigerne svarer: "Du plejer ellers aldrig rose os". Men læreren svarer, at det ikke passer. "Jeg prøver bare at lære jer at I godt kan. Vil I ikke godt huske at jeg netop har lært jer at I godt kan selv?" Fra andre undersøgelser (Bundsgaard et al., 2019; Sultan et al., 2019a) ser vi tilsvarende eksempler på hvordan det feminine udtrykkes som opgivenhed over for teknik. I eksemplet med Anita viste vi hvordan pigerne brugte drengene til at overkomme vanskelighederne med teknikken. Men i denne situation er der ikke en dreng at vende sig mod, og ønsket om at konstru-

ere noget der virker, overvinder frygten for at fejle. Frygten for at fejle lader til at være (delvist) kønnet. Hutters et al. (2013) peger i deres analyse af præstationsforventninger på ungdomsuddannelserne bl.a. på at piger indtager en mere tilbagetrukket position i præstationssammenhænge, og at deres henvendelser til lærerne snarere er knyttet til en angst for at fejle end knyttet til et fagligt engagement.

Det er et gennemgående træk i vores observationer at flere elever udtrykker bekymring for den del der handler om at stille sig frem og præsentere prototyper. Det er overvejende pigerne der spørger ind til fremlæggelserne: Hvordan skal de foregå? Hvad skal de præsentere? Hvad forventes der? Er deres arbejde godt nok? Og det kommer særligt til udtryk i vores observationer fra udskolingen hvor der generelt er mere fokus på præsentationer (og præstationer), og hvor eleverne i høj grad er kulturaliseret og socialiseret ind i nogle særlige forståelser af hvad det vil sige at være "en rigtig dreng" og "en rigtig pige" (Børns Vilkår, 2020; Børns Vilkår, 2022).

En gruppe i 8. klasse bestående af tre drenge og en pige bekymrer sig ikke på samme måde om præsentationerne, men der tegner sig alligevel et lignende mønster.

> "Gruppen har under stærk ledelse af Minna arbejdet koncentreret med at udvikle en prototype der består af et fodboldspil på en papbund med spillere af grillspyd og bolde af papirkugler. Eller det vil sige at Minna har arbejdet fokuseret, mens drengene har taget sig nogle småpauser undervejs og ellers har løst de opgaver som Minna har fordelt mellem dem. Da det bliver gruppens tur til at præsentere prototypen, træder drengene stolte frem i klassen og fortæller om deres spil, mens Minna står tavs i baggrunden. Læreren roser dem for deres arbejde, og de drøfter hvordan prototypen kan forbedres". (Observation i 8. klasse)

I modsætning til pigegruppen, hvor usikkerheden træder tydeligt frem i præsentationen, opleves drengenes præsentation hverken som værende præget af usikkerhed eller manglende tillid til egne evner. Her er det dog værd at være opmærksom på at den selvtillid der umiddelbart karakteriserer drengenes tilgang til præsentationerne, muligvis også hænger sammen med det kønnede narrativ der går på at drenge også forventes at kunne stå imod præstationspresset, mens det for piger er mere legitimt at udtrykke deres frygt og usikkerhed (Børns vilkår, 2020). Carolyn Jackson et al. peger i en engelsk kontekst på det de kalder *the effortless achievement* (Jackson et al., 2015). I deres forskning bliver det tydeligt hvordan evnen til at være klog uden at arbejde for det er et resultat af identitetspositioner. De peger på hvordan både køn, klasse og etnicitet har betydning for hvorvidt man lykkes med at "præstere uden at arbejde", mens vi i nærværende rapport overvejende er optaget af hvorvidt særlige kønnede positioner har betydning for elevernes mulighed for at præstere omkostningsfrit.

De kulturelle forestillinger om hvad det vil sige at være "en rigtig dreng" og "en

rigtig pige", fordrer med andre ord at drengene forventes at kunne honorere præsentationskravet, mens det for piger er mere legitimt (eller næsten forventeligt) at træde tilbage og lade drengene komme til. Gruppens arbejdsproces har imidlertid været karakteriseret ved at Minna har ledet gruppens arbejde og arbejdet vedholdende med at udvikle den prototype der skal præsenteres. Men det afspejles ikke i præsentationssituationen – her er det tværtimod drengene der fremstår som repræsentanter for det gode arbejde. Den kønnede arbejdsdeling ser vi på tilsvarende vis udspille sig på ungdomsuddannelserne, hvor pigerne sædvanligvis påtager sig rollen som dem der organiserer gruppens arbejde, mens drengene påtager sig rollen som chefforhandlere med ansvar for at præsentere gruppens arbejde (Hutters et al., 2013: 62). Når rollefordelingen ikke skaber problemer for gruppen, handler det således om at både Minna og de tre drenge indtager velkendte positioner, hvor pigen gelinde leder og fordeler arbejdet uden at udfordre deres maskuline positioner. Og det handler om hvordan kulturelle narrativer også skaber en hegemonisk forståelse af hvad der er normalt og accepteret (Connell, 1995). Men spørgsmålet er hvorvidt denne tolerance og rummelighed i sidste ende bliver en hæmsko for drengene der tilsyneladende bidrager mindre og derfor potentielt også får et ringere udbytte af undervisningen – til trods for at de i sidste ende er dem der stiller sig frem og præsenterer gruppens projekt foran klassen, og dermed også er dem der høster ros og anerkendelse for gruppens arbejde.

I de observerede forløb er det karakteristisk at procesorienteringen synes at glide i baggrunden når elevernes prototyper skal præsenteres. I stedet kommer produktet (eller prototypen) til at spille en langt større rolle end de faglige drøftelser og undersøgelser som eleverne har arbejdet med undervejs. Når præsentationselementet overskygger procesorienteringen, betyder det at en del piger trækker sig og dermed ikke bliver anerkendt for deres arbejde med processen. Tilsvarende betyder det at de drenge der fulde af selvtillid stiller sig frem i præsentationen, indtager en privilegeret position og erfarer at vejen til succes handler mere om modet til at præsentere et overbevisende produkt end det handler om en systematisk og vedholdende arbejdsproces. Med andre ord sætter kønsuligheden sig igennem når procesorienteringen glider i baggrunden til fordel for præsentationselementet.

Når præsentationskravet fylder så meget for eleverne, handler det om at det er her hvor elevernes arbejde gøres til genstand for vurdering; der er altså noget på spil for eleverne, trods en intention om at det egentlig er de undersøgende og eksperimenterede delprocesser der er de centrale i engineering-didaktikken. Og måske er der mere på spil for nogle end for andre. I hvert fald er der en hel del piger der tilsyneladende er utrygge ved at skulle præsentere deres arbejde. Præsentationen forudsætter nemlig tiltro til egne evner og erfaringer med at være i stand til at mestre sådanne situationer hvor man stiller sit produkt og sig selv frem til åbent skue foran lærere og kammerater. Som det indledende eksempel med de to piger der skal udvikle en prototype der kan

rense vandet, illustrerer, spiller læreren en afgørende rolle i at støtte og styrke elevernes tiltro til egne evner, så særligt pigerne får modet til at præsentere deres arbejde. Men elevernes deltagelse i præsentationsfaserne handler ikke blot om faglig selvtillid, det forbinder sig også til en kønnet norm om at drenge forventes at kunne modstå presset, mens piger mere legitimt kan dele deres følelser af ubehag (Børns vilkår, 2022; Børns Vilkår, 2020). Med andre ord bidrager de kønnede narrativer også til at sætte scenen for hvordan drenge og piger kan gebærde sig i en præsentationssituation hvis ikke de vil falde uden for samfundets kønsnormer. Også i den sammenhæng bliver lærerens rolle i at stilladsere elevernes arbejdsproces af afgørende betydning hvis de kulturelle narrativer skal udfordres i engineering-undervisningen.

Diskussion – kønnede narrativer og engineering-didaktik

I studiet så vi en tendens til at pigerne var tilbageholdende og usikre i de sammenhænge hvor det handlede om teknisk kunnen, håndtering af værktøj og deltagelse i præsentationsprocessen. Man kan argumentere for at narrativet om at piger ikke er lige så dygtige til naturfag som drenge, også smitter af på deres positioner i engineering-undervisning, til trods for at der i vores materiale ikke var tegn på at pigerne arbejdede mindre kvalificeret, systematisk eller vedholdende med det faglige indhold. Derudover påvirker det kulturelle narrativ om drenges naturfaglige, tekniske og præstationsorienterede kompetencer pigernes mod til at fejle og arbejde eksperimenterende. Pigernes oplevelser af faglig usikkerhed kommer til udtryk gennem et behov for at mestre opgaverne, og det virker kontraproduktivt i forhold til at turde at fejle i en undervisning hvor præsentationer af prototyper signalerer forventninger om at kunne præstere og løse konkrete problemstillinger.

For drengene ser det modsatte ud til at gøre sig gældende. De arbejder mindre systematisk og vedholdende. De bliver draget af værktøj og materialer som de tydeligt bliver motiveret af og kaster sig over uden nødvendigvis at have blik for den problemstilling de forventes at undersøge og eksperimentere med. Drengene lader ikke til på samme måde at være mærket af det præstationspres som præsentationen af prototypen potentielt kunne skabe, og de stiller sig modigt frem foran resten af klassen for at præsentere deres prototyper. Det kan hænge sammen med et kulturelt narrativ om at drenge forventes at kunne modstå et præstationspres, mens det for piger er mere legitimt at træde i baggrunden. Til gengæld kan man sige at drengenes faglige selvtillid og de implicitte forventninger til drengenes dygtighed næsten bliver en hæmsko for drengene, der ikke i tilstrækkelig grad udfordres. Det betyder at hvor pigernes faglige usikkerhed så at sige står i vejen for deres tilgang til undervisningen, så står drenges faglige selvsikkerhed tilsvarende i vejen for at de tilegner sig den viden og de færdigheder der er intentionen med engineering-undervisningen.

Ovenstående peger altså på at kulturelle narrativer om køn og kønnet adfærd i skolen bidrager væsentligt til elevernes deltagelse og forholdemåder. Og måske også i en grad hvor disse narrativer overskygger engineering-didaktikkens velmenende intentioner om at skabe bedre og bredere deltagelsesmuligheder for flere børn. Det giver med andre ord ikke mening at tale om en didaktik der i sig selv skaber lige deltagelsesmuligheder for elever med forskellige køn. For hvis didaktikken regnes for "nok" eller forstås som inkluderende i sig selv, indebærer det den risiko at man undlader at stilladsere på måder der udfordrer de etablerede kulturelle kønsnarrativer, og dermed i princippet bidrager til øget eksklusion og etablering af kønsstereotyper. Med andre ord rummer et manglende blik på didaktikkens begrænsninger en fare for at man arbejder ud fra en kønsneutral tilgang frem for en kønsklog tilgang og dermed bidrager til at reproducere kønnede positioner i skolen.

Idéen om at engineering-didaktikken er kønsinklusiv i sig selv, tager ikke højde for de kønnede kulturelle narrativer som produceres og reproduceres i al undervisning, og ved ikke at forholde sig kritisk-refleksivt til også engineering-didaktikkens manglende blik på undervisningens sorteringsmekanismer skabes der potentielt kønsblindhed.

Konklusion – didaktikken gør det ikke alene

Gennem forskellige empiriske eksempler har vi vist hvordan kulturelle narrativer sætter deres aftryk på elevernes deltagelse og forventninger til sig selv i engineering-undervisningen, ligesom lærernes forventninger til elevernes deltagelse bliver formende for hvordan de deltager og præsterer.

ores analyser peger desuden på at de elever der indgår i vores studie, i en vis udstrækning reproducerer stereotype forståelser af køn. Det er ikke ensbetydende med at engineering-didaktikken i sig selv bidrager til at producere disse stereotyper – det betyder blot at en didaktik i sig selv ikke er nok til at forstyrre de kulturelle narrativer som gennemsyrer elevernes adfærd, præferencer og forholdemåder. Kønnede kulturelle narrativer er et allestedsnærværende fænomen – og derfor også massivt til stede i engineering-undervisningen.

Med andre ord er der behov for at også engineering-didaktikken (og de der praktiserer den) forholder sig til dens potentielle kønsblindhed. Og der er behov for at udvide didaktikken med et kønsklogt blik der har øje for de kønnede narrativer der bidrager til at forme elevernes deltagelsesmuligheder, for i sidste ende at udgøre en didaktik der kønsklogt responderer på disse narrativer og dermed bidrager til at udfordre og forandre dem.

Referencer

Andersen, I. & Smith, E. (2021). Jeg er en pige, så jeg er dårlig til matematik. *Asterisk, 98*: https://dpu.au.dk/asterisk/kommentar-98

Andersen IG and Smith E (2022) Social Contexts and Gender Disparities in Students' Competence Beliefs: The Role of Gender-Stereotypical Beliefs and Achievement Patterns in the Classroom for Students' Self-Concept in Gender-Stereotypical Subjects. Front. Educ. 7:840618.

Andreasen, K.E. (2007). *Karakter og køn – et narrativt perspektiv*. Paper præsenteret ved Past, Present, Future – From Women's Studies to Post Gender Research. Umeå, Sverige.

Auner, S., Daugbjerg, P., Nielsen, K. & Sillasen, M. (red.) (2018). *Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor*. Aarhus: VIA University College.

Bundsgaard, J., Bindslev, S., Caeli, E., Petersson, M. & Rusmann, A. (2019). *Danske elevers teknologiforståelse – resultater fra ICILS-undersøgelsen 2018*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.

Bundsgaard, J., Pettersson, M. & Puck, M. (2014). *Digitale kompetencer – it i danske skoler i et internationalt perspektiv*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.

Butler, J. (1990). *Gender Trouble*. New York: Routledge.

Børns Vilkår (2020). *Krop, køn og digital adfærd*. https://bornsvilkar.dk/wp-content/uploads/2020/06/Pres-og-stress-Krop-k%C3%B8n-og-digital-adf%C3%A6rd.pdf.

Børns Vilkår (2022). *Børn og unge kæmper for at passe ind – analyse fra Børns Vilkår*. https://bornsvilkar.dk/wp-content/uploads/2022/08/Boern_og_unge_kaemper_for_at_passe_ind_29082231.pdf.

Canger, T (2018). *Kønsbevidst pædagogik*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.

Connell, R.W. (1995). *Masculinities*. Oakland: University of California Press.

Cunningham, C. (2018). *Engineering in Elementary STEM Education*. New York: Teachers College Press.

Danielsson, A T. (2009). *Doing Physics – Doing Gender. An Exploration of Physics Students' Identity Constitution in the Context of Laboratory Work.* Acta Universitatis Upsaliensis. ACTA UNIVERSITATIS UPSALIENSIS Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology.

Dausien, B. (2005). Kønskonstruktioner og kropshistorier. I: A. Andersen, B. Dausien & K. Larsen (red.), *Livshistorisk fortælling og fortolkende socialvidenskab, s. 221-245*. Roskilde: Roskilde Universitetsforlag.

Egelund, N. (2013). En bedre skole for drenge. *Kvan, 33(97)*, s. 7-16.

Frykman, J. & Gilje, N. (2003). Being There: An Introduction. I: J. Frykman & N. Gilje (red.), *Being There: New Perspectives on Phenomenology and the Analysis of Culture*. s. 7-51. Lund: Nordic Academic Press.

Groes, L. (2020). *Flere piger med science kapital og STEM-interesse – en antropologisk analyse af sociale og kulturelle barrierer i folkeskolen, der fører til, at piger mister interessen for naturfag*. København: Is It a Bird.

Hasse, C. (2002). Kultur i bevægelse: Fra deltagerobservation til kulturanalyse – i det fysiske rum. København: Samfundslitteratur.

Horsdal, M. (2015). *At lære, at huske, at være – gensyn med fortællingen*. Værløse: Billesø & Baltzer.

Hutters, C., Nielsen, M.L. & Görlich, A. (2013). *Drenge og piger på ungdomsuddannelserne*. CeFU.

Højgaard, L. (2010). Kan man interviewe sig til viden – om køn? *Dansk Sociologi, 21(1),* s. 9-25.

Jackson, C., Dempster, S. & Pollard, L. (2015). "They Just Don't Seem to Really Care, They Just Think It's Cool to Sit There and Talk": Laddism in University Teaching-Learning Contexts. *Educational Review, 67(3)* s. 300-314.

Laceulle, H. (2018). *Aging and Self-Realization: Cultural Narratives about Later Life*. Bielefeld: Transcript Verlag.

Lie, R., Selcen Guzey, S. & Moore, T.J. (2019). Implementing Engineering in Diverse Upper Elementary and Middle School Science Classrooms: Student Learning and Attitudes. *Journal of Science Education and Technology, 28*, s. 104-117.

Sillasen, M.K., Daugbjerg, P.S. & Nielsen, K. (2017). Engineering – svaret på naturfagenes udfordringer? *MONA, 2017(2).* s. 64-82

Sillasen, M.K., Daugbjerg, P., Krogh, L.B. & Nielsen, K. (2018). *Engineering i skolen – vidensgrundlag*. Aarhus: VIA University College.

Staunæs, D. et al. (2022). *Det lovende er kønsklogt og responsivt – en kortlægning af pædagogiske og didaktiske interventioner vedr. køn i naturfag, matematik og STEM-aktiviteter i grundskolen*. Danmarks Institut for Pædagogik og Uddannelse/Aarhus Universitet.

Sultan, U., Axell, C. & Hallström, J. (2019a). What Are They Doing: Tool Use and Self-Image of Girls Aged 9 to 12 When Engaging in Technology Education. I: *PATT 37: Developing a Knowledge Economy through Technology and Engineering Education*. s. 421-430. Msida, Malta.

Sultan, U., Axell, C. & Hallström, J. (2019b). Girls' Engagement with Technology Education: A Scoping Review of the Literature. *Design and Technology Education, 24(2)*, s. 20-41.

Tavory, I. & Timmermans, S. (2014). *Abductive Analysis: Theorizing Qualitative Research*. Chicago: University of Chicago Press.

Villum Fonden (2020). *Hvorfor mister piger interessen for STEM-fag? Og hvad gør vi ved det?* https://veluxfoundations.dk/sites/default/files/baggrundsnotat-piger-og-stem.pdf.

English abstract

Through an empirical analysis this article investigates how cultural gender narratives impact engineering-education in primary and lower secondary school. And it investigates how the didactics potentially contribute (or hinder) diverse gendered participation in science education. In conclusion the article shows that cultural narratives on boys' science education performance hinder girls' academic self-confidence. It results in presentations that often seem challenging for girls despite their work process demonstrating both systematic approaches and academic aptness. The boys work in a less systematic way and seem to be less overwhelmed by presentation demands, thus reproducing the stereotypical narrative of boys in science.

Naturfagskapital hos naturfagslærere

– et teori- og metodeudviklingsstudie

Steffen Elmose, Aalborg Universitet

Abstract: *Science capital-begrebet har vist sin værdi ved at beskrive forholdet mellem elevers kulturelle og sociale baggrund og deres naturfaglige ambitioner. Den grundlæggende antagelse i nærværende undersøgelse er at naturfagslærere også skal besidde en naturfagskapital for at engagere og motivere eleverne. Artiklen foreslår en teoretisk ramme for kategorier omhandlende naturfaglig kapital tilpasset lærere. Rammen er blevet anvendt på et pilotstudie hvor et team af naturfagslærere er blevet interviewet om deres fagligt inspirerede fritidsinteresser, -aktiviteter og -inspirationer, og deres udsagn er blevet analyseret for indikationer på naturfaglig kapital. Den teoretiske ramme og tilhørende metode giver mulighed for at få adgang til de personlige og sociale baggrunde for og inspirationer til undervisning i naturfag.*

Motiverende baggrund

Begrebet science capital (i artiklen oversat til naturfagskapital eller naturfaglig kapital) er relativt nyt i en nordisk kontekst hvor litteraturreviews afslører en spirende international bevidsthed blandt naturfagsdidaktikere om det kulturelle perspektiv på elevernes interesse for naturfag. Den nye bevidsthed begrundes typisk af behovet for at forstå og udvikle mere avancerede metoder til at analysere naturfagenes faldende relevans blandt elever (Christidou, Papavlasopoulou & Giannakos, 2021; Jidesjö, Westman & Oscarsson, 2021; Ikonen et al., 2020). I Danmark har det kulturelle perspektiv også fondenes interesse. Det danske SCOPE-projekt (VIVE, 2021) undersøger danske skoleelevers udvikling af naturfagskapital, naturfaglig dannelse og naturfaglig identitet over en seksårig periode frem til 2026. Formålet med undersøgelsen er at støtte og sikre lige muligheder for alle børn og unge til at opbygge ressourcer inden for naturfag, teknologi og sundhed. Dette gøres ved at beskrive og analysere elevers udvikling af disse ressourcer gennem undervisning og derved også identificere de

udfordringer som eleverne kan stå over for i deres bestræbelser på at opbygge ressourcer inden for naturfag.

Det foreliggende projekt er uafhængigt i forhold til SCOPE-projektet. Det koncentrerer sig om at undersøge naturfagskapitalen hos naturfagslærerne selv, da det er projektets formodning at for at udvikle naturfagskapital blandt eleverne skal lærerne selv have en kapital som de er i stand til at formidle til eleverne. Projektet undersøger grundlæggende de samme parametre som SCOPE undersøger hos eleverne, men tilpasset et voksenperspektiv og et lærerteamperspektiv. Interessen for naturfagskapital for lærere er inspireret af to forudgående kompetenceudviklingsforløb for naturfagslærere – undersøgelsen af en model for kompetenceløft for folkeskolelærere (Elmose & Wogensen, 2019) og SNL-projektet, *Stærke Naturfaglige Læringsfællesskaber* (Serup, 2021). Førstnævnte førte til en interesse for lærernes naturfagskultur som identitetsdannende og kendetegnende for deres samarbejde i naturfagsteamet. Sidstnævnte har bidraget til det empiriske grundlag for pilotundersøgelsen i denne artikel.

Naturfagskultur (Sølberg, 2007; Sillasen & Valero, 2011; Sølberg et al., 2015) er et teoretisk begreb der er relativt begrænset til en dansk kontekst, og begrebet inkorporerer primært et institutionelt perspektiv på skolens naturfaglige kultur. Teoretisk er begrebet inspireret af Pierre Bourdieu (Bourdieu, 1986), og teorien blev omdannet til en empirisk søgemodel for at studere naturfagskultur som den så ud i forskellige skoler. Modellen bestod af tre søgeområder, nemlig naturfagsundervisning, faglige relationer mellem naturfagslærere og øvrige medarbejdere samt strukturelle, økonomiske og administrative ressourcer til naturfagsundervisningen i skolen (Sølberg, 2007).

Begrebet naturfagskapital er ligeledes inspireret af Pierre Bourdieu og bidrager til beskrivelsen af naturfagskulturen på en skole, men her i højere grad fokuseret på individers udøvelse af social kapital – en personligt båret kulturel egenskab der ligesom andre former for kapital er udviklet gennem personens sociale interaktioner med andre individer og kan udveksles i arbejdslivet, karrieren og hverdagen. Begrundelsen for at introducere kapitalbegrebet som et teoretisk og empirisk begreb i forbindelse med undersøgelsen af naturfagslærerkompetence er at de teorier og metoder til at beskrive og analysere lærerkompetencer som der er bred konsensus om, fx PCK-teorien (Hume, Cooper & Borowski, 2019), primært opererer med kognitive dele af en lærerkompetence. Konsensusmodellen, som er et produkt af flere års teoriudvikling og empirisk anvendelse af PCK-teorien, åbner efterhånden op for elementer af mere affektiv art som personlige værdier, forstærkere og filtre som vil påvirke den udførte PCK (ibid.).

Dette projekt ønsker at bidrage til en udforskning af disse mere affektive sider af en lærerkompetence, hvor naturfagslærerens sociale og kulturelle baggrund, måske ubevidst, vil have indflydelse på hvordan vedkommende udfolder sin pædagogiske kompetence. Det er derfor projektets antagelse at en undersøgelse af lærerens egen

naturfagskapital kan medvirke til at opdage elementer i undervisningen der kan fremme og hindre elevers udvikling af naturfagskapital. Ligeledes kan et fokus på lærernes naturfagskapital i forbindelse med forberedelse af kompetenceudviklingsforløb resultere i en model for forløbet der i højere grad fremmer lærernes egne agens-/handlemuligheder (se afsnittet "Perspektiver").

Den følgende udforskning af den konceptuelle ramme for naturfagskapital for lærere vil blive introduceret ved en teoretisk beskrivelse af begrebets filosofiske baggrund og dets forhold til lignende eller overlappende begreber. Beskrivelsen efterfølges af en introduktion til en empirisk metode hvor naturfagskapital kan undersøges i naturfaglige lærerteams. Efter introduktionen kommer en beskrivelse af et pilotstudie som ikke må forveksles med et egentligt forskningsprojekt, men som udelukkende tjener til at sandsynliggøre at det introducerede teori- og metodekompleks vil kunne udmøntes i et empirisk studie. Den foreslåede operationalisering af metoden diskuteres med henblik på et muligt formål for undersøgelsen og ejerskab af resultaterne. Resultaterne af udforskningen af lærernes naturfagskapital vil blive koordineret med SCOPE-projektet.

Problemformulering:

Hvordan kan begrebet naturfagskapital for lærere defineres, beskrives og undersøges med henblik på at bidrage til udvikling af naturfagslæreres pædagogiske kompetence?

Teoretisk baggrund

Dette forskningsprojekt er inspireret af de samme engelske forskere som SCOPE-undersøgelsen, nemlig forskningsmiljøet ved King's College London (Nomikou, Archer & King, 2017). Ud over udvikling og udfoldelse af det teoretiske begreb *science capital* (naturfagskapital) har forfatterne også bragt begrebet i anvendelse som en empirisk søgemodel til at undersøge elevers besiddelse og anvendelse af deres *science capital* (se nedenfor). En litteraturgennemgang af nordisk og international forskningslitteratur om naturfagskapital afslører en stigende interesse for både teoretiske aspekter og empiriske anvendelser af den. Anvendelse af EBSCO-databasen til at få adgang til Educational Research Complete og ERIC har resulteret i 87 titler ved at søge efter begrebet *science capital*. En boolsk søgning efter *science capital* OG *science teacher* gav 7 titler (Elmose, 2021). Hvor *science capital* derfor til en vis grad er udbredt og accepteret som et teoretisk og empirisk begreb når det drejer sig om at undersøge elevers besiddelse af naturfagskapital, er forekomsten af international (og national) forskning i lærernes naturfagskapital begrænset. Studierne i både første og anden søgning er i høj grad baseret på det konceptuelle apparat der er opbygget af forskningsmiljøet på King's College, hvor begrebet naturfagskapital defineres som:

> "Et konceptuelt værktøj til at forstå dannelsen af særlige mønstre i udformningen af børns naturfaglige ambitioner. Vi foreslår at "naturfagskapital" ikke er en særskilt "type" af kapital, men snarere en konceptuel metode til sammenligning af forskellige typer af økonomisk, social og kulturel kapital der specifikt vedrører naturfag – især dem som har potentiale til at skabe brugs- eller bytteværdi for enkeltpersoner eller grupper til at støtte og forbedre deres erhvervelse af, engagement i og/eller deltagelse i naturfag." (Archer et al., 2014, s. 5, *forfatters oversættelse*).

Sociale og kulturelle kapitaler kan sammenlignes med økonomiske kapitaler og er derfor omsættelige og har en målbar værdi som kan være stor eller lille i sociale sammenhænge og har betydning for de handlemuligheder individet oplever at have. Kapitalerne er indlejret i det Bourdieu kalder habitus, som er summen af individets tilegnede normer, regler, forforståelser, dispositioner og meninger (Wilken, 2020). En elev – eller en naturfagslærer – kan derfor være personligt interesseret i naturfag gennem sin habitus og bringe sin interesse i anvendelse gennem sin naturfaglige sociale og kulturelle kapital. Grenfell fremhæver Bourdieus handle-aspekt ved en kulturel kapital, hvorved forstås at kapitalen ingen værdi har som en passiv kvalitet hos en person, men udelukkende gennem personens handlinger med sin kapital i en social sammenhæng (Grenfell & Lebaron, 2014). Den sociale sammenhæng, som i Bourdieu-terminologi kaldes et felt, er i denne forbindelse en undervisningssituation i et naturfagslokale eller et møde i et naturfagsteam. Det er feltet der definerer konfiguration og betydning af volumen af den pågældende sociale kapital. I et naturfagslokale vil lærerens kapital sammen med lokalets indretning sætte standarder for forventet kapital hos eleverne, og eleverne kan vælge at forsøge at opbygge den forventede kapital – eller kan af forskellige årsager fravælge eller blive forhindret i at udvikle kapitalen. Det kulturelle aspekt af naturfagsundervisning som inkluderende og ekskluderende gennem fagsproget er bl.a. beskrevet af Claussen & Osborne, som beskriver hvordan elever som ikke behersker et akademisk vokabularium, forhindres i at opbygge naturfagskapital. Resultatet er at naturfagsundervisningen kommer til at optræde som en selekterende magtfaktor der forhindrer elever i at opbygge naturfagskapital (Claussen & Osborne, 2012).

Udvikling af teorigrundlag og begrebsapparat vedrørende science capital på King's College er baseret på empiriske undersøgelser der afslører en tæt sammenhæng mellem understøttende baggrunde (familiemæssige, fritidsmæssige og andre i forhold til skolen eksterne baggrunde) og deres naturfaglige ambitioner. Især indflydelsen fra familiebaggrunden er betydelig. Siden etableringen af naturfagskulturdefinitionen har det, for at kunne anvende begrebet på et empirisk felt, været nødvendigt at differentiere og udvide begrebet til tre hovedområder og otte delområder hvor naturfagskapital kan komme til udtryk og udvikle sig:

Naturfaglig kulturel kapital

1. Naturfaglig dannelse i bred forstand som naturfaglig viden, færdigheder og en forståelse af hvordan naturfag "fungerer", og en evne til at bruge disse egenskaber i hverdagen til eget og fælles bedste
2. Naturfaglige dispositioner/præferencer, såsom at værdsætte naturfagenes rolle i samfundet
3. Symbolsk (organisatorisk) viden om muligheder for udveksling af naturfag på arbejdsmarkedet (viden om den eksterne værdi og udvekslingsmuligheder for naturfaglige kvalifikationer)

Naturfaglig adfærd og handlinger

4. Forbrug af naturfagsmedier – medier der formidler naturfag
5. Deltagelse i naturfaglige læringssammenhænge uden for skolen (fx besøg på naturfaglige museer, i zoologiske haver/akvarier, deltagelse i naturfagsklubber/foreninger)

Naturfagsrelaterede former for social kapital

6. Naturfaglig viden og kvalifikationer i familie eller vennekreds
7. Kendskab til folk der arbejder i naturfagsrelaterede job
8. Samtale om naturfag med andre i hverdagen.
   (King et al., 2015, *forfatters oversættelse*[1]).

Definitionen og beskrivelsen af områdekarakteristika er blevet anvendt dels som redskaber til at undersøge elevernes naturfagskapital og dels til kompetenceudvikling af naturfagslærere med henblik på at kunne undervise med udviklingen af elevernes naturfagskapital som mål (ibid.).

Ingen af undersøgelserne fokuserer dog på studiet af lærernes besiddelse eller udvikling af egen kapital som en forudsætning for at formidle deres engagement og involvering i naturfag. Der mangler derfor teoretisk og empirisk baggrund for at forstå indflydelsen af lærernes personlige naturfaglige kapital på deres naturfagsundervisning. Formålet med dette nye perspektiv ligger i forlængelse af SCOPE-formålet – at undersøge elementer af naturfagslærernes rolle og bidrag for at sikre at alle børn har lige muligheder for at udvikle ressourcer inden for naturfag.

1 Oversættelsen indebærer at forfatternes begreber er søgt oversat med de betydninger begreberne havde i kildeteksten. Fx er qualification oversat med kvalifikation og ikke med kompetence, selvom det sidste begreb måske ville give mere mening i en dansk kontekst.

Lignende begreber om naturfagslærerkompetencer

Der er ingen umiddelbar grund til at voksnes naturfaglige dispositioner – deres identitet, værdier, overbevisninger og kompetencer – skulle fremstå på en substantielt anderledes måde end elevernes naturfaglige dispositioner. Der kan derfor være gode argumenter for at science capital-begrebet integreres i og kvalificerer den veletablerede forskningsindsats for at beskrive og forstå det komplekse billede af naturfagslærerkompetencer. Siden begrebet *pedagogical content knowledge* (PCK) blev introduceret af Lee Shulman (Shulman, 1987) i midten af 1980'erne, har det vist sig at være produktivt både teoretisk og empirisk. Produktiviteten har i de følgende årtier resulteret i en mangfoldighed af anvendelser og fortolkninger så det har været nødvendigt at omdefinere og præcisere konceptet (Hume et al., 2019). Den redefinerede konsensusmodel for PCK i naturfagsundervisning sigter mod at adressere kompleksiteten og den nødvendige operationalisering af PCK-konceptet. Resultatet er en model der omfatter seks kategorier af hovedsageligt kognitive og akademiske kvaliteter ved en lærer-PCK (Carlson & Daehler, 2019). Den redefinerede konsensusmodel (RFM) understøtter indflydelsen af personlige faktorer som påvirker PCK ud over de mere kognitive kvaliteter. Hver lærer vil udvikle en individualiseret PCK som et resultat af undervisningserfaringer og personlige holdninger og overbevisninger. Den redefinerede model beskriver eller udforsker i mindre grad karakteren af disse kvaliteter, men antyder at de kombineres i lærernes motivation for undervisning i naturfag. Motivationen fungerer som en form for forstærker og filter i det der ender som den udførte (*enacted*) PCK – hvad, hvordan og hvorfor i lærerens undervisning i naturfag. Affektive kvaliteter, forstået som personlige interesser og følelser over for undervisnings- og læringsindholdet, påvirker den udførte undervisning (Henze & Barendsen, 2019).

Pædagogisk kompetence er et andet begreb der kan betragtes som sammenligneligt med den redefinerede PCK-forståelse, med den begrundelse at teorien om pædagogisk kompetence er blevet beskrevet som omfattende kognitive såvel som affektive parametre (Fauth et al., 2019). Forskning i effekten af pædagogisk kompetence på elevernes interesse og præstation i elementære naturfagsklasser har antydet en positiv effekt af lærerens self-efficacy for og interesse i at undervise i naturfagsindhold. Fauth et al. undersøgte naturfagslæreres PCK og udvidede det forskningsmetodiske design med self-efficacy-begrebet netop for at integrere affektive søgekriterier i forståelsen af læreres pædagogiske kompetence. Self-efficacy og interesse bruges som teoretiske og empiriske begreber i undersøgelsen, og den teoretiske udfoldelse af self-efficacy-begrebet hos naturfagslærere antyder en sammenhæng mellem en positiv oplevelse af egen kompetence til at undervise i naturfag og indholdsviden (content knowledge) (ibid.). Naturfagskapital består grundlæggende af indholdsviden kombineret med et handleelement som evnen til at formidle og på anden måde udveksle denne viden.

Begrebet om læreres naturfagskapital kunne tjene som en ramme for forståelse af orienteringen mod eller tilbøjeligheden til at undervise i naturfag og som forstærkere og filtre som påvirker den udførte PCK. Naturfagskapital skal tolkes som individuelt situeret hos den enkelte lærer og bringes ind i samarbejdsrelationerne i teamet og i undervisningssituationer. De tre ovenfor nævnte hovedområder for elever kunne derfor tilsvarende komme til udtryk for lærere i undervisningsmæssige situationer og kollegafaglige relationer som fx teambaseret kompetenceudvikling. I denne forståelse af lærerkompetenceudvikling indgår den enkelte lærer i kollaborative læreprocesser, hvilket kræver teambaseret kontekstualisering af det naturfaglige indhold og den pædagogiske tilpasning til den enkelte skole og klasse (Sunesen, 2016). Genstandsfeltet for undersøgelse og udvikling af læreres naturfagskapital kan være alle formidlingssituationer, herunder dialog om planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisning, teambaseret refleksion over lokal naturfagskultur og naturfagslærerteams der er i gang med en kompetenceudvikling.

Metode anvendt i studiet

Udviklingen af et design til at studere lærernes naturfaglige kapital vil omfatte en "oversættelse" eller tilpasning af definitionen og områdebeskrivelserne af naturfagskapital for elever til naturfagskapital for lærere. En foreløbig definition i en undervisningskontekst skal lægge vægt på både individuelle og sociale aspekter af en lærers baggrund og praksis:

Naturfagskapital for lærere: økonomisk, social og kulturel kapital der er specifik for naturfag — især den form for kapital der har potentiale til at skabe nytteværdi eller byttеværdi for hver lærer eller lærergruppe med henblik på at støtte og øge deres engagement og/eller deltagelse i naturfag og i undervisning i naturfag.

Ovenstående hoved- og delområder for elever kan tilpasses genstandsfeltet, herunder hvilke deltagere der samarbejder om udvikling af naturfagsundervisning. Fx kunne det være relevant at tilpasse områder og spørgsmål til hvilket klassetrin lærerne underviser på. I det følgende er spørgsmål/opgaver tilpasset naturfagslærere i overbygningen, og de anvendte tal refererer til områdebeskrivelser af elevernes naturfaglige kapital ovenfor. Spørgsmålene/opgaverne er skrevet i kursiv og repræsenterer forslag til at åbne op for tegn på lærernes naturfagskapital:

A) Naturfagskulturel kapital

1) *Giv eksempler fra samtaler i naturfagsteamet hvor I udveksler naturfagsviden eller færdigheder, fx hvordan naturfag "fungerer". Eksempler hvor læreren selv udfører noget naturfagligt indhold eller naturfaglig teknik i hverdagen.*
2) *Hvordan vil teamet vurdere naturvidenskabens rolle i samfundet generelt? Eksempler på positiv indflydelse på sociale/samfundsmæssige områder og økonomi og mere problematiske eksempler.*
3) *Vælg to naturvidenskabeligt inspirerede uddannelser der kan opleves attraktive for jeres elever. Hvad er skolens rolle i at forberede eleverne til disse karrieremuligheder?*

B) Naturfaglig adfærd og naturfaglige handlinger

4) *Giv eksempler på artikler om naturvidenskab du har læst, og som du efterfølgende har nævnt for eller diskuteret med dine kolleger eller elever.*
5) *Når du besøger et naturvidenskabsinspireret museum eller lignende, hvordan finder indholdet så vej til din undervisning? Er det primært dine egne overvejelser – eller diskuterer du det kollegialt?*

C) Naturfaglige former for social kapital

6) *Giv eksempler på samtaler med familie eller venner uden for skolen der har inspireret til samtale med kolleger eller undervisning af elever.*
7) *Er der mennesker i din private bekendtskabskreds der arbejder inden for naturfagsområdet? Hvis ja, hvordan påvirker det dine samtaler med kolleger og din undervisning?*
8) *Har du samtaler med andre i hverdagen der omfatter naturfagligt indhold, herunder håndværkere, erhvervsdrivende, myndigheder og organisationer, og hvis indhold diskuteres med kolleger og/eller elever?*

Resultater

Nedenfor er et uddrag fra et pilotstudieinterview hvori et naturfagsteam bestående af tre udskolingslærere deltog i november 2021. Lærerne var på dette tidspunkt i gang med et kompetenceløft-forløb organiseret af SNL-projektet (Serup, 2021). Spørgsmål fra intervieweren er i kursiv, og citaterne fra lærerne er indrammet af anførselstegn. Hvert linjeskift angiver et svar fra en ny lærer i teamet. Uddraget repræsenterer dialoger hvor der optræder eksempler på kategorier af naturfagskapital.

A) Naturfaglig kulturel kapital

1) *Giv eksempler fra samtaler i naturfagsteamet hvor I udveksler naturfagsviden eller færdigheder, fx om hvordan naturfag "fungerer". Eksempler hvor I selv udfører noget naturfagligt indhold eller naturfaglig teknik i hverdagen.*

"(En kollega, red.) og jeg arbejder meget med makerspace i denne periode, og vi har været ude og hente en laserskærer og testet den inden vi tager den ind til undervisning."
"Jeg tænker på biodiversitet, hvor vi har arbejdet med insekthoteller i natur/teknologi. Det har vi planlagt i lærergruppen."
Interviewer: Er det noget du har arbejdet med derhjemme?
"Ja – jeg har en stor have hvor jeg kan afsætte nogle hjørner og eksperimentere lidt med det, med såning af enårige og plante stauder (...), og der har faktisk været flere sommerfugle."

2) *Hvordan vil I vurdere naturvidenskabens rolle i samfundet generelt? Eksempler på positiv indflydelse på samfundslivet og økonomien og mere problematiske eksempler.*
"Jeg tænker på det fællesfaglige fokusområde drikkevand. Fx i Afrika hvor de har meget høje dagtemperaturer og ikke så høje nattemperaturer. At luften kan indeholde rigtig meget vand om dagen og ikke så meget om natten. Det udnytter de jo så til at opsamle vand i store beholdere. Det er jo meget grundlæggende naturvidenskab at vanddampen fortætter som et led i vandets kredsløb."
Interviewer: Det var så et eksempel på naturvidenskabens gavnlige indflydelse. Har I også talt om de mere negative konsekvenser?
"Vi har i hvert fald snakket om at der opfindes noget, og så i begejstring, så masseproducerer vi fx plastik, men der skal jo så også lige tænkes over bagsiden af det fantastiske materiale her. At det kan godt være vi kan producere det her, men nogle gange skal man også lige tænke sig om en ekstra gang."
Interviewer: Skal man også tage det med de negative konsekvenser med ud til eleverne?
"Ja, for det er med til at anspore eleverne til at det her er vigtigt.
Og det er jo også med til at eleverne stiller de kritiske spørgsmål. Nu handler det om plastik, og så kigger de (eleverne, red.) på en juicekarton og spørger: Hvorfor er der plastik uden om papkartonen – hvorfor er det hele ikke lavet af papir, selvom der så er nogle træer der må lade livet? Så det handler om at vi ikke bare skal producere og stå og juble over det, men også være lidt skeptiske."

3) *Vælg to naturvidenskabeligt inspirerede uddannelser der kan opleves attraktive for elever. Hvad er skolens rolle i at forberede eleverne til disse karrieremuligheder?*
"Bl.a. makerspace hvor (to lærere, red.) har det overordnede overblik, men hvor I (kollegerne, red.) alle skal ud og se hvad der er makerspace, og hvordan man bruger de enkelte ting. Bl.a. programmering hvor vi har de her robotter. Det er klart at der vil være meget af dette i fremtiden, så de (eleverne, red.) bliver nødt til at lære de grundlæggende principper for programmering."

"Vi har (i lærergruppen, red.) talt om de forskellige uddannelser, og der er i vores område maskinmesteruddannelsen, men om kort tid kommer der også en maritim ingeniøruddannelse, og de er jo begge med naturvidenskab."
"Du (kollega, red.) har også arbejdet med lyssensorer og farvegenkendelse i de her microbits, hvor eleverne kan se at der er nogle ting de her robotter kan hjælpe med i hverdagen. Det er sådan noget de (eleverne, red.) skal have øjnene op for, og som kan gøre Danmark lidt mere attraktivt for virksomheder i fremtiden fordi det bliver billigere at producere ting. De skal ikke have så meget i løn, robotterne (latter, red.)."
"3-d-print hjælper med at komme fra idé til virkelighed. Hvor de (eleverne, red.) kan se at det de har siddet og designet, faktisk kan bruges til noget."

B) Naturfaglig adfærd og handling

4) *Giv eksempler på naturfaglige artikler du har læst, og som du efterfølgende har nævnt for eller diskuteret med dine kolleger eller elever.*
"DR (Danmarks Radio, red.) er mit foretrukne site. Det er det jeg stoler mest på med hensyn til sandfærdighed. Jeg bruger ofte naturfilm der ligger på DR, og de laver også film om naturvidenskab, fx om H.C. Ørsted."
"Og hvis vi har brug for noget ekstra viden, så har vi et privat abonnement på Geoviden (et tidsskrift om geografi, red.), og der er altid nogle særlige temaer, og det er utrolig spændende. Og der er også en masse andre sider på nettet hvor man kan få den ekstra viden inden man går ud og underviser."
"Ja, men du gør det også for din egen skyld, fordi du er interesseret, og hvis du støder på en artikel der virker interessant, så læser du den."
"Da mine børn var yngre, besøgte vi altid Experimentarium og Danfoss Universe og andre steder i ferien. Og naturhistoriske museer i London, Berlin og andre steder."
5) *Når du besøger et naturfagligt museum eller lignende, hvordan finder indholdet så efterfølgende vej til undervisningen? Er det primært dine egne overvejelser – eller diskuterer du det kollegialt?*
"Hvis vi nu tager Experimentarium, så er der ufatteligt mange ting man kan se og prøve. Fx er der kuglebaner hvor man kan købe sæt som eleverne kan afprøve. Og til at starte med kan de ikke finde ud af det, men når de så får det i hænderne, så kommer det. Og det er jo fordi man selv (læreren, red.) har været på Experimentarium og prøvet det. Og så er der jo også rigtig meget undervisningsmateriale som man kan bruge helt kvit og frit."
"Det er jo mest for ens egen fornøjelses skyld at man tager på museum. Det er jo ikke med det formål at det skal kunne bruges i undervisningen, men det kommer helt naturligt når man falder over det."

"Ligesom med vandreture hvor man ser en planche som beskriver fx hvordan det hele er opstået, så kan der gå et lys op for en – hov, det kan man jo bruge (i undervisningen, red.)".

Interviewer: Hvis du har været på museum og set noget spændende, kan du så tale om det med dine kolleger – ud over at undervise i det?

"Nu var vi i Aarhus i efterårsferien og på Moesgaard Museum, og der havde du (kollega, red.) sagt at vi skulle tage ud til Moesgaard Museum fordi det var så spændende – og flot. Det var ikke så meget med henblik på undervisning, men bare hvad der kunne være spændende."

C) Naturfaglige former for social kapital

6) og 7) *Giv eksempler på samtaler med familie eller venner uden for skolen der har inspireret til samtaler med kolleger eller undervisning af elever.*

"Jeg har (et familiemedlem, red.) som også interesserer sig for naturvidenskab, og der har vi nogle gange nogle samtaler om noget indhold hvor jeg så efterfølgende får slået det op og går mere i dybden med det, og så kan det præsenteres for klassen bagefter. Så ja – der er nogle samtaler der ligesom starter noget."

"Og jeg har min kære nabo som er landmand, hvor vi står og snakker om hans afgrøder og hvor meget gødning han bruger på markerne, og hvor han kan se at der er nogle af hans afgrøder der måske begynder at få brug for pesticider. Så samtalerne, de bliver naturligt en del af baggrunden hvis vi taler om landbrug (i naturfagsundervisningen, red.)."

8) *Har du samtaler med andre i hverdagen der inkluderer naturfagligt indhold, herunder håndværkere, erhvervsdrivende, myndigheder og organisationer, og hvis indhold diskuteres med kolleger og/eller elever?*

"Nogle gange taler vi om slankekure i vores familie og kalorieindhold i maden, og det taler jeg også med eleverne om."

"Meget af indholdet i undervisningen, det indgår bare implicit – man ser noget nyt eller taler med andre om noget, og så tager man det med i undervisningen. Det gør vi hele tiden."

"Der er en pointe i at naturfagslærere har en større lyst til at inddrage nyt stof, tror jeg, hvis man sammenligner med lærere i andre fag – det er som om naturfagslærere i højere grad inddrager nyt stof."

"Man skal i det mindste holde sig opdateret – det kræver det."

Analyse af interviewet

Fra interviewet i pilotundersøgelsen, der er præsenteret ovenfor, er koder intuitivt udviklet (Olsen, 2003) da der ikke er nogen tidligere forskningserfaringer på dette

område. De resulterende koder der præsenteres nedenfor, bør derfor betragtes som foreløbige og genstand for teoretisk diskussion.

Med hensyn til det første hovedområde af naturfagskapital – naturfaglig kulturel kapital – vil man lede efter individuelle lærer- eller teamhandlinger med naturfagskultur og anvendelse af kulturen. I undergruppen A1 kunne en intuitiv kode ligne denne formulering: *Derhjemme arbejder jeg med … Vi har prøvet … (noget naturfagligt)*.

I interviewet nævner en af lærerne hvordan han og en kollega forbereder deres undervisning ved at eksperimentere og afprøve nye materialer og teknologier: "(En kollega, red.) og jeg arbejder meget med makerspace i denne periode, og vi har været ude og hente en laserskærer og testet den inden vi tager den ind til undervisning". Citatet viser kulturelt erhvervet ordforråd og teknikker fra naturfag og teknologi. En anden lærer henviser til sine egne oplevelser med biodiversitet i en privat have, hvilket har ført til dialog og planlægning af undervisning med kolleger. Dette indikerer hvordan et teoretisk koncept (biodiversitet) omdannes til at have kulturel værdi ved at blive anvendt i en praksissammenhæng og derefter udvekslet socialt.

I undergruppen A2 (*Hvordan vil teamet vurdere naturvidenskabens rolle i samfundet?*) kan individuelle og kollektive refleksioner over naturfags positive eller negative indflydelse på samfundet fremstå som personlig viden og erfaring som er blevet distribueret i en social sammenhæng. Koder kan indeholde sætninger som: *Jeg har læst/hørt … Og vi har diskuteret dette problem*. I interviewet nævnes både fordele og problemer ved naturvidenskabelige produkter, og det første citat afdækker hvordan læreren kombinerer teori om vands tilstandsformer med forsøg på at løse problemer med mangel på drikkevand. Det andet citat berører de problematiske konsekvenser af industriel produktion af plast ("men vi er også nødt til at tænke på konsekvenserne af det fantastiske materiale her"), hvor citatet kan tolkes som en lærerrefleksion over de problematiske bivirkninger af naturvidenskabelige resultater, og denne refleksion er blevet brugt som inspiration til undervisningen.

I undergruppe A3 (*Vælg to naturvidenskabeligt inspirerede uddannelsesretninger der kunne findes attraktive for elever*) ville man lede efter eksempler på naturvidenskabelige eller teknologirelaterede uddannelser eller karrieremuligheder og formuleringer der relaterer disse muligheder til undervisning i naturfag. I interviewet nævner lærerne specifikke erhvervsuddannelser ("Vi har … talt om de forskellige uddannelser, og der er i vores område maskinmesteruddannelsen, men om kort tid kommer der også en maritim ingeniøruddannelse"). Formentlig motiverer lærerne deres undervisning i naturfag og teknologi med disse uddannelsesmuligheder, i det mindste i deres teamrefleksioner. Det fremgår at teamet samarbejder om at introducere nye teknologier i undervisningen i naturfag, hvor to kolleger inspirerer resten af teamet ("Bl.a. makerspace hvor (to lærere, red.) har det overordnede overblik, men hvor I (kollegerne, red.) alle skal ud og se hvad der er makerspace"). Dette samarbejde kræver

viden og færdigheder når man introducerer kolleger, men også en teamkultur hvor den naturfaglige ekspertise tilhørende de to erfarne lærere accepteres og værdsættes af de andre. Alle de artefakter der er nævnt i uddraget, ser ud til at være introduceret af de erfarne kolleger ("Du (kollega, red.) har også arbejdet med lyssensorer og farvegenkendelse i disse microbits"), og viden og færdigheder til at bruge dem er blevet fordelt blandt kollegerne.

Denne praksis med at udveksle og dele naturfaglig viden og færdigheder blandt lærere i de ovennævnte tre A-undergrupper kan tolkes som udtryk for naturfaglig kulturel kapital.

I det andet hovedområde af naturfagskulturel kapital – B) Naturfaglig adfærd og handling – kan man lede efter faktiske manifestationer hos lærere der handler for at få mere viden om eller på anden måde udvikle deres egne naturfagsrelaterede fritidsaktiviteter og dele denne vidensudvikling med kolleger eller elever. Formuleringer som *Jeg har læst … Jeg har/Vi har prøvet … Vi har været på … og efterfølgende talte vi om …* vil være indikationer på denne kategori af naturfagskapital.

I undergruppe B4 bliver lærerne bedt om: *Giv eksempler på naturfaglige artikler du har læst, og som du efterfølgende har nævnt for eller diskuteret med dine kolleger eller elever.*

En dialog mellem to kolleger viser hvordan personlig interesse og faglig handling hænger sammen ("vi har et privat abonnement på Geoviden …. og der er altid nogle specielle temaer, og det er utrolig spændende … andre steder på nettet hvor man kan få den ekstra viden inden man går ud og underviser." "Ja, men du gør det også for din egen skyld, fordi du er interesseret, og hvis du støder på en artikel der virker interessant, så læser du den").

Lærerne i disse citater giver eksempler på hvordan de bruger faglige tekster om naturfagligt indhold motiveret af personlig interesse. En lærer viser engagement ("utrolig spændende") og motiverer læsning af teksterne med forberedelse til undervisning i naturfag. En anden lærer supplerer dette formål med individuel interesse ("Ja, men du gør det også for din egen skyld"), hvilket understreger den personlige drivkraft for naturfaglig adfærd og handling.

Med undergruppe B5 går vi fra skrevne tekster til mulige fysiske steder at gå til, hvor lærerne kan blive inspireret, i dette tilfælde museer. Interviewerens spørger hvordan museets indhold i sidste ende finder vej til undervisningen. Formuleringer om besøg på bestemte museer eller andre eksterne læringsmiljøer indikerer at læreren aktivt søger efter ikke-tekstbåret indhold der kan inspirere til samtaler med kolleger eller elever. Lærerne nævner specifikke steder som Experimentarium og Moesgaard Museum, og især en af lærerne udtrykker den personlige interesse som den primære årsag til besøget ("Det er mest for din egen fornøjelses skyld"). Diskussionen mellem lærerne i interviewet understøtter denne årsag med bemærkningen om at passere

en interessant plakat på en vandretur, hvor plakatens indhold kunne bruges i undervisningen ("hov, det kan du bruge"). Lærerne lader sig også inspirere af hinanden ("du (kollega, red.) havde sagt at vi skulle ud til Moesgaard Museum"), hvor følgende bemærkning afslører at kollegerne indbyrdes i dette tilfælde skelner mellem råd til gode oplevelser på det personlige plan og råd til undervisning ("Det var ikke så meget med henblik på undervisning, men bare hvad der kunne være spændende").

Derfor viser lærerne en adfærd med aktivt at søge naturfagligt indhold i en kombination af personlig interesse og som forberedelse til fremtidig undervisning. Dette kan tolkes som tegn på naturfagskulturel kapital, vist gennem adfærd og handling.

I det tredje hovedområde af naturfagskapital viser kapitalen sig som en social form for udveksling, hvilket betyder at respondenterne giver eksempler på verbal interaktion om naturfagsspørgsmål eller faktisk samarbejde med andre om naturfagsindhold – *at udføre* naturfag med andre. I C6 og C7 blev respondenterne bedt om at give eksempler på samtaler med personer uden for skolen som havde inspireret til kommunikation mellem kolleger eller undervisning. Koder kan være kategorier af personer der ikke er relateret til skoleinstitutionen, og som har inspireret respondenten, dvs. familie, ven, nabo, klub. Det er også relevant i dette tilfælde at lede efter et tidsforhold – før/efter, senere, efterfølgende.

I interviewet giver respondenterne eksempler på forhold uden for skolen (familiemedlem, nabo) der har vakt interesse ("efterfølgende slå det op", "gå i dybden med indholdet", "vi står og taler om hans afgrøder", "han kan se …"). Denne interesse og nye viden har ifølge respondenterne senere fundet vej, i dette tilfælde til klasseværelserne ("det kan præsenteres for klassen bagefter", "blive en del af baggrunden").

"Så ja – der er nogle samtaler (uden for skolen, red.) der ligesom starter et eller andet" (inde i skolen, red.).

I C8 udvides fokus på sociale situationer uden for skolen om naturfag der kan inspirere til kommunikation i skolen, til at omfatte samtaler eller andre interaktioner med mere perifere forbindelser til læreren. Dette kan omfatte virksomheder eller organisationer der beskæftiger sig med naturfagligt indhold, håndværkere, forhandlere af udstyr, teknikere og andre. Disse samtaler kan eventuelt informere og inspirere læreren i skolepraksis. Relevante koder her er kategorier af disse perifere forbindelser og omtale af et tidsforhold som før/efter.

Når intervieweren har spurgt lærerne om eksempler på inspiration fra perifere personer, svarer de med generaliseringer som "du ser noget eller taler med andre om noget og inddrager det så i undervisningen. Det gør vi hele tiden". På dette tidspunkt i interviewet er respondenterne ikke specifikke om særlige kategorier af mere perifere forhold med naturfagligt indhold, hvilket kan forklares med interviewets længde, og at grænsen for den aftalte tid til interviewet er ved at være nået. Derfor kan der ikke uddrages tilpas nøjagtige resultater fra denne undergruppe af sociale

indikationer af naturfagskapital fra interviewet. Svarene fra lærerne kan dog tolkes som en gentagelse eller understregning af deres svar på det andet hovedområde inden for naturfagskapital – naturfaglig adfærd og handlinger – hvor de i slutningen af interviewet konkluderende beskriver en naturfagslæreradfærd: "Jeg tror, hvis man sammenligner med lærere i andre fag, det er som om naturfagslærere i højere grad inddrager nyt stof." En anden kollega supplerer:

"Du skal i det mindste holde dig opdateret – det er påkrævet."

Diskussion

Analysen dokumenterer tre læreres svar på interviewspørgsmålene og giver dermed et indblik i netop disse læreres naturfaglige kapital. Det sandsynliggøres dermed at den foreslåede og præsenterede teoretiske og metodiske ramme for undersøgelsen af læreres naturfagskapital er i stand til at påvise eksistensen af denne form for kapital. Et oplagt spørgsmål at stille er hvad denne påvisning skal bruges til.

Interviewet afdækker naturfagskulturen, den naturfaglige kulturelle adfærd og den naturfaglige sociale kapital som i forening bidrager til lærernes pædagogiske kompetence. Ud over en lærers naturfagskapital skal andre kvaliteter inddrages for at forstå og beskrive en naturfagslærers pædagogiske kompetence, som omtalt i afsnittet "Lignende begreber …" Naturfagskapitalperspektivet kunne bidrage med en forståelse af en naturfagslærers personlige holdninger og overbevisninger, foreslået i den redefinerede PCK-model (Henze & Barendsen, 2019). Dette perspektiv vil bidrage til karakterisering af lærerkompetencer ved at beskrive lærernes aktuelle naturfaglige kapital som udgangspunkt med mulighed for at øge den enkelte lærers og teamets naturfagskapital som et led i udviklingen af deres kompetencer. At integrere den individuelle og teambaserede naturfagskapital i sammenhæng med lærerfaglig udvikling er ifølge den tidligere nævnte litteraturgennemgang (Elmose & Wogensen, 2021) endnu ikke undersøgt, og integrationen vil derfor være en ny måde at gennemføre lærerfaglig udvikling på.

Fokus på emner der hører til den personlige naturfagskapital, var også nyt for de tre lærere der deltog i interviewet. Hvad beskrivelsen og analysen af interviewet ikke direkte viser, er lærernes umiddelbare reaktion på spørgsmålene i begyndelsen af interviewet. Det typiske svar i begyndelsen af interviewet er kendetegnet ved korte sætninger og lidt dialog mellem kollegerne, mens sætningerne og dialogerne er længere efterhånden som interviewet skrider frem, indtil de sidste spørgsmål og svar. Den udvidede verbalisering kan tolkes som en stigende forståelse og accept fra lærernes side af betydningen af deres egne naturfaglige erfaringer og interesser for deres naturfaglige undervisning.

Forudsat en grundlæggende accept af begrebet naturfagskapital for lærere er det imidlertid relevant at diskutere de foreslåede kategorier af naturfagskapital for at vurdere deres relevans som empiriske parametre. Det har været en forudsætning for nærværende undersøgelse at basere begrebet naturfagskapital for lærere på begrebet naturfagskapital for elever som foreslået af King et al. (2015), tilpasset lærernes professionelle praksis. Nogle af de foreslåede kategorier for naturfaglig kapital for lærere kan ikke desto mindre ses som overlappende, fx kategorierne naturfagskulturel kapital og naturfaglige former for social kapital hvor lærerne bliver spurgt om kommunikation om naturfag med kolleger i den første kategori og med familie og andre relationer i den anden. Senere undersøgelser bør derfor uddybe behovet for præcisering og sondring af kategorierne.

Perspektiver

De foreslåede kategorier bør anvendes på en mere forskelligartet population af lærere og en række naturfaglige undervisningskontekster for at evaluere deres gyldighed såvel som pålidelighed. Det har ikke været hensigten med det teoretiske og empiriske begreb naturfagskapital at udvikle en metode til at sammenligne populationer med hinanden, dvs. naturfagskapital i et naturfagsteam på en skole med et team på en anden. Validiteten af det teoretiske begreb og metoden bør undersøges med henblik på begrebets og metodens evne til at identificere ressourcer vedrørende naturfaglig viden, færdigheder og interesser hos læreren og det professionelle team for at beskrive disse kvaliteter i den lokale praksis. Beskrivelsen kunne være en del af en mere bevidst og systematisk inddragelse af den enkelte lærers og lærerteamets fælles naturfagskapital i planlægningen og gennemførelsen af undervisningen i skolen, og den identificerede naturfagskapital bør også være en integreret del af den fortsatte kompetenceudvikling af naturfagslærerteamet. Bourdieus kapitalbegreb er kendetegnet ved handling/agens som forudsætning for opbygning af kapitalvolumenet i et bestemt felt (Grenfell & Lebaron, 2014), så i forlængelse af den teoretiske forståelse af kapitalopbygning kan man ikke forvente en udbygning af den naturfaglige kulturelle kapital, den naturfaglige adfærd og handling samt den naturfaglige sociale kapital, medmindre lærerne gennem aktiv handling har indflydelse på opbygning af forløbet samt dets gennemførelse og forankring på skolen.

Som en konsekvens af den kontekstbundne forståelse af begrebet og metoden for naturfagskapital vil det være af ringe interesse at generalisere fra et udvalgt og beskrevet team af naturfagslærere til en større population af lærere (Eisenhart, 2008). Yderligere forskning i anvendelsen af naturfagskapital som begreb og metode vil være nødvendig for at kunne svare på om begrebet besidder værdi og kvaliteter til at bidrage til den fortsatte kompetenceudvikling for naturfagslærere.

Referencer

Archer, L., Dewitt, J. & Willis, B. (2014). Adolescent Boys' Science Aspirations: Masculinity, Capital and Power. *Journal of Research in Science Teaching, 51(1)*, s. 1-30.

Bourdieu, P. (1986). The Forms of Capital. I: G. Richardson (red.), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* (s. 241-258). New York: Greenwood.

Carlson, J. & Daehler, K.R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical

Content Knowledge in Science Education. I: A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (red.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (s. 77-105). Singapore: Springer.

Christidou, D., Papavlasopoulou, S. & Giannakos, M. (2021). Using the Lens of Science Capital to Capture and Explore Children's Attitudes Toward Science in an Informal Making-Based Space. *Information and Learning Sciences*, *122(5/6)*, s. 317-340.

Claussen, S. & Osborne, J. (2012). Bourdieu's Notion of Cultural Capital and Its Implications for the Science Curriculum. *Science Education, 97(1)*, s. 58-79.

Eisenhart, M. (2008). Generalization from Qualitative Inquiry. I: K. Ercikan & W.-M. Roth (red.), *Beyond Qualitative and Quantitative Polarization*. p51-66. New York: Routledge.

Elmose, S. & Wogensen, V. F. (2019). Undersøgelse af model for kompetenceløft – med fokus på naturfagslæreres udbytte. *MONA, 2019(4)*. P. 49-67. København: Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.

Elmose, S. (2021). Science Culture and Continuing Training of Science Teachers. I: M.K. Sillasen, P. Daugbjerg, S.O. Rebsdorf, B.L. Nielsen & S.W. Clausen (red.), *Science Education in the Light of Sustainable Development: Trends and Possibilities. Proceedings of the 13*th *Nordic Research Symposium on Science Education* (s. 131-139). Aarhus: VIA University College.

Grenfell, M. & Lebaron, F. (red.) (2014). *Bourdieu and Data Analysis: Methodological Principles and Practice*. Bern: Peter Lang AG, International Academic Publishers.

Fauth, B. et al. (2019). The Effects of Teacher Competence on Student Outcomes in Elementary Science Education: The Mediating Role of Teaching Quality. *Teaching and Teacher Education, 86*. s. 51-86. Amsterdam: Elsevier.

Henze, I. & Barendsen, E. (2019). Unravelling Student Science Teachers' pPCK Development and the Influence of Personal Factors Using Authentic Data Sources. I: A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (red.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (s. 201-221). Singapore: Springer.

Hume, A., Cooper, R. & Borowski, A. (red.) (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Singapore: Springer.

Ikonen, K. et al. (2020). Gender and the STEM Fields in Education- and Career-Related Discussions between Finnish Parents and their Adolescent Children. *Journal of Research in STEM Education*, *6(2)*, s. 115-137.

Jidesjö, A., Westman, A. & Oscarsson, M. (2021). Trends and Developments in Student's Interest in Science and Technology: Results from the Relevance of Science Education Second (ROSES)

Study in Sweden. I: M.K. Sillasen, P. Daugbjerg, S.O. Rebsdorf, B.L. Nielsen & S.W. Clausen (red.), *Science Education in the Light of Sustainable Development: Trends and Possibilities. Proceedings of the 13*th *Nordic Research Symposium on Science Education* (s. 149-158). Aarhus: VIA University College.

King, H., Nomikou, E., Archer, L. & Regan, E. (2015). Teachers' Understanding and Operationalization of "Science Capital". *International Journal of Science Education, 37(18)*, s. 2987-3014.

Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Interview. Det kvalitative forskningsinterview som håndværk*. København: Hans Reitzels Forlag.

Nomikou, E., Archer, L. & King, H. (2017). Building "Science Capital" in the Classroom. *School Science Review*, *98 (265)*, s. 118.

Olsen, H. (2003). Kvalitative analyser og kvalitetssikring. Tendenser i engelsksproget og skandinavisk metodelitteratur. *Sociologisk Forskning, 40(1)*, s. 68-103.

Serup, S.D. (2021). *SNL-håndbog. Alt det vigtige fra Stærke Naturfaglige Læringsfællesskaber – kort fortalt*. Aarhus: VIA University College. Lokaliseret den 8. februar 2023 på: https://static1.squarespace.com/static/5f87f65a9218ff1a0227dc10/t/61a5f3714d0dd626ecd5ca75/1638265830822/SNL+h%C3%A5ndbog.pdf.

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review, 57(1)*, s. 1-22.

Sillasen, M.K. & Valero, P. (2011). *Natur/teknik og den naturfaglige kultur i Folkeskolen – Evalueringsrapport.* Aalborg: Aalborg Universitet.

Sunesen, M.S.K. (2016). *Læreres og pædagogers oplevede læringsudbytte af et pædagogisk kompetenceudviklingsforløb – med inklusion som eksempel*. Ph.d.-afhandling. Aarhus: DPU, Aarhus Universitet.

Sølberg, J. (2007). *Udvikling af lokale naturfaglige kulturer*. Ph.d.-afhandling. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Aarhus Universitet.

Sølberg, J. et al. (2015). *Innovation, science og inklusion 2015. Slutrapport af ISI 2015*. København: Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.

VIVE (2021). *SCOPE Project Flow*. Lokaliseret den 8. februar 2023 på: https://www.vive.dk/da/projektforloeb/scope/.

Wilken, L. (2020). Pierre Bourdieu. Den praktiske sans. *Tidsskrift for Professionsstudier, 16(30)*, s. 122-126.

English abstract

This article investigates the potential of the science capital concept to be adapted to science teacher practice and continuing development. The science capital concept has shown its value to describe the relationship between students' cultural and social background and their science aspirations. The fundamental assumption of this study is, that science teachers also possess science capital, in order to engage and motivate students. The article proposes a theoretical framework of science capital categories adapted to teachers. The framework has been applied to a pilot study where a team of science teachers has been interviewed about their leisure science interests, activities and inspirations, and their statements have been analyzed for indications of science capital. Conclusively, the framework has produced a method to get access to the personal and social backgrounds and inspirations for teaching science.

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.

Praksisnær helhedsorientering skal styrkes i erhvervsuddannelsernes STEM-fag

Felicia Lind Benthien,
Nationalt Center for Erhvervspædagogik,
Københavns Professionshøjskole

Henrik Hersom,
Nationalt Center for Erhvervspædagogik,
Københavns Professionshøjskole

Abstract: *I denne artikel argumenterer vi for et større fokus på praksisnær, helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag på erhvervsuddannelserne. På baggrund af en ny undersøgelse konkluderes det at elever på erhvervsuddannelserne kan motiveres i STEM-fagene, når deres kommende erhverv er synligt for dem på tværs af undervisningsfaglige kontekster – fx når erhvervsskolelærere benytter sig af casebaseret undervisning og princippet om problembaseret læring. Vi argumenter for at praksisnær helhedsorientering kræver fokus på koblinger mellem de almene grundfag og de uddannelsesspecifikke fag. Dertil kræver det at erhvervsskoler og erhvervsskolelærere har de rette rammer til at planlægge og gennemføre en sådan undervisning.*

Indledning

På erhvervsuddannelserne er der af flere grunde behov for at styrke praksisnærhed og helhedsorientering i de STEM-relaterede grundfag[1].

Det er et lovmæssigt krav at undervisningen på erhvervsuddannelserne er både praksisnær og helhedsorienteret. I erhvervsuddannelsesloven, i erhvervsuddannelsernes hovedbekendtgørelse og i bekendtgørelsen for bl.a. grundfagene er det på forskellig vis beskrevet at undervisningen og elevernes uddannelse generelt skal skabe tydelige koblinger mellem teori og praksis samt mellem skole og oplæring.

Derudover har erhvervsskolerne til stadighed udfordringer med at fastholde de elever der vælger en erhvervsuddannelse. Det kalder grundlæggende på styrkelse og fastholdelse af elevernes motivation gennem hele deres uddannelsesforløb. Her

1 STEM er en forkortelse for science, technology, engineering og mathematics. De STEM-relaterede grundfag er i denne sammenhæng fagene biologi, erhvervsinformatik, fysik, kemi, matematik, naturfag og teknologi.

er det relevant at interessere sig for hvordan de STEM-relaterede grundfag kan være med til at styrke, frem for at udfordre, elevernes motivation for deres uddannelse.

Endelig udgør grundfagene et væsentligt led i uddannelsen af kompetente faglærte til fremtidens arbejdsmarked. Praksisnær helhedsorientering understøtter at elevernes praktiske mestring styrkes gennem en øget forståelse for den teoretiske viden der ligger bag arbejdsmetoder, -processer og indhold i elevernes kommende erhverv.

Praksisnær helhedsorientering – et krav, et ønske og en styrke

Denne analyse tager afsæt i en større undersøgelse der er en del af forsknings- og udviklingsprojektet "Helhedsorienteret STEM-undervisning i erhvervsuddannelserne". Undersøgelsen bidrager med viden om hvordan praksisnær og helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag kan styrke elevernes motivation for, praktiske mestring af og læringsudbytte i fagene (Andersen, Benthien, Hersom & Hjermov, 2022a).

Undersøgelsens resultater baserer sig på analyser af en omfattende mængde empiriske data. Til grund for undersøgelsen ligger et litteraturstudie af forskning i STEM-fag i relation til erhvervsuddannelsessammenhænge. Desuden indeholder undersøgelsen en survey udsendt til samtlige elever på grundforløb 2 (GF2) på tekniske og social- og sundhedsfaglige erhvervsuddannelser. Herudover er der i forbindelse med undersøgelsen gennemført en række kvalitative interviews og undervisningsobservationer på syv forskellige og geografisk spredte tekniske og social- og sundhedsfaglige erhvervsuddannelser. Gennemførelsen af interviews foregik med grundfagslærere, faglærere, GF2-elever og uddannelsesledere. Analyserne af det samlede empiriske materiale har bidraget til et indblik i hvilke konkrete didaktiske greb og hvilke erfaringer der er forbundet med motiverende helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag (ibid.).

Helhedsorienteret undervisning kan didaktisk gribes an på flere måder, afhængigt af pædagogisk og faglig kontekst. En grundlæggende pointe med helhedsorientering er dog at undervisningen tilrettelægges med udgangspunkt i forskellige former for helheder. Denne artikel argumenterer for et fokus på at styrke *praksisnær* helhedsorientering i de STEM-relaterede grundfag. Praksisnær helhedsorientering forstås i denne sammenhæng som en didaktisk bestræbelse på at koble grundfaget til den erhvervsmæssige praksis som en erhvervsuddannelse retter sig mod. Dette som en tydeliggørelse af den erhvervsfaglige helhed som de STEM-relaterede grundfag peger ind i (Daugbjerg, Svejgaard & Valero, 2014). Praksisnær helhedsorientering finder sted når erhvervets praksis afspejles i undervisningen og knytter sig til kompetencemålene i de uddannelsesspecifikke fag, fx ved at inddrage autentiske cases, ved at tilrettelægge undervisningen problembaseret eller gennem besøg hos – og samarbejde

med –virksomheder fra erhvervet. Forskning har peget på at denne form indeholder et motivationspotentiale (Frejd, 2018; Andersen, Jørgensen & Carlsen, 1998), og undersøgelser fremhæver praksisnærhed og helhedsorientering som væsentlige veje til elevernes motivation i de erhvervsrettede typer af uddannelser (Frejd, 2018; Hall, 2014; Stone, 2007; Lindenskov, 2014).

Praksisnær helhedsorientering er et krav til undervisningen

Overordnet set skal undervisningen på erhvervsuddannelserne have fokus på at skabe koblinger mellem teori og praksis samt mellem skole og oplæring.

Ifølge lov om erhvervsuddannelser skal skoleundervisningen på erhvervsuddannelserne på en helhedsorienteret måde bl.a. give eleverne de nødvendige generelle og specielle kvalifikationer der gør dem i stand til at varetage de funktioner uddannelserne sigter mod (Børne- og Undervisningsministeriet, 2022a, § 22). Og af bekendtgørelse om erhvervsuddannelser fremgår det at erhvervsskolernes lokale undervisningsplaner (LUP) skal indeholde konkrete beskrivelser af hvordan undervisningen på erhvervsuddannelserne bl.a. er helhedsorienteret og praksisrelateret (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021, § 54).

Undervisningen i samtlige grundfag på erhvervsuddannelserne tager bl.a. udgangspunkt i vejledninger udarbejdet af EUD-kontoret under Styrelsen for Undervisning og Kvalitet. Vejledningerne skal understøtte helhedsorienteret undervisning og præcisere sammenhængen mellem de enkelte fag og uddannelsernes øvrige fag gennem anbefalinger og inspiration (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2023).

Når man dykker ned i fagbilagene for de enkelte STEM-relaterede grundfag, er der i beskrivelserne af fagenes identitet og formål fokus på at eleverne skal arbejde med fagenes indhold i relation til problemstillinger der knytter sig til det erhvervsfaglige område. Fx fremgår det af beskrivelsen af matematikfagets identitet at faget i erhvervsuddannelserne er særlig karakteriseret ved at bidrage til den erhvervsfaglige kvalificering, og at undervisningen i naturfag skal give eleverne forudsætninger for at kunne arbejde med naturfaglige emner der findes inden for et erhvervsuddannelsesområde (Børne- og Undervisningsministeriet, 2022b).

Et fokus på at styrke praksisnær helhedsorientering i de STEM-relaterede grundfag er altså et lovmæssigt krav til lærernes arbejde med at udvikle, tilrettelægge og gennemføre undervisningen. Men et styrket fokus på praksisnær, helhedsorienteret undervisning handler ikke bare om at understøtte lærerne i at leve op til formelle krav og rammer. Det handler i højere grad om at understøtte lærernes arbejde med at styrke og fastholde elevernes motivation for fag der ikke altid er forbundet med mestring og mening (Margot, Kettler & Todd, 2019).

Eleverne motiveres af deres kommende praksis

Undersøgelsens survey viste at 20% af de elever der svarede, er overvejende uenige eller uenige i at de har gode erfaringer med de STEM-relaterede grundfag fra tidligere skolegang. Svarene fra den kvantitative elevsurvey påviser naturligvis ikke i sig selv at eleverne over en bred kam har dårlige erfaringer med fagene, men sammenkoblet med den kvalitative del af undersøgelsen viser der sig et billede af at dette gør sig gældende for mange elevers vedkommende (Andersen et al., 2022a). I forlængelse heraf gav langt størstedelen af de interviewede elever udtryk for at de i forbindelse med tidligere skolegang ikke har været særlig motiverede for – eller har kunnet se meningen med – fag som matematik, biologi eller kemi. Endelig er det væsentligt at tage højde for at en del af elevernes skoleerfaringer knytter sig til at de har oplevet at de ikke var egnede til at "sidde på skolebænken" og grundlæggende ikke brød sig særlig meget om at gå i skole (ibid.).

Elevernes motivation for deres uddannelse er helt afgørende for deres engagement i undervisningen og for deres læringsudbytte (Muhrman & Samuelsson, 2015; Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012). Undersøgelsen pegede på at elevernes motivation for de STEM-relaterede grundfag i et væsentligt omfang knytter an til en oplevelse af at fagene er meningsfulde i forhold til udøvelsen af deres fremtidige erhverv.

Eleverne har selv vanskeligt ved at koble fagenes mål og indhold til deres fremtidige erhverv. Det efterlader grundfagslærere såvel som faglærere med ansvaret for at styrke disse koblinger, bl.a. med henblik på at fastholde og styrke elevernes motivation for fag der for dem fremstår abstrakte, og som de ikke har ret mange erfaringer med at mestre. En faglærer på personvognsmekanikeruddannelsen beskriver hvordan han oplever at praksisnær helhedsorientering styrker elevernes interesse for fysik:

> "Mange af dem har en dårlig oplevelse med folkeskolen, og jo mere vi kan flytte det fra at ligne folkeskolen til at ligne noget andet, måske noget med nogle biler ud på værkstedet, jamen jo mere interesserede bliver de." (faglærer, personvognsmekanikeruddannelsen)

Når eleverne fortæller om at de ikke har kunnet lide eller har været gode til at gå i skole, kobler de det ofte til en manglende lyst og evne til at sidde stille på en stol hele dagen. Valget om en erhvervsuddannelse er for mange elever også valget om at gå i skole på en anden måde. Helhedsorienteret og praksisnær undervisning understøtter at eleverne får kropslige erfaringer med fagene. En SOSU-elev beskriver dette:

> "Det er det bedste ved det, for når vi laver øvelser og får det ud i hænderne, så kan vi huske det bedre." (elev, SOSU-assistentuddannelsen)

De elever der vælger at tage en erhvervsuddannelse, har ofte nogle særlige forventninger til den undervisning de her vil møde. De ønsker en uddannelse hvor de kan bruge deres hænder, og lærerne supplerer i undersøgelsen med at legende, kreative og undersøgende arbejdsprocesser i den STEM-relaterede grundfagsundervisning tilføjer noget til elevernes motivation og interesse (Andersen et al., 2022a).

Praksisnær helhedsorientering styrker uddannelsen af dygtige faglærte

Praksisnær helhedsorientering er altså et lovmæssigt krav til undervisningen i de STEM-relaterede grundfag, og det styrker elevernes motivation for fagene. Derudover peger grundfagslærerne såvel som faglærerne i undersøgelsen på en tredje væsentlig pointe vedrørende grundfagenes betydning for elevernes læringsudbytte, nemlig at grundfagene er en uundværlig del af uddannelsen af dygtige og professionelle faglærte.

Dygtige faglærte kan nemlig groft sagt meget andet end at reproducere de aktuelle arbejdsmetoder, -valg og -processer der gør sig gældende i de forskellige erhverv. Dygtige faglærte har en viden der giver dem kompetencerne til at forstå hvorfor noget er som det er. Når SOSU-eleverne gennem praksisnær og helhedsorienteret naturfagsundervisning fx får viden om kemiske forbindelser i relation til kostsammensætning, giver det dem mulighed for at handle informeret og forholde sig kritisk når de skal vurdere hvad de skal servere for borgeren med diabetes eller for den småtspisende borger. Når autoeleverne i fysikundervisningen får viden om nyttevirkning og energikæder i relation til bremseacceleration, bliver de i stand til at foretage faglige vurderinger i arbejdet med bilerne ude på værkstedet.

Derfor er det afgørende at eleverne oplever at undervisningen i fx naturfag og fysik handler om andet end at bestå eksamen eller lære noget udenad "bare fordi". De STEM-relaterede grundfag er i mange tilfælde ikke noget i sig selv, lige så vel som at de uddannelsesspecifikke fag har behov for grundfagene, og det er netop denne gensidige afhængighed mellem fagene praksisnær helhedsorientering kan understøtte.

Det efterlader grundfagslærere på erhvervsuddannelserne med en væsentlig didaktisk udfordring, for hvordan kan man som grundfagslærer understøtte og styrke elevernes engagement og læringsudbytte i de STEM-relaterede grundfag? Hvordan kan man tydeliggøre værdien af disse fag i forhold til elevernes faglige interesser? Hvordan kan de STEM-relaterede grundfag styrke elevernes praktiske mestring og dermed understøtte uddannelsen af dygtige faglærte til fremtidens arbejdsmarked?

En undersøgelse fra 2019 viste at grundfagslærerne mangler viden om og efterspørger inspiration til hvordan de kan tilrettelægge helhedsorienteret og praksisnær undervisning (Slottved, Larsen, Ladekjær & Koudahl, 2019). Resultaterne fra undersøgelsen "Helhedsorienteret STEM-undervisning i erhvervsuddannelserne" (Andersen et al., 2022a) bidrager netop til en konkretisering af hvilke didaktiske greb der under-

støtter praksisnær helhedsorientering, og som lærerne kan blive inspireret af når de udvikler og gennemfører STEM-relateret grundfagsundervisning.

Hvordan kan praksisnær helhedsorientering gennemføres?

Som det fremgår af ovenstående, er det vigtigt at være opmærksom på at skabe helhedsorientering og praksisnærhed i undervisningen i erhvervsuddannelsernes STEM-relaterede grundfag. Dette med henblik på at kunne motivere eleverne og for at imødekomme målsætninger i de lovmæssige krav og bekendtgørelser samt styrke uddannelsen af dygtige faglærte. Helhedsorienteret, praksisnær undervisning bidrager til elevernes erfaringer med at de STEM-relaterede grundfag bliver oplevet som meningsfulde i forhold til det erhverv de uddanner sig til. Men hvordan kan dette så gøres i praksis? Undersøgelsen af helhedsorienteret undervisning i erhvervsuddannelserne giver som nævnt nogle konkrete svar på dette.

Synliggørelse af erhverv og STEM-relaterede grundfag på tværs af faglige kontekster

Undersøgelsen viser bl.a. at praksisnær helhedsorientering kan gennemføres når såvel erhvervet som grundfagenes relevans i relation hertil bliver konkret synliggjort i undervisningen – både af grundfagslærere i de almene fagområder og af faglærere i de uddannelsesspecifikke fag. Det er fx ikke tilstrækkeligt at det kun er fysiklæreren der bruger praktiske eksempler fra erhvervet eller fra faglærerens værkstedsundervisning i sin fysikundervisning. Det er samtidig vigtigt at også faglæreren relaterer til konkrete emner og pointer fra fysikundervisningen og tydeliggør dette indhold i autoværkstedet.

Synliggørelsen kan fx ske i form af en fælles produktorientering på tværs af fagene, hvor man i de relevante fag tager udgangspunkt i eller orienterer sig mod konkrete fysiske artefakter i undervisningen der er repræsentative for erhvervet (Andersen et al., 2022a; Hersom, 2020). Produktorientering kan bidrage til elevernes oplevelse af STEM-grundfagets relevans og mening når den viden de har fået i fx matematik eller naturfag, bliver direkte synlig og nyttig i forhold til produktet.

Synliggørelsen kan også ske når fx biologilæreren i sin undervisning inddrager det faglige sprog og de faglige begreber der hører til elevernes kommende erhverv, eller når faglæreren gentager og inddrager pointer og begreber fra biologi i den praktiske undervisning. Når erhvervets faglige sprog bliver brugt i de STEM-relaterede grundfag, og når de naturvidenskabelige begreber inddrages i værkstedsundervisningen, bidrager det til at de STEM-relaterede grundfag bliver synlige og relevante for eleverne på tværs af faglige kontekster (ibid.).

Autentiske eksempler og cases

Flere elever i undersøgelsen italesætter at det virker motiverende og lærerigt på dem når der i undervisningen inddrages konkrete eksempler, og når der knyttes an til virkelige problemstillinger fra det erhverv de er ved at uddanne sig til. Altså når undervisningen baseres på autentiske eksempler fra erhvervet. Desuden fremgår det at læreren kan understøtte elevernes oplevelse af relevans i det STEM-relaterede grundfag i forhold til elevernes kommende erhverv ved løbende at synliggøre og forklare hvad der gør undervisningens indhold og aktiviteter relevante.

I den forbindelse kan lærere og elever arbejde med at koble de STEM-relaterede grundfag til erhvervet via brug af cases i form af levende beskrivelser af en erhvervsmæssigt autentisk situation eller problemstilling. Fx bliver emner fra naturfag relevante for malereleverne når de skal forholde sig til og løse en case der beskriver en autentisk situation fra erhvervet hvor de opdager og skal håndtere skimmelsvamp i forbindelse med løsningen af en maleropgave for en kunde. Casebaseret undervisning kan have den fordel at indholdet fremstår konkret og virkelighedsnært for eleverne når den pågældende case er baseret på relevante faglige beskrivelser af en realistisk situation i erhvervet der giver mening og er genkendelig for eleverne (Andersen et al., 2022a).

Problembaseret læring

Synliggørelse af erhvervet og casebaseret undervisning kan med fordel tage udgangspunkt i gruppearbejde tilrettelagt med udgangspunkt i problembaseret læring (fx Pettersen, 2001). 90% af eleverne i undersøgelsens survey svarer at de altid, ofte eller sommetider arbejder i grupper i deres STEM-relaterede grundfag på erhvervsuddannelserne. Gruppearbejde kan dog organiseres og praktiseres ud fra en række forskellige didaktiske principper, og flere studier beskriver hvordan problembaseret læring kan være et relevant udgangspunkt for gruppearbejde og undervisning i STEM-fagene (Falk, 2015; Tarhan & Ayyıldız, 2015).

Problembaseret læring skal i denne forbindelse ses som et pædagogisk og didaktisk princip der har til formål at udvikle elevernes kompetencer og kvalifikationer ved at de bliver konfronteret med realistiske, autentiske og praksisnære problemsituationer (fx ved brug af erhvervsbaserede eksempler og cases). Udgangspunktet er samtidig at eleverne lærer når de selv er aktive og tager styring i deres læringsprocesser, og når de trænes i selvstændighed, deltageraktivering og medansvar for læring (Pettersen, 2001). Naturfagsundervisningen motiverer i højere grad eleverne når deres nysgerrighed og oplevede udfordringer får lov at forme deres læreprocesser. Når urmagereleverne fx får mulighed for at forfølge en interesse for at undersøge hvad der sker når et stykke messing fra uret ligger for længe i en rensevæske med en særlig pH-værdi, vækkes deres interesse for naturfaget, og motivationen for og læringen i naturfagsundervisningen styrkes (Andersen et al., 2022a).

Undersøgelsens litteraturreview peger på at problembaseret læring kan højne de studerendes faglighed og studiekompetencer samt ikke mindst deres interesse for STEM-fagene. Reviewet viser dog samtidig at dette i høj grad afhænger af problemets kvalitet, lærerens kvalifikationer i forhold til organisering af problembaseret læring samt gruppens sammensætning (fx Tarhan & Ayyıldız, 2015). Andre internationale studier viser også at problembaseret læring kan være en optimal ramme for at udvikle STEM-kompetencer når eleverne selv medvirker i alle faser fra problemidentifikation over problemanalyse til problemløsning og vurdering af udviklede løsninger (Lou, Shih, Diez & Tseng, 2011).

Rammer der understøtter praksisnær helhedsorientering

Ud over ovenstående har det stor betydning for erhvervsuddannelseselevers engagement og læring i STEM-fagene at de relevante rammer er til stede (Andersen et al., 2022a). Rammer skal her forstås som de fysiske rum undervisningen foregår i, og som giver mulighed for at afspejle de faglige miljøer der er relevante for elevernes kommende erhverv. Men rammer skal også forstås som de muligheder lærerne har for at kunne tilrettelægge og gennemføre undervisningen. Hvis der skal kunne gennemføres praksisnær, helhedsorienteret undervisning, er det væsentligt at der eksisterer fysiske og tidsmæssige rammer der gør dette muligt, men også at der etableres rammer for at skabe det nødvendige pædagogiske og didaktiske samarbejde mellem lærerne. Her især set i forhold til et samarbejde mellem grundfagslærere og faglærere i de uddannelsesspecifikke fag (ibid.).

Eksempler i undersøgelsen illustrerer hvordan lærere kan inddrage hinanden på tværs af grundfagene og de erhvervsrettede fag ved at deltage og tilrettelægge med fokus på udvalgte dele af hinandens undervisning og/eller ved at bruge relevante faglige pointer og temaer på tværs. Dette kræver tætte samarbejdsrelationer mellem grundfagslærere og faglærere. Når såvel de fysiske rammer som undervisningsindholdet skal relatere til erhvervet, er det væsentligt at fx de STEM-relaterede grundfag ikke kun ses som støttefag for de erhvervsrettede fag, men at fagene gensidigt betragtes som hinandens nødvendigheder, og at der på denne baggrund kan skabes en faglig meningsfuldhed.

I den forbindelse er der fx lærere der fortæller at de har fælles planlægningstid, deler kontor med hinanden, holder faste fælles møder, indgår i teams, besøger lærepladser sammen, udvikler undervisningsmaterialer sammen osv. Dette med praksisnær helhedsorientering i fokus. Desuden italesætter flere grundfagslærere værdien af at de får konkret indsigt i det arbejdsmiljø og de arbejdsopgaver der er relevante i det pågældende erhverv. Dette ved fx at lære erhvervets fagsprog og faglige begreber at kende så de kan benytte dem i grundfagsundervisningen.

En naturfagslærer på tjeneruddannelsen udtrykker det således:

> "Det er en interesse for egentlig at se ind i elevernes motivation og deres egne interesser for det naturfaglige (...) hvor vi kunne bruge noget mere praktisk orienteret og mange flere forsøg som var relateret til tjenerens funktionelle arbejde. Så det er ligesom det der gør det tværfagligt. Og jeg startede ud med at bruge nogle af mine kontakter ude i branchen." (naturfagslærer, tjeneruddannelsen)

Læreren italesætter her hvordan det har været indsigtsfuldt for hende at kunne henvende sig til egne kontakter i branchen for at få mere viden om tjenerens arbejde med henblik på at kunne lave motiverende tværfaglig naturfagsundervisning med fokus på erhvervet. I praksisnær, helhedsorienteret STEM-undervisning bør dette tværfaglige samarbejde imidlertid primært være placeret på erhvervsskolen så det ikke bliver overladt til tilfældigheder om lærere individuelt har adgang til kontakter i branchen. Nogle lærere har hovedsageligt viden om branchen, mens andre lærere har viden om naturfaget. Det er derfor væsentligt at skabe rum for vidensdeling så disse lærere hver især kan blive klogere på hinandens fagligheder og ikke mindst konkret kan benytte disse indsigter i deres undervisning – fx ved at relatere til fælles emner og cases eller ved at benytte deres viden som eksempler. På den måde kan eleverne opleve hvordan de STEM-relaterede grundfag har relevans for det erhverv de uddanner sig til. En elev udtrykker følgende:

> "Vi har brugt 14 dage herovre på elmotorer. De store spørgsmål er her: Hvad er der indeni? Hvordan fungerer de? Der er sammenfald til fysikkompendiet – der har du elektromagnetisme, du har induktion, du har alle de her ting. I min verden, hvis du gør det her, så sidder det fast hos folk." (elev, automatikteknikeruddannelsen)

Eleven har brug for en sådan kobling mellem, i dette tilfælde, fysikkompendiet og elmotorer, og han udtrykker hvordan læringen foregår bedre for ham på en sådan måde hvor fysikundervisningen er koblet tæt til en fysisk materialisering af arbejdet. De fysiske rammer kan bestå af flere ting som fx værkstedet, naturen, køkkenet, plejestuen, stalden eller en konkret virksomhed. Når undervisningen knytter an til både det STEM-relaterede grundfag og den erhvervsfaglige praksis, kan det understøtte elevernes oplevelse af at være fagligt kompetente og medvirke til forståelsen af grundfagets relevans og mening i forhold til deres kommende erhverv.

Opsamling

Praksisnær helhedsorientering er både et lovmæssigt krav, et ønske og en styrke i erhvervsuddannelserne. I en sådan praksisnær og helhedsorienteret gennemførelse af undervisning er det derfor væsentligt at grundfagslærere og faglærere har mulighed

for at arbejde sammen i forsøget på at gøre op med "faglige siloer". At der tilstræbes et tværfagligt samarbejde hvor der ikke kun er tale om privatpraktiserende undervisning hvor fagene primært eksisterer "i egen ret", men hvor der i højere grad er tale om faglig integration på tværs af kontekster. For nogle elever kan der naturligvis være meget læringsværdi forbundet med de STEM-relaterede fag i deres egen ret, betragtet i en almendannende optik – fx via fokus på undersøgelsesbaserede undervisningsformer i det enkelte fag og via integration mellem STEM-fagene (se i øvrigt Bohm, Salomonsen, Quistgaard, Binau, Wøhlk, Jensen & Kronvald, 2017). Men hvis man på erhvervsskolen ønsker en praksisnær, helhedsorienteret undervisning som en vej til at styrke elevernes motivation og som en vej til uddannelse af dygtige faglærte, er det væsentligt at skolernes ledelse prioriterer og etablerer de rette rammer til dette. De tværgående praksisnære koblinger og relevansen i forhold til erhvervet kan didaktisk bestå af forskelligartede elementer såsom synliggørelse af erhverv og STEM-fag via brug af cases, autentiske eksempler og problembaseret læring. Ovennævnte undersøgelse viser at praksisnær, helhedsorienteret undervisning i de STEM-relaterede grundfag er en vej til motivation for mange elever i erhvervsuddannelserne.

Referencer

Andersen, O.D., Benthien, F.L., Hersom, H. & Hjermov, P. (2022a). *STEM-relaterede grundfag i erhvervsuddannelserne – en undersøgelse af motiverende, helhedsorienteret undervisning*. København: Københavns Professionshøjskole.

Andersen, O.D., Benthien, F.L., Hersom, H. & Hjermov, P. (2022b). *Styrk undervisningen i STEM-fagene på erhvervsuddannelserne*. København: Københavns Professionshøjskole.

Andersen, O.D., Jørgensen, C.B. & Carlsen, J. (1998). *Helhedsorientering – et didaktisk princip i erhvervsuddannelserne*. Orange serie om pædagogisk/faglig udvikling for erhvervsuddannelsesområdet, nr. 7. København: Undervisningsministeriet.

Bohm, M., Salomonsen, D., Quistgaard, N., Binau, C., Wøhlk, E., Jensen L. & Kronvald, O. (2017). *Sammen om naturvidenskab – anbefalinger til en national strategi for de naturvidenskabelige fag*. Stemstrategi.dk. København: Astra.

Børne- og Undervisningsministeriet. (2021). *Bekendtgørelse om erhvervsuddannelser*. BEK nr. 2499 af 13/12/2021, kap. 6, § 54.

Børne- og Undervisningsministeriet. (2022a). *Bekendtgørelse af lov om erhvervsuddannelser*. LBK nr. 956 af 21/06/22, kap. 4, § 22.

Børne- og Undervisningsministeriet. (2022b). *Bekendtgørelse om grundfag, erhvervsfag, erhvervsrettet andetsprogsdansk og kombinationsfag i erhvervsuddannelserne og om adgangskurser til erhvervsuddannelserne*. BEK nr. 555 af 27/04/2022, bilag 12 og bilag 13.

Daugbjerg, P., Svejgaard, K.L. & Valero, P. (2014). Praksisnærhed i erhvervsskolens naturfagsundervisning gennem betydende overgange. *NordYrk, 4(1)*, s. 1-15.

Falk, H. (2015). From the Reality of Work to Grounded Work-Based Learning in German Vocational Education and Training – Background, Concept and Tools. *International Journal for Research in Vocational Education and Training, 2(3)*, s. 214-238.

Frejd, P. (2018). *What Is the Role and Place of Matemathics Education in (Swedish) Vocational Education?* Linköping: Linköping Universitet.

Hall, G. (2014). Integrating Real-World Numeracy Applications and Modelling into Vocational Courses. *Adults Learning Mathematics: An International Journal, 9(1)*, s. 53-67.

Hersom, H. (2020). *Veje til stolthed i erhvervsuddannelserne*. København: Akademisk Forlag.

Lindenskov, L. (2014). *Forsøgsundervisning i matematik på Svendborg Erhvervsskole – tal- og matematikproblemer som en udfordring på uddannelserne*. Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU), Århus: Aarhus Universitet.

Lou, S.J., Shih, R.C., Diez, C.R. & Tseng K.H. (2011). The Impact of Problem-Based Learning Strategies on STEM Knowledge Integration and Attitudes: an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, *21*, s. 195-215. Springer

Margot, K., Kettler, C. & Todd (2019). Teachers' Perception of STEM Integration and Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education, 6(1)*. Open source

Muhrman, K. & Samuelsson, J. (2015). *Hur man öker elevers motivation för matematik*. Linköping: Linköping Universitet.

Pettersen, R. (2001). *Problembaseret læring – for elever, studerende og lærere*. København: Dafolo.

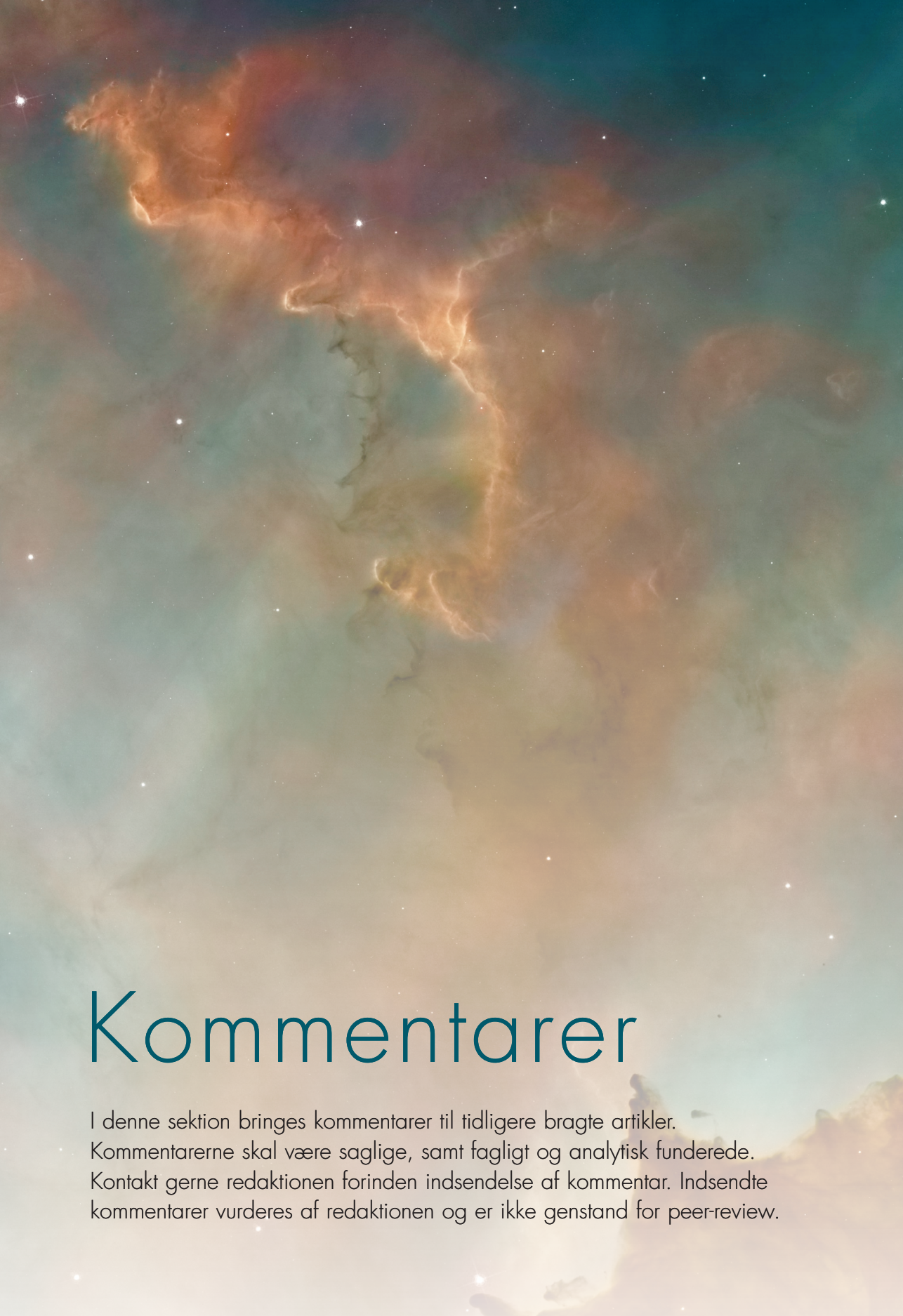
Slottved, M., Larsen, K.S., Ladekjær, E. & Koudahl, P. (2019). *STEM-grundfag på erhvervsuddannelserne – analyse af undervisningspraksisser og undervisernes kvalifikationer og kompetencebehov*. København: VIVE

Stohlmann, M., Moore, T.J. & Roehrig, G.H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research, 2(1)*, s. 28-34.

Stone, J.R. (2007). Making Math Work. *Principal Leadership, 7,* s. 24-53.

Styrelsen for Undervisning og Kvalitet. (2023). *Fagbilag og vejledninger*. Lokaliseret 22. marts 2023 på https://www.uvm.dk/erhvervsuddannelser/undervisning-og-laeringsmiljoe/grundfag/fagbilag-og-vejledninger.

Tarhan, L. & Ayyıldız, Y. (2015). The Views of Undergraduates about Problem-Based Learning Applications in a Biochemistry Course. *Journal of Biological Education, 49(2)*, s. 116-126. Routledge.



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.

Når midlet bliver et mål i sig selv

Jens Højgaard Jensen,
RUC

Kommentar til Line Have Musaeus, Jonas Ørbæk Hansen og Keld Nielsen: "Computational thinking i matematik, naturfag og samfundsfag – hvorfor, hvad og hvordan?", MONA, 2023(1).

I artiklen om computational thinking (CT) i *MONA, 2023(1),* beretter forfatterne om et omfattende undervisningsudviklingsprojekt. Kernen i projektet har været kvalificering af gymnasielærere i matematik, de forskellige naturfag og samfundsfag til at undervise deres elever i CT i sammenhæng med deres respektive fag. Med særligt fokus på at udvikle elevernes modelleringskompetence ved hjælp af CT.

Min baggrund for at kommentere projektet er ikke nærkontakt med CT. Min erfaring er begrænset til mit speciale i eksperimentalfysik, hvor jeg i 1968 udarbejdede et databehandlingsprogram (i ALGOL til kørsel på GIER på HCØ). Altså på den vis et noget skævt og rustent udgangspunkt for en kommentar. Det er mine mere generelle erfaringer (som lærer på og studieleder for den naturvidenskabelige basisuddannelse, som lærer på fysikoverbygningsspecialiseringen og som naturvidenskabelig dekan og prorektor for RUC) med undervisnings- og uddannelsesdesign ved udviklingen af RUC fra 1972 til i dag som jeg vil trække på.

Jeg er af den opfattelse at en induktiv tilgang til undervisning, hvor eleverne arbejder aktivt undersøgende med et problem eller et emne, kan være betydelig mere udbytterig for eleverne end en deduktivt meddelende undervisning kan. Learning by doing. Som jeg forstår CT-projektet, baserer det sig på samme opfattelse. Udfordringen er så at sikre at det specifikke problem eller emne er repræsentativt for bredere forståelser af almen betydning. At det middel som casen er, peger imod et relevant mål. Mit hovedbudskab i kommentaren her er at påpege faren ved for mange og for spredte mål. Jeg vil gengive nogle af mine erfaringer med hvordan for mange mål kan føre til at midlet (casen) i praksis bliver målet – uden at det viser vejen til mere overordnede mål.

Fra starten af 1900-tallet blev fysikundervisningen på gymnasieniveau i Danmark og andre lande programmatisk reformeret fra ex cathedra kridt og tavle-undervisning til learning by doing-undervisning med vægt på eksperimentelle aktiviteter. Det blev

dog aldrig klart hvad målet med de eksperimentelle aktiviteter var og er. Eller rettere sagt, der kunne anføres mange gode grunde som i praksis kunne stå i vejen for hinanden. Lærke Bang Jacobsen (LBJ) nævner bl.a. i sin ph.d.-afhandling (med mig som vejleder), *Linking Physics Labwork Activities to Their Potential Learning Outcomes – Does a Declaration Make a Difference?* (Jacobsen, 2010), på baggrund af studier af fysikdidaktiske artikler, bekendtgørelser m.m., nogle meget forskellige potentielle mål som man har forestillet sig at de eksperimentelle aktiviteter kunne bidrage til at indfri. LBJ kategoriserer målene som spredende sig over "det konceptuelle domæne, det procedurale domæne, domænet for forskende undersøgelser, det perspektiverende domæne, domænet for videnskabelige holdninger og det affektive domæne". Men i praksis har der i mere end hundrede år typisk helt overvejende kun været realiseret mål inden for det procedurale domæne (fx øvelse i måleteknik, databehandling og vurdering af usikkerheder) via kogebogsøvelser. I stedet for at være midler, bl.a. rettet mod overordnede mål, lever de eksperimentelle aktiviteter, af en række grunde som ikke har med de overordnede mål at gøre, typisk deres eget add-on-liv i gymnasiets fysikundervisning, som et mål i sig selv.

For den tidligere naturvidenskabelige basisuddannelse (nat-bas på RUC) gjaldt det (siden 1975), og for den nuværende treårige naturvidenskabelige bacheloruddannelse (nat-bac) gælder det, at den halvdel af studiearbejdet der er helliget problemorienteret projektarbejde i grupper, i de tre første semestre er styret af såkaldte semesterbindinger. Med de nuværende formuleringer er de tre projekter på de tre semestre bundet til at dreje sig om henholdsvis: anvendelse af naturvidenskab i teknik og samfund (første semester), samspil mellem teori, model, eksperiment og simulering i naturvidenskab (andet semester) samt naturvidenskab og videnskabsteori (tredje semester) (Roskilde Universitet, 2023). Projektarbejdet er ikke bundet til bestemte naturvidenskabelig fag. Men der er adgang til vejledning fra de forskellige fags lærere.

I årene 1991-2008 holdt jeg foredraget "Orla og systemet af semesterbindinger på nat-bas" for de studerende ved deres studiestart på naturvidenskab på RUC. Orla var en studerende som jeg var vejleder for i to af de nedennævnte projekter. I Orlas projektarbejde på første semester var problemformuleringen "Hvilke konsekvenser for naturværdierne ved Tystrup-Bavelse søerne vil Københavns Vandforsynings planer om øget vandudvinding i området få?". Udgangspunktet for projektet var en debat som Naturfredningsforeningens afdeling i Slagelse deltog i. En i projektgruppen var medlem af foreningen. Og gruppen udarbejdede projektrapporten med foreningen som målgruppe. Inddragede fagområder var botanik, zoologi, naturgeografi og kvartærgeologi. I Orlas projektarbejde på andet semester var problemformuleringen "Hvordan forudsiges sænkningen af grundvandsspejlet ved vandboringer?" Udgangspunktet var Orlas arbejde med projektet på første semester. Han arbejdede nu i en ny gruppe som han havde fået engageret i denne problemformulering. Målgruppen var Orla

og de øvrige gruppemedlemmer. Det inddragede fagområde var hydrologi. Gruppen udførte eksperimentelt arbejde (Darcys lov) og modellerede grundvandstragte (med inddragelse af matematik, fysik og geologi). I Orlas projektarbejde på tredje semester var problemformuleringen "Matematiske modeller – vejledning eller vildledning?". Udgangspunktet var Orlas oplevelse i arbejdet med projektet på andet semester, hvor både eksperimenterne og modellerne var idealiserede i forhold til naturforholdene. I projektet blev tre forskelligartede matematiske modeller sammenlignet: en beregning af den geostationære TV-satellitbane ved hjælp af klassisk newtonsk mekanik, den hydrologiske grundvandstragt-model fra andet semester og en fiskeribiologisk matematisk model til at beregne maksimalt vægtudbytte i dambrug. Konklusionen af sammenligningen var at satellitmodellen kunne kontrolleres både teoretisk og empirisk, og at hydrologimodellen delvist kunne kontrolleres teoretisk, men i øvrigt empirisk, og fiskerimodellen kun empirisk. Målgruppen for projektet var de øvrige medstuderende i "huset" (storgruppen). De inddragede fagområder var matematik, fysik, geologi, biologi og ikke mindst videnskabsteori.

Historien om Orla og semesterbindingerne er autentisk, bortset fra en svag retouchering for at tydeliggøre signalet til de studerende om forskellige mål med de tre første semestres projektarbejde: at de skulle give dem repræsentative erfaringer med henholdsvis anvendt naturvidenskab (arbejde *med* naturvidenskab som redskab), grundvidenskab (arbejde *i* naturvidenskab med naturvidenskabelige metoder) og naturvidenskabernes samfunds- og erkendelsesfunktioner (arbejde *om* naturvidenskab). Og at disse tre mål kan føre over i hinanden.

Jeg var med til at udtænke systemet af semesterbindinger i 1975. De overordnede mål de beskrev for de tre semestre, som basis for de videre specialiserede studier i naturvidenskab på RUC, var relevante. Men af mange af de involverede lærere og studerende blev de også opfattet som luftige og uhåndterlige. Så sent som i 1991 var det stadig til en vis grad tilfældet. Det var grunden til mine foredrag om Orla for studiestarterne på den naturvidenskabelige basisuddannelse fra 1991 til 2008. Ved en senere studiereform i 2012 hvor nat-bas blev en integreret del af nat-bac, blev de, bortset fra små justeringer, videreført uændret, og de betragtes nu af lærere og studerende som en etableret, velfungerende og rammesættende hovedhjørnesten i indgangen til de naturvidenskabelige studier på RUC. Hvilket bidrag hertil mine Orla-foredrag har leveret, skal være usagt. Med fortællingen vil jeg illustrere at etablering af en deltagerkultur der kan fastholde overordnede mål for induktiv learning by doing-undervisning, kan være en sej og langsommelig sag. Undervejs har kulturen skullet vænne sig til på dette studietrin at betragte fagene som midler til at realisere semesterbindingerne.

I CT-projektet, tænker jeg, kan fagenes underordning som middel til at fremme computational thinking som mål ikke undgå at volde større problemer end fage-

nes underordning under semesterbindingerne på nat-bas, gymnasiets højere grad af organisering efter fag taget i betragtning. På nat-bac skete vores inddragelse af CT uden sværdslag ved at "simulering" blev tilføjet formuleringen af semesterbindingen for andet semester. Semestret skal nu give erfaring med at koble teori og model på den ene side med tilvejebringelse af og analyse af empiri gennem observation, eksperiment eller simulering på den anden. Før 2012 var simulering ikke nævnt i semesterbindingen. I gymnasiet er det nærliggende at frygte at CT-projektet, imod intentionerne, enten ikke finder fodfæste eller nemt relakserer til "kogebogsøvelser" som elevøvelserne i fysik. Ifølge empiriske undersøgelser af LBJ (Jacobsen, 2010) får eleverne dog klart større udbytte af elevøvelserne hvis deres mål deklareres. Men det forudsætter forståelige deklarationer som ikke kan forveksles med salgstaler. Og her kan jeg blive bekymret når CT-projektet mener at kunne realisere fagenes mål, CT-målet og et mål om modelleringskompetence samtidig, uden at klarlægge mål og midler i forhold til hinanden.

CT er selvsagt en vigtig kompetence, sådan som teknologien og samfundet udvikler sig. Spørgsmålet er hvordan det kan inddrages i fx gymnasiet. I Feynmans indledende universitetsundervisning (Feynman et al., 1964) introduceres Newtons anden lov og differentialligninger via algoritmisk forståelse. Med papir og blyant finder han bevægelsen af svingende masser i enden af en fjeder og planetbevægelser ved numerisk integration af bevægelsesligningerne. Som et skridt på vejen hjælper algoritmiseringen af bevægelsesligningerne på forståelsen af indholdet i Newtons anden lov som mere end en manual. Men algoritmiseringen kan ikke erstatte matematisk analyse længere fremme ad vejen.

På samme måde tror jeg heller ikke at CT kan erstatte matematik til udvikling af gymnasieelevers modelleringskompetence. Jeg er imponeret over CT-projektets softwares evne til fx at simulere kemisk reaktionskinetik. Som en illustration. Og også imponeret over den potentielle mulighed for elevaktiverende undervisning ved elevernes adgang til at undersøge konsekvenserne for reaktionskinetikken når der skrues på indgående parameterværdier. Men til modelleringskompetence hører også for mig dømmekraft i forhold til matematiske/algoritmiske modellers troværdighed. Altså den bold Orla gik efter i sit projekt på tredje semester. Og som jeg har trillet videre med i flere omgange, senest i *Aktuel Naturvidenskab* (Jensen, 2019). Hvordan hjælper man gymnasieelever (og den bredere offentlighed) ud over et følelsesbestemt valg mellem blind tiltro (matematik lyver ikke) og blind skepsis (der er løgne, forbandede løgne og statistik) til matematiske modeller? Og algoritmiske computermodeller, som jo også som matematiske modeller er logisk form? Eller matematiske/algoritmiske modeller som fx de makroøkonomiske og de epidemiologiske? I tilknytning til min artikel i *Aktuel Naturvidenskab* findes et undervisningsmateriale til gymnasiebrug (Jensen & Videsen, 2019) der skal tydeliggøre at vurderingsmulighederne for matematiske

modellers troværdighed kan være meget forskellige, også når de umiddelbart formelt set ser ens ud. I materialet er der tre enkle eksempler på henholdsvis: 1. en matematisk formel som kun behøver at blive kontrolleret for logik- og regnefejl, 2. en matematisk model hvis forsimplinger ud over at kunne kontrolleres empirisk også kan kontrolleres teoretisk, 3. en matematisk model hvis forsimplinger alene kan kontrolleres empirisk. Hvor forskellene i mulighederne for at kontrollere modellernes troværdighed ikke ligger i modellernes formelle side, men i hvad der modelleres. Noget af det gode ved CT-projektet er at det inddrager gymnasiefagene bredt. Så ideelt set kunne der måske være basis for sammenligninger af modellernes karakterer på tværs af fagene, selvom gymnasiets organisering ikke er optimal til det. Hvis modelleringskompetence er målet for undervisningen, lader sammenligninger på tværs af fagenes brug af modeller måske nemmere sig gøre med fx undervisningsmaterialet i *Aktuel Naturvidenskab*. Da der kun skal bruges papir og blyant, er det under alle omstændigheder billigere og nemmere at foretage løbende justeringer af undervisningsmaterialet end hvis undervisningen er bundet til faste eksperimentelle opstillinger eller faste softwarepakker.

Efter min mening er det gode ved CT-projektet dels at det arbejder bottom up inden for gymnasiets rammer, dels at det i udgangspunktet dyrker en induktiv pædagogik. Hvis imidlertid et induktivt undervisningsforløb begrundes luftigt og abstrakt med at være godt for både det ene (fagene), det andet (modelleringskompetencen) og det tredje (CT), risikerer det ikke at være godt for noget, andet end at leve i sin egen ret (jf. kogebogsøvelserne i fysik).

Referencer

Feynman, R.P., Leighton, R.B. & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics*, bind I. Reading: Addison-Wesley.

Jacobsen, L.B. (2010). *Linking Physics Labwork Activities to Their Potential Learning Outcomes – Does a Declaration Make a Difference?* IMFUFA tekst nr. 476. Roskilde: Roskilde Universitet.

Jensen, J.H. (2019). Matematiske modeller – vejledende eller vildledende? *Aktuel Naturvidenskab, 6*, s. 32.

Jensen, J.H. & Videsen P.A. (2019). *Teoretisk og empirisk kontrol af matematiske modeller*. Lokaliseret 16/03/2023 på https://aktuelnaturvidenskab.dk/undervisningsmateriale/alle-opgavesæt.

Roskilde Universitet (2023). *NAT studieguide 2023*. Lokaliseret 16/03/2023 på https://ruc.dk/uddannelser-paa-institut-naturvidenskab-og-miljoe.

Delphi-undersøgelsen er måske ikke svar på alt, men en god rettesnor for Naturfagsakademiets arbejde

Gitte Miller Balslev, NAFA og SDU

Ivar Lykke Ørnby, NAFA

Jens Juulsgaard Larsen, NAFA

Kia Wied, NAFA

Martin Krabbe Sillasen, NAFA og VIA UC

Kommentar til Keld Nielsen og Birgitte Lund Nielsen: "Delphi-studiet er en gave – nu gælder det om at bruge gaven fornuftigt", MONA, 2022(3).

I en kommentar i *MONA, 2022(3),* stiller Keld Nielsen, tidl. Aarhus Universitet, og Birgitte Lund Nielsen, VIA University College, adskillige spørgsmål til processen vedrørende det Delphi-studie (Nielsen & Nielsen, 2022) som DASERA (Danish Science Education Research Association) og Naturfagsakademiet (NAFA) har iværksat og finansieret, og hvis resultater findes i artiklen Krogh, Dolin & Petersen (2022). Delphi-studiets formål var at undersøge hvad det samlede naturfagsdidaktiske felt i Danmark mener er det vigtigste indhold i fremtidens naturfagsundervisning.

Det mest centrale spørgsmål for NAFA i Nielsen & Nielsens kommentar er hvor-

dan NAFA vil gøre brug af – og i hvilken grad NAFA er forpligtet af – Delphi-studiet. Samtidig spørger Nielsen & Nielsen hvilken rolle NAFAs dagsorden spillede i forhold til designet af Delphi-studiet. De to spørgsmål forsøger vi at besvare nedenfor.

For at besvare det sidste spørgsmål først: Nielsen & Nielsen synes at det er uklart hvad der skete da to forslag om Delphi-undersøgelser blev slået sammen til ét. I Nielsen & Nielsens kommentar tillægges DASERAs forslag et bredt og ideelt formål og NAFAs et taktisk og målrettet formål. Det er i vores optik en forkert fortolkning af NAFAs begrundelse for at samarbejde med DASERA om ét Delphi-studie. NAFA og DASERA aftalte at samarbejde om ét Delphi-studie for at give undersøgelsen tilstrækkelig økonomisk volumen til at inkludere 42 informanter og for at få lavet et grundigere analysearbejde.

Og så til hvordan NAFA vil gøre brug af – og i hvilken grad NAFA er forpligtet af – Delphi-studiet.

Hvordan bruger NAFA Delphi-studiet?

Det korte svar er at resultaterne bruges til strategisk at prioritere udviklings- og forskningsaktiviteter i programperiodens syv år, men svaret kan godt udfoldes.

Som Nielsen & Nielsen skriver, får Delphi-undersøgelsen kun betydning hvis den er basis for videre handlinger. Det er netop hvad NAFA har påtaget sig ved i høj grad at lade Delphi-undersøgelsen være retningsgivende for de temaer der styrer NAFA. Temaerne fra Delphi-undersøgelsen har således i det forgangne år været inspirationskilde for såvel den kompetenceudvikling der er igangsat blandt naturfaglige læreruddannere og -studerende på landets professionshøjskoler, som de igangsatte forskningsprojekter.

NAFAs temaer og sammenhængskraft mellem indsatser

Temaerne i NAFA er en hjørnesten i at skabe sammenhængskraft mellem akademiets tre indsatser: 1) indsatsen på læreruddannelsen, 2) indsatsen i skolerne og 3) forskningsindsatsen forestået af CESE, Center of Excellence in Science Education.

Derfor iværksættes for hvert skoleår udviklings- og forskningsaktiviteter under en overordnet temaramme som er retningsgivende for alle aktiviteter.

I NAFAs programperiode arbejdes med i alt fem temaer, som defineres med inspiration i det indledende Delphi-studie og er beskrevet nærmere i CESEs Forskningsstrategi 2021.

NAFA er dog bevidst om at Delphi-undersøgelsen repræsenterer et øjebliksbillede af hvad respondenterne fandt vigtigst på et givent tidspunkt. Undersøgelsens resultater skal derfor løbende genfortolkes i dialog med NAFAs programdeltagere og samarbejdspartnere. Af samme grund er det kun NAFAs første tre temaer som er fastlagt

på nuværende tidspunkt, mens de næstkommende to temaer p.t. er under afklaring via en fortolkningsproces som bygger på en bred inddragelse af de mange stemmer.

De tre fastlagte temaer er i kronologisk rækkefølge:

1. Læreruddannelsens dobbelte didaktiske dimension med fokus på dannelse og kompetence (2022/23)
2. Læreruddannelsens dobbelte didaktiske dimension med fokus på evaluering (2023/24)
3. Teknologisk dannelse (2024/25).

For at give et indblik i hvordan disse temaer, der oprindeligt tager afsæt i Delphi-undersøgelsen, udfoldes, bruger vi herunder de to første temaer som eksempel.

Fastlæggelse af NAFA-temaer

Rammebeskrivelserne af NAFA-temaerne baserer sig ideelt set på en samskabelsesproces med inspiration fra bl.a. Delphi-studiet, som involverer både NAFA-ledelsen, didaktiske eksperter i uddannelsessystemet og NAFAs udviklingsgrupper. Konsensus om rammebeskrivelserne er vital for ejerskab og engagement i NAFAs kollaborative vidensudvikling og -deling. Men det er først med formuleringen af det tredje tema at vi har fået indarbejdet veltilrettelagte samskabende procedurer for dette. De to første temaer er formuleret i en koordineret proces med DASERAs bestyrelse for at skabe synergier til DASERAs seminarrække, da der er et stort personsammenfald mellem dem som deltager i disse, og NAFAs PLF-arbejde. Således indgår DASERAs seminarer i NAFAs akademi-tanke om at kompetenceudvikling på læreruddannelsen tilrettelægges ud fra den grundlæggende idé at viden skabes i mødet mellem fagfæller.

Kompetenceudviklingen på læreruddannelsen sker derfor som et samarbejde i netværk og professionelle læringsfællesskaber (PLF) (Albrechtsen, Brinks, Bennedsen & Svabo, 2022). PLF'erne har siden primo 2022 arbejdet med den dobbelte didaktiske dimension, der refererer til den særlige didaktiske situation omkring lærerstuderende/lærere-på-kursus i relation til den didaktiske situation omkring elevers naturfaglige undervisning i skolen (Dolin, Ellebæk & Daugbjerg, 2022).

Temaernes implementering i de tre indsatser

Med NAFAs første tema om kompetence og dannelse i det dobbelte didaktiske perspektiv blev der lagt op til at arbejde med en ganske bred forståelse af temaet som åbnede for at arbejde med de forskellige begreber, arenaer og tilgange på mange forskellige niveauer og med mange forskellige konkrete genstandsfelter. Inden for denne meget åbne ramme kunne NAFAs deltagere arbejde med og undersøge kompetence og dannelse på mange forskellige måder og niveauer.

Læreruddannelsesindsatsen

På læreruddannelsen er arbejdet med tema 1-forløbet bl.a. afsluttet med en række formidlingsprodukter der i første omgang blev delt i NAFAs netværk, men som senere forventes at blive tilgængelige på NAFAs hjemmeside (nafa.nu). Formidlingsprodukterne vil blive anvendt i det videre arbejde i NAFA. *Formidlingsprodukterne vil blive anvendt i det videre arbejde i NAFA*. Det undersøges fx om de didaktiske temaer som PLF'erne har arbejdet med, skal være genstand for videre forskning, og hvordan de kan inspirere skoleindsatsens kompetencemodeller.

I NAFAs tema 2 – Evaluering i et dobbeltdidaktisk perspektiv – vil omdrejningspunktet for NAFAs forsknings- og udviklingsarbejde være didaktisk udvikling med afsæt i temaet. Tema 2-forløbet bygger videre på de erfaringer med operationalisering og begrebsudvikling af læreruddannelsens dobbeltdidaktik samt naturfaglig dannelse og kompetencer som PLF'erne i læreruddannelsen arbejdede med i tema-1 forløbet.

Skoleindsatsen

I skoleindsatsen arbejder man med at afprøve nye kompetenceudviklingsmodeller i samarbejde med grundskoler over hele landet. En vigtig forudsætning for at samarbejdet med skoler bliver meningsfuldt for de deltagende skoler, er at kompetenceudviklingen tilpasses og forventningsafstemmes med lokale ønsker og behov vedrørende indhold og form. Det betyder at erfaringerne fra forsknings- og udviklingsaktiviteterne i forbindelse med tema 1 og tema 2 tilpasses de lokale forhold på den enkelte skole og i den enkelte kommune. Erfaringerne fra afprøvningerne opsamles systematisk i et følgeforskningsprojekt som indsamler viden om afprøvning af de forskellige kompetenceudviklingsmodeller.

Forskningsindsatsen (CESE)

NAFAs forskning (CESE) har anvendt Delhi-undersøgelsen i arbejdet med både Forskningsstrategi 2021 og Forskningsstrategi 2022 som er publiceret på nafa.nu. CESEs Forskningsstrategi 2022 henter inspiration i en række autoritative referencer (bl.a. Krogh, Dolin & Petersen, 2022; Rambøll & Københavns Professionshøjskole, 2019; Astra, 2021) samt det 21. århundredes kompetencer (Bellanca & Brandt, 2020).

Baggrunden for den seneste strategi er bl.a. at naturfagsdidaktisk forskning har gennemgået et indholdsmæssigt skift med udgangspunkt i den undersøgelsesbaserede undervisning, hvor målet er at udvikle elevers kompetencer inden for naturfagene.

De store udfordringer

I kommentaren skriver Nielsen & Nielsen bl.a.:

> "I NAFA lægges der op til kompetenceudvikling for læreruddannere gennem arbejde i professionelle læringsfælleskaber og i samarbejde med forskning – internt og med universiteterne. Måske kan sådanne tanker være med til at udfordre en traditionel nedsivningsforståelse, med universiteterne som drivere af naturfagsdidaktisk forskning og udvikling og med læreruddannere og skoler som modtagere af viden derfra." (Nielsen & Nielsen, 2022: 112).

Dette citat mener vi meget præcist rammesætter den første store udfordring NAFA arbejder med, og som akademiet ser som sin opgave at løse. Vi ser NAFA som én stor vidensøkologi, og relevant og brugbar viden produceres forskellige steder i NAFA-netværket. Den anden store udfordring bliver derfor at få viden cirkuleret hen til andre aktører inden for og uden for NAFA som finder den producerede viden meningsfuld og anvendelig i egen praksis. Derfor deles viden i NAFA igennem forskellige netværksmøder nationalt og internationalt, i professionelle læringsfælleskaber lokalt og via hjemmesiden, hvor NAFA-viden formidles gennem mange forskellige kanaler: vidensrapporter, podcasts, webinarer og forskernetværk. Herudover leverer NAFA-deltagere også oplæg, fx på den årlige Big Bang-konference, i regi af DASERA-seminarer og -konferencer samt internationalt på ESERA-konferencen. ESERA er European Science Education Research Association.

Akademitanken

NAFA betegnes i programansøgningen som et akademi med inspiration i antikken. Her var et akademi et sted hvor fagfolk kunne mødes og lære af hinanden gennem dialog og udveksling af viden. Det moderne Naturfagsakademi – NAFA – bygger på den samme grundlæggende idé som er illustreret på maleren Rafaels maleri "Skolen i Athen", om at viden skabes i mødet mellem fagfæller. Ambitionen med NAFA er at opbygge et nationalt netværk af fagfolk der kan udfordre og berige hinanden med deres ekspertviden og erfaringer.

Referencer

Albrechtsen, T., Brinks, T., Bennedsen, K. & Svabo, C. (2022). *Professionelle læringsfællesskaber – et forskningsoverblik (2018-2021).* Hentet fra: https://nafa.nu/wp-content/uploads/sites/46/2022/05/professionelle-laeringsfaellesskaber-et-forskningsoverblik-2018-2021.pdf?x18111.

Astra. (2021). *Naturfagsundervisning – nationalt overblik 2021 (NaNO 2021)*. Hentet fra: https://astra.dk/vidensressourcer/nano-2021-naturfagsundervisning-nationalt-overblik/.

Bellanca, J.A. & Brandt, R. (red.) (2010). *21st Century Skills: Rethinking How Students Learn*. Bloomington: Solution Tree Press.

Dolin, J., Ellebæk, J.J. & Daugbjerg, P. (2022). *Dannelse og kompetence i læreruddannelsens dobbeltdidaktiske perspektiv – med særligt henblik på uddannelse af naturfagslærere til grundskolen*. Hentet fra https://nafa.nu/wp-content/uploads/sites/46/2022/10/dannelse-og-kompetence-i-laereruddannelsens-dobbeltdidaktiske-perspektiv.pdf?x18111.

Krogh, L., Dolin, J. & Petersen, M. (2022). De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt. *MONA, 2022(2)*, s. 24-42.

Nielsen, K. & Nielsen, B. (2022). Delphi-studiet er en gave – nu gælder det om at bruge gaven fornuftigt. *MONA, 2022(3)*, s. 111-115.

Rambøll & Københavns Professionshøjskole. (2019). *Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen*. Styrelsen for Undervisning og Kvalitet. Hentet fra: https://www.uvm.dk/publikationer/2019/191106-undersoogelse-af-kompetencebvehov-blandt-naturfagslaerere-i-grundskolen.

Har du en ide til en artikel i MONA?

Tag med på MONAs Skriveworkshop for forfattere. Du får tre timers kickoff og individuel sparring på dine artikeludkast de næste tre måneder.

To erfarne kapaciteter inden for artikel-, opgave- og lærebogsskrivning, Lotte Rienecker og Peter Stray Jørgensen, guider dig igennem fra artikelidé til aflevering til MONA. Få redskaber til strukturering af artiklen, og få feedback på udkast - alt sammen skræddersyet til MONA's profil for udgivne artikler.

Workshop og feedback forudsætter blot at du har en idé - eller et halvt manuskript - til en artikel som du gerne vil i gang med, eller vil have afsluttet, til netop MONA.

Efter workshoppen er der mulighed for i tre måneder at få individuel feedback og vejledning på dine artikeludkast.

Tilmeld dig
senest 1. november på
ind.ku.dk/mona/skriveworkshop

Det er gratis at deltage, men du betaler selv transport.

Skriveworkshoppen er gjort mulig via en bevilling fra Novo Nordisk Fonden til MONAs arbejde med kvalitetsudvikling.

15. november 2023
14:00-17:00
VIA UC, Campus C
Ceresbyen 24, 8000 Aarhus.

Vil du udvikle din undervisning?

TAG KURSUS I SCIENCEUNDERVISNING

Kursus efteråret 2023: Naturfagsdidaktik og undersøgelsesbaseret undervisning

Du bliver introduceret til det naturfagsdidaktiske felt og i stand til at koble centrale naturfagsdidaktiske begreber og problematikker til din egen undervisningspraksis. Vi arbejder med læringsteori og du får konkrete erfaringer med at tilrettelægge og undervise undersøgelsesbaseret inden for dit fag.

Kursus foråret 2024: Deltagerforudsætninger og læringskultur

Vi stiller skarpt på elevers baggrunde, forudsætninger og strategier i mødet med den naturvidenskabelige undervisning. Du vil arbejde med hvordan undervisningens tilrettelæggelse spiller sammen med forskellige elever og deres deltagelsesformer.

Master i scienceundervisning

Vores kurser kan læses hver for sig eller indgå i et samlet masterforløb. Uanset hvordan du vil efteruddanne dig, får du nye vinkler på din undervisning og bliver samtidig til en del af et inspirerende netværk af engagerede medstuderende og undervisere.

Kurserne er målrettet undervisere i naturvidenskabelige fag på gymnasialt niveau eller tilsvarende og designet til at gøre erfarne undervisere endnu bedre.

Der udbydes 1 eller 2 kurser hvert semester, og der er undervisning ca. hver anden mandag.

Prisen er 20.000 kr. for efterårets kursus eller 110.000 kr. for hele uddannelsen.

Læs mere på www.ind.ku.dk/misu

Tilmeldingsfrist til efterårets kursus er 1. juli 2023

Har du spørgsmål om uddannelsen? Kontakt Christine Holm på cholm@ind.ku.dk eller på tlf. 35320537

KØBENHAVNS UNIVERSITET