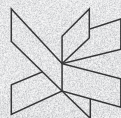


MONA

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



SYDDANSK UNIVERSITET



VIA University
College



PROFESSIONS-
HØJSKOLEN
ABSALON



AARHUS
UNIVERSITET

KØBENHAVNS
PROFESSIONS
HØJSKOLE **KP**



: Erhvervsakademi og
: Professionshøjskole



KØBENHAVNS UNIVERSITET
NATUR- OG BIOVIDENSKAB

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 Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Dorte Moeskær Larsen, Syddansk Universitet
Ole Goldbeck, Københavns Professionshøjskole
Sebastian Horst, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Magnus Boye, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole
Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier
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
Marianne Achiam, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Martin Niss, Institut for Naturvidenskab og Miljø, 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: Astronaut Franklin R. Chang-Diaz på rumvandring under missionen STS-111.
Billede: NASA.

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
- 6 **Artikler**
- 7 Naturvidenskabens bidrag til almindannelsen
Lars Ulriksen
- 26 Semantiske bølger i natur/teknologi-undervisningen
– sprogligt arbejde med fagligt fokus
*Anna-Vera Meidell Sigsgaard, Sonja Heinrich, Ditte Marie Pagaard og
Pernille Sveistrup Olsen*
- 44 Når STEM-eksperter kommer på besøg i klassen
Anders Vestergaard Thomsen og Karna Kjeldsen
- Aktuel analyse**
- 70 Professionel dømmekraft i naturfagsundervisning
Jette Reuss Schmidt
- Kommentarer**
- 89 Når STEM-Barbie 'erstatte' den kønskloge naturfagslærer
Jette Sandager
- 94 Lærerens naturfagskapital
– et vigtigt begreb, men vigtigt for hvad?
Jens Jakob Ellebæk
- 100 Lærte de noget?
Grethe Kjær Jacobsen og Ruth Mulvad

Fra redaktionen

Teknologiudvikling – lige fra AI og overvågning til fødevarer- og energiproduktion – kræver at børn og unge rustes til at forstå teknologien, der er med til at skabe verden omkring dem. Men hvordan kan forståelse af digital teknologi og andre former for teknologi indgå i matematik- og naturfagsundervisningen?

På næste års Big Bang-konference sætter tidsskriftet MONA fokus på den rolle teknologiforståelse kan spille i naturfagene og matematik – og på hvordan koblingen lykkes i praksis.

Indtil udgangen af september er det muligt at ansøge om at afholde et oplæg eller en workshop på MONA-sporet – eller på et af de andre konferencespør. Hvis du har undersøgt betingelser og strategier for at lykkes med at indarbejde teknologiforståelse i undervisningen eller har erfaringer fra praksis som andre kan lære af, så vil vi meget gerne høre fra dig. Hvis du gerne vil have del i den nyeste viden og være med i den stadig uafklarede debat om hvilken rolle teknologiforståelse skal spille i matematik- og naturfagsundervisningen i Danmark, så åbner det generelle billetsalg den 1. december.

I denne udgave af MONA prydes forsiden af astronaut Franklin R. Chang-Diaz der på en rumvandring er i færd med at installere en udvidelse af robotarmen på Den Internationale Rumstation. Indvendig byder vi på tre artikler, en aktuel analyse og tre kommentarer til tidligere bidrag.

Naturvidenskaben bidrager til forståelsen af og omgangen med omverdenen, men den kan også bidrage til forståelsen af os selv, skriver Lars Ulriksen i artiklen *Naturvidenskabens bidrag til almindelsen*. Her argumenterer han for at vi i højere grad skal betragte naturvidenskaben som en del af en samlet almindelse og give større opmærksomhed til naturvidenskabens bidrag til den dannelse som retter sig mod privatpersonen og dennes forståelse af sig selv som menneske.

Den personlige dimension af den naturvidenskabelige dannelse ville give plads til en anden side af naturvidenskaben og bidrage til at flere ville opleve naturvidenskab som betydningsfuld og interessant, skriver Lars Ulriksen.

En stor del af skolens arbejde går ud på at "løfte" elevernes forståelser til mere generel viden der på sigt kan bruges i nye kontekster – og til det formål har redskabet semantiske bølger et stort potentiale. Det skriver Anna-Vera Meidell Sigsgaard, Sonja Heinrich, Ditte Marie Pagaard og Pernille Sveistrup Olsen i artiklen *Semantiske bølger i natur/teknologi-undervisningen – sprogligt arbejde med fagligt fokus*. Semantiske bølger kan give indblik i hvor i undervisningen eleverne bliver udfordret og i højere grad skal støttes sprogligt og kan på den måde åbne flere muligheder for at tilrettelægge engagerende naturfagsundervisning der muliggør flere elevers deltagelse, lyder det i artiklen.

Rollemodelsordninger inden for STEM-fag er et kendt fænomen. Og de fleste elever er da også meget begejstrede for at få besøg af eksperter i klassen, viser Anders Vestergaard Thomsen og Karna Kjeldsen i artiklen *Når STEM-eksperter kommer på besøg i klassen*. Besøgene kan øge en allerede eksisterende interesse eller skabe en ny situationel interesse, især for STEM-fag og i nogen grad også for STEM-job og -uddannelse. Og også lærerne kan i nogle tilfælde blive udfordret på deres forudantagelser.

De pædagogiske og didaktiske strømninger har de seneste ti år bevæget sig fra central målstyring til lokal valgfrihed, fra kompetencemålstyring til formålsorientering og fra fokus på fleksibilitet til fokus på kontinuitet og progression. I såvel læreruddannelsen som folkeskolen har ændringerne medført en større frihed som fordrer professionel dømmekraft, skriver Jette Reuss Schmidt i en "Aktuel analyse". I analysen opstilles en række diskursive spændingsfelter der har til formål at bidrage til dialog i de faglige fællesskaber som grundlag for udøvelse af professionel dømmekraft.

Hvis vi skal skabe udvidede deltagelsesmuligheder for piger i naturfag, er det ikke kun naturfagsundervisningen der skal gøres kønsklog, skriver Jette Sandager i en kommentar til Tekla Canger og Lise Aagaard Kaas' *Kønnede narrativer i engineering-undervisning* fra *MONA*, 2023(2). Også de mange kønnede STEM-uddannelsesartefakter skal gøres kønskloge hvis de ikke hele tiden skal styrke de narrativer som den kønskloge naturfagsundervisning forsøger at bryde med, skriver hun.

Det er både aktuelt og vigtigt at få en nærmere afklaring af læreres naturfagskapital som empirisk begreb, skriver Jens Jakob Ellebæk i en kommentar til Steffen Elmoses *Naturfagskapital hos naturfagslærere – et teori- og metodeudviklingsstudie* fra *MONA*, 2023(2). Interessen i begrebet kan rette en ny opmærksomhed på fx den personlige interesses betydningen for lærerfaglighed – og mindre på forandringsprocesser uden egentligt fagligt grundlag, skriver han.

Sprog er tegn på hvordan vi forstår noget, skriver Grethe Kjær Jacobsen og Ruth Mulvad i en kommentar til Mette Fredslund, Louise Laursen, Stine Thygesen, Hilde Ulvseth og Maria Christina Sechers *Systematiseret klassekammerathjælp i natur/teknologi – en materiel-dialogisk tilgang* fra *MONA*, 2023(2). Med sprogmodellen *Systemisk funktionel lingvistik* forsøger Jacobsen og Mulvad at efterspore elevernes faglige udbytte af den undervisning artiklen beskriver.

Hvis du også har ideer eller forslag til indhold til *MONA*, er du velkommen til at skrive til mona@ind.ku.dk.

God læsning.



Artikler

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

Naturvidenskabens bidrag til almindannelsen



Lars Ulriksen, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Abstract: *Dannelse og naturvidenskabelig dannelse er centrale mål for folkeskolen og de gymnasiale uddannelser. Artiklen diskuterer eksisterende forståelser af naturvidenskabelig dannelse hvor naturvidenskabelig dannelse opfattes som en særskilt dannelsesform, og hvor begrundelserne for naturvidenskabelig dannelse især henviser til betydningen for hverdagslivet og for demokratisk og kulturel deltagelse. Artiklen argumenterer for at betragte naturvidenskaben som del af en samlet almindannelse og for at give større opmærksomhed til naturvidenskabens bidrag til den dannelse som retter sig mod privatpersonen og forståelsen af sig selv som menneske. Undervisning som retter sig mod dette dannelsesbidrag, vil kunne bidrage til oplevelser af relevans hos især ældre elever.*

Jeg har gennem flere år undret mig over hvorfor naturvidenskabelig dannelse så ofte diskuteres som noget der er adskilt fra uddannelsernes øvrige dannelsesmål: Der er dannelse, og så er der naturvidenskabelig dannelse. Først undrede jeg mig over understregningen af naturvidenskabelig dannelse som noget særligt, men efterhånden blev jeg også optaget af om der er noget vi overser hvis vi insisterer på at naturvidenskabelig dannelse er noget særligt frem for en del af et samlet dannelsesmål.

Formålet med denne artikel er at argumentere for

- At den fremherskende opfattelse af naturvidenskabelig dannelse underbetoner et personligt aspekt af dannelsen som naturvidenskaben kan bidrage til
- At naturvidenskabelig dannelse bør betragtes som del af en samlet dannelse

Jeg diskuterer med udgangspunkt i dannelse i skolen og gymnasiet selvom naturvidenskabelig dannelse også foregår andre steder. Opbygningen af artiklen er at jeg først meget kort opidser nogle elementer af dannelse og kort introducerer et bud på et naturvidenskabeligt bidrag til dannelsen, hvorefter jeg præsenterer forståelser af naturvidenskabelig dannelse som har været fremherskende siden 1990'erne. Videre

argumenterer jeg for at forståelserne er rigtige og vigtige, men at de underbetoner et aspekt af naturvidenskabens bidrag til dannelsen som udvider betydningen af naturfagene i dannelsen til også at vedrøre det personlige og identitetsmæssige og vil kunne bidrage til at eleverne får en stærkere oplevelse af naturvidenskabens relevans.

Af pladshensyn har jeg måttet fokusere på bestemte begrebslige pointer. Dannelses-traditionen bliver behandlet meget kort og afgrænset med henblik på den videre diskussion af naturvidenskabens rolle. Jeg har ligeledes udeladt diskussionen om forholdet mellem naturvidenskabelig dannelse og kompetencer. Endelig er der kun antydninger af mulige undervisningsmæssige konsekvenser. Artiklen er ikke empirisk, men lægger op til udvikling af dannelsesperspektiverne i naturfagsundervisningen.

Dannelse i uddannelserne

Dannelse er et centralt element i folkeskolen og ungdomsuddannelserne. Begrebet føres ofte tilbage til omkring år 1800, og det har ifølge Horlacher (2016) skiftet betydning over tid og har været brugt til forskellige formål, men traditionelt med fokus på en indre proces med en æstetisk og etisk dimension (s. 43) og forstået som grundlæggende indadvendt i modsætning til mere praktiske elementer som handel og økonomi (s. 56). Dannelse beskrives som en beskæftigelse med sig selv og en udfoldelse af ens indre potentialer (Maaser & Walther, 2011, s. XIII), men har samtidig været knyttet til en bestemt klasse og ideologi (Vester, 1977; Wischmann, 2018).

Dannelsens orientering mod udviklingen af det enkelte menneske og dets forhold til sig selv og omverdenen har de seneste par årtier fået opmærksomhed som afsæt for en kritik af nytteorienteret uddannelsestænkning med næsten entydigt fokus på eksplicite mål og kompetencer (Kristensen, 2017). Dannelsen af den enkelte foreslås her som en modvægt til en samfundsmæssig nyttetænkning.

I en debat- og dialogfolder fra Danske Gymnasier og Gymnasieskolernes Lærerforening (2020) beskrives dannelse fx af Birgitte Vedersø ved at "Eleverne [...] skal udvikle sig til hele mennesker", mens Lars Geer Hammershøj skriver, at det "handler om at blive menneske ved at overskride sig selv og involvere sig med større menneskelige verdener". Tønnesvang skriver andetsteds at dannelse "handler om det forhold, man har til det, man ved – om sig selv, sine omgivelser og den verden, man lever i – og hvordan man problematiserer, tager stilling og udøver dømmekraft i forhold til dette" (2016, s. 31).

Dannelse har historisk været knyttet til åndsvidenskaberne: filosofien, litteraturen, kunsten, historien, sproget. Det var gennem mødet med åndstraditionen man blev dannet. Det er den ene af denne artikels pointer at hvis meningen med dannelsen er at udvikle ens indre muligheder og en forståelse af hvem man er som menneske i en vekselvirkning med omverdenen, så har naturvidenskabens noget at bidrage med.

Dette bidrag er imidlertid overset af både den åndsvidenskabelige dannelsesstrategi og naturfagene selv. En undtagelse er den tyske fysikdidaktiker Wagenschein (2012 [1956]) som pegede på at naturvidenskaben kan bidrage til at udvikle en forståelse af hvem man er i samspil med omverdenen. Gennem naturfagsundervisning som ryster eleverne og bidrager til fundamentale erfaringer, kan eleverne få ændret og åbnet deres forståelse af hvem de er. Jeg vender tilbage til Wagenschein og hans bud på naturvidenskabens bidrag til almindannelsen.

Dannelsen af den enkelte bliver ofte knyttet sammen med at kunne handle selvstændigt og myndigt. Den tyske didaktiker Wolfgang Klafki, som har haft stærkt gennemslag i den danske skole- og gymnasieverden, har formuleret et kritisk og samfundsorienteret dannelsesbegreb (Klafki, 2001 [1985]). Han ser almindelse som dannelse for alle og udpeger dannelse som en sammenhæng mellem tre grundlæggende evner: selvbestemmelse, medbestemmelse og solidaritet (s. 68 ff.). Han foreslår at dannelsesorienteret undervisning skal forholde sig til det han kalder 'tidstypiske nøgleproblemer'. I stedet for den klassiske dannelses dyrkelse af den klassiske kultur skal spørgsmålet om det grundlæggende element i dannelsen stilles

“på grundlag af en kritisk, historisk-samfundsmæssig-politisk og samtidig pædagogisk bevidsthed [med det perspektiv at] få en historisk formidlet bevidsthed om centrale problemstillinger i samtiden [...] og at opnå en beredvillighed til at medvirke til disse problemers løsning” (Klafki, 2001 [1985], s. 73).

Almindannelsen skal med andre ord være samtidsorienteret, problemorienteret og handlingsorienteret. Hvis det grundlæggende indhold skal være de tidstypiske problemer, så har naturvidenskaben vigtige bidrag til sådan en almindelse. Det kræver dog at såvel naturfagene som de øvrige fag har blik for styrken ved at danne på tværs. Det hænger sammen med artiklens anden pointe: Mens det demokratiske handlingsperspektiv fremhæves i diskussioner af naturfaglig dannelse, så sker det især i en tænkning hvor naturfagene står for sig selv.

For at kunne folde artiklens to pointer yderligere ud må jeg i det følgende afsnit præsentere nogle hovedlinjer i forståelsen af naturvidenskabelig dannelse.

Naturvidenskabelig dannelse

I de første mere end 100 år af almindannelsens historie blev naturvidenskab ikke vurderet egnet til at bidrage til dannelse (Fischler, 2015), og det er ifølge Horlacher (2016) stadig en legitim position at udelukke naturvidenskab fra dannelsen. Det betyder at man ikke har kunnet gå ud fra at naturvidenskab var omfattet, når man talte om dannelse.

Den manglende ligestilling mellem humaniora og naturvidenskab og den manglende anerkendelse af naturvidenskabens betydning for dannelse er blevet formuleret som 'to kulturer', den humanistiske og den naturvidenskabelige, som står uvidende og fjernt fra hinanden (Kragh, 2002; Snow, 2013 [1959]). Mens medlemmer af det Snow kaldte 'den traditionelle kultur', tilsyneladende ikke forventedes at have viden inden for naturvidenskaberne, opfattedes det som udannet hvis naturvidenskabsfolk ikke havde den klassiske humanistiske dannelse. Diskussionen om naturvidenskabelig dannelse skal bl.a. ses i lyset af denne historiske udelukkelse.

Argumenter for naturvidenskab som en del af almindannelsen

Der har især fra slutningen af 1990'erne været en del opmærksomhed på naturvidenskabens placering i almindannelsen. Den har også været genstand for diskussioner gennem hele MONA's historie (fx Dolin, 2018; Jensen, 2005; Johannsen & Jensen, 2016; Schmidt & Dolin, 2022; Vinther, 2014).

Diskussionen har ikke mindst hentet inspiration fra Svein Sjøberg og hans bog *Naturfag som almindelse* fra 1998, som udkom på dansk i 2005 (Sjøberg, 2005). Sjøberg argumenterer i bogen for at naturvidenskaben har en afgørende placering i almindannelsen i moderne samfund, dvs. dannelsen "som folk flest bør ha i vårt samfund" (Sjøberg, 2022, s. 305). Sjøberg diskuterer fem forskellige begrundelser for hvorfor det er nødvendigt for alle at lære naturvidenskab i et moderne samfund (citeret efter s. 326):

1. Økonomiargumentet: Naturfag som lønnsomt
 2. Nytteargumentet: Naturfag som nyttig for livsmestring
 3. Demokratiargumentet: Naturfag som vigtig for demokratisk deltagelse
 4. Kulturargumentet: Naturvidenskab som kulturarv
 5. Værdiargumentet: Respekt og engagement for natur og miljø.
- Ifølge *økonomiargumentet* er naturvidenskab vigtig for samfundets fortsatte økonomiske velstand, og den er vigtig for at den enkelte kan klare sig på arbejdsmarkedet.
 - *Nytteargumentet* argumenterer for at vi i hverdagen er omgivet af stoffer, materialer og apparater som bygger på teknisk og naturvidenskabelig viden, og for at kunne mestre en sådan hverdag må vi vide og forstå hvad der ligger bag (Sjøberg, 2022, s. 314).
 - *Demokratiargumentet* består i at naturvidenskabelig viden er vigtig for en oplyst deltagelse i demokratiet. En stor del af de problemer moderne, demokratiske samfund skal forholde sig til, er forbundet med naturvidenskaberne.
 - *Kulturargumentet* lyder at naturvidenskab er "en vigtig del av menneskets kultur, det har en egenverdi som del av allmenndannelsen" (Sjøberg, 2022, s. 311). Naturvi-

denskab har en værdi i sin egen ret når børn og unge skal dannes i mødet med menneskets historiske udvikling og frembringelser.

- *Værdiargumentet* retter sig mod at eleverne gennem oplevelser med naturen og et naturfagligt vidensgrundlag udvikler “respekt for naturen og miljøbevissthet” (s. 323) som de kan bruge til at beskytte naturressourcer, biodiversitet og bæredygtighed.

Sjøberg er kritisk over for de to første argumenter. Behovet for arbejdskraft er ikke et argument for at *alle* skal lære naturvidenskab. Samtidig er det formentlig snarere teknisk uddannede end naturvidenskabeligt uddannede der er brug for.

Også nytteargumentet forveksler naturvidenskab med teknologi. Samtidig er det tvivlsomt om vi har brug for at forstå hvordan en GPS fungerer, for at kunne navigere vores bil. Den teoretiske forståelse er ikke en nødvendighed for at kunne fungere og mestre hverdagslivet.

Sjøberg har mere sympati for de tre efterfølgende argumenter, som han samtidig mener hænger sammen. I forhold til demokratisk deltagelse er det relevant at have en grundlæggende forståelse af eksempelvis hvordan naturvidenskabelig viden skabes, og hvad begreber betyder, og værdiargumentets forbindelse til følelser og engagement gør det relevant som drivkraft for såvel demokratisk deltagelse som nysgerrighed. Endelig er det indlysende at naturvidenskab repræsenterer en del af den menneskelige (vestlige) kulturarv og tænkemåde på linje med kunst og litteratur.

Naturvidenskab, demokrati og kritik

Sjøbergs konklusion er at begrundelserne knyttet til demokrati, kultur og værdier leverer de stærkeste argumenter for naturfag i skolen (Sjøberg, 2022, s. 325). Naturfagenes læringsmål og pædagogiske praksis bør i det perspektiv rette sig mod at realisere disse tre argumenter. Samtidig lægger Sjøbergs betoning af naturvidenskabens betydning for demokratisk deltagelse og udvikling af elevernes myndighed og værdier sig i forlængelse af tidligere argumenter i dansk sammenhæng.

Jensen og Niss (1984) argumenterede for at en naturvidenskabelig dannelse kan myndiggøre befolkningen så den på baggrund af faglig indsigt og forståelse kan forholde sig kvalificeret kritisk til samfundsudviklinger og -spørgsmål (Jensen & Niss, 1984, s. 19). Argumenterne om demokrati og myndiggørelse (og i mindre grad kulturarargumentet) har også præget diskussionerne fra 2000 og frem. I rapporten “Fremtidens naturfaglige uddannelser” (Andersen et al., 2003), som var en af fire rapporter som skulle give nye bud på undervisningens mål og indhold gennem hele uddannelsessystemet (de øvrige tre omhandlede matematik, dansk og fremmedsprog), blev især demokratiargumentet og kulturarargumentet fremhævet:

“Indholdet i naturfaglig undervisning bør vælges ud fra en moderne, bred forståelse af naturfaglighed. Genstanden for naturfagsundervisning er således naturvidenskab forstået som en aktør i samfundsudviklingen, som et spektrum af kollektivt organiserede erkendelsesprocesser, som det erkendelsesmæssige grundlag for de nutidige, vestlige kulturer samt som en imponerende mængde veletableret viden” (Andersen et al., 2003, s. 37)

Rapporten nævner også nytteargumentet (fx at træffe valg i dagligdagen, s. 23) og vigtigheden af at øge rekrutteringen til naturvidenskabelige og teknologiske uddannelser, men alligevel “... anser arbejdsgruppen demokratiudfordringen for en endnu mere grundlæggende og omfattende udfordring” (s. 24).

På linje med disse overvejelser blev naturvidenskabelige og teknologiske elementer i 2003 trukket frem i forslagene til nye love for gymnasieuddannelserne. På tværs af de forskellige gymnasiale uddannelser skulle almindannelsen “styrkes og fornyes”:

“Traditionelt har almindannelsen overvejende været humanistisk og samfundsvidenskabelig i sin orientering – i det almene gymnasium især humanistisk. Den eksisterende tilgang til almindannelsen skal fastholdes og uddybes. Det er imidlertid afgørende for fremtidens demokratiske beslutningsprocesser, at borgerne får en øget forståelse for den samfundsvidenskabelige og den naturvidenskabelige og teknologiske udvikling. Derfor skal disse aspekter have en styrket position i dannelsesdimensionen i de gymnasiale uddannelser” (L 33 (som fremsat): Forslag til lov om uddannelsen til studentereksamen (stx) (gymnasieloven), 2003)

Disse formuleringer i bemærkningerne til lovforslaget peger på den manglende anerkendelse af naturvidenskab som ligeværdig med humaniora inden for dannelsen og på demokratiargumentet om at alle skal lære naturvidenskab og teknologi. Undervisningsministeriets oplæg til en national naturvidenskabsstrategi (Undervisningsministeriet, 2018) pegede i samme retning og indledtes (næsten besværgende) med formuleringen “Dannelse er også naturvidenskabelig” efterfulgt af “naturvidenskab [er] uomgængelig for oplysning og frugtbar offentlig debat” (s. 9).

Siden 2000 har det været en udbredt opfattelse at naturvidenskab (og i svingende grad teknologi) er en væsentlig del af almindannelsen, især begrundet med demokrati- og kulturargumenterne.

Naturvidenskabelig dannelse og scientific literacy

I det seneste tiår er ‘scientific literacy’ kommet ind i diskussionen af begrundelser for at lære naturvidenskab. Scientific literacy kan opfattes som et angelsaksisk bud på noget der minder om naturvidenskabelig dannelse (Dolin et al., 2016; Sjöström & Eilks, 2018). På dansk har vi kun modsætningen til det engelske ord ‘literacy’: analfa-

betisme. Literacy henviser til at kunne læse og skrive, og scientific literacy peger på betydningen af at kunne forstå ('læse') og bruge ('skrive') naturvidenskab.

DeBoer (2000) skriver at selvom 'scientific literacy' har været brugt siden 1950'erne, har det 'unddraget sig' en præcis definition (s. 582), men der underforstås normalt "a broad and functional understanding of science for general education purposes and not preparation for specific scientific and technical careers" (s. 594). Begrebet sigter således mod nogle pointer som minder om naturvidenskabelig dannelse, men oftest i en snævrere betydning. Nogle forståelser, som også kaldes for vision I, lægger vægt på at lære om indholdet i science. Andre, som kaldes vision II, lægger vægt på at undervisningen skal forbindes til sammenhænge hvor eleverne kan møde science i deres hverdagsliv (Bybee, 2015; Roberts, 2007).

Sammenholdt med dannelsesstilgangen har scientific literacy manglet nogle dimensioner knyttet til demokratisk deltagelse og den bredere dannelse som menneske. Sjöström og Eilks (2018) foreslog derfor en vision III af scientific literacy knyttet til dannelsesstraditionen og med fokus på "science for transformation", knyttet til etik, kritik og frisættelse (s. 78). Naturfagsundervisningen skal medtænke den samfundsmæssige dimension, og eleverne skal lære om naturvidenskabens forbindelse til teknologi, kultur og værdier og anerkende "its responsibility for promoting critical scientific and technological literacy by promoting societal-oriented problem-solving and participation skills" (Sjöström & Eilks, 2018, s. 81).

Det er bl.a. i denne bredere forståelse af scientific literacy at begrebet i dansk sammenhæng er blevet brugt som en del af definitionen af naturvidenskabelig dannelse (Dolin, Ellebæk & Daugbjerg, 2022; Dolin et al., 2016). I Lars Brian Kroghs indføring i naturfaglig dannelse smelter begreberne næsten sammen. Han taler om "tre forskellige typer af naturfaglig dannelse, tre *visioner for naturfaglig dannelse*" (Krogh, 2022, s. 30), som han inddeler en stor del af bogen efter: vision I, II og III for naturfaglig dannelse, hvor vision I har faget i centrum, vision II har samfundet i centrum, mens vision III har handling i centrum. Krogh begrundet det således:

"Når jeg har ladet visionerne strukturere en stor del af indholdet i denne bog, er det, fordi de tilsammen udspænder det landskab, som et dansk begreb om naturfaglig dannelse må findes i. Samtidig favner de (så rigeligt) de demokratiske og kulturelle argumenter, som indtil nu har lagt grunden for drøftelser af dannelse i naturfagene herhjemme" (Krogh, 2022, s. 65)

Kroghs forståelse af den naturvidenskabelige (eller naturfaglige, som han vælger at bruge) dannelse har paralleller til Sjøbergs betoning af det samfundsmæssige, demokratiske og kulturelle og til Sjöströms fokus på det handlingsorienterede og forandrende. Gennem det som ikke nævnes, repræsenterer citatet samtidig en udbredt

tilbøjelighed til at det personlige og individet ikke fylder så meget i forståelsen af naturvidenskabelig dannelse.

Det personlige i den naturvidenskabelige dannelse

Sjøbergs bud på naturfaglig dannelse retter sig især mod at forberede eleverne på at kunne deltage i demokratisk debat og kunne træffe oplyste valg i hverdagen. Demokratiargumentet og kulturargumentet står i centrum, og også værdiargumentet peger på hvad eleven skal gøre i forhold til omverdenen. Tilsvarende understreger vision III af scientific literacy at eleverne skal kunne deltage i forandrende handlinger ud fra deres viden og forståelse af naturvidenskab.

Disse dannelsesmål forbinder sig med væsentlige dele af den klassiske dannelsesforståelse og Klafkis dannelsesforståelse hvor den oplyste borger i et demokrati er et vigtigt mål. Samtidig er der et aspekt af disse dannelsesforståelser som ikke rigtig bliver dækket: Dannelsen af individet gennem selvrefleksion og skuen indad, som på tværs af variationer over tid har været en gennemgående del af de forskellige dannelsesforståelser (Horlacher, 2016), har ikke rigtig fundet plads i den naturvidenskabelige dannelse.

Hvad forståelsen af den naturvidenskabelige dannelse udelader, kan illustreres med Habermas' beskrivelse af det borgerlige samfund. Ifølge Habermas (1980 [1962]) indgik mennesket i det borgerlige samfund, som opstod fra slutningen af 1700-tallet, på to forskellige områder: det private og offentligheden. I offentligheden indgik borgeren i en kulturel og en politisk offentlighed. På det private område var borgeren dels et økonomisk individ, fx som forretningsdrivende, dels en privatperson i familiesfæren – som "rett og slett 'menneske'" (Habermas, 1980 [1962], s. 26).

Betragtet gennem Habermas' optik retter den naturvidenskabelige dannelse sig mod offentligheden (demokrati- og kulturargumenterne) og mod det økonomiske individ på det private område (nytte- og økonomiargumenterne). Derimod fylder familiesfæren hvor man er 'slet og ret menneske', meget lidt i den naturvidenskabelige dannelsesdiskussion, uden at man dog kan sige at det personlige er helt fraværende i indkredsningerne af den naturvidenskabelige dannelse.

Det personlige som grundlag for at handle

"Fremtidens naturfaglige uddannelser" pegede på tre uddannelsesmæssige udfordringer. Den ene var "Individudfordringen – selvforståelse og handleberedskab" (s. 22) som gik ud på

"... at sikre det enkelte individ det bedst mulige grundlag for at forstå sig selv i forhold til den omgivende natur, kulturen og samfundet og for at handle kompetent i situationer

hvor det er nødvendigt at foretage personlige valg. På et personligt erkendelsesmæssigt plan handler denne udfordring derfor om at have blik for en naturvidenskabelig forståelse af mennesket som en organisme hvis vekselvirkning med omgivelserne kan forklares, forstås og modificeres med en betydelig grad af kontrol. Naturvidenskaben kan på denne måde opnå en dyb personlig relevans for det enkelte individ og yde et unikt bidrag til at udvikle et alsidigt menneske med viden om og følelser for naturen og evner til at sanse og forstå sig selv i samspil med naturen” (Andersen et al., 2003, s. 23)

Formuleringerne understreger at naturvidenskaben kan bidrage til udviklingen af den enkelte som menneske. En stor del af citatet peger på udad, på individets orientering mod naturen og omverdenen, herunder med elementer af naturbeherskelse, men det peger også på at naturvidenskaben kan bidrage til en forståelse af hvem man selv er.

Et andet eksempel på inddragelse af det personlige er operationaliseringen af naturvidenskabelig dannelse i Dolin et al. (2016). Naturvidenskabelig dannelse rummer i denne forståelse tre dimensioner:

- Viden (om natur og -videnskab; om naturvidenskabens værdi og funktion; om begreber og metoder, færdigheder og kompetencer)
- Perspektiv (faginternt og -eksternt; til andre eller alle af fagets forhold; til og overskridende fagets grænser; historisk og til det samtidigt samfundsmæssigt relevante såvel som det fremtidigt fordrende)
- Personlighed (kendetegnet ved en vilje til at opsøge, forholde sig til, og bruge viden identitetsdrivende til at overvinde og overkomme sig selv, kritisk reflekterende, aktivt deltagende og adfærdsvejledende)” (Dolin et al., 2016, s. 16)

Dimensionen om personlighed og det “identitetsdrivende” peger i retning af en refleksion over hvem man er som menneske. Det bliver imidlertid uklart hvad forfatterne mere præcist mener, når de på den følgende side om det personlighedsmæssige skriver at det naturvidenskabeligt dannede menneske bl.a. “udvikler sig som menneske: Man bruger naturvidenskabelige fag til at udvide sin horisont med, til at tage stilling og danne meninger med, og i sidste ende til at sikre at man kan agere med myndighed” (s. 17). De naturvidenskabelige fag skal derfor give et refleksionsredskab som “sikrer såvel en faglig som en samfundsrelateret og en identitetsudviklende perspektivering” (s. 17).

Selvom “identitetsudviklende perspektivering” peger i retning af en udvikling som menneske, så er resten af beskrivelsen (tage stilling, danne meninger, handle med myndighed) i højere grad rettet mod offentligheden og eventuelt mod det økonomiske område. Det virker som om det personlige i sidste ende kigger udad så naturvidenskaben bliver grundlag for handling frem for en forståelse af hvem man er.

I en artikel om enkeltfaglighed og fagintegration bruger Dolin den samme tredeling og skriver at personlighedsdimensionen er “den centrale bærer af dannelsen” og adskiller den fra scientific literacy (Dolin, 2018, s. 11). Det særlige ved dannelse, skriver han, er dens “fokuseren på det personlighedsformende i det faglige arbejde” og at den lærende dermed “også udvikler sin identitet”:

“Det vil sige at ud over de elementer der indgår i scientific literacy, forholder eleven sig personligt til stoffet, man tænker på naturvidenskab som vedkommende og relevant, og naturvidenskabens værdier og metoder præger ens holdninger og handlinger, og man udvikler sig som menneske vha. naturvidenskaberne: Man bruger naturvidenskabelige fag til at udvide sin horisont med, til at tage stilling og danne meninger med: alt i alt til at muliggøre at man kan agere med myndighed” (Dolin, 2018, s. 11)

Igen er der en understregning af at beskæftigelsen med det naturvidenskabelige skal bidrage til at man udvikler sig som menneske, og at naturvidenskaben påvirker “holdninger og handlinger” – men samtidig flytter eftersætningen fokus væk fra det indre og udad: “at kunne agere med myndighed”. Det er som om personlighedsdimensionen i sidste ende bliver en del af perspektiveringsdimensionen – at perspektivering er forankret i personlige refleksioner, men ikke desto mindre perspektiverer udad.

I en kommentar til Dolins artikel skriver Jens Højgaard Jensen at ved at beskæftige sig med matematik og fysik gør man erfaringer med at ikke alle sandheder er socialt konstruerede, og at man selv rationelt kan tænke sig frem til et rigtigt svar: “Oplevelser heraf er selvsagt personlighedsformende” (Jensen, 2019, s. 85). Om de nødvendigvis altid er det, er næppe givet, men det er et bud på at erfaringer med naturvidenskab og matematik kan påvirke den måde man forstår sig selv og sin omverden på, uden at det behøver blive omsat til handlen.

Når Dolin fremhæver det personlige som noget der adskiller dannelsen fra scientific literacy, så gælder det især vision I og II. Vision III indeholder det personlige, men især som en moralsk, etisk og politisk dimension. Yavuzkaya, Clucas og Sjöström (2022) lægger vægt på den kropslige oplevelse af at beskæftige sig med naturvidenskab, på den etiske og sociale dimension, på udviklingen af en oplevelse af at kunne handle (‘agency’) og på muligheden for at forbinde naturvidenskaben med ens egen personlige hverdagspraksis. Der er altså en betoning af det personlige, men den retter sig stadig udad mod offentligheden og mod deltagelse i økonomi og varebytte (fx gennem naturvidenskabeligt oplyst forbrug, (jf. Yavuzkaya, Clucas & Sjöström, 2022)). Det er på ingen måde uvæsentligt, men det er en anden dimension end den indadskuende refleksion.

Det personlige som spørgsmål om hvem man er

I formuleringer knyttet til identitet (fx i citatet fra Dolin et al. (2016) ovenfor) bliver identiteten samtidig forbundet med handlen udad. En undtagelse er Krogh som henviser til et studie hvor elever udviklede identitet og autonomi gennem deltagelse i en bestemt form for undersøgende naturfagsundervisning (Krogh, 2022, s. 37). Den form for identitet studiet omtaler, retter sig mod elevens oplevelse af at være en naturvidenskabsperson og en ændring fra ikke rigtigt at forbinde sig med naturvidenskab til en følelse af "I'm the scientist here" (O'Neill & Polman, 2004, s. 262).

Om man ser sig selv som naturvidenskabsperson eller opfatter naturvidenskab som noget der har med en selv at gøre, kaldes 'science-identitet' (Holmegaard & Archer, 2022). Udviklingen af en science-identitet er en del af den enkelte elevs identitetsarbejde som skal forbindes med andre aspekter af identitetsdannelsen hos eleverne (Archer et al., 2012). På den måde har de projektbaserede undervisningsformer O'Neill & Polman beskriver, betydning for udviklingen af hvem man er, men stadig med selve naturvidenskaben som omdrejningspunkt.

Vi har imidlertid andetsteds (Nicolaisen, Ulriksen & Holmegaard, 2023) vist at mødet med naturvidenskab kan åbne for grundlæggende eksistentielle spørgsmål om hvor vi kommer fra, men også for en følelse af usikkerhed – at det fx er lidt skræmmende at universet fortsætter med at udvikle sig og kan ende i et omvendt big bang (s. 9 f.). De oplevelser kan videre åbne for spørgsmål om vores oplevelse af os selv og vores omverden.

Sådan et perspektiv efterlyste Kirsten Reisby i 1994 i en replik til et oplæg fra Svein Sjøberg. Hun skrev om teorien om big bang at den er

"utroligt udfordrende [...] bl.a. fordi den sprænger kulturoverleveringer om Jordens skabelse og rokker ved ens egen menneskelige identitetsopfattelse. [...] Børns fascination er ikke blot en intellektuel nysgerrighed i det naturvidenskabelige. Den er også af eksistentiel art: Hvad er et menneske, hvad er jeg, hvor blir vi af, hvad er død osv." (Reisby, 1994, s. 61)

Dette perspektiv træder sjældent frem i formuleringerne om naturvidenskabelig dannelse, men det er et perspektiv som findes. Både Reisbys og vores eksempler handler om big bang som undervisningsindhold, men som Krogh gør opmærksom på, er det ikke alle emner som er lige oplagte til den form for dannelse:

"Umiddelbart har naturvidenskabens store fortællinger om Big Bang, livets opståen og udvikling samt fx kendskab til Jorden som et klimasystem det største dannelsespotentialer. Den type fortællinger bidrager til, at eleverne kan forstå sig selv som mennesker på en jord i et uendeligt univers" (Krogh, 2022, s. 34)

Så måske skyldes den beskedne interesse for det indadskuende i naturvidenskabelig dannelse at det kun er sjældent det kan opnås, fordi kun få emner giver mulighed for det. Det kan der være noget om. Omvendt var det ikke indholdet i undervisningen som hos O'Neill og Polman (2004) der bidrog til en science-identitet; det var arbejdsformen. Og det bringer mig tilbage til Wagenschein.

Naturvidenskab som rystelse

Wagenscheins artikel om det eksemplariske princip (Wagenschein, 2012 [1956]) er vel især kendt som et didaktisk greb til at styrke elevens forståelse og håndtere stoftrængsel, men som Frederik Voetmann Christiansen gør opmærksom på i sin introduktion til artiklen, så diskuterer Wagenschein også naturfagsundervisningen i et dannelsesperspektiv. I denne diskussion skelner han mellem 'at skole' og 'at danne' og mellem 'det elementære' og 'det fundamentale'.

Det elementære er indhold som findes i enkelttilfælde, men som samtidig rummer nogle grundlæggende fænomener, sammenhænge eller lignende som gør en i stand til at beherske andre sammenhænge og fænomener hvor det elementære også gør sig gældende. Derfor er det elementære et vigtigt mål for undervisningen og for udvælgelsen af eksemplarisk indhold, men det er "ikke tilstrækkeligt når vi vil danne" (sammesteds).

Dannelsen hænger snarere sammen med det fundamentale som henviser til et dybere lag:

"Erfaringer er fundamentale hvis de kan ryste menneskenes samlede basis og indholdet (med hvilket menneskeheden beskæftiger sig). Kun i dette tilfælde kan vi tale om en dannende erfaring" (Wagenschein, 2012 [1956], s. 56)

Wagenschein bruger ord som 'rystende' og 'pirrende' og skriver at undervisningen kan være 'helende' og på én gang kan skabe tryghed og utryghed. Det naturvidenskabelige indhold tilkendes en følelsesmæssig betydning for eleven. Disse dannende erfaringer træder ikke i stedet for eller ved siden af de faglige forståelser, fx af det elementære: De er vævet sammen med dem, således at "faglig skoling altid er et biprodukt af dannelsen – det omvendte gælder ikke nødvendigvis" (s. 56).

Som eksempler på fundamentale erfaringer nævner Wagenschein dét at nogle naturlige processer kan matematiseres, og dét at mennesket opleves som det samme, men hele tiden gendannes og derfor ikke skal sammenlignes med noget fast, men med noget bevægeligt. Det var denne type af erfaringer en teenager og hendes bedstemor fortalte om ved mødet med en udstilling om astronomi (Nicolaisen, Ulriksen & Holmegaard, 2023) hvor det faglige indhold fik dem til at overveje deres egen eksistens og placering i verden (jf. ovenfor). Det var 'mind-boggling', som bedstemoren sagde, og

lidt skræmmende – parallelt til en pointe hos Wagenschein om at det fundamentale kan ryste vores følelse af tryghed, men at naturvidenskaben også kan bidrage til at give tryghed (Wagenschein, 2012 [1956], s. 62f).

Wagenscheins forståelse af dannende naturfagsundervisning peger på hvordan mødet med og omgangen med naturvidenskab kan virke rystende og pirrende på elevens billede af naturen og af sig selv og på relationen mellem det man ser, den måde man ser på, og den man er eller tror man er. Erfaringen af det fundamentale kan rejse spørgsmål om vores forhold til os selv og hvem vi er i verden og i vekselvirkningen med naturen. Det har betydning for stofudvælgelsen og for arbejdsformerne.

Stoffet skal kunne åbne for det fundamentale, og arbejdsformen skal give eleverne mulighed for at gøre sådanne erfaringer med stoffet som kan åbne for det fundamentale – som kan ryste og pirre. Det samme gør sig gældende i de humanistiske bidrag til dannelsen: Man bliver ikke dannet af at se på et maleri eller læse en sonet; det er den måde man engagerer sig med og går ind i værket på, som giver mulighed eller lukker af for dannelsen.

Diskussion

Denne artikel har to mål: at argumentere for at naturvidenskab er en del af en samlet dannelse, og for at den gængse forståelse af naturvidenskabelig dannelse overser en dimension af dannelsen. Jeg vil nu diskutere disse to punkter.

Naturvidenskab som bidrag til en samlet dannelse

Når diskussionen om naturvidenskabelig dannelse netop har været om *naturvidenskabelig* dannelse, så hænger det sammen med at naturvidenskaben historisk har været (og i nogen grad stadig er) udgrænset af forestillingen om dannelse. Det har givet et behov for at insistere på at “dannelse er også naturvidenskabelig” (Undervisningsministeriet, 2018, s. 9), og at argumentere for hvorfor naturvidenskaben må have en plads i almindannelsen. Fokus har derfor naturligt nok været på de elementer i netop naturvidenskaben som bidrager til dannelse, og hvorfor naturvidenskabelig dannelse er nødvendig.

Det betyder imidlertid også en tilbøjelighed til at se isoleret på naturvidenskaben for at fremhæve dens dyder og nødvendighed. Diskussionen om naturvidenskabelig dannelse bliver på den måde især til en begrundelse for hvorfor naturvidenskab er vigtig, og hvorfor alle bør lære naturvidenskab. I disse begrundelser kigger man ganske vist ud af naturvidenskaben og især ind i de samfundsmæssige forhold knyttet til demokrati, beslutningstagen og oplyste valg, men det fører til en tendens til at betragte det naturvidenskabelige dannelsesbidrag isoleret, og det lukker for nogle pointer.

Ser man på Klafkis forståelse af almindannelsen, er det ret indlysende at natu-
vi-

denskab er en uomgængelig del af almindannelsen i dag. Klafki pegede på fem eksempler på tidstypiske nøgleproblemer (jf. ovenfor) som burde indgå i almindannelsen:

1. Fredsspørgsmålet
2. Miljøspørgsmålet
3. Den samfundsskabte ulighed
4. De nye tekniske styrings-, informations- og kommunikationsmedier
5. Det enkelte menneskes subjektivitet og jeg/du-forholdet.

Tre af disse nøgleproblemer er vanskelige at behandle uden at inddrage naturvidenskabelige og teknologiske elementer.

Det forekommer indlysende at miljøspørgsmålet (herunder spørgsmålet om naturressourcer og klima) har brug for indsigt i og erfaringer med naturvidenskabelige metoder og viden. Tilsvarende vil nøgleproblemet om tekniske styrings-, informations- og kommunikationsmedier blive bedre behandlet hvis eleverne også ved noget om hvordan disse medier virker (hvad er fx en algoritme?). Men også fredsspørgsmålet har naturvidenskabelige komponenter (fx ændringer i naturgrundlaget for at kunne leve forskellige steder), ligesom en forståelse af matematiske modeller vil kvalificere arbejdet med ulighed.

Man kan godt beskæftige sig med disse nøgleproblemer uden at medtænke naturvidenskaben, men hvis man for alvor vil hjælpe eleverne med at forstå fred, miljø og teknologier, er det unægtelig oplagt at inddrage naturvidenskab og teknologi. Det understreges af at Klafki peger på 'sammenhængstænkning' som en central evne for at modvirke en fragmenteret virkelighed som splitter elementer som har med hinanden at gøre, og dermed vanskeliggør såvel forståelse som handling (Klafki, 2001 [1985], s. 81).

Man kan derfor spørge hvordan den humanistisk-samfundsvidenskabelige dannelsesstradition forestiller sig at et menneske kan være dannet uden at der indgår naturvidenskabelige og teknologiske komponenter; og man må spørge den naturvidenskabelige dannelsesstradition hvorfor naturvidenskaben ikke skal tænkes sammen med de øvrige dannelseselementer til en samlet dannelse. Hvis målet med dannelsen er at mennesker skal udvikle et grundlag for at forstå sig selv i forhold til en samtid og forstå muligheder, betingelser og begrænsninger for at handle og leve, så er evnen til at tænke sammen og på tværs helt afgørende. Så må der tænkes i en dannelse med bidrag fra forskellige videns- og erfaringsfelter. Hvordan det gøres bedst i balancen mellem enkeltfaglige og tværfaglige undervisningsforløb og projekter, ligger uden for rammen af denne artikel (se fx Dolin, 2018, og replikken i Jensen, 2019).

Hvad med det personlige i det naturvidenskabelige dannelsesbidrag?

Det er et gennemgående træk i de forståelser af naturvidenskabelig dannelse jeg har præsenteret ovenfor, at de lægger vægt på det demokratiske og på skabelsen af et grundlag for handlen og stillingtagen. Det er meningsfulde og betydningsfulde bud på naturvidenskabens dannelsesbidrag. Jeg foreslår derfor ikke at sætte et andet dannelsesbidrag i stedet for den udadvendte, handlende og socialt og politisk engagerede dannelsesforståelse. Jeg taler for at der bør tilføjes et aspekt i forståelsen af hvad naturvidenskab kan bidrage med til dannelsen. Det er der især to grunde til.

Den ene er at vi undervurderer hvad naturvidenskab kan bidrage med. Det er måske ikke sært at et fagområde som beskæftiger sig med natur og verdenen omkring os, er særlig optaget af det som ligger uden for os; men ved at overlade menneskets indre liv til humaniora tilsidesætter vi de dannende erfaringer som mødet med såvel emner som metoder inden for naturvidenskab kan tilbyde. Naturvidenskab bidrager til forståelsen af og omgangen med omverdenen, men den kan også bidrage til forståelsen af os selv.

Den anden grund er at betydningen for det personlige kan åbne for nogle af de vanskeligheder naturfagsundervisningen møder i udskoling og på ungdomsuddannelserne. Kirsten Reisby nævnte at børns fascination af naturvidenskab også er eksistentiel, og senere i artiklen spørger hun til hvilken relevans et givent stofområde har "i forhold til pigers og drenges hverdagsliv og erfaringsverden" (Reisby, 1994, s. 62).

Tilsvarende skriver Krogh at unges engagement i naturvidenskab falder i puberteten. Det forklares hyppigt med "at eleverne er i fuld gang med at udvikle deres identitet, køn og seksualitet, og at det overskygger fagligt relaterede dagsordener i pubertetsårene" (Krogh, 2022, s. 62). Krogh nævner at andre mener faldet i engagement skyldes at de unge kan forstå problemerne, men ikke oplever at have indflydelse på dem og derfor trækker sig fra emnefeltet.

Uanset om manglende påvirkningsmuligheder kan være en del af forklaringen, er ungdomsårene kendetegnet ved omfattende identitetsarbejde, og her spiller det ind hvad naturvidenskab kan bidrage med. Nogle unge oplever at blive skubbet væk af naturvidenskab (Archer, Dewitt & Osborne, 2015; Archer, MacLeod & Moote, 2020), men det faldende engagement kan også skyldes at naturvidenskab præsenteres som 'anvendelig i hverdagen' og 'betydningsfuld for samfundet' (Krogh, 2022, s. 47f), men ikke fremstår som betydningsfuld for eleverne selv i deres identitetsprojekter.

Min insisteren på det indadskuende naturvidenskabelige dannelsesbidrag hænger derfor sammen med at det er en dimension ved naturvidenskab som kan være subjektivt relevant for nogle af de unge som nu trækker sig fra fagområdet, men som kunne blive udfordret og beriget hvis de mødte naturvidenskab som kunne ryste dem. Den personlige dimension af den naturvidenskabelige dannelse ville give plads til en

anden side af naturvidenskaben og bidrage til at flere ville opleve naturvidenskab som betydningsfuld og interessant.

Konklusion og perspektivering

Naturvidenskabelig dannelse skal være en integreret del af en samlet dannelses- tænkning i uddannelserne. Naturvidenskab skal træde frem for eleverne med selvstændige bud på hvordan man kan forstå og leve i et moderne samfund, og eleverne skal møde naturvidenskaben i dialog med, udfordret af og udfordrende andre vidensområder – som en helhed.

Opfattelsen af at naturvidenskaben bidrager til demokratisk deltagelse og til at træffe valg på et oplyst grundlag, skal opretholdes, men dannelsesbidraget skal også have en personlig dimension. Det skal både være en overvejelse over hvordan man som myndigt menneske stiller sig til de samfundsmæssige og hverdagslige sammenhænge hvor man møder naturvidenskaben, og være et bidrag til refleksioner over hvem man selv er i en mere eksistentiel retning.

Denne sidste del – den personlige og den eksistentielle – kalder på naturfagsdidaktisk tænkning og udvikling. Det vedrører stofudvælgelsen og tilrettelæggelsen: Hvilke emner og arbejdsformer kan ryste eleverne på en måde så de får øje på bredden i naturvidenskabens relevans?

Begrundelsen for de didaktiske valg skal inddrage spørgsmålet om hvorvidt stof og arbejdsform åbner for at ryste elevernes forståelse af hvem de er, og hvordan de er i verden. Ikke al relevant naturfagsundervisning vil kunne bidrage til den dannelse – men det er spørgsmål som man som lærer må stille: Hvordan kan dele af naturfagsundervisningen bidrage til at ryste eleverne? Hvordan kan emnet eller formen justeres så de åbner for fundamentale spørgsmål som kan bidrage til elevernes selvrefleksion? Besvarelsen af spørgsmålene kræver udviklingsarbejde og andre artikler i *MONA*.

Denne artikel er knyttet til SCOPE-projektet. SCOPE er støttet af Novo Nordisk Fonden og Villumfonden (bevillingsnummer NNF19SA0059041).

Referencer

- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle – vision og oplæg til en strategi*. København: Undervisningsministeriet.
- Archer, L., Dewitt, J. & Osborne, J. (2015). Is Science for Us? Black Students' and Parents' Views of Science and Science Careers. *Science Education*, 99(2), 199-237. doi:10.1002/sce.21146.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2012). "Balancing Acts": Elementary School Girls' Negotiations of Femininity, Achievement, and Science. *Science Education*, 96(6), 967-989. doi:10.1002/sce.21031.

- Archer, L., MacLeod, E. & Moote, J. (2020). Going, Going, Gone: A Feminist Bourdieusian Analysis of Young Women's Trajectories in, Through and Out of Physics, Age 10-19. I: A.J. Gonsalves & A.T. Danielsson (red.), *Physics Education and Gender: Identity as an Analytic Lens for Research* (s. 9-28). Cham: Springer International Publishing.
- Bybee, R. (2015). Scientific Literacy. I: R. Gunstone (red.), *Encyclopedia of Science Education* (s. 944-947). Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- Danske Gymnasier & Gymnasieskolernes Lærereforening. (2020). *Lad os tale om almindannelse – et oplæg til debat og dialog*.
- DeBoer, G.E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601. doi:10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::aid-tea5>3.0.co;2-l.
- Dolin, J. (2018). Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene? *MONA*, 2018(4), 7-27. Lokaliseret d. 4. juli 2023 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/111324>.
- Dolin, J., Ellebæk, J.J. & Daugbjerg, P. (2022). *Dannelse og kompetence i læreruddannelsens dobbeltidaktiske perspektiv – med særligt henblik på uddannelse af naturfagslærere til grundskolen*. Naturfagsakademiet – CESE, Center of Excellence in Science Education.
- Dolin, J., Jacobsen, L.B., Jensen, S.B. & Johannsen, B.F. (2016). *Evaluering af naturvidenskabelig almindannelse i stx- og hf-uddannelserne – viderebearbejdet og revideret rapport*. MONA Forskningsrapportserie for matematik- og naturfagsdidaktik, nr. 3. Lokaliseret d. 4. juli 2023 på https://www.ind.ku.dk/mona/serie/2016-3/Evaluering_af_naturvidenskabelig_almindannelse_-_final20dec2016.pdf.
- Fischler, H. (2015). Bildung. I: R. Gunstone (red.), *Encyclopedia of Science Education* (s. 118-122). Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- Habermas, J. (1980 [1962]). *Borgerlig offentlighed*. Oslo: Fremad.
- Holmegaard, H.T. & Archer, L. (2022). *Science Identities: Theory, Method and Research*. Cham: Springer Nature.
- Horlacher, R. (2016). *The Educated Subject and the German Concept of Bildung: A Comparative Cultural History*. New York & London: Routledge.
- Jensen, J.H. (2005). Gymnasireformen og Galileis 3 revolutioner. *MONA*, 2006(1), 71-81. Lokaliseret d. 4. juli 2023 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36435>.
- Jensen, J.H. (2019). Naturvidenskab og dannelse. *MONA*, 2019(1), 83-87. Lokaliseret d. 4. juli 2023 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/112817>.
- Jensen, J.H. & Niss, M. (1984). *Nogle artikler om matematik, fysik og almindannelse*. IMFUFA, RUC.
- Johannsen, B.F. & Jensen, S.B. (2016). Umami og emulgator og det atomiserede, situerede dannelsesbegreb. *MONA*, 2016(3), 62-71. Lokaliseret d. 4. juli 2023 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36408>.
- Klafki, W. (2001 [1985]). *Dannelsesteori og didaktik – nye studier*. Aarhus: Klim.
- Kragh, H. (2002). Naturvidenskab og dannelse – modsætning eller harmoni? I: M.B. Johansen (red.), *Dannelse* (s. 35-50). Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.

- Kristensen, J.E. (2017). Dannelsens flertydige genkomst i skolen – som svar på en ensidig uddannelseslogik? I: L. Moos (red.), *Dannelse – kontekster, visioner, temaer og processer* (s. 33-70). København: Hans Reitzels Forlag.
- Krogh, L.B. (2022). *Naturfaglig dannelse*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- L 33 (som fremsat): Forslag til lov om uddannelsen til studentereksamen (stx) (gymnasieloven) (2003).
- Maaser, M. & Walther, G. (2011). Einleitung. I: M. Maaser & G. Walther (red.), *Bildung: Ziele und Formen, Traditionen und Systeme, Medien und Akteure* (s. xi-xv). Stuttgart: J.B. Metzler Verlag.
- Nicolaisen, L.B., Ulriksen, L. & Holmegaard, H.T. (2023). Why Science Education and for Whom? The Contributions of Science Capital and Bildung. *International Journal of Science Education, Part B*, 1-14. doi:10.1080/21548455.2022.2155493.
- O'Neill, K.D. & Polman, J. L. (2004). Why Educate "Little Scientists?" Examining the Potential of Practice-Based Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), 234-266. doi:10.1002/tea.20001.
- Reisby, K. (1994). Har naturfagsundervisning betydning for demokratisk dannelse? I: K. Schnack (red.), *Fagdidaktik og dannelse – i et demokratisk perspektiv* (s. 57-64). København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Roberts, D.A. (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. I: S.K. Abell & N.G. Lederman (red.), *Handbook of Research in Science Education* (s. 729-780). Mahwah (NJ): Routledge Taylor & Francis Group.
- Schmidt, J. & Dolin, J. (2022). Refleksioner over naturfaglig dannelse og kompetence. *MONA*, 2022(3), 57-86. Lokaliseret d. 4. juli 2023 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/133866>.
- Sjøberg, S. (2005). *Naturfag som almindannelse – en kritisk fagdidaktik*. Aarhus: Klim.
- Sjøberg, S. (2022). *Naturfag som allmenndannelse – en kritisk fagdidaktikk* (4. udg.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Sjöström, J. & Eilks, I. (2018). Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung. I: Y.J. Dori, Z.R. Mevarech & D.R. Baker (red.), *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education: Learning, Teaching and Assessment* (s. 65-88). Cham: Springer International Publishing.
- Snow, C.P. (2013 [1959]). *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. Martino Fine Books.
- Tønnesvang, J. (2016). Hvad er uddannelse til for? *Psyke & Logos*, 36(2), 28-66. doi:10.7146/pl.v36i2.23400.
- Undervisningsministeriet. (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. København: Undervisningsministeriet.
- Vester, M. (1977). Hvad Goethe er for borgeren, er solidariteten for arbejderen. *Kultur & Klasse*, 8(31), 9-30. doi:10.7146/kok.v8i31.18036.
- Vinther, N. (2014). Er det almene gymnasium alment dannende? *MONA*, 2014(3), 61-67. Lokaliseret d. 4. juli 2023 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36267>.

- Wagenschein, M. (2012 [1956]). Om begrebet eksemplarisk undervisning. *MONA*, 2012(4), 42-66. Lokaliseret d. 4. juli 2023 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36004>.
- Wischmann, A. (2018). The Absence of 'Race' in German Discourses on Bildung: Rethinking Bildung with Critical Race Theory. *Race Ethnicity and Education*, 21(4), 471-485. doi:10.1080/13613324.2016.1248834.
- Yavuzkaya, M., Clucas, P. & Sjöström, J. (2022). ChemoKnowings as Part of 21st Century Bildung and Subject Didaktik. *Frontiers in Education*, 7. doi:10.3389/feduc.2022.869156.

English abstract

'Bildung' and 'science Bildung' are key objectives for the Danish primary and secondary schools. Through a discussion of present ideas about 'science Bildung', this article argues that 'science Bildung' is perceived as a separate kind of Bildung, justified through its importance for everyday life and democratic participation. However, 'science Bildung' should be considered an integrated part of one Bildung and the contributions of science to forming one's perception of oneself as a human being should receive more attention. Science teaching addressing these aspects of science' contributions to Bildung could make science appear more relevant to students in secondary school.

Semantiske bølger i natur/ teknologi-undervisningen

– sprogligt arbejde med fagligt fokus



Anna-Vera Meidell
Sigsgaard, Københavns
Professionshøjskole



Sonja Heinrich, Københavns
Professionshøjskole



Ditte Marie Pagaard,
Københavns
Professionshøjskole



Pernille Sveistrup Olsen,
Grydemoseskolen,
Espergærde

Abstract: I artiklen præsenteres et forsknings- og udviklingsprojekt om sprogpædagogiske tilgange i naturfagsundervisningen til støtte for især flersprogede elever. Projektet udvikler undervisning der understøtter elevers deltagelsesmuligheder, faglige forståelse og tilhørende fagsprog på mellemtrinnet. Det tager afsæt i en socialkonstruktivistisk læringsforståelse hvor sproglige interaktioner ses som afgørende for at skabe adgang til det faglige stof. Formålet er dels at introducere semantiske bølger som analyseredskab, dels at vise hvordan viden om de semantiske bølger har øget læreres opmærksomhed på tre niveauer af naturfaglig viden og ansporet dem til at integrere sproglige aktiviteter som en naturlig del af natur/teknologi-timerne.

Det er mandag eftermiddag. 4. X har, under overskriften “Sejlads”, arbejdet med flyde/synke-undersøgelser det meste af dagen. Klassen står nu samlet omkring fællesbordet hvor de mange forsøgsgenstande (skeer, linealer, propper, sakse, sugerør, pensler osv.) ligger spredt ud på et håndklæde sammen med en vandbalje. Tiden er inde til en opsamling på forsøgene.

“Hvad er det for nogle ting der kan flyde? Kan I sige noget om det?” spørger naturfagslæreren og ser rundt på eleverne. “De har allesammen luft i,” svarer en elev. Læreren spørger videre: “Men ikke dem allesammen, vel?” “Nej,” medgiver eleven, “nogle har luft i. Det kommer også an på hvilken facon de har ... og hvor meget de vejer.”

Læreren roser svaret og ser rundt på de andre: “Hør lige den kloge dame! Luft, facon ... og hvad sagde hun mere?” I fællesskab får eleverne og læreren langsomt opbygget

en fælles viden om fænomenet. Eleven illustrerer efterfølgende sin pointe ved bl.a. at plumpe en tung knogle ned i vandet. “Se,” udbryder hun, “den synker!”

Introduktion

For at elever på mellemtrinnet kan tale om og opbygge viden om naturfaglige fænomener, som de gør i den indledende case, har de bl.a. brug for fagsprog og sproglige kompetencer til at bruge sproget hensigtsmæssigt. Svage sprogkompetencer medfører negative konsekvenser for elevernes udbytte af læring i skolen (Bleses et al., 2019; NVL, 2021). Især for flersprogede elever kan skolesystemet medføre barrierer (Hjarsen et al., 2020) hvor fagsproget og fagtermer kan opleves som udfordrende. Sproglige kompetencer har i de senere år fået øget opmærksomhed i folkeskolen: Konkret ses det med indføringen af Forenklede Fælles Mål i 2014, som bl.a. introducerede de fire kompetenceområder for natur/teknologi. Et af de fire videns-færdighedsmål er ‘kommunikation’, hvor eleverne skal udvikle deres fagsprog gennem indholdsområderne ‘formidling’, ‘ordkendskab’ og ‘faglig læsning og kommunikation’.

I 2019 blev den sproglige dimension yderligere fremhævet gennem temaet *Sproglig udvikling* – et af tre tværgående temaer som indgår i alle skolens fag (BUVM, 2019). Vejledningen til sproglig udvikling peger på at sprogarbejde i fagene kan bidrage til at mindske negativ betydning af social eller sproglig baggrund, hvorfor sprogudvikling skal indgå som en del af al fagundervisningen (BUVM, 2016). Men hvad vil det egentlig sige at arbejde med den sproglige udvikling i natur/teknologi-undervisningen? Og hvordan skal man nå det inden for de to-tre lektioner faget er normeret til på mellemtrinnet?

En del af udfordringen er at genkende hvad der gør sproget i naturfagene til noget særligt. Noget af problematikken findes i ukendte tekniske begreber med specifikke betydninger som sjældent bruges i andre sammenhænge – eller som måske betyder noget andet i andre fag. Dertil kommer at naturfagene har særlige måder at bruge sproget på (Jacobsen & Mulvad, 2022). Men naturfagslærerne mangler ofte viden om forskelle mellem det talte sprog og skriftlige tekster og viden om hvordan sprog og kommunikation i naturfag egentlig ‘fungerer’ (BUVM, 2020), og er derfor ikke tilstrækkeligt klædt på til at møde flersprogede elevers behov (Besterman et al., 2018; Rambøll & KP, 2019). Sprogarbejdet risikerer dermed at blive dansklærerens ansvar og afkoblet fra naturfagsundervisningen. Men for at det sprogudviklende arbejde giver faglig mening, skal det implementeres som en meningsfuld del af det faglige arbejde (Polias, 2020), og lærerne skal vide hvordan man kan indarbejde et stilladserende sprogarbejde der støtter elevernes faglige forståelse og kommunikationsevne uden at fjerne fokus fra det naturfaglige indhold (Jacobsen & Mulvad, 2022).

Denne artikel tager udgangspunkt i et forsknings- og udviklingsprojekt der netop tager denne udfordring op: *Bølger og snegle*¹. Projektets formål er at gøre naturfagsundervisningen på mellemtrinnet mere vedkommende og tilgængelig for alle elever, særligt for flersprogede elever, gennem et tæt samarbejde mellem lærere på tre skoler og undervisere fra Københavns Professionshøjskole. Gennem projektet bliver vi sammen med de involverede lærere klogere på hvordan forskellige undervisningsgreb kan anvendes i den daglige undervisning og således øge deltagelsesmulighederne for alle elever. De deltagende lærere får redskaber til at blive mere opmærksomme på de sproglige mønstre der gør sig gældende for naturfag, idet de afprøver og implementerer sprogingtegrerede aktiviteter i deres undervisning. Idéen er at et målrettet arbejde med sproglig udvikling også vil sikre elevernes faglige udvikling.

Projektbegrundelse og baggrund

Projektet har fokus på natur/teknologi-undervisningen på mellemtrinnet, da der på dette tidspunkt i elevernes skolegang stilles andre og nye krav til elevernes sproglige forudsætninger. På mellemtrinnet skal eleverne groft sagt bevæge sig fra at lære at læse tekster til at kunne læse tekster for at lære nyt indhold. Samtidig bliver de tekster der bruges i undervisningen, mere krævende og sværere at forstå (Christie & Derewianka, 2008; Rose, 2011; Schleppegrell, 2004). Forskning med henvisning til bl.a. *the fourth grade slump* (Chall et al., 1990) viser at især de flersprogede elever tabes sprogligt omkring dette klassetrin. Mere specifikt viser undersøgelser at sprogligt udfordrede elever, særligt på mellemtrinnet, får vanskeligheder ved at præstere på samme faglige niveau som klassekammeraterne (Andersen et al., 2012; Beuchert et al., 2020).

Natur/teknologi-undervisningen på mellemtrinnet bliver også mere udfordrende idet fagsproget bliver mere abstrakt, mere specifikt og i højere grad begynder at afspejle naturvidenskabens faglige registre og sproglige kendetegn (Jacobsen & Mulvad, 2022). Samtidig begynder emnerne at blive mere abstrakte, og eleverne møder dermed i stigende grad en verden af betydning hvor det beskrevne naturfaglige fænomen ikke nødvendigvis har en ækvivalens i deres oplevede verden (Lee et al., 2013). Sproget og kommunikationen spiller dermed i højere grad en afgørende rolle i at skabe en forståelse hos eleverne, fx i form af faglige samtaler (Mork, 2016).

Internationale forsknings- og udviklingsarbejder peger på at en funktionel forståelse af sprog (Lee, 2005; Martin & Rothery, 1980) sammen med en synliggørelse af det faglige indholdsstof (Georgiou et al., 2014; Macnaught et al., 2013; Mouton & Archer,

1 *Semantiske bølger og sprogpædagogiske snegle – en ny tilgang til naturfag, der øger flersprogede elevers deltagelsesmuligheder* er støttet af Novo Nordisk Fonden (referencenummer NNF20OC0065719). Projektet er forankret i Københavns Professionshøjskole og er aktivt fra januar 2021 med forventet afslutning i december 2023.

2019) kan tilbyde effektive didaktiske tilgange og give flere elever adgang til det faglige stof. De fleste af disse studier er dog rettet mod de ældste klassetrin og videreuddannelse. Det overordnede forskningsspørgsmål for det samlede projekt er derfor:

Hvordan kan analytiske og didaktiske elementer, hentet fra hhv. LCT (semantiske bølger) og SFL (den sprogpedagogiske sneglemodel), kvalificere natur/teknologi-undervisningen på mellemtrinnet til fordel for (især) flersprogede elever?

Formålet med denne artikel er at introducere det analytiske greb *semantisk tyngde* og eksemplificere en semantisk tyngde-analyse af lærer-elev-interaktioner for at synliggøre tre forskellige niveauer af naturfaglige forståelser som de kan se ud i en 4. klasses natur/teknologi-undervisning. Dette danner grundlaget for pædagogiske refleksioner med henblik på at kvalificere naturfagsundervisningen i bredere forstand.

Metode

Projektet er inspireret af interventionsforskning og design-based research (Barab & Squire, 2004) hvor eksisterende forskningsbaseret viden om sprogpedagogik og naturfagsdidaktik omsættes iterativt til konkrete ændringer af praksis i natur/teknologi-undervisningen på mellemtrinnet. I skoleåret 21/22 blev hovedparten af aktiviteterne gennemført af projektdeltagerne fra Københavns Professionshøjskole (med naturfaglig, danskfaglig og dansk som andetsprog-faglig ekspertise) sammen med et lærerteam (en natur/teknologi-lærer og en dansklærer) på projektets første samarbejdsskole. I skoleåret 22/23 spreder projektet sig til yderligere to skoler med et nyt lærerteam på hver skole, og alle tre lærerteams samles til fælles planlægning/sparring og erfaringsdeling med at indarbejde sprogligt arbejde der støtter elevernes naturfaglige forståelser. Således bliver lærerne klogere på didaktiske og teoretiske input, og KP's projektdeltagere bliver klogere på hvordan det ser ud når de pædagogiske modeller møder virkeligheden ude på skolerne.

I projektet tager vi udgangspunkt i lærernes årshjul og i emner og materialer de allerede har tænkt sig at bruge. Tre forløb vælges til interventioner for hvert skoleår, og forløbene planlægges i fællesskab mellem lærerne og KP's projektdeltagere. Til hvert forløb indsamles data i form af lydoptagelser af planlægnings- og sparringsmøder. Undervisningen observeres og videooptages, og et gruppeinterview med eleverne gennemføres ved afslutningen af hvert forløb. Mellem observationerne udvælger KP's projektdeltagere klip fra de indsamlede videoobservationer på baggrund af hvordan elever og lærere taler om og engagerer sig med det faglige emne i forskellige aktiviteter. Disse interaktioner udgør et grundlag for fælles refleksion med lærerne ved efterfølgende sparringsmøder. Sådan et klip er blevet transskriberet og anonymiseret og bruges som omdrejningspunkt i denne artikel.

Dataindsamlingen har involveret både klassens flersprogede elever og klassens

elever med dansk som modersmål. På den måde undgås den bias der kan opstå ved at der er 'noget særligt' ved de flersprogede elever. Dette afspejler at fokus i projektet er på hvordan man kan arbejde sprogligt i undervisningen for at støtte *alle* elevers deltagelsesmuligheder og faglige udvikling.

Men hvad er det læreren skal holde sig for øje, hvis målet er at højne det faglige og fagsproglige niveau? For at afklare dette trækker vi på to teorikomplekser: Legitimation Code Theory (LCT) og en sprogbaseret læringsmodel, Derewiankas (2016) såkaldte sneglemodel, baseret på den systemisk funktionelle lingvistik². Fokus i denne artikel ligger primært på Legitimation Code Theory (LCT) hvorfra vi henter det analytiske begreb *semantisk tyngde* og det tilhørende begreb *semantiske bølger*.

Analyse af undervisningssituationer ved hjælp af semantisk tyngde kan bruges til at vise hvordan vidensformer (Bernstein, 2001) – her den viden og de naturfaglige forståelser som natur/teknologi-undervisningen beskæftiger sig med – ser ud og ændrer sig i løbet af en lektion. Det giver læreren et redskab til at kvalificere didaktiske valg både i planlægningen af undervisningen og i selve undervisningen. Projektet tyder på at forståelse for semantisk tyngde øger lærerens opmærksomhed på de forskellige naturfaglige forståelser der indgår i undervisningens diverse aktiviteter. Dette kan synliggøre behovet for at indtænke sproglige aktiviteter der kræver at eleven bruger, og får støtte til at bruge, et mere præcist fagsprog (Polias, 2020) som en integreret del af natur/teknologi-undervisningen.

Teori

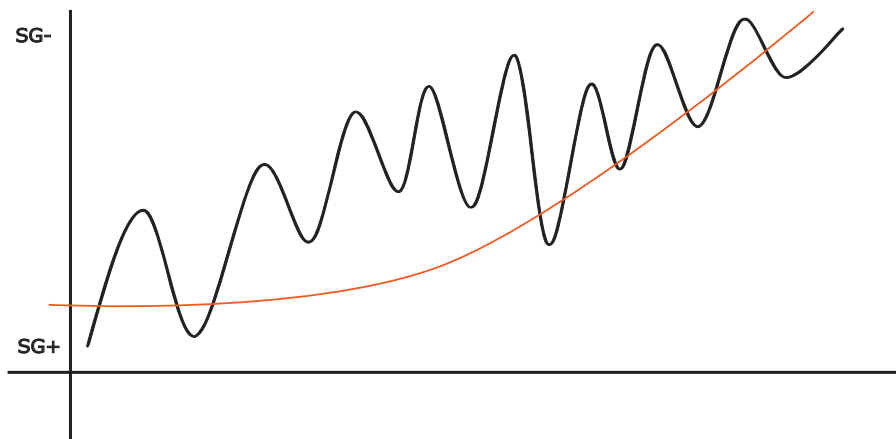
Legitimation Code Theory (LCT) er en sociologisk teori der tager afsæt i Bourdieus forståelse af skolen som en reproduktionsinstitution for samfundets eksisterende magtrelationer og Bernsteins kodeteori om at forskellige fag privilegerer forskellige vidensformer (koder). Skolen har en lang række forventninger til eleverne som ikke nødvendigvis er italesat (Gitz-Johansen, 2006), og som derfor kan skabe udfordringer for de elever som ikke kan aflæse skolens 'usynlige koder'. LCT stiller analytiske og didaktiske værktøjer til rådighed, både til at forske i social praksis og til at synliggøre de ellers usynlige koder (Maton, 2014) samt til at udvikle undervisningspraksis (Macnaught et al., 2013).

Semantisk tyngde er et af disse analytiske greb som bruges til at få øje på hvordan betydning skabes og udvikler sig i en pædagogisk kontekst. Med semantisk tyngde undersøger man hvor kontekstafhængig eller kontekstuaafhængig en betydning er: Jo større afhængighed af konteksten, desto stærkere er den semantiske tyngde, og om-

2 Se Derewianka (2016) for en beskrivelse af sneglemodellen i et geologiforløb i 3. klasse. Et eksempel på hvordan denne model inspirerer arbejdet i projektet, beskrives i Sigsgaard et al. (2023).

vendt: Jo mindre kontekstafhængig en betydning er, desto svagere er den semantiske tyngde (Maton, 2014). I den indledende case ser vi en elev opstille en form for hypotese om hvad der gør at noget flyder: Det har noget at gøre med faconen, luften og hvor meget tingen vejer. Denne forståelse er ikke direkte knyttet til en bestemt ting eller et bestemt forsøg og gælder derfor i forskellige kontekster. Man kan sige at den betydning der skabes her, har en *svagere* semantisk tyngde. Men når hun lægger knoglen ned i baljen og siger "se, den synker", er forståelsen knyttet tæt til præcis den ting (knoglen) og dens (manglende) evne til at flyde – altså en *stærkere* semantisk tyngde.


Ved at se på hvordan den semantiske tyngde ændrer sig i en god undervisning, ser man at der sker en vekslen mellem stærkere og svagere semantisk tyngde – altså en form for *semantisk bølge* (Maton, 2014). Og når lærere bliver bevidste om dette, kan de anvende tanken om semantiske bølger som didaktisk ledesnor i forhold til at planlægge undervisningen så eleverne kan trække deres forståelser ud af en specifik erfaringskontekst til en mere generel forståelse (Macnaught et al., 2013; Sigsgaard & Jacobsen, 2021). Dette projekt fokuserer derfor på at give lærere redskaber til at støtte eleverne op ad den semantiske bølge ved at eleverne får mulighed for at få øje på et relevant fagsprog og øve sig på at udtrykke sig på en fagligt legitim måde. Således skulle undervisningen over tid gerne bygge op til en mere generel naturfaglig forståelse (se figur 1).



Figur 1. En idealiseret semantisk bølge der viser vekslinger i semantisk tyngde gennem et tænkt undervisningsforløb (frit efter Macnaught et al., 2013). Den sorte profil viser vekslinger i semantisk tyngde i undervisningen, mens den røde viser den (forventede) opbygning af generaliseret viden.

For at kunne anvende semantisk tyngde som virksomt analytisk redskab skal det først defineres i konteksten af dette projekt. Tabellen herunder viser en 'oversættelse' af det teoretiske begreb *semantisk tyngde*, som kan variere i styrke langs et kontinuum (i tabellen længst til venstre) med stærkest semantisk tyngde i bunden og svagest

semantisk tyngde i toppen af skalaen³. Inddelingen i tre styrkegrader⁴ (kolonne 2) og beskrivelsen af disse er inspireret af især Georgiou (2016), Kirk (2017) og Sigsgaard & Jacobsen (2021). Kolonne 3 beskriver hvilken slags naturfaglig forståelse der er tale om for hver af de tre styrkegrader, mens kolonnen længst til højre præsenterer et eksempel fra vores datasæt – fx et citat fra undervisningen.

Semantisk tyngde kontinuum	Semantisk tyngde styrkegrad	Beskrivelse af styrkegraden af SG i projektets kontekst (N/T-undervisning, mellemtrin)	Eksempler fra indsamlede data
	SG-	Naturfaglig koncept / forståelse af fænomener uden direkte henvisning til en specifik situation	"En ting kan flyde, hvis den kan fortrænge mere vand, end den vejer i sig selv"
	SG0	Beskrivelse af generelle tendenser (evt. med en form for hypotese/regel)	"Det var [flød] bedre med den store flade"
	SG+	Direkte beskrivelse af eget forsøg / erfaringer fra eget liv	"Vores båd sank da vi puttede for mange søm på"

Figur 2. Semantisk tyngde (forkortes SG efter den engelske betegnelse, semantic gravity), inddelt og farvekodet⁵ i tre styrkegrader fra stærkest semantisk tyngde (SG+) i bunden til svagest semantisk tyngde (SG-) i toppen af skalaen.

Inddelingen i tre styrkegrader giver et tilstrækkelig detaljeret analytisk blik for hvad der foregår i undervisningen. De tre styrkegrader er også nok til at en lærer intuitivt kan forestille sig hvor på SG-kontinuummet en aktivitet eller en samtale i undervisningen foregår, og om man ønsker at bevæge sig opad til noget mere kontekstuaafhængigt eller nedad til noget mere kontekstafhængigt.

En semantisk tyngde-analyse

I første halvdel af projektet fokuserede vi på at udvikle en fælles forståelse for praksisafprøvningserne på skolen. Udvalgte klip fra undervisningen blev genstand for at lærerne og KP's projektdeltagere sammen gennemførte semantisk tyngde-analyser i sparringssamtalerne. Dette førte til nogle 'ahaoplevelser' og gode pædagogiske overvejelser. I det følgende tager vi udgangspunkt i transskriptioner fra et sådant video-

3 Ifølge LCT-konventioner er stærkest semantisk tyngde placeret i bunden, og svagest semantisk tyngde i toppen af skalaen (Maton, 2014).

4 Man kan inddele et semantisk tyngde-kontinuum i så mange styrkegrader som det er nyttigt i forhold til det man gerne vil få øje på. I vores sammenhæng er tre styrkegrader nok til at få øje på forskelle i den måde en naturfaglig forståelse kommer til udtryk på i undervisningen.

5 Tænk på grøn som græsset, blå som himlen og en mark af gule rapsblomster i midten.

klip fra Sejlads-forløbet, både for at vise hvordan semantisk tyngde kan bruges til at analysere en undervisningssituation, og for at vise hvordan analysen hjalp lærerne til at indtænke aktiviteter til at modvirke elevernes udfordringer.

Sejlads-forløbet startede med at klassen samlet gjorde sig relevante erfaringer med en tur til havnen. At starte et forløb med en fælles erfaring der ikke kræver fagsprog, giver alle elever deltagelsesmuligheder og danner grundlag for at opbygge en sproglig og faglig viden efterfølgende (Derewianka, 2016). På turen tog eleverne billeder af både og skibe som de skulle beskrive og kategorisere i den efterfølgende undervisningsgang. Kategoriseringerne førte til en diskussion om hvordan så tunge skibe mon flyder, hvorefter de læste en tekst i deres natur/teknologi-bog om emnet flyde/synke. Herefter afprøvede klassen forskellige flyde/synke-undersøgelser af forskellige genstandes evne til at flyde. I opsamlingen inden frokost blev det nævnt at genstandenes facon, vægt og luftindhold kunne påvirke deres flydeevne. I lektionen efter frokostpausen arbejdede eleverne videre med denne forståelse og byggede både af alufolie efter forskellige specifikationer. Ved at laste bådene med søm skulle eleverne se hvilke af deres konstruktioner der kunne bære flest søm, og på den baggrund danne en forståelse for hvad der skal til for at en (tung) genstand kan flyde. Eleverne arbejdede i makkerpar og var meget optagede af bådene og af at laste dem med søm.

Efter de gennemførte forsøg samlede læreren op på dagens arbejde ved at indlede en klassediskussion: "Altså, jeg har set helt vildt mange forskellige både, og de fleste af dem er selvfølgelig endt med at kæntré eller synke, for man bliver jo ved med at fylde søm på hele tiden ... Kan I prøve at give nogle bud på hvad der var de gode fif som bådebygger? Hvad funkede bare? Hvad var rigtig godt?"

Ved at spørge "hvad funkede?" og "hvad var de gode fif som bådebygger?" ser det ud til at hun vil have eleverne til at lave en induktiv erfaring (Illeris, 2012) – i dette tilfælde om hvordan opdriften af et legeme nedsat i vandet (her båden) og massen af det fortrængte vand hænger sammen. Hun efterspørger at eleverne på baggrund af deres egne forsøg skal drage generaliseringer om hvad der virker i forhold til at få en alubåd til at flyde. Fra et *semantisk tyngde*-perspektiv kan man sige at læreren med sit spørgsmål lægger op til at eleverne skal svare i den midterste styrkegrad af semantisk tyngde (SG0): De skal på baggrund af deres undersøgelser sige noget alment om hvad der gør at noget kan flyde.

De fleste elever er ivrige efter at fortælle om deres forsøg, og læreren giver flere forskellige elevgrupper ordet. Lucas svarer: "Altså, vores bedste båd var den flade. Den fik 231 søm på." Okan fortæller også gerne om sin makkerens alubåd mens han holder den frem: "Det er vores. Den kunne kun holde ... øøøøh ... ja, altså ... 96 [søm]". Også Halfdan fortæller: "Vi satte sugerør ... vi lavede ... altså vi startede med ... den første, der fik vi 84 søm på," suppleret af sin makker der tilføjer: "og det dårligste forsøg var det der med væggene, der fik vi kun 21." I svarene ser man tydeligt at eleverne

holder sig til at fortælle om hvad der skete for dem hver især. Deres svar er bundet til erfaringerne fra deres egne forsøg, hvilket gør at de alle kategoriseres med stærkest semantisk tyngde (SG+). Eleverne er tilsyneladende mere optagede af at formulere svar der fortæller om hvor mange søm de kunne laste, frem for hvad der gjorde at en båd kunne holde en større vægt oppe.

Læreren opmuntrer og giver udtryk for at være imponeret over de mange søm eleverne kunne laste: "Jamen, det er helt vildt ... det er saftuseme mange". Undervejs samler hun også op, fx ved at omformulere elevernes svar: "Okay, så der virkede det faktisk at få sugerørene ind i ... så de virkede ligesom svømmekranse". Og hun stiller spørgsmål som fx "hvorfor tror du den kunne bære så mange søm?" Med disse opsamlings og spørgsmål ser det ud til at hun forsøger at 'løfte' samtalen ud af den stærkeste grad af semantisk tyngde (SG+) til noget mere generelt (SG0) og naturfagligt (SG-) for at styrke en kompetenceorienteret forståelse (Illeris, 2012).

Ved en af projektets sparringssamtaler så vi nærmere på netop denne sekvens og forsøgte i fællesskab at lægge et semantisk tyngde-perspektiv på samtalen for at se på hvilken forståelse hhv. læreren og eleverne bragte til bordet. I det følgende farvekodes samtalen i overensstemmelse med farverne i figur 2 (SG+ er grøn, SG0 er gul, SG- er blå)⁶ for at vise hvordan den naturfaglige viden, set via semantisk tyngde, varierer:

Lærer:	Hvad til allersidst, hvor I kunne eksperimentere med ting og sager? [SG+] Var der noget der fungerede? [SG0]
Lucas:	Der prøvede vi at få et sugerør ind [SG+] så der kom luft ned i, [SG0] så den kunne flyde. [SG+]
Lærer:	Ja? ⁷
Lucas:	Men det virkede heller ikke. [SG+]
Lærer:	Så hvad kunne der være sket måske? [SG0]
Lucas:	Øhm ...
Lærer:	Hvis man tænker på at det var noget med luft, ikke? [SG0] Det klarede I jo ved at lægge det der rør ned under. [SG+] Og så var der noget med faconen, og der var noget med vægten. Hvad kunne være gået galt ved jer? [SG0]

Med semantisk tyngde-analysen blev det tydeligt for læreren at de fleste af elevernes svar var kontekstnære og derfor grønne, med stærkest grad af semantisk tyngde (SG+).

⁶ Styrken af semantisk tyngde er også angivet ved tilføjelse af styrkegraden i firkantet parentes.

⁷ Enkelte samtaleture som denne er ikke kodet med semantisk tyngde da disse ikke omhandler den relevante viden/det faglige stof. Se en nærmere beskrivelse i afsnittet under figur 3.

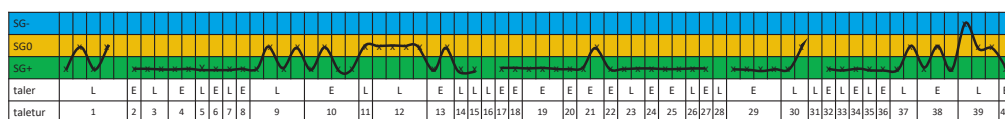
Lærerens spørgsmål og kommentarer er en blanding af primært grønne (SG+) (når hun beder eleverne om at præcisere hvad de gjorde) og gule (SG0) (når hun spørger til *hvorfor* de tror noget skete, eller *hvad der fungerede*). Her efterspørger hun en mere generel og mere faglig forståelse. Når hun henviser til "... faconen og noget med vægten", nærmer hendes forklaring sig en mere faglig forståelse af det naturfaglige fænomen, men da det fortsat er med udgangspunkt i elevernes gennemførte forsøg, er det mere en beskrivelse af generelle tendenser (SG0).

Lidt senere i samtalen spørger hun Okan om hans båd:

Lærer:	Hvorfor tror du den kunne bære så mange søm? [SG0]
Okan:	Vi brugte de der ispinde til at lave væggene med [SG+]. Så var væggene lidt stærkere [SG0], og så havde vi også meget sølvpapir [SG+].
Lærer:	Så det der med faconen [SG-], det der med væggene, det betyder faktisk rigtig meget [SG0].
Okan:	Og så var der også ispinde nedenunder [SG+].

Okan svarer tydeligt ud fra netop erfaringerne fra eget forsøg: "Vi brugte de der ispinde til at lave væggene med". Læreren forsøger igen at løfte samtalen når hun siger: "Så det med faconen" og dermed henviser til en naturfaglig forståelse af fænomenet. Hun fortsætter og 'oversætter' det straks til: "det der med væggene, det betyder faktisk rigtig meget". På den måde forsøger hun formentlig at gøre sin konklusion forståelig for Okan.

Ovenstående semantisk tyngde-analyse kommer fra ca. 6 minutters klasserums-samtale som fungerede som opsamling på dagens flyde/synke-undersøgelser. Den samlede samtale kan indføres på en semantisk tyngde-skala inddelt i de tre styrke-grader, som i figur 3.



Figur 3. Semantisk tyngde-analyse af ca. 6 minutters uddrag af den opsamlende samtale efter flyde/synke-undersøgelserne.

For at lave en systematisk analyse af samtalen blev den delt op i 'taleture' (se fx Sacks et al., 1974) som nummereres i nederste række i figur 3. Lærerens og elevernes taleture markeres med hhv. *L* og *E* i næstnederste linje. Hver taletur opdeles i meningsafgrænsede enheder (helsætninger, men grundet talesproget kan der være afvigelser). Okans

forklaring fra tidligere, "Vi brugte de der ispinde til at lave væggene med [SG+]. Så var væggene lidt stærkere [SG0], og så havde vi også meget sølvpapir [SG+]", og den tilsvarende semantiske bølge (fra grønt, til gult til grønt) ses fx i tur 38 i figur 3. Nogle taleture er ikke kodet i figuren da disse er taleture hvor læreren styrer samtalen, som i tur 16 hvor hun siger "Hvad med jer?" og giver ordet til nogle andre elever. Turen bruges altså ikke til at tale om emnet/indholdet, men til klasseledelse, og kodes derfor ikke med semantisk tyngde.

Som nævnt er ovenstående samtaleuddrag fra et videoklip som lærerne og projektdeltagerne sammen analyserede. Analysen i sparringssamtalen var ikke lige så detaljeret, men viste alligevel stor overensstemmelse med ovenstående systematiske analyse. Dvs. at selv en 'grov' semantisk tyngde-analyse gav anledning til en pædagogisk reflekteret diskussion. Her gav lærerne udtryk for at de ved hjælp af analysen fik øje på at det var svært for eleverne at give faglige forklaringer på baggrund af deres erfaringer med bådene: Eleverne var ivrige efter at fortælle om deres egne både og hvor mange søm de kunne bære inden de sank, men når læreren på forskellige måder spurgte til årsagssammenhænge, havde eleverne sværere ved at svare. Kun når læreren samlede op, bevægede samtalen sig op ad den semantiske bølge. Analysen viser altså at det primært var læreren der lavede 'oversættelsen' fra kontekstbundne forståelser til mere generelle og faglige betragtninger, mens elevernes svar forblev i deres egne undersøgelser.

Diskussionen herefter gav anledning til at vende hvordan det næste forløb kunne planlægges så eleverne i højere grad blev støttet til også at bevæge sig op ad den semantiske bølge. Her valgte lærerne bl.a. et eksplicit fokus på fagord vs. hverdagsord som de indtænkte i enkelte sproglige aktiviteter. Dertil planlagde de i højere grad efter hvilke *sprogbrugssituationer* aktiviteterne sætter eleverne i (se diskussionen herunder). En nærmere beskrivelse af nogle af de sproglige aktiviteter og deres udfald er beskrevet i Sigsgaard et al. (2023).

Omend den analyse vi her har vist, går på lærer-elev-interaktioner, tyder sparringsmøder og lærerinterviews på at princippet også kan bruges i bredere forstand. Fx har lærerne brugt forståelsen af de semantiske bølger til at forudsige elevens potentielle udfordringer i mødet med diverse undervisningsmaterialer, til at reflektere over gennemført undervisning og som begrundelse for at indtænke aktiviteter med et sprogligt fokus i øvrig undervisning. De semantiske bølger har hjulpet lærerne til selv at blive klarere på hvilket fagsprog eleverne har brug for i et undervisningsforløb, og på at tilrettelægge en 'bølgende' undervisning der støtter elevernes sproglige udvikling.

Diskussion: Semantiske bølger og fagsproglig opmærksomhed

Ovenstående analyse er foretaget på baggrund af en del af én opsamlende samtale, ca. midt i et længere forløb. Således viser den ikke de øvrige elevers forståelser eller hvad eleverne hver især har lært gennem det samlede forløb. Alligevel giver analysen anledning til pædagogiske og didaktiske overvejelser om hvordan man tilrettelægger natur/teknologi-undervisning med henblik på at sikre flere elevers, herunder især flersprogede elevers, muligheder for at tilegne sig og bruge fagsproget aktivt i løbet af undervisningen. I det følgende peger vi på nogle af disse overvejelser.

En af betragtningerne hviler på hvordan de talende elever egentlig får deres faglige forståelse i spil. Måske lagde samtalen ikke op til at eleverne skulle tage fagsproget i brug. Et spørgsmål som fx "Hvorfor tror du den kunne bære så mange søm?" søger et svar knyttet til elevernes undersøgelser og peger derfor ned ad den semantiske bølge frem for omvendt. Måske var det også uklart for eleverne at læreren egentlig ville have dem til at komme med kvalificerede bud på forklaringer. Her kunne et forudgående arbejde med relevant fagsprog og synlighed af relevante fagord på plancher og illustrationer i klasserummet måske have støttet eleverne. Læreren kunne fx udlevere ordkort med relevante fagord (*tung, hul, form, vægt, synke, flyde, opdrift*) inden opsamlingen. I samtalen ville hun så kunne bruge disse, fx ved at sige: "Prøv at forklare hvad der skete med jeres båd, ved hjælp af ordene her". Netop sådan gjorde hun i et af de efterfølgende forløb, hvor hun udleverede ordkort inden opsamlingen og bad eleverne i makkerpar om at bruge ordene til at formulere en forklaring på det de havde observeret. Når hun derefter samlede op, havde eleverne allerede øvet sig på at formulere en forklaring med en makker, og de havde alle taget fagordene i egen mund. Resultatet var at eleverne ved denne opsamling kunne deltage mere aktivt i de faglige diskussioner. Den eksplicitte opmuntring til at bruge fagsproget gav eleverne mulighed for selv at bevæge sig op ad den semantiske bølge.

Med semantiske bølger får læreren også et redskab til at overveje om hun vil stille et spørgsmål der 'peger opad', for at støtte en elev til en mere almen, generaliseret viden – eller omvendt: om hun vil spørge 'nedad' for at se om eleven kan knytte en generel betragtning fra opsamlingen til sin egen undersøgelse. Hun kan med sine spørgsmål støtte samtalen i retning af det mere kontekstafhængige eller i retning af det mere kontekstnære, afhængigt af hendes pædagogiske indsigt og faglige ønsker om hvor samtalen skal bevæge sig hen. Et muligt bud på hvordan vi kan arbejde systematisk videre med spørgsmål, kunne være at inddrage en såkaldt 'Q-tavle' (Vestergaard, 2017): et redskab til at systematisere og kategorisere typer af spørgsmål fra det faktuelle og konkrete til det mere abstrakte, kontekstafhængige og perspektiverende.

Sparringsamtalerne efter den fælles semantisk tyngde-analyse gjorde også at lærerne blev opmærksomme på den situationskontekst eleverne befinder sig i i de forskellige undervisningsaktiviteter. Lærerne blev altså optaget af hvilke *sprogbrugssi-*

tuationer (Østergaard, 2021) selve aktiviteten lægger op til, og hvordan denne påvirker det sprog eleverne har brug for for at deltage i aktiviteten. En af de grundlæggende antagelser i projektet er at den kommunikation eleverne deltager i, har afgørende betydning for hvilken læring de kan opnå (se fx Gibbons, 2016).

En ekstra udfordring for især flersprogede elever er at de ved siden af at lære fagsproget også er i gang med at lære andetsproget (dansk) i undervisningen (Knudsen & Wulff, 2021). Her var en forståelse af semantiske bølger kombineret med netop *sprogbrugssituationer* (dvs. hvilket sprog en undervisningsaktivitet lægger op til) et nyttigt virkemiddel i lærernes undervisningsplanlægning. Ser man på kommunikationen fra dette perspektiv, er der tre faktorer der kan påvirke hvilket sprog der vil produceres – nemlig *kommunikationsrelationen*, *kommunikationsfeltet* og *kommunikationsmåden* (Polias, 2020).

I ovenstående samtale finder kommunikationen sted mellem læreren og én elev ad gangen, mens resten af klassen lytter. Dvs. *kommunikationsrelationen* er her en relation hvor læreren styrer og eleverne indretter sig. Det stiller andre krav til elevernes sprog end når de taler med hinanden under forsøgene. Forskellige sammensætninger (elev-elev, elev-klasse, elev-gruppe, lærer-klasse osv.) vil alle påvirke hvilken kommunikationsrelation eleverne indgår i, og dermed også sprogbrugssituationen. Eleverne kan fx have behov for at give mere udtryk for usikkerhed⁸ når de taler med læreren, end når de taler sammen i makkerpar. Hvilken rolle eleverne får i en undervisningsaktivitet, påvirker med andre ord også hvilket sprog eleverne forventes at producere, og det er derfor værd at overveje når man planlægger sin undervisning.

Kommunikationsfeltet har at gøre med de ord der bliver brugt til at beskrive selve indholdet – altså det vi taler om. I den lektion vi har set på i artiklen, er emnet flyde/synke. Men når eleverne bruger sproget som ledsagelse til handling, kan de sagtens bruge ord som 'den der' og 'herovre' og 'bare en til' mens de fx gennemfører bådundersøgelsen. De ord er fuldt ud tilstrækkelige til at kommunikere det de taler om i situationen. Sprogbrugssituationen lægger altså ikke op til at det er nødvendigt at bruge specifikke fagord eller -udtryk. Det giver mening at sige 'åh nej' når båden synker, frem for fx 'nu synker båden' fordi situationskonteksten bærer en stor del af betydningen. Men når eleverne senere skal fortælle i plenum hvad der skete, ser kommunikationsfeltet anderledes ud og kræver derfor også en anden sprogbrug: Eleverne skal bruge mere præcise ord som fx *søm*, *kanter*, *sugerør*, *den flade båd* osv. for at gøre det forståeligt hvad de taler om. De skal også bruge ord der siger noget om hvad der skete: *sank*, *kæntrede*, *flyder* osv., og under hvilke omstændigheder det skete: *da vi lagde det 6. søm på* eller *med de høje kanter*. Det kan derfor give mening at overveje

8 Af samme grund hører man ofte elever i mange forskellige plenumsamtaler svare med det der lyder som et spørgsmål (opadgående intonation), når de svarer på lærerens spørgsmål.

hvilke aktiviteter der naturligt lægger op til forskellig sprogbrug, og hvad der skal til for at eleverne har de ord de skal bruge, 'for hånden', som fx at have relevante ord synlige i klasserummet. Pointen er at det at gennemføre et forsøg ikke nødvendigvis er nok til at man senere kan berette om hvad man gjorde, eller forklare det på en naturfaglig måde (Millar, 2014).

Ser man på ovenstående eksempel fra perspektivet *kommunikationsmåde*, kan man se forskel på hvordan sproget bruges i forhold til den situation det bruges i – også kommunikationsmåden påvirker sprogbrugssituationen. Kommunikationsmåden kan forestilles som et kontinuum fra på den ene side det vi kalder et her og nu-sprog, som ofte har mange talesprogstræk med afbrudte og sammenskabte sætninger (fx 'nu skal vi – ja, tag den – ja, den her. Den synker'), til på den anden side en mere struktureret, ofte skriftsproglig sprogbrug (fx 'knoglen synker på grund af dens facon og vægt og hvor meget luft der er i'). Kommunikationsmåden ændrer sig hos eleverne fra at de udfører deres undersøgelser hvor de bruger sproget spontant og som *ledsagelse til handling*, til deres samtale med læreren hvor de skal referere til hvad de tidligere lavede, fx i kronologisk rækkefølge og med forklaringer på hvordan det de prøvede, fungerede.

Med sprogbrugssituationer for øje kan man overveje hvordan undervisningen sikrer at eleverne systematisk føres fra et her og nu-/hverdagsprog som de allerede behersker, til et mere fagligt sprog som er nødvendigt for mere faglige måder at forstå verden på. Sneglemodellen (Derewianka, 2016) giver et bud på hvordan undervisningen kan tilrettelægges så man starter med fælles oplevelser relateret til emnet (som ikke kræver en forudgående viden og heller ikke et fagsprog for at deltage). Med en fælles oplevelse ved forløbets start sikrer læreren at alle elever har en relevant erfaring/viden som undervisningen kan bygge på (frem for fx at gå ud fra at alle har erfaringer med både). Derfra kan man planlægge sin undervisning i det som Mulvad (2016) kalder for en *kæde af sprogbrugssituationer*, hvor sproget i den ene aktivitet giver indholdsmæssigt grundlag for den næste aktivitet. Denne tænkning stemmer godt overens med forestillingen om at starte lavt på den semantiske bølge og gennem forskellige aktiviteter 'bølge' opad og nedad for efterhånden at komme højere op i den faglige forståelse (Sigsgaard & Jacobsen, 2021), jf. figur 1.

Lærerne i projektet giver udtryk for at en viden om de semantiske bølger også kan være en støtte i forhold til at planlægge et forløb, fx ved at tænke over hvor 'på bølgen' et undervisningsforløb starter, og om rækkefølgen af aktiviteter langsomt opbygger en faglig forståelse, eller om de 'hopper' for meget mellem ekstremerne. Koblingen mellem semantisk tyngde og begrebet sprogbrugssituation giver mulighed for at overveje hvilke typer af aktiviteter eleverne skal tilbydes for at de får brug for at tage fagsproget i egen mund – og hvilken rækkefølge aktiviteterne skal komme i. Hvornår kan det være nyttigt at lægge flere samtaler imellem eleverne ind? Og hvordan sikrer man at de får brug for fagsprog til at gøre deres kommunikation vellykket?

Konklusion

Sparringsmøder og interviews med lærerne i projektet tyder på at de involverede lærere finder begrebet semantisk tyngde og forestillingen om de semantiske bølger som en intuitiv og nyttig måde at reflektere over deres undervisning på. Lærerne taler bl.a. om at de tre niveauer af semantisk tyngde har været øjenåbnende og relevante – ikke kun for naturfagsundervisningen: Det giver mening at elevers forståelser er umiddelbart forankret i deres egne erfaringer, og en stor del af skolens arbejde er netop at 'løfte' elevernes forståelser til mere generel viden der på sigt kan bruges i nye kontekster. Lærerne giver udtryk for at det er vigtigt at planlægge undervisning 'der bølger' hele tiden, og at eleverne også får mulighed for at bølge opad gennem tydelige og støttende aktiviteter. Analysen og forestillingen om de tre niveauer af semantisk tyngde gav lærerne anledning til at overveje hvordan de i næste forløb kunne øge fokus på hvilket fagsprog der skulle udvikles, samt anledning til at eksperimentere med forskellige aktiviteter og måder at understøtte den fagsproglige udvikling på hos hver enkelt elev.

Tobiassen (2014) peger på at arbejdet med fagsprog for mange lærere rummer tilegnelsen af en helt ny indsigt i hvad der egentlig skal til for at 'vide' noget på naturfaglig vis og for at 'gøre naturfag' (Polias, 2020). For at støtte elevers faglige forståelse skal de støttes i at udvikle både de almene sproglige træk og de fagspecifikke sproglige træk som anvendes i et undervisningsforløb (Derewianka, 2016). Derfor er det vigtigt at lærerne bliver støttet i at udvikle en viden om det fagsprog deres forskellige fag anvender. Gennem projektet har lærerne gradvist udviklet deres blik på undervisningen. De semantiske bølger har bidraget med en indgang der synliggør forskellige niveauer i naturfaglige forståelser og dermed hvad der forventes af eleverne i forskellige natur/teknologi-aktiviteter. Samtidig tilbyder de semantiske bølger et didaktisk redskab til at planlægge og evaluere med (Dankenbring et al., 2023).

De semantiske bølger og den semantisk tyngde-analyse der er demonstreret her, rummer et stort potentiale i forhold til at åbne op for flere muligheder for at tilrettelægge engagerende naturfagsundervisning der muliggør flere elevers deltagelse. Tilbagemeldinger fra projektets deltagende lærer viser derudover at semantiske bølger er forholdsvis let forståelige og nemme at integrere i naturfagsundervisningen, også for en lærer der ikke er sprogligt uddannet. Igennem dette praksisnære projekt med afprøvninger og refleksioner på skolen ser vi at de semantiske bølger fungerer som et godt redskab til at give indblik i hvor i undervisningen eleverne bliver udfordret og i højere grad skal støttes sprogligt.

Referencer

- Andersen, D., Jakobsen, V., Jensen, V.M., Nielsen, S.S., Zacho Pedersen, K.C., Petersen, D.S. & Thorsen, K.M. (2012). *Indsatser for tosprogede elever – kortlægning og analyse*. SFI – Det Nationale Forskningscenter for Velfærd.
- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Bayer, M. & Chouliaraki, S.L. (red.) (2001). *Basil Bernstein – pædagogik, diskurs og magt*. Akademisk Forlag.
- Besterman, K., Williams, T.O. & Ernst, J. (2018). STEM Teachers' Preparedness for English Language Learners. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 19(3), 33-39.
- Beuchert, L., Christensen, V.T., Sidsel, O. & Jensen, V. (2020). *PISA Etnisk 2018 – PISA 2018 med fokus på elever med indvandrerbaggrund*.
- Bleses, D., Højen, A., Jensen, P., Rathe, A.B., Boisen, L.A., Nielsen, H. & Jensen, C.H. (2019). *Vi lærer sprog i vuggestuen og dagplejen*.
- BUVM. (2016). Sproglig udvikling – intro introduktion til det tværgående tema sproglig udvikling. *EMU – Danmarks Læringsportal*. Børne- og Undervisningsministeriet.
- BUVM. (2019). *Natur/teknologi – faghæfte 2019* (2. reviderede udg.). Børne- og Undervisningsministeriet.
- BUVM. (2020). *Kompetencedækningen i folkeskolen 2019/20 er steget med 0,8 procentpoint*. Børne- og Undervisningsministeriet: Styrelsen for IT og Læring.
- Chall, J.S., Jacobs, V.A.E. & Baldwin, L. (1990). *The Reading Crisis: Why Poor Children Fall Behind*. Harvard University Press.
- Christie, F. & Derewianka, B. (2008). *School Discourse: Learning to Write across the Years of Schooling*. Continuum.
- Dankenbring, C.A., Guzey, S.S. & Bryan, L.A. (2023). Legitimation Code Theory as an Analytical Framework for Integrated STEM Curriculum and Its Enactment. *Research in Science Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10103-y>
- Derewianka, B. (2016). Vilde med sten – indskolingsbørn på opdagelse i geologiens sprog. I: M.V. Christensen (red.), *Genrepædagogik – og andre veje i læse- og skriveundervisningen* (s. 35-56). Hans Reitzels Forlag.
- Georgiou, H. (2016). Putting Physics Knowledge in the Hot Seat: The Semantics of Student Understandings of Thermodynamics. I: K. Maton, S. Hood & S. Shay (red.), *Knowledge-Building: Educational Studies in Legitimation Code Theory* (s. 176-192). Routledge.
- Georgiou, H., Maton, K. & Sharma, M. (2014). Recovering Knowledge for Science Education Research: Exploring the "Icarus Effect" in Student Work. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 14(3), 252-268. <https://doi.org/10.1080/14926156.2014.935526>
- Gibbons, P. (2016). *Styrk sproget, styrk læringen – sproglig udvikling og stilladsering i flersprogede klasserum*. Samfundslitteratur.

- Gitz-Johansen, T. (2006). *Den multikulturelle skole – integration og sortering*. Roskilde Universitetsforlag.
- Hjarsen, C.F., Martens, A., Ahrensberg, N., Asmussen, M. & Noer, D.B. (2020). *Minoritetsetniske børn og unges motivation, præferencer og præstationer inden for naturfag og naturfagsvidenskabelige uddannelser*. Mino Danmark.
- Illeris, K. (2012). *Kompetence – hvad, hvorfor, hvordan?* (2. udg.). Samfundslitteratur.
- Jacobsen, G.K. & Mulvad, R. (2022). *Ind i naturfag – fra tekster til naturfaglig kompetence*. Akademisk Forlag.
- Kirk, S. (2017). Waves of Reflection: Seeing Knowledges in Academic Writing. I: J. Kemp (red.), *EAP in a Rapidly Changing Landscape: Issues, Challenges and Solutions* (s.109-118). Garnet Publishing.
- Knudsen, S.K. & Wulff, L. (2021). Sprog i fag. I: S.K. Knudsen & L. Wulff (red.), *Kom ind i sproget – flersprogede elever i fagundervisning* (2. udg., s. 15-38). Akademisk Forlag.
- Lee, O. (2005). Science Education With English Language Learners: Synthesis and Research Agenda. *Review of Educational Research*, 75(4), 491-530. <https://doi.org/10.3102/00346543075004491>
- Lee, O., Quinn, H. & Valdés, G. (2013). Science and Language for English Language Learners in Relation to Next Generation Science Standards and with Implications for Common Core State Standards for English Language Arts and Mathematics. *Educational Researcher*, 42(4), 223-233. <https://doi.org/https://doi.org/10.3102/0013189X13480524>
- Macnaught, L., Maton, K., Martin, J.R. & Matruglio, E. (2013). Jointly Constructing Semantic Waves: Implications for Teacher Training. *Linguistics and Education*, 24, 50-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.linged.2012.11.008>
- Martin, J.R. & Rothery, J. (1980). *Write It Right* (Paper 2; Working Papers in Linguistics).
- Maton, K. (2014). Knowledge and Knowers: Towards a Realist Sociology of Education. I: *Knowledge and Knowers: Towards a Realist Sociology of Education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203885734>
- Millar, R. (2014). At udvikle og evaluere praktisk arbejde i naturfag. I: S. Tougaard & L.H. Kofod (red.), *Metoder i naturfag – en antologi* (2. udg., s. 67-74). Experimentarium.
- Mork, S.M. (2016). Å diskutere som del af utforskende arbejde i naturfag. I: M. Ødegaard, B.S. Haug, S.M. Mork & G.O. Sørvik (red.), *På forskerføtter i naturfag* (s. 92-115). Universitetsforlaget.
- Mouton, M. & Archer, E. (2019). Legitimation Code Theory to Facilitate Transition from High School to First-Year Biology. *Journal of Biological Education*, 53(1), 2-20. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1420681>
- Mulvad, R. (2016). Sprogbaseret pædagogik, genrepædagogik. *Sprogforum*, 63, 12-23.
- NVL. (2021). *Indsatser for elever med sprogforståelsesvanskeligheder*. Nationalt Videncenter for Læsning.
- Polias, J. (2020). *Fagsprog i naturfag – at læse, skrive og “gøre” videnskab*. Akademisk Forlag.
- Rambøll & KP. (2019). *Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen – delopgave A og B*. Styrelsen for Undervisning og Kvalitet.

- Rose, D. (2011). Beating Educational Inequality with an Integrated Reading Pedagogy. I: F. Christie & A. Simpson (red.), *Literacy and Social Responsibility: Multiple Responsibilities*. Equinox.
- Sacks, H., Schegloff, E.A. & Jefferson, G. (1974). A Simplest Systematics for the Organization of Turn-Taking for Conversation. *Language*, 50(4), 696-735. <https://doi.org/10.2307/412243>
- Schleppegrell, M.J. (2004). *The Language of Schooling: A Functional Linguistics Perspective*. Erlbaum.
- Sigsgaard, A.-V.M. & Jacobsen, S.K. (2021). Semantiske bølger – analytisk redskab og didaktisk princip. I: S.K. Knudsen & L. Wulff (red.), *Kom ind i sproget – flersprogede elever i fagundervisningen* (2. udg., s. 73-90). Akademisk Forlag.
- Sigsgaard, A.-V.M., Lohse, D.M. & Skinhøj, K. (2023). Sproglige aktiviteter med fagligt indhold – puslesætninger i natur-teknologiundervisningen. *Sprogforum. Tidsskrift for sprog- og kulturpædagogik*, 76, 63-74.
- Tobiassen, H. (2014). Den sproglige dimension i undervisningen – at arbejde med det faglige i en sproglig ramme. I: H. Tobiassen (red.), *Løft læringen – brug sproget. Erfaringer fra projekt uddannelsesløft* (s. 28-40). Aalborg Ungdomsskole.
- Vestergaard, A. (2017). Dybt dyk i fagene med q-tavlen. *Liv i Skolen*, 1, 62-70.
- Østergaard, W. (2021). Registerkontinuum – et værktøj til planlægning og refleksion. I: S.K. Knudsen & L. Wulff (red.), *Kom ind i sproget – flersprogede elever i fagundervisning* (2. udg., s. 51-72). Akademisk Forlag.

English abstract

This article presents results from a research and development project on teaching the middle-years science by including activities that develop students' science-understandings through attention to relevant language features. The project takes its point of departure in a social constructivist understanding of students' learning, where linguistic interactions are seen as crucial for accessing academic material. The article introduces an analytical approach using semantic waves from Legitimation Code Theory (LCT). Semantic gravity analysis of teacher-student interactions leads to discussions of how teachers' awareness of semantic waves can encourage them to integrate language activities in science lessons to support all students' development of scientific language and understandings.

Når STEM-eksperter kommer på besøg i klassen



Anders Vestergaard
Thomsen, Absalon



Karna Kjeldsen, Absalon

Abstract: *Rollemodel- og besøgsordninger i STEM er kendte i hele verden. Mange sigter mod at øge børns og unges almindelse og interesse for STEM samt at få flere til at vælge en STEM-uddannelse, især piger eller unge fra minoritetsgrupper. Denne artikel præsenterer og diskuterer en undersøgelse af en besøgsordning i Danmark. Undersøgelsen peger på at et besøg fra en STEM-ekspert kan øge elevernes almindelse, faglige viden og viden om STEM-jobs samt skabe situationel interesse for STEM-fag. Især eksperternes formidling og brug af elevinddragende aktiviteter vækker interesse. Hvorvidt eksperterne kan fremstå som rollemodeller for eleverne, diskuteres op mod anden forskning.*

Introduktion

Der er i disse år både internationalt og nationalt et stort fokus på at øge børns, unges og voksnes digitale og teknologiske forståelse og på at få flere til at vælge og gennemføre en STEM-uddannelse. Der er ikke mindst et stort fokus på at øge diversiteten i forhold til at tiltrække piger/kvinder samt folk med forskellige sociale og etniske baggrunde, bl.a. ved at udfordre stereotype opfattelser af hvem der kan begå sig i STEM-fag og -uddannelser (McGee & Robinson, 2019; Teknologipagten, 2020; Tænk tanken DEA, 2019). Besøgsordningen Book en Ekspert (BEE), udviklet af organisationen Engineer the Future (EtF), er et af sådanne tiltag. Ordningen tilbyder skoler og gymnasier gratis besøg af frivillige STEM-eksperter. Lærerne booker en af eksperterne ud fra eksperternes egne beskrivelser af hvad deres oplæg kan handle om. Et besøg kan blive afviklet i en eller flere klasser og varer typisk 60-90 minutter. Denne artikel præsenterer, analyserer og diskuterer udvalgte resultater fra en større kvantitativ og kvalitativ evaluering af ordningen i grundskolen.¹ Undersøgelsen er foretaget i en toårig periode fra 2020 til 2022 i forbindelse med udviklingen af en ny udgave af ordningen (Kjeldsen &

¹ Undersøgelsen fandt sted som en ekstern evalueringsopgave af Engineer the Futures Novo Nordisk-støttede nyudvikling af ordningen.

Thomsen, 2023). EtF præsenterer selv ordningen som en rollemodelordning der har som langsigtet mål at flere elever bliver positive over for STEM og kan se sig selv i en STEM-uddannelse eller et STEM-job i fremtiden, samt at almindannelsen hos elever i teknologi og naturvidenskab øges, herunder deres sciencekapital. I denne artikel undersøger vi elevernes opfattelser af og tilsyneladende udbytte af besøget i forhold til at øge elevernes almindannelse, faglige viden og interesse for STEM-fag, -jobs og -uddannelse. Med afsæt i forskning i rollemodeller diskuterer artiklen hvorvidt og hvordan eksperterne eventuelt kan fremstå som STEM-rollemodeller for eleverne, og i så fald hvilke faktorer der gør sig gældende. Artiklens empiri udgøres af klasserumsobservationer på 13 skoler og interviews med 67 elever fra disse skoler samt besvarelser på et spørgeskema fra 271 elever fra 19 skoler. Der inddrages enkelte perspektiver fra 11 lærerinterviews og 13 eksperter. Første del af artiklen introducerer undersøgelsens teoretiske ramme, empiri, metode og analysestrategi. Herefter præsenteres og analyseres undersøgelsens resultater. I artiklens sidste del diskuterer vi vores resultater i relation til international forskning i rollemodeller og besøgsordninger i skolen inden for STEM-fag.

Forskning i besøgsordninger, rollemodeller og interessebegrebet

Artiklens analyse og diskussion bringer teoretiske perspektiver ind fra forskning og teorier om besøgsordninger og rollemodeller i STEM-fag samt interessebegrebet. Baggrunden for mange STEM-projekter og deres langsigtede mål udspringer ofte af en bekymring over at en del unge mister interessen for STEM-fag i løbet af deres skoletid. Derfor har mange projekter som mål at øge elever og unges interesse for STEM-fag, herunder at bidrage til ny viden om STEM-fags relevans i elevernes hverdag (Troelsen, 2005; Troelsen & Sølberg, 2008; Tænk tanken DEA, 2019). Begrebet interesse kan defineres på forskellige måder. Fælles for mange definitioner er at interesse er et multidimensionelt begreb som både indeholder kognitive og affektive dimensioner (Krapp & Prenzel, 2011). Paul L. Gardner har siden 1970'erne studeret begrebet interesse. Gardner skriver at interessen altid er rettet mod "noget", fx et objekt, en aktivitet, et vidensfelt eller et mål (Gardner, 2006, s. 6). I forlængelse af denne pointe har interesseforsker Andreas Krapp set på hvordan der kan skabes sammenhæng mellem interesse, læring og uddannelse. Ifølge Krapp (2014) skaber elevernes aktive interesse for deres arbejde en øget koncentration og villighed til at lære. Det er interessen der holder liv i den studerendes konsistens og vedholdenhed i lærings- og uddannelsesforløbet. Interesse kan anskues både som noget situationelt og som noget personligt vedvarende. Forsker i naturvidenskabsdidaktik Rie Troelsen (2006) taler om at der er forskel mellem individuel interesse, "at være interesseret", og situationel interesse, "at blive interesseret". Hun skelner endvidere mellem interesse som holdning og

som handling. Førstnævnte kan komme til udtryk i unges meningstilkendegivelser om naturfagernes værdi her og nu mens sidstnævnte interesseform indebærer at de unge er villige til at handle som følge af en interesse (Troelsen, 2005). I artiklen ser vi bl.a. på hvilke elementer af ekspertbesøgene der især skaber interesse hos eleverne, og diskuterer hvilken rolle besøgsordninger potentielt kan spille i at skabe situationel interesse og en personlig vedvarende interesse for STEM-fag.

Mange STEM-projekter har som langsigtet mål at få flere unge, især piger, til at vælge en STEM-uddannelse og -karriere. Undersøgelser om børns og unges interesse for STEM-fag, såsom ROSE-undersøgelsen og TIMSS-undersøgelsen, viser ofte at der er forskel på piger og drenge (Mullis et al., 2021; Troelsen & Sølberg, 2008). Litteraturstudier og konkrete undersøgelser peger på at børn tidligt etablerer prototyper på hvad STEM-fag og STEM-personer er. Udfordringen er at mange piger og børn med etnisk minoritetsbaggrund eller fra underprivilegerede sociale grupper ikke kan se sig selv i den identitet eller ikke mener de har evnerne til det de forbinder med STEM. Forskning peger også på at både lærere og forældre kan have stereotype opfattelser af hvilke kompetencer der vægtes i STEM, og hvem der arbejder inden for STEM. Opfattelser om STEM går ofte på at det er teori- og videnstunge fag som kræver at man er særlig intellektuel, og at det hovedsageligt er mænd der går den vej. Der kan også være forestillinger om at det kræver at kunne arbejde undersøgende og eksperimenterende hvilket forbindes med noget som er mere naturligt for drenge. Sådanne forestillinger kan bl.a. resultere i at lærerne (ubevidst) giver drengene mere opmærksomhed og forventer mere af dem end pigerne når de underviser i naturfag. Mange anbefalinger og projekter argumenterer derfor for at der er behov for at udfordre stereotype forestillinger om hvad det kræver at være god til STEM-fag, og hvad STEM-jobs indbefatter. Her peges der bl.a. på at rollemodeller kan være med til at udfordre og nuancere disse opfattelser, fx ved at piger møder kvindelige rollemodeller, eller at etniske minoritetsgrupper møder rollemodeller med samme baggrund (Archer et al., 2013, 2020; Groes, 2020; Holmegaard, u.å.; Sandager & Ravn, 2023; Sultan, Axell & Hallström, 2019).

Hvad en rollemodel er og kan, er der dog ikke konsensus om i forskningen. Morgenroth m.fl. har forsøgt at sammentænke forskellige syn på hvad rollemodeller er, og har udviklet en motivationsteori om rollemodeller. Teorien indtænker ikke kun kvaliteter ved rollemodellen, men også i høj grad psykologiske processer (motivation) hos dem der skal inspireres (rolleaspiranter). Baseret på øvrig forskning i rollemodeller definerer de rollemodeller som “individuals who influence role aspirants’ achievements, motivation, and goals by acting as behavioral models, representations of the possible, and/or inspirations” (Morgenroth et al., 2015, s. 4). Som handleanvisende kan en rollemodel personificere og demonstrere færdigheder eller mål som rolleaspiranterne er motiverede for at opnå, og som de kan forsøge at tillære sig, fx ved at observere

rollemodellen i arbejde. Rollemodeller kan også repræsentere at noget er muligt eller ønskeligt, og fx udfordre eller ændre opfattelser af hvem der arbejder i bestemte fag, og hvilke muligheder rolleaspiranten vurderer de har. Her peger de på at det afhænger af rollemodellens "attainability" (opnåelighed eller tilgængelighed), dvs. at rolleaspiranterne skal se det som både ønskværdigt og opnåeligt at de i fremtiden kan blive som personerne eller opnå hvad personerne har opnået. Her påpeger Morgenroth m.fl. at det ikke nødvendigvis afhænger af at rollemodellen tilhører samme køn eller sociale klasse som rolleaspiranten, selvom det også kan være afgørende faktorer. Der kan også være andre ting der kan spille ind, fx hvis rollemodellen har nogle kompetencer som rolleaspiranterne kan spejle sig i. Rollemodeller kan endvidere inspirere andre til at forsøge at blive som dem som personer eller inspirere til at følge samme karrierevej.

Noget forskning viser at begrebet rollemodel oftest er et begreb som benyttes af interessenter og politikere, hvorimod børn kan have vanskeligt ved at forholde sig til hvad rollemodeller er. Ligeledes kan rollemodeller have forskellige funktioner afhængigt af klassetrin. I udskolingen kan de mere direkte inspirere til elevernes uddannelses- og jobvalg via deres personlige fortællinger. I indskolingen og på mellemtrin opleves rollemodeller snarere som gæstelærere, som dog kan være med til at udvide elevernes opfattelser af hvad STEM er, hvordan man deltager, og hvem der kan deltage i STEM (Holmegaard, u.å.). Mens noget forskning viser at besøgsordninger og andre tiltag kan bidrage til at øge elevernes situationelle interesse for STEM og nuancere deres opfattelser af STEM-jobs (fx Archer et al., 2014), er der meget få studier der undersøger og reelt kan dokumentere at de konkrete tiltag kausalt kan kædes sammen med sådanne ønskede langtidseffekter (Prieto-Rodriguez et al., 2020). I artiklen undersøger og diskuterer vi hvorvidt eksperterne på baggrund af et enkelt besøg kan fremstå som rollemodeller for eleverne, og i så fald for hvad og hvilke faktorer der spillede ind på dette.

Undersøgellesdesign og empiri

Undersøgelsens empiri

Artiklen er baseret på data indsamlet i forbindelse med et evalueringsprojekt der forløb over en toårig periode i 2020-22. Der er taget udgangspunkt i et mixed methods-design og indsamlet både kvantitative og kvalitative data. De kvalitative data består af klasserumsobservationer af ekspertbesøg på skoler samt efterfølgende semistrukturerede gruppeinterviews med elever (to-fem elever) og individuelle interviews med de involverede lærere og eksperter.² Det kvantitative datagrund-

² Enkelte af lærerne er ikke blevet interviewet i forbindelse med besøg. Det skyldes at de pågældende lærere ikke var til stede under besøgene eller ikke har haft tid.

lag består af 271 elevbesvarelser på spørgeskemaer indhentet fra 19 skoler der har haft besøg af eksperter i undersøgelsesperioden. For at give et bredere billede af elevernes opfattelser af sådanne besøg er der indhentet data fra flere skoler end der hvor vi har observeret besøg. I denne artikel fokuserer vi primært på eleverne som respondenter. Der vil blive inddraget enkelte perspektiver fra interviews med lærere og eksperter for at nuancere eller underbygge resultaterne. Den indsamlede empiri fremgår af tabel 1 og 2:

Tabel 1. Kvalitative data.

Observationer af besøg	13 skoler (med deltagelse af i alt 26 klasser fordelt på 4.-9. årgang)
Gruppeinterviews med elever	67 elever fordelt på 18 grupper fra 13 skoler, heraf 35 drenge og 32 piger
Interviews med lærere	11 lærere fra 11 skoler
Interviews med eksperter	13 eksperter (9 mænd og 4 kvinder)

Tabel 2. Kvantitative data.

Klassetrin	Antal elevbesvarelser	Skoler
4. klasse	22 besvarelser	2 skoler
5. klasse	15 besvarelser	1 skole
6. klasse	5 besvarelser	1 skole
7. klasse	2 besvarelser	1 skole
8. klasse	120 besvarelser	8 skoler
9. klasse	101 besvarelser	4 skoler
10. klasse	8 besvarelser	2 skoler
I alt	271 besvarelser	19 skoler

Skolerne er så vidt muligt udvalgt repræsentativt. Der er således skoler fra Sjælland, Fyn og Jylland, store og små skoler, skoler i større og mindre byer samt skoler med forskellig elevsammensætning. To af skolerne er privatskoler. For at sikre et varieret datagrundlag i forhold til de elever vi har interviewet, har vi anmodet lærerne om at vælge elever med forskellige faglige niveauer og interesser inden for naturfagene, inklusive manglende interesser.

Metode og analysestrategi

Da den indsamlede empiri er foretaget i forbindelse med et evalueringsprojekt, har spørgsmålene og fokuspunkterne i undersøgelsen primært taget udgangspunkt i de mål og indsatser som EtF har formuleret og igangsat i forbindelse med udviklingen af BEE-ordningen. De langsigtede mål er at flere elever bliver positive over for STEM og kan se sig selv i en STEM-uddannelse eller et STEM-job i fremtiden, samt at almindelsen øges hos elever i teknologi og naturvidenskab. Indsatserne er gået på at skabe et ekspertkorps med fokus på diversitet og mangfoldighed for at skabe et bedre match mellem elever og eksperter. Endvidere er der afholdt kurser for eksperterne med henblik på at klæde dem på til besøgene. Der har bl.a. været fokus på at besøgene skal indeholde elevinddragende aktiviteter, og at eksperternes personlige fortælling styrkes så de kan fremstå som rollemodeller. Der har ligeledes været fokus på hvordan eksperternes besøg kan kobles bedre til skolens undervisning i STEM-fag samt relatere til elevernes hverdag.

Det er op til lærere og eksperter at aftale hvad et besøg primært skal fokusere på. Nogle besøg er fra lærernes side primært tænkt ind i job- og karriereforløb mens andre eksperter primært skal tale om specifikke temaer som eleverne har eller skal arbejde med i undervisningen. Ofte vil der dog være tale om at besøget i større eller mindre grad har begge formål.

Eleverne er i spørgeskemaet blevet bedt om at svare på en række udsagn bedømt på en likertskala med seks svarmuligheder: meget enig, enig, hverken-eller, uenig, meget uenig samt ved ikke. Eleverne har i åbne svarkategorier haft mulighed for at uddybe hvad de synes var godt ved besøget, og hvad der kunne være bedre. Via spørgsmålene har vi undersøgt hvorvidt eleverne synes at besøget har givet dem en god idé om hvad naturfagene kan bruges til i samfundet og i deres hverdag. Eleverne er også blevet spurgt til om besøget har givet dem en idé om hvad man kan arbejde med hvis man har en naturvidenskabelig/teknologisk uddannelse, og hvorvidt de efter besøget har fået mere lyst til at arbejde med naturvidenskab, teknologi og/eller matematik i skolen eller når de bliver voksne. Derudover har vi spurgt til hvorvidt eleverne synes der er sammenhæng mellem besøget og deres undervisning i naturfag, hvordan besøgets øvelser/aktiviteter/spørgsmål fungerer, og hvorvidt besøget har givet dem ny viden om naturfag. På de observerede besøg har vi taget feltnoter af hvad eksperten, eleverne og lærerne siger og gør under besøget. Vores fokus har bl.a. været på opbygningen af besøget, ekspertens kommunikation og samspil med elever og lærere, elevernes respons på de elevinddragende aktiviteter, ekspertens personlige fortælling samt besøget generelt.

Umiddelbart efter besøgene har vi foretaget gruppeinterviews med nogle af eleverne. Her har vi bl.a. søgt at afdække hvorvidt og hvordan eleverne opfatter eksperten som rollemodel, og hvilke opfattelser eleverne har af hvad en rollemodel er og kan

være. Eleverne er blevet spurgt om deres opfattelser af besøget og besøgets forskellige elementer, herunder de elevinddragende aktiviteter/spørgsmål. Endvidere har vi spurgt ind til hvorvidt besøgene har givet dem nye perspektiver på STEM-fagernes relevans for samfundet og deres hverdag. Eleverne er også blevet bedt om at komme ind på deres eventuelle overvejelser over uddannelses- og jobønsker og på hvorvidt besøget har øget deres kendskab til og evt. lyst til at undersøge uddannelses- og jobmuligheder inden for STEM. Som nævnt ovenfor kan rollemodelbegrebet også være vanskeligt for børn at forholde sig til. Vores interviews bekræfter dette, og vi har derfor forsøgt at indkredse elevernes syn på eksperter som rollemodel ved hjælp af forskellige spørgsmål der ikke altid direkte har anvendt rollemodelbegrebet.

Den indsamlede empiri er blevet kategoriseret og analyseret i forhold til undersøgelsens fokusområder. For at kunne præsentere så valide analyser og konklusioner som muligt har vi trianguleret data. Det vil sige at vi har bestræbt os på at se undersøgelsens fokusområder ud fra både observationer, spørgeskemaer og interviews. De åbne svar som eleverne har angivet i spørgeskemaerne, er blevet kodet i forhold til forskellige kategorier. De enkelte spørgsmål i spørgeskemaerne er blevet analyseret i forhold til procentuelle svar af det samlede antal respondenter og i forhold til klassetrin og køn. Som det fremgår af tabel 2, er størstedelen af besvarelserne i den kvantitative undersøgelse foretaget af elever i 8. og 9. klasse. Trods de få besvarelser fra de øvrige klassetrin har vi alligevel i nogle af analyserne opdelt besvarelserne efter klassetrin for at afsøge om der er forskelle på elevernes opfattelser af STEM-fag, besøgene og eksperterne på de forskellige klassetrin. I forhold til køn har eleverne i spørgeskemaerne kunnet angive om de identificerede sig som dreng eller pige eller ikke ønskede at opgive køn. I artiklen vil forskelle i forhold til køn og klassetrin blive inddraget hvis der er væsentlige forskelle.

I lighed med de fleste undersøgelser af lignende tiltag i skolen er denne undersøgelse begrænset i forhold til at kunne konkludere på langsigtede mål. Det gælder i forhold til om besøgene kan skabe en personlig langvarig interesse og medvirke til at flere elever bliver positive over for STEM og kan se sig selv i en STEM-uddannelse eller et STEM-job. Samme forbehold gælder også i forhold til målet om at ordningen skal bidrage til at øge elevernes almindelige uddannelse i STEM. Da interviews og spørgeskemaer af praktiske årsager er foretaget i umiddelbar forlængelse af besøgene, vil det primært være en situationel interesse vi kan dokumentere. Alligevel finder vi det interessant at undersøge og diskutere hvilke former for interesse for STEM sådanne besøgsordninger evt. kan skabe hos elever i skolen også på længere sigt.

Resultater

Følgende afsnit vil præsentere og analysere nogle af undersøgelsens resultater. Først ser vi på et konkret besøg der danner afsæt for at undersøge elevernes opfattelser og tilsyneladende udbytte af besøget i forhold til at øge elevernes almindelige, faglige viden og interesse for STEM-fag. Herefter undersøger vi hvorvidt besøget har givet eleverne mere indsigt i STEM-job og -uddannelse og evt. øget deres egen lyst til at gå den vej. Slutteligt ser vi på eksperten som mulig rollemodel for eleverne.

Autentiske og interesseskabende aktiviteter: med en geolog på arbejde

Et besøg vil typisk bestå af følgende elementer: introduktion til ekspertens fagområde eller dagens tema, ekspertens personlige fortælling (fx om vej gennem uddannelse og job samt fritidsinteresser, familie osv.) og elevinddragende aktiviteter. Hvor meget de enkelte dele fylder, og hvilken rækkefølge de kommer i, kan variere meget og bl.a. afhænge af klassetrin og aftaler mellem lærere og eksperter om hovedfokus i besøget. Formen på de elevinddragende aktiviteter varierer også. Det kan være en klassedialog med spørgsmål til eleverne, quiz, spørgsmål i grupper, fysiske genstande der sendes rundt, og aktiviteter/forsøg hvor eleverne selv skal være aktive.

Mange elever giver i interviews og i deres besvarelser af spørgeskemaet udtryk for at elevinddragende aktiviteter har en stor betydning for hvordan de opfatter besøget. Det er især aktiviteter hvor eleverne selv skal gøre noget, som fanger majoriteten af eleverne, og som også efterspørges hvis besøget ikke har indbefattet dette. I det følgende giver vi et eksempel på et konkret besøg der indeholdt en elevinddragende aktivitet med høj grad af elevdeltagelse.

På en skole i Jylland havde 5.-klassernes n/t-lærere inviteret en ekspert ud for at fortælle eleverne om hvad hun som geolog arbejder med i den private energisektor. Eksperten Dorthe arbejder hos Ørsted hvor hun bl.a. kortlægger havbunden i Nordsøen for at finde ud af hvor der kan placeres store vindmølleparker.

For at eleverne kunne få indsigt i havbundens betydning, havde Dorthe udviklet et elevforsøg som gav eleverne en kropslig fornemmelse af hvor stor betydning havbundens sammensætning har for at man kan konstruere et stabilt fundament til de store vindmøller. Hver elevgruppe fik udleveret tre plastikkrus. I det ene var der ler, i det andet var der grus, og i det tredje var der sand. For at drage en parallel til havmiljøet var der hældt vand i alle tre krus.

Eleverne skulle nu forsøge at stikke tre metalrør ned i "havbunden" i de forskellige krus og fornemme forskellen hvis de prøvede at røre rundt. Undersøgelsen viste tydeligt at det var lettest at røre metalrøret rundt i kruset med grus, sværere hvis det var sand, og næsten umuligt i glasset med ler. Det gav eleverne en tydelig fornemmelse af at det var vigtigt at placere havmøller hvor der var fast undergrund. Eksperten fortalte også at der tilmed kunne ligge miner og bomber fra 2. verdenskrig på de steder



Figur 1. Geolog på besøg i en 5.-klasse.

hvor der kunne placeres havmøller. Her viste hun et lille videoklip hvor hun sidder i en gummibåd med tre sprængningseksperter og detonerer en mine på havbunden så der står kaskader af vand op tæt på deres båd. Af de efterfølgende gruppeinterviews fremgik det at denne elevaktivitet og videoen hvor der sprænges en bombe, havde fanget mange af elevernes interesse.

Vi observerede også andre besøg hvor eleverne blev aktiveret på forskellige måder, og hvor de efterfølgende i interviews gav udtryk for at det havde været sjovt og spændende. De åbne svar i spørgeskemaerne om hvad det gode ved besøget var, bekræfter dette. Her skriver de fx:

- Jeg synes, det var fedt, at man fik lov at mærke og føle nogle af tingene.
- Jeg synes, det var sjovt, at vi fik lov at prøve det med tandpastaen.
- Han stillede mange spørgsmål.
- At vi fik lov til selv at udtænke en idé.
- Man kunne prøve at høre lyde.
- Han inddrog os i fremlæggelsen.
- At der var noget, vi skulle lave, så vi ikke bare lyttede i en time.

De elevinddragende aktiviteter kan ses som vigtige faktorer til at skabe situationel interesse hos eleverne. Det kan være ved at tale ind i en allerede eksisterende interesse hos nogle af eleverne (interesse som holdning), men også i forhold til at skabe en



Figur 2. Elevforsøg med fokus på havbundens sammensætning.

interesse hos elever der ikke nødvendigvis er interesserede i STEM-fag i forvejen. Flere elever vurderer at besøget og især aktiviteterne også kan medvirke til at de husker det faglige indhold på længere sigt. På et besøg i to 9.-klasser havde eksperten medbragt stemmegafler som eleverne skulle prøve på sig selv, og vedkommende havde også medbragt et videoautoskop som nogle af eleverne indvilligede i at blive undersøgt med. Her udtaler nogle af eleverne:

Interviewer: Hvad tænker I om besøget – var der noget sjovt, interessant?

Dreng 1: Altså der hvor vi skulle havde de der metalting og gøre de der ting – det var interessant og sjovt – også det med at se ind i ørene.

Interviewer: Tror I, I har glemt det her besøg, hvis jeg kom og talte med jer om.

Dreng 1: Nej, fordi den video, han spillede med hårene – det er noget, jeg kommer til at huske hver gang, jeg lytter til musik.

Besøgenes bidrag til at give ny viden om naturfag

Majoriteten af eleverne (60 %) svarer i spørgeskemaet at de er “meget enige” eller “enige” i at besøget har givet dem en ny spændende viden om naturfag. Dette gør sig gældende på tværs af både klassetrin og køn. I de åbne svar i spørgeskemaerne om hvad der var særlig godt ved besøget, er der 80 ud af 191 svar der handler om at besøget har givet den en ny viden. Eleverne skriver bl.a.:

- Det var rigtigt spændende. Jeg blev klogere.
- Jeg lærte en masse, jeg ikke kendte til.
- Spændende at høre nye ting om naturvidenskab.
- Det gode ved besøget er, at man får lært noget mere om bakterier. Man får lært hvor vigtigt det er, at vi passer på hinanden.
- Jeg synes, det var spændende at få mere at vide om vand, sprøjtegifte og love omkring emnerne.
- Det var fedt, at man fik lidt at vide om, hvordan øret fungerer.

Flere af eleverne udtaler også i interviews at det bedste ved besøget var at lære nye ting, fx hvordan insekter og larver kan bruges til at fjerne bakterier, hvordan enzymer virker i tandpasta, eller hvordan hørelsen fungerer. De fremhæver det også som positivt hvis eksperten har været god til at forklare komplicerede ting. Fra vores observationer kan vi ligeledes se at elevernes spørgsmål peger på at mange af dem søger ny viden om naturfag, fx når de uddybende spørger til enzymer, lydbølger og pesticider.

Vores data peger på at besøget for mange elever bidrager til en situationel interesse for det faglige indhold der er i fokus på besøget. Derimod tyder vores undersøgelse ikke på at besøgene på længere sigt vil ændre elevernes opfattelse af fagene i skolen. I spørgeskemaet er eleverne blevet spurgt om hvorvidt de synes at naturvidenskab, teknologi eller matematik i skolen er spændende, og om besøget har givet dem mere lyst til at arbejde med disse fag. Til førstnævnte spørgsmål svarer ca. 44 % af drengene at de er “meget enige” eller “enige” i at fagene i skolen er spændende, mens 35,5 % af pigerne svarer tilsvarende. 32 % af drengene er “meget enige” eller “enige” i at de efter besøget har fået mere lyst til at arbejde med fagene i skolen, mens tallet for pigerne er på ca. 25 %. Hvorvidt det er de elever der i forvejen synes fagene er spændende, der mener de har fået mere lyst efter besøget, eller det er nogle nye elever, kan undersøgelsen ikke sige noget om. Besvarelserne bekræfter dog øvrige undersøgelser i at der er flere drenge end piger der synes STEM-fag er interessante.

I interviews spurgte vi ind til om eleverne mente besøget ville have betydning på længere sigt. En del elever gav udtryk for at de synes besøget var et interessant indslag og et godt afbræk fra skoledagen, men at de ikke mente det ville ændre på deres personlige præferencer og interesser. Mange peger dog på at besøget var mere spændende end deres normale undervisning i skolen, især hvis det havde indeholdt aktiviteter, hvis eksperten var en dygtig formidler, eller hvis de havde lært om et emne de ikke havde hørt om før. To elever i 8. klasse udtaler fx:

Interviewer: Gav det her jer et nyt syn på naturfagene?

Dreng 1: Ja, det var meget spændende. Jeg synes ikke, vi lærer så meget spændende. Måske var det bare ham, der var en dygtig lærer.

Pige 1: Det var ret spændende. Man lærte noget, man kunne bruge efter skolen.

Besøgets bidrag til elevernes (almen)dannelse

Et af de langsigtede mål med besøgsordningen er at bidrage til elevernes (almen) dannelse i STEM ved fx at vise relevansen af naturvidenskab og teknologi i elevernes hverdag og i samfundet. Langt størstedelen af eleverne (72,70 %) har i spørgeskemaet svaret "meget enig" eller "enig" i at besøget har givet dem en god idé om hvad naturfagene kan bruges til. Det er primært elever fra mellemtrinnet der svarer "meget uenig", "uenig" eller "ved ikke" på spørgsmålet. Det kan skyldes at de på dette alderstrin kan have svært ved at forstå spørgsmålet, eller at det er noget andet de får ud af besøget. Der ses ikke en kønsmæssig forskel i besvarelserne. Det er også majoriteten af eleverne (ca. 60 %) der mener at besøget har vist hvordan naturfag er relevant i deres hverdag. Enkelte elever har netop fremhævet dette element i deres åbne svar om hvad det gode ved besøget var. De skriver fx:

- Jeg synes, det var spændende, fordi det handlede om noget, man faktisk bruger i verden.
- Den viden, man fik om samfundet og hvilke problemer, det kan skabe, når man prøver at løse et andet problem.

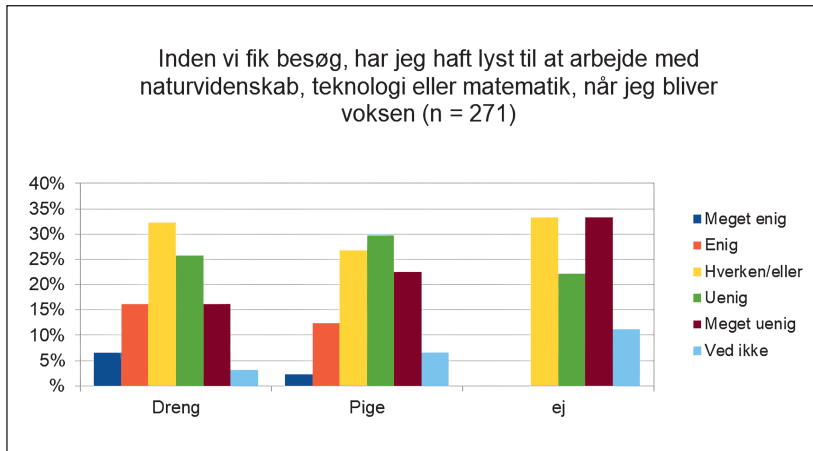
Vores observationer viser også at eksperterne kommer ind på hvordan deres arbejde eller fagområde bidrager til samfundet. Der er både aktuelle, samfundsmæssige og hverdagsmæssige perspektiver indlejret i besøgene. Flere af lærerne påpeger at de mener at eksperterne på en mere konkret måde kan vise at det eleverne lærer i skolen i STEM-undervisningen, kan bruges ude i samfundet.

Generelt er der ikke så meget fokus på kritiske vinkler på STEM-fags betydning for samfundsudviklingen, men de har været til stede i enkelte besøg, fx i to 9.-klasser hvor det handlede om havvindmøller. Her kom eksperten også ind på hvordan

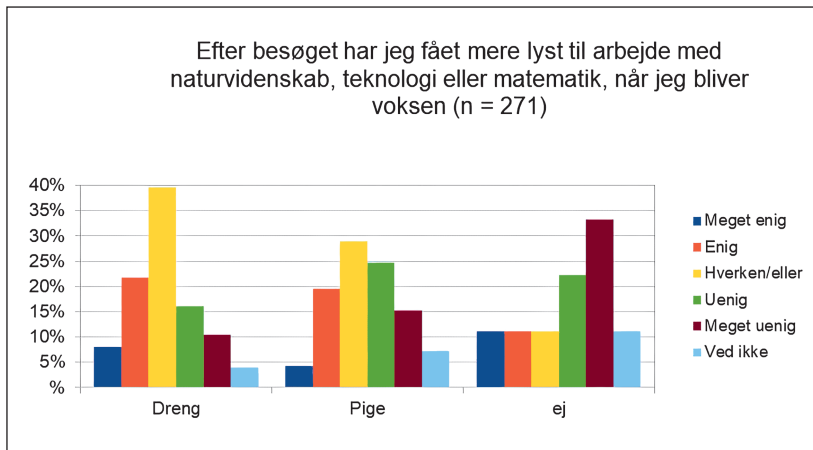
der kan opstå nye problemer når vi som moderne samfund ofte vil løse fx klima- og miljømæssige udfordringer ved brug af teknologi. Selvom ekspertbesøgene i høj grad, ifølge eleverne, lærerne og eksperterne, bidrager til at øge elevernes almindelse i STEM-fag i forhold til samfund og elevernes hverdag, er det ikke sikkert at det vil være adfærdsforandrende for eleverne, fx i forhold til at handle klima- og miljøbevidst.

Besøgets relevans for eleverne i forhold til STEM-uddannelser og -jobs

Der er flere spørgsmål i de kvalitative og kvantitative data som forsøger at indkredse hvorvidt besøget har givet eleverne ny viden om STEM-uddannelser og -jobs og lyst til at gå den vej. Figur 3 og 4 viser hvad eleverne har svaret fordelt på køn i forhold til job og uddannelsesplaner inden for STEM før og efter besøget.



Figur 3. Elevernes overvejelser om STEM-jobs inden besøg fordelt på køn.



Figur 4. Elevernes overvejelser om STEM-jobs efter besøg fordelt på køn.

Som graferne illustrerer, er der 23 % af drengene der er “meget enige” eller “enige” i at de inden besøget havde forestillinger om at skulle gå STEM-vejen, og 41% der er “meget uenige” eller “uenige” i udsagnet. For pigernes vedkommende er det kun 14 % der inden besøget havde STEM-planer, og 52,2 % der slet ikke så sig selv gå den vej. Undersøgelsen bekræfter således de internationale og nationale undersøgelser der viser at der er flere drenge end piger der kan se sig selv i en STEM-karriere. Efter besøget svarede 29 % af drengene og 23 % af pigerne at de var “meget enige” eller “enige” i at de havde fået mere lyst til at arbejde med disse fag. Der ses således en lille stigning både hos piger og drenge, mest markant hos pigerne. Besvarelsenerne i spørgeskemaer og elevinterviews giver samlet set ikke et entydigt billede af at besøget ændrer elevernes fremtidsplaner. Besøget synes dog for nogle at skabe en situationel interesse for STEM-fag og -uddannelse som ikke var der før. I en skole på Fyn havde to 9.-klasser besøg af en mandlig ekspert fra en stor virksomhed i Vestjylland. Her udtaler nogle af eleverne efterfølgende i interview:

Interviewer: Et af målene er også at eksperten skal inspirere til at gå den vej i uddannelse og job. Tænker I, at eksperten gjorde det?

Pige: Det tænker jeg nok. Jeg tænker i al fald – nu skal vi snart i praktik, og det kunne måske være en interessant retning at tage det, men det er nok lige lovligt langt at køre til Vestjylland hver dag. Men ellers synes jeg, det var fint at høre om, så man fik øget sin horisont inden for uddannelse.

Dreng: Det er lidt det samme – det åbner nogle døre, som man normalt ikke lige snakker om eller ser på.

Deres svar indikerer at besøget for nogle elever kan vise nye veje for eleverne som de tidligere ikke har haft kendskab til. Som pigen udtaler, kan det i første omgang måske resultere i at hun afprøver nye veje i den forestående praktik.

Undersøgelsen viser at besøgene kan være med til at udvide elevernes forståelse af hvad STEM-jobs og -uddannelse kan indebære. Majoriteten af eleverne (74,5 %) svarer at de er “meget enige” eller “enige” i at besøget har givet dem en god idé om hvad man kan arbejde med. Flere af eleverne, især i udskoling, giver også udtryk for at de synes det har været interessant at høre om ekspertens personlige fortælling om job og uddannelse, uanset om de selv har planer om at gå den vej eller ej.

To piger fra en 8.-klasse udtaler:

Interviewer: Kunne nogle af jer forestille jer at arbejde inden for naturfag og teknologi?

Pige 1: Altså jeg tænker ikke rigtigt, at det er det, jeg vil. Men eksperten har da præsenteret det på en måde for at vise, at der er rigtig mange ting, man kan arbejde med inden for det der teknik og laboratoriearbejde.

Pige 2: Det er ikke rigtigt noget, jeg har tænkt over, at jeg ville arbejde med eller have noget at gøre med fremtiden. Men eksperten gjorde det mere spændende, så man kunne gøre sig flere overvejelser.

For de to piger har ekspertens besøg således udvidet deres forståelse af hvad STEM-jobs kan indebære.

Flere eksperter udtrykker en vis beskedenhed om hvor meget de tænker deres besøg kan få direkte indvirkning på elevernes fremtidige job- og uddannelsesvalg, især på mellemtrinnet. De håber dog på at deres besøg kan være med til at give eleverne nye eller andre idéer om STEM-uddannelser og -jobs. Eksperten som var på besøg i ovenstående klasse, udtaler i et interview at han bevidst forsøger at påvirke de stille tvivlere eller vise de elever der har planer om at uddanne sig og arbejde inden for humanistiske fag, at der også er muligheder for at arbejde med sådanne aspekter i STEM-jobs. I vores observationer har vi også været vidner til at nogle af eleverne henvender sig til eksperten efter besøget for at spørge mere ind til vedkommendes uddannelse eller job. Det er også det nogle af eksperterne oplever. En af de mandlige eksperter udtaler:

Interviewer: Oplever du, at der er nogle, der pludselig får andre ideer om, hvad man kan arbejde med selvom de kun er i mellemtrin?

Ekspert 1: Det tror jeg, der er. Der var fx en pige på dette besøg, der og spurgte til hvor lang tid uddannelsen tog. Det sætter nogle tanker i gang. Og måske tænke lidt anderledes end de plejer at gøre om hvad de måske skal lave i fremtiden.

Eksperten som mulig rollemodel fra et elevperspektiv

EtF definerer selv ordningen som en rollemodelordning og har bl.a. fokus på at øge diversiteten i ekspertkorpset og skabe bedre match mellem elever og eksperter samt at få eksperterne til – via deres personlige fortælling – at fremstå som rollemodeller. I vores kvalitative undersøgelse har vi derfor forsøgt at afdække hvorvidt og hvordan eksperten evt. kan fungere som rollemodel for eleverne set fra både et elev-, lærer- og ekspertperspektiv. Som tidligere nævnt kan det være vanskeligt for børn at forholde sig til rollemodelbegrebet. Vores interview peger også på at det er svært både for os som interviewere og for lærere, eksperter og elever at skelne mellem det at fremstå som ekspert og det at fungere som rollemodeller.

Gennem interviews har vi forsøgt at indkredse elevernes forestillinger om STEM-personer og hvordan eleverne opfattede eksperten i forhold til disse forestillinger.

Nogle af eleverne nævner deres lærere i disse fag og/eller familiemedlemmer, og nogle har også konkrete opfattelser af hvordan sådanne personer kan være. Nedenstående svar er fra elever i en 8.-klasse:

Interviewer: Hvis I skulle prøve at beskrive en person, der arbejder med naturvidenskab og teknologi, hvilket billede kommer så frem i hovedet på jer?

Pige 1: Jeg tænker mest på vores fysik-kemi lærer. Sådant med en hård dagsorden og firkantet.

Pige 2: Jeg tænker også på vores gamle matematiklærer (...). Jeg tænker også på folk som udforsker verden og havet og undersøger en masse ting i naturen.

Pige 1: Jeg tænker meget på folk, der sådan er professionel – altså passer sine ting. Og sådan måske lidt mere lukket, altså ikke så åbne sådan personlighedsmæssigt. Holder sig meget til det sædvanlige.

Dreng 1: Jeg tænker, de er meget ambitiøse om det de arbejder på. Og sådan lidt modsat pige 1, at de er åbne og glade for at tale om emnet.

Dreng 2: Jeg tænker også en, der får lavet det, de får af opgaver.

At personer der arbejder med STEM, er professionelle og ordentlige i deres fremtoning, går igen i flere interviews. Fx udtaler elever i en anden 8.-klasse følgende:

Interviewer: Hvis I nu skulle prøve at beskrive det billede, I har af en person, der arbejder med naturvidenskab og teknologi, hvordan ser sådan en person så typisk ud i jeres hoved?

Dreng 1: Orden i tøjet og styr på sine ting. Ser godt ud – dufter godt.

Pige 1: Jeg forestiller mig sådan en i hvid kittel med briller på. Sådant styr på tingene. Kan forklare det meste.

Pige 2: Ja, jeg forestiller mig også mest en, der har godt styr på tingene, ingen folder i tøjet – det hele er perfekt.

Interviewer: Mand eller kvinde?

Pigerne: Begge dele.

Eleverne giver i ovenstående udtalelser udtryk for nogle af de udbredte forestillinger mange børn og unge har om hvem der arbejder med STEM-fag. De peger således på at de er ambitiøse og professionelle, får lavet deres ting og har styr på deres ting. Nogle opfatter dem også som nogle der udforsker naturen. I ovenstående interview er det pigerne der opfatter STEM-personer som nogle der har en lukket personlighed, og som kan være firkantede, hvorimod en af drengene giver udtryk for at han opfatter dem som åbne. Denne forskel stemmer godt overens med hvad anden forskning viser om pigers opfattelser af STEM-personer. I vores interviews kan vi derimod ikke se at eleverne opfatter STEM-fag som primært at være for mænd.

Elevernes billeder af hvordan en STEM-person er og ser ud, bliver ikke nødvendigvis ændret ved at de har besøg af en ekspert. Eksperterne kan dog godt for nogle elever fremstå som rollemodeller for forskellige ting. For nogle elever synes eksperter at kunne fungere som inspiration til at stræbe efter noget i forhold til fremtiden selvom de ikke specifikt vil arbejde som det samme som eksperter. To elever i 8. klasse udtaler:

Interviewer: Er der nogen af jer, der kunne forestille jer at blive ligesom eksperter?

Dreng 1: Altså jeg kunne ikke forestille mig at blive biolog, men det ville da være dejligt at komme op og ramme en god årsløn. Det ville da ikke være helt dumt. Eller det at komme ud og fx bo i USA, det ville da være dejligt [som eksperter også havde prøvet].

Pige 1: det kunne også være fedt at være ekspert inden for et område, så kunne man gå ud og fortælle andre om, hvordan det er, og også at man laver alle mulige forskellige ting. Han lavede ikke kun det der med xx, han lavede også alle mulige andre ting.

Det var især drengene der gik op i eller spurgte ind til ekspertens løn.

Vores undersøgelse tegner ikke et entydigt billede af at eleverne opfatter det som vigtigt at eksperter fx har samme køn som dem selv eller er tættere på eleverne i alder. For nogle af eleverne i indskoling og på mellemtrin, hvor alder er mere diffus, kan det spille en rolle. Langt de fleste interviewede piger siger dog at de ikke mener det gør en forskel for dem om eksperter er kvinder eller mænd. Elever på de ældste klassetrin giver udtryk for at de vægter ekspertens erfaring og troværdighed højere end alder og køn. Et eksempel på dette ses i føromtalt interview med elever fra en 9.-klasse på Fyn der havde haft besøg af en mandlig ekspert i 50'erne. I direkte forlængelse af ovenfor citerede samtale om hvorvidt eksperter har inspireret til at de vil gå samme vej i uddannelse og job, spørger interviewer:

Interviewer: Ville det have gjort en forskel, hvis der kom en ung kvinde eller ung mand i forhold til det at være rollemodel?

Dreng: Nej, jeg tror ikke det vil have det store at sige. Jeg tror, det handler om, at man kan finde ud af at snakke med folk, og det der med at man står stille og roligt og taler til folk ud fra egen erfaring frem for noget, der står på et papir.

Pige: Jeg føler også, at det han sagde om at han havde været der i 20 år, det gjorde at han havde en bredere forståelse af, hvordan det havde været før og nu. Frem for en, der måske kun havde været der i to år. Det gjorde, at der blev snakket mere fagligt om det.

Pige: Jeg tror, det kan have forskellige effekter. Jeg tror bare, vi synes han var sød.

Her skal det påpeges at eleverne synes at forbinde rollemodelbegrebet med det at fremstå som en god repræsentant der kan fortælle om det pågældende fagområde og

det pågældende arbejde. Lignende gør sig også gældende i nedenstående udtalelser fra elever i en 8.-klasse:

Interviewer: Når der kommer personer udefra, hvad har alder af betydning?

Dreng 1: Altså jeg synes måske at jo ældre man er, så har man lidt mere erfaring, det gør det måske lidt mere troværdigt. Hvis der fx kommer en 21-årig ind og snakker om det som han snakkede om – det er ikke alle, der kan være Mark Zuckerberg eller Elon Musk og have sådan nogle ideer fra ung af.

Interviewer: Så hvis man skal finde rollemodeller til folkeskolen, skal det ikke nødvendigvis være, at de skal være unge?

Pige 1: Nej.

Dreng 1: Altså der kan godt være nogle unge, men jeg tror det er svært at finde – og så synes jeg det er mere troværdigt, hvis det er en, der har mere erfaring.

Interviewer: Hvad med mand, kvinde – ville det have betydning for dig?

Pige 1: Det synes jeg, er ligegyldigt.

Som nævnt ovenfor kan elevernes udtalelser handle om ekspertens troværdighed som ekspert og måske ikke så meget om eksperten som personlig rollemodel for dem. Elevernes udtalelser i sidste interview kan dog også tale ind i pointen fra Morgenroth m.fl. om at en persons karriere eller liv skal ses som opnåelig af eleverne for at de kan se personen som en mulig rollemodel. En person som Mark Zuckerberg, der i en ung alder har opnået stor succes, virker for uopnåelig for eleverne.

Ekspertene som mulige rollemodeller set fra et lærer- og ekspertperspektiv

Flere af eksperterne oplever det som lidt grænseoverskridende at skulle kalde sig selv for en rollemodel. De er dog bevidste om at de godt kan have denne rolle, når vi spørger ind til det. Her nævner flere at de kan være rollemodeller i forhold til at repræsentere at "almindelige" mennesker også kan gøre karriere i disse områder, også selvom de ikke i skolen var specielt gode til STEM-fag. Vi observerede også at det var noget flere af eksperterne italesatte på deres besøg. En af de kvindelige eksperter har et ønske om at vise at det er okay at stikke ud, og at alt ikke skal være perfekt. Det handler først og fremmest om at være glad:

Interviewer: Tænker du over, at du fremstår som en rollemodel for eleverne fx for naturfagene, dit fagområde eller uddannelse?

Ekspert: På et eller andet punkt er man vel altid en rollemodel, når man sådan er ude (...) men det er ikke noget, jeg ligger så mange tanker i at jeg skal være (...) Jeg prøver egentlig bare mest at være mig selv og håbe på, at det er godt nok. For måske er det et ret godt

budskab – at det er fint nok at være sig selv. Og så det med at man skal være glad for det man laver. Jeg har ikke en ambition om at jeg skal være leder eller direktør.

Nogle af eksperterne prøver bevidst at imødegå stereotype opfattelser af STEM-personer gennem deres personlige fortælling. En yngre mandlig ekspert udtaler:

Ekspert: Normalt prøver jeg at komme ind på rejseriet og min kæreste. Min forestilling er, at jeg bryder stereotypen om at softwareudviklere sidder foran en skærm hele tiden.

Interviewer: Oplever du selv, at du er rollemodel?

Ekspert: Jeg håber på, at jeg bryder nogle stereotyper. Dem der rent faktisk som udgangspunkt er interesseret i det tekniske eller at blive ingeniør til at starte på – dem jeg håber at nå er dem, der er på tipping point og vise at der er andre måder end stereotypen – det er den rollemodel jeg prøver at stille op – at man kan gøre alt muligt. Det er ikke hvad man tror, det er.

Indimellem oplever nogle af eksperterne at de fremstår som rollemodeller. En kvindelig ekspert fortæller om en oplevelse ved et besøg i 3. klasse:

Ekspert: Da jeg er færdig og skal til at gå, kommer der en lille pige op til mig. Hun har nærmest ikke sagt noget under hele besøget, fordi hun var for genert, hvis jeg spurgte hende. Så kom hun op til mig efter besøget og havde lysende øjne og siger, at 'når jeg bliver så vil jeg gerne være som dig'. Man kunne se og mærke på hende, at hun var blevet inspireret.

Her synes eksperten at være en rollemodel der har inspireret en lille pige til at ville være som hende i fremtiden. Her kan lighed i køn være en afgørende faktor, men der kan også være andre faktorer på spil, såsom at eksperten har fremstået som et spændende eller godt menneske.

Alle lærere vi har interviewet, mener at eksperten kan fungere som rollemodel. En af lærerne der har stor erfaring med at have besøg udefra, fremhæver ligesom eleverne at åbenhed, professionalisme, seriøsitet og livserfaring er vigtigere faktorer end fx ekspertens køn og alder. Hun mente også at eksperten kunne fremstå som en rollemodel i forhold til nogle af elevernes karrierevalg på flere måder:

Interviewer: Tror du han kan stå som en rollemodel?

Lærer: Det kan du tro, han kan. Altså nu sagde han lige på falderebet at han ikke havde sagt til klassen, at han ikke var så god til matematik. Han var helt klart en rollemodel. Også fordi han var så åben. Der var ikke noget, han ikke ville svare på. Fx da en af eleverne spurgte ham om, hvad han tjener, og om han havde tjent mange penge på hans arbejde, som han også svarede helt ærligt på. Så bestemt en rigtig god rollemodel.

(...)

Interviewer: Det er et mål for Engineer the Future at det skal få flere unge til at vælge naturvidenskab og teknologi – tror du det lykkes?

Lærer: Det tror jeg.

Interviewer: For dem der havde lyst i forvejen er blevet bekræftet og dem der ikke havde lyst måske får lyst.

Lærer: Ja nu pige x – hun er meget interesseret i det i forvejen, og jeg kunne se at hun synes det var meget spændende, så hun kunne sagtens være en af dem, der blev lokket hen i sådan nogle uddannelser. Drengene – nogle af drengene, som drømmer om sådan noget – drømmer om at opfinde noget og tjene en masse penge. Det er en klokkeklar drengedrøm for nogle i klassen.

Læreren peger på eksperten som opnåelig i forhold til ikke at have været god i skolen i matematik. Samtidig viser udtalelserne at læreren primært tænker at eksperten fremstår som rollemodel for de piger der allerede er interesseret i STEM i forvejen, mens eksperten kan fremstå som rollemodel for flere af drengene pga. vedkommendes løn og det at have skabt eget firma.

Hvor eleverne ikke direkte giver udtryk for at de forbinder STEM-fag med mænd eller tillægger eksperternes køn en vigtig rolle, er der flere lærere der har sådanne opfattelser. Nogle af de kvindelige lærer mener at kønsperspektivet har betydning for pigerne, og ser også sig selv som rollemodeller for dem i forhold til at være kvinde og arbejde med naturfag og teknologi. En af lærerne der har haft besøg af en kvindelig ekspert i 8. klasse, udtaler:

Interviewer: Kan hun virke som rollemodeller for eleverne – fagligt – personligt?

Lærer: Det tror jeg – bare at hun kommer som kvinde – godt nok sagde hun, at hun sad meget foran computer, men at hun fortalte om, at hun var ude og sejle og kigge på vindmøller og lave undersøgelser – det ved jeg ikke om børnene tror er en mandsdomineret verden – men det kunne jeg forstå på hende, at det var. Så det kunne åbne for at det kan man også blive som pige.

Der er også enkelte af lærerne der synes at have en anden opfattelse af hvad det kræver at nå dertil hvor eksperten er nået, end den eksperterne gav udtryk for. En lærer udtaler:

Interviewer: Mener du at et besøg som det her tilfører noget til elevernes almene dannelse?

Lærer: Det gør det – det at se en rigtig mand, der lever af det, han fortæller om. Det er jo en del af den almene dannelse. Det kan rent faktisk godt betale sig at følge med i fysik eller noget andet, fordi jeg kan ende med at stå som han gør. Det er helt klart (...)

Eksperten forsøgte derimod at lægge vægt på at vedkommende havde opnået det han havde, også selvom han ikke var særlig god til alle STEM-fag.

Diskussion og perspektiver til naturfagsundervisning

Vores resultater viser at de fleste elever er meget begejstrede for at få besøg af eksperter i klassen, og at besøgene kan øge en allerede eksisterende interesse eller skabe en ny situationel interesse især for STEM-fag og i nogen grad også for STEM-jobs og -uddannelse. Undersøgelsen giver ikke et entydigt billede af hvorvidt besøget reelt kan skabe en personlig længerevarende interesse der kan få betydning for elevernes handlinger i forhold til job og uddannelse. Elevernes svar i spørgeskemaerne og interviewene indikerer dog at flere elever efter besøget mener at de har fået mere lyst til at gå STEM-vejen. Nogle elever bliver styrket i deres uddannelses- og jobplaner inden for STEM mens andre der endnu ikke er afklarede, ser det som en god inspiration. Udskolingselever giver udtryk for at de synes det er spændende at høre om forskellige uddannelses- og jobmuligheder, uanset deres egne planer. Undersøgelsens resultater bekræfter på dette punkt fund og anbefalinger fra rollemodelers forskellige funktioner afhængigt af klassetrin. Mens eksperterne der har besøg i udskoling mere direkte via deres personlige fortællinger kan inspirere til elevernes egne uddannelses- og jobvalg, er deres rolle i indskoling og på mellemtrinnet i højere grad at udvide elevernes opfattelser af hvad STEM er, hvordan man deltager, og hvem der kan deltage i STEM (Holmegaard, u.å.).

Hvorvidt eksperterne, der kun kommer på besøg en enkelt gang, kan fremstå som rollemodeller, er vanskeligt at afgøre. Majoriteten af eleverne, også pigerne, mener ikke at ekspertens køn har betydning for at fungere som rollemodel eller STEM-ekspert, og de giver heller ikke udtryk for at de ser STEM-fag som primært at være for mænd. Dette kan måske afspejle en udvikling i hvordan elever i grundskolen ser på sådanne spørgsmål. Det kan dog også være fordi de ikke er bevidste om at de har stereotype opfattelser. I udskoling giver mange af eleverne udtryk for at de opfatter eksperthen som mere troværdig når eksperthen har en vis alder og erfaring. Dette bekræftes også af nogle af lærerne. Her forbinder eleverne og eksperthen det at være rollemodel med at fremstå som en god repræsentant og ekspert for et fag- og arbejdsområde snarere end med at eksperthen fremstår som en personlig rollemodel for eleverne. Jf. interviews med elever, lærere og eksperter kan eksperthen dog for nogle elever fremstå som rollemodel der kan vise ønskelige og mulige uddannelses- og karriereveje eller inspirere til hvordan eleverne gerne vil leve i fremtiden. Her træder der nogle kønsperspektiver frem. Fx er det mest drengene der er interesserede i ekspertens indkomst. I de mindre klasser kan det også have betydning for pigerne at de møder kvindelige eksperter, ligesom det kan have større betydning at eksperterne er yngre, hvis målet

er at de skal fungere som personlige rollemodeller. Flere af lærerne mener at det er vigtigt at pigerne møder kvindelige rollemodeller, og vælger eksplicit ud fra det. I nogle tilfælde kan rollemodeller også være med til at udfordre de forudantagelser som nogle af lærerne kan have, fx om køn eller om at der kræves en særlig indsats eller kompetence i skolen. Selvom eksperterne er tilbageholdende med at se sig selv som rollemodeller, forsøger de at fungere som rollemodeller på forskellige måder – nogle primært som repræsentanter for et arbejdsområde og en virksomhed, andre som eksperter i et fagområde. Enkelte forsøger eksplicit med deres personlige fortællinger at udfordre elevernes eventuelle stereotype forestillinger. Fælles er at eksperterne forsøger at få sig selv og deres job til at fremstå som tilgængeligt eller opnåeligt for alle elever. I besøgsordninger som den vi har undersøgt, er der mange forventninger til hvad eksperten skal. Nogle gange vægter lærerne at de primært skal fortælle om et fagligt emne, andre gange at besøget skal handle om job- og uddannelsesvalg. Det kan derfor være urealistisk at forvente at eksperter kan fungere både som eksperter og som personlige rollemodeller på baggrund af et enkelt besøg.

Det besøgene i høj grad synes at bidrage til, er at skabe interesse for det indholdsmæssige i STEM-fag og at bidrage til elevernes almendannelse i STEM, herunder at se relevansen af STEM-fag i deres hverdag og i samfundet. Nogle forskere har netop argumenteret for og/eller undersøgt hvordan naturfagsundervisningen kan gøres mere autentisk for at øge elevernes interesse for fagområdet. Det kan fx ske ved at naturfagsundervisningen sker i tæt samarbejde med eksterne partnere, og ved at undervisningen i højere grad skal praktiseres som naturfag praktiseres uden for skolen (Braund & Reiss, 2006; Thomsen, 2016). Der er mange udsagn fra lærere og elever der indikerer at det konkrete besøg både kunne ramme en allerede eksisterende interesse og skabe en situationel interesse. Det gælder især hvis besøgene har indeholdt elevaktiverende opgaver, og hvis eksperten har været en god formidler og bl.a. har inddraget konkrete genstande. Resultaterne af undersøgelsen peger på at ordningen har et stort potentiale for at få koblet viden, oplevelser og metoder fra den praksis-anvendte naturvidenskab til grundskolens naturfag. Flere elever giver udtryk for at de synes at besøget var interessant sammenlignet med deres normale naturfagsundervisning præget af læreroplæg og selvstændig læsning. Det kan naturligvis være udtryk for en umiddelbar begejstring for at der sker noget nyt. Flere elever udtalte at det der gjorde det anderledes og spændende, var at de skulle være aktive i forskellige forsøg. I forhold til naturfagsundervisningen kan det være en god pointe. Det kan også være en anbefaling at eleverne forberedes inden besøg, fx i forhold til emne, og at lærerne samler op og vender tilbage til pointer fra besøget. Det var der flere lærere i denne undersøgelse der gjorde.

Besøgene synes at passe ind i formålsformuleringerne for naturfagene i folkeskolen. Her står bl.a. at eleverne skal opnå erkendelse af at naturvidenskab og teknologi er en

del af vores kultur og verdensbillede, og at elevernes interesse og nysgerrighed over for naturvidenskab og teknologi skal udvikles så de får lyst til at lære mere (UVM, 2019). Undersøgelsen vidner om at disse målformuleringer opfyldes på en interessant måde for eleverne. Interessen fremkommer både fordi eksperterne kobler deres viden til elevernes hverdag, og fordi de medbringer både spændende aktiviteter og fortællinger fra deres arbejdsliv og hverdagsliv.

Som flere uddannelsesforskere påpeger, er det en vigtig del af skolens dannelsesopgave at introducere eleverne for viden og færdigheder de ikke kender til i forvejen, og dermed udfordre hvad de ellers møder i deres hverdag og omverden. Dog er det ikke alle eksperter der sætter fokus på en kritisk vinkel på naturvidenskabens og teknologiens rolle i forhold til samfundsudvikling og samfundsudfordringer, hvilket ellers også er en central del af (almen)dannelse i STEM (Dolin et al., 2016; Paulsen, 2006).

Dette aspekt er jf. kritiske uddannelsestænkere også en vigtig del af elevernes almene og (kritiske) demokratiske dannelse. De fremhæver at skoler også må gøre eleverne i stand til kritisk at kunne analysere, forstå, udfordre og måske ændre dominerende og eksisterende forhold, værdier, strukturer og magtforhold i samfundet (Biesta, 2013; Young, 2008; Ziehe, 2004). I sin opdaterede model for naturfagernes fagdidaktik udvider Sjøbjerg (2012) de didaktiske spørgsmål der går på hvad der skal undervises i, hvordan og hvorfor, til også at indbefatte spørgsmålet om hvem naturvidenskaben har betydning for. At vise at naturvidenskab og teknologi har betydning for alle mennesker i forhold til hverdagen og samfundsudviklingen, er netop et af de centrale aspekter som kommer i spil ved et ekspertbesøg. Derimod er det ikke givet at besøgene fører til handlinger i forhold til ændringer i adfærd, fx i forhold til miljø og klima eller i forhold til fremtidige uddannelses- og karrierevalg.

Referencer

- Archer, L., DeWitt, J. & Dillon, J. (2014). 'It didn't really change my opinion': Exploring What Works, What Doesn't and Why in a School Science, Technology, Engineering and Mathematics Careers Intervention. *Research in Science & Technological Education*, 32(1), s. 35-55.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2013). 'Not girly, not sexy, not glamorous': Primary School Girls' and Parents' Constructions of Science Aspirations. *Pedagogy, Culture & Society*, 21(1), s. 171-194.
- Archer, L., Moote, J., MacLeod, E., Francis, B. & DeWitt, J. (2020). *ASPIRES 2: Young People's Science and Career Aspirations, Age 10-19*. London: UCL Institute of Education.
- Biesta, G. (2013). *Demokratilæring i skole og samfund: uddannelse, livslang læring og medborgerskabets politik*. Aarhus: Klim.
- Braund, M. & Reiss, M. (2006). Towards a More Authentic Science Curriculum: The Contribution of Out-of-School Learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), s. 1373-1388.

- Buck, G.A., Clark, V., Leslie-Pelecky, D., Lu, Y. & Cerda-Lizarraga, D. (2007). Examining the Cognitive Processes Used by Adolescent Girls and Women Scientists in Identifying Science Role Models: A Feminist Approach. *Science Education*, 92(4), s. 688-707.
- Dolin, J., Jacobsen, J.B., Jensen, B.J. & Johannesen, B.F. (2016). *Evaluering af naturvidenskabelig almendannelse i stx- og hf-uddannelserne*. Forskningsrapport, IND, KU.
- Gardner, P.L. (2006). *Students' Interests in Science and Technology: Gender, Age and Other Factors*. Paper presented at the Conference on Interest and Gender: Issues of Development and Change in Learning, Germany: Seeon.
- 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*. Lokaliseret den 16. juli 2023 på: https://veluxfoundations.dk/sites/default/files/rapport_flere_piger_med_science-kapital_og_stem-interesse_af_is_it_a_bird.pdf.
- Holmegaard, Henriette (u.å.). *Anbefalinger til rollemodeller i grundskolen. Rollemodeller i STEM*. Notat til Engineer the Future. Lokaliseret den 16. juli 2023 på: <https://engineerthefuture.dk/media/lnxpgltm/rapport-anbefaling-til-rollemodeller-i-grundskolen.pdf>.
- Kjeldsen, K. & Thomsen, A.V. (2023). *Evaluering af Book en ekspert til grundskolen*.
- Krapp, A. (2014). *Interest, Learning and Development*. New York: Psychology Press.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, Methods and Findings. *International Journal of Science Education*. 33. 27-50.
- McGee, E.O. & Robinson, W.H. (red.). (2019). *Diversifying STEM: Multidisciplinary Perspectives on Race and Gender*. New Brunswick/New York: Rutgers University Press.
- Morgan, C., Isaac, J.D. & Sansone, C. (2001). The Role of Interest in Understanding the Career Choices of Female and Male College Students. *Sex Roles*, 44(5-6), s. 295-320.
- Morgenroth, T., Ryan, M.K. & Peters, K.J.R (2015). The Motivational Theory of Role Modeling: How Role Models Influence Role Aspirants' Goals. *Review of General Psychology*, 19(4), s. 465-483.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Fishbein, B., Foy, P. & Moncaleano, S. (2021). *Findings from the TIMSS 2019 Problem Solving and Inquiry Tasks*.
- Paulsen, A.C. (2006). Naturfag i skolen i et kritisk demokratisk dannelsesperspektiv. *NorDiNa*, 4, s. 69-84.
- Prieto-Rodriguez, E., Sincock, K. & Blackmore, K. (2020). STEM Initiatives Matter: Results from a Systematic Review of Secondary School Interventions for Girls. *International Journal of Science Education*, 42(7), s. 1144-1161.
- Sandager, J. & Ravn, S. (2023). Affected by STEM? Young Girls Negotiating STEM Presents and Futures in a Danish School. *Gender and Education*, 35(5), s. 454-468.
- Sjøberg, S. (2012). *Naturfag som almendannelse – en kritisk fagdidaktik*. Revideret 2. udgave. Aarhus: Klim.
- Sultan, U., Axell, C. & Hallström, J. (2019). *What Are They Doing?: Tool Use and Self-Image of Girls Aged 9 to 12 when Engaging in Technology Education*. Paper presented at the PATT 37

- Developing a knowledge economy through technology and engineering education Msida, Malta, 3.-6. juni 2019.
- Teknologipagten. (2020). *Unge kvinder og STEM – hvis STEM også er for piger, hvorfor taler vi så til drengene?*. Lokaliseret den 16. juli 2023 på: https://phys.au.dk/fileadmin/site_files/ligestilling/Teknologipagten_Rapport_Unge_kvinder_og_STEM.pdf.
- Thomsen, A.V. (2016). Eksterne partnere i naturfagsundervisningen: skole-virksomhedssamarbejde. DPU, Aarhus Universitet.
- Troelsen, R. (2005). Unges interesse for naturfag – hvad ved vi, og hvad kan vi bruge det til?. *MONA*, 2005(2), s. 7-21.
- Troelsen, R. (2006). Interesse for naturfagene: Hvad er det, og hvordan påvirkes den? I: L. Bering, J. Dolin, L.B. Krogh, J. Sølberg, H. Sørensen & R. Troelsen (red.), *Naturfagsdidaktikkens mange facetter* (s. 303-320). København: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- Troelsen, R.P. & Sølberg, J. (2008). *Den danske ROSE-undersøgelse – en antologi*. København: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- Tænketanken DEA. (2019). *Hvordan får vi STEM på lystavlen hos børn og unge? – Og hvilken rolle spiller køn for interesseskabelsen?*. Lokaliseret den 16. juli 2023 på: <https://www.datocms-assets.com/22590/1589284030-pixi-stempaalystavlenhosboernogunge.pdf>.
- UVM. (2019). Fysik/kemi – Fælles Mål. Lokaliseret 31. juli 2023 på: https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_F%C3%A6llesM%C3%A5l_Fysikkemi.pdf
- VIVE. (2019). *PISA 2018. Danske unge i international sammenligning*. Red.: Vibeke Tornhøj Christensen.
- VIVE. (u.å.). *Science og science-kapital*. Lokaliseret den 16. juli 2023 på: <https://www.vive.dk/da/projektforloeb/scope/#block-693174f6-be4f-4f7a-803a-494f08199d32>.
- Young, M. (2008). *Bringing Knowledge Back In*. London: Routledge.
- Ziehe, T. (2004). *Øer af intensitet i et hav af rutine: nye tekster om ungdom, skole og kultur*. København: Politisk Revy.

English abstract

STEM role models and experts visiting schools are well known. Many aim to increase the general education and interest of children/young people in STEM, and to get more young people, especially girls or minorities to choose a STEM education. This article presents and discusses a study of a STEM-visiting program in Denmark. The study shows that a visit from a STEM expert can increase the pupils' general education, academic knowledge, and their interest in STEM. In particular, the experts' communication and use of student-involving activities arouse interest. Whether the experts can act as role models for the pupils is discussed.



Aktuel analyse

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

Professionel dømmekraft i naturfagsundervisning



Jette Reuss Schmidt, UCN

Abstract: *Større lokal frihed i folkeskole og læreruddannelse fordrer ifølge de berørte ministerier professionel dømmekraft. I denne artikel gøres der rede for relevante grene af begrebet dømmekrafts idéhistoriske netværk. Desuden opsættes en række diskursive spændingsfelter i relation til naturfagsundervisning, som kan spores i ministerielle bekendtgørelser og naturfagsdidaktiske strømninger. Det fordrer professionel dømmekraft at placere sig i de diskursive spændingsfelter, så forhåbentlig kan de fungere som afsæt for diskussioner i faglige fællesskaber.*

Indledning

Ofte sammenlignes de pædagogiske og didaktiske strømninger med et svingende pendul. Og for at dvæle ved analogien synes det som om pendulets svingningstid bliver stadig kortere. Som et eksempel kan nævnes den tidsmæssige afstand mellem nye læreruddannelsesbekendtgørelser. Ti år (2013-2023) varede den seneste svingning, og på mange måder bevægede pendulet sig fra yderposition til yderposition. Fx fra central målstyring til lokal valgfrihed, fra kompetencemålstyring til formålsorientering og fra fokus på fleksibilitet (modulisering) til fokus på kontinuitet og progression. Også i folkeskolen er der sket store ændringer på kort tid. De mange centralt stillede og bindende videns- og færdighedsmaal fra 2014 blev allerede i 2018 gjort vejledende. I såvel læreruddannelse som folkeskole har ændringerne medført en større frihed som fordrer professionel dømmekraft.

“Derfor bør der være en gensidig forpligtelse blandt skolens parter til at udvikle, udfordre og udmønte professionel dømmekraft i faglige fællesskaber, der rækker ud over de lokale kontekster. Den professionelle dømmekraft er både et individuelt og et kollektivt anliggende” (Undervisningsministeriet, 2018, s. 20).

I tiden mellem de to læreruddannelsesbekendtgørelser og mellem de ministerielle udmeldinger vedrørende folkeskolen i 2014 og 2018 foregik der en række mere eller mindre åbne diskursive kampe. Hvem der gik ud som sejrherre, var i høj grad afhængigt af hvem der sad tæt på ministeren, og hvem der blev udtaget til at deltage i diverse rådgivningsgrupper. Forløbet er et konkret eksempel på at diskurser bæres frem af engagerede personer. Dette vil blive uddybet i artiklen.

Artiklen indledes med en kort opsummering af den seneste tids udvikling inden for folkeskole og læreruddannelse. Herefter følger en uddybning af begrebet dømmekraft med afsæt i Aristoteles' *fronesis*, Immanuel Kants *reflekterende dømmekraft* og Hannah Arendts *forstørrede bevidsthed*. I artiklens centrale afsnit indgår en række diskursive spændingsfelter der forhåbentlig kan bidrage til dialoger i de faglige fællesskaber som grundlag for udøvelse af professionel dømmekraft. Afslutningsvis følger en kort konklusion og diskussion.

Store forandringer på kort tid

I folkeskolen indførtes kompetencemål i 2014. De fire kompetenceområder *undersøgelse, modellering, perspektivering* og *kommunikation* blev med tilhørende kompetencemål gjort fælles for alle naturfagene. Kompetenceområderne blev koblet til en række færdigheds- og vidensområder. Det betød at der i hvert af fagene skulle undervises i et sted mellem 102 og 120 færdigheds- og vidensmål. Konceptet blev koblet til en læringsmålstyring med inspiration i John Hatties evidens om *synlig læring og systematisk evaluering* (Hattie & Yates, 2013).

“I modsætning til Fælles Mål fra 2009, som beskriver, hvad undervisningen skal indeholde, er de forenklede Fælles Mål læringsmål, der tager udgangspunkt i, hvad eleven skal lære” (Danmarks Lærerforening, 2016).

Læringsmålene blev således individualiserede, men indgik samtidig i et overordnet styringssystem hvori skoler og kommuner blev forpligtet til at nå operationaliserede resultatmål.

		Færdigheds- og vidensområder og -mål					
Kompetenceområde	Undersøgelser i naturfag	Demografi og erhverv	Jordkloden og dens klima	Globalisering	Naturgrundlag og levevilkår		
Undersøgelse							
Modellering							
Perspektivering							
Kommunikation							

		Færdigheds- og vidensområder og -mål			
Kompetenceområde	Undersøgelser i naturfag	Demografi og erhverv	Jordkloden og dens klima	Globalisering	Naturgrundlag og levevilkår
Undersøgelse					
Modellering					
Perspektivering					
Kommunikation					

Figur 1. Tabel øverst: Folkeskolens kompetenceområder samt færdigheds- og vidensområder i geografi som de så ud i 2014. Hver firkant udgør et bindende mål – 102 i alt. Tabel nederst: I 2018 blev de bindende mål gjort vejledende. Her er kun kompetenceområderne og de overordnede færdigheds- og vidensområder bindende.

I 2018 afvikledes læringsmålstyringen, og de mange færdigheds- og vidensmål blev gjort vejledende. Tilbage er kompetencemålene der i hvert naturfag skal kobles til fem-seks overordnede faglige områder, fx energi i fysik/kemi, evolution i biologi og globalisering i geografi. Det er så op til den enkelte lærer eller det enkelte lærerteam at udvælge det faglige indhold. Det er også værd at bemærke at alle de nationale naturfagstests fra 2007 blev gjort frivillige i 2021. Lærerne vælger i samarbejde med den enkelte skoles ledelse om testene skal anvendes.

Også på læreruddannelsen har vi set en udvikling væk fra stramme mål og mod mere frihed. Læreruddannelsesreformen fra 2013 var præget af en stram kompetencemålstyring idet de faglige bekendtgørelser skulle udformes efter en fælles skabelon for alle fagene. Fra centralt hold blev det fastlagt at:

- den studerende skal kunne demonstrere kompetence inden for en række centralt formulerede vidensmål med tilhørende færdighedsmål i forholdet en-til-en
- alle kompetencemål skal indledes med: "Den studerende kan"
- alle vidensmål skal indledes med: "Den studerende har viden om"
- alle færdighedsmål skal indledes med: "Den studerende kan".

Disse centralt stillede kompetencemål udskiftes i 2023 med langt færre mål. I aftalen om reform af læreruddannelsen står der i punkt 42:

"Der indføres nye, korte fagbeskrivelser som erstatning for den nuværende, meget detaljerede kompetencemålsstyring. Der skal være rum til undervisernes professionelle dømmekraft og til lokale toninger af uddannelsen" (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2022).

Formålet skal desuden stå stærkere i læreruddannelsesreformen i 2023 end tidligere. I de faglige bekendtgørelser indføres der nu et formål som reference for undervisningen i de enkelte fag.

På få år fandt store bekendtgørelsesændringer sted og dermed også ændringer i diskurser om hvad der er vigtigt i naturfagsundervisning. Der er ingen tvivl om at reformerne af læreruddannelsen og folkeskolen i henholdsvis 2013 og 2014 var præget af den empiriske vending med fokus på målstyring, outcome og evidens. Lige så tydeligt er det at de seneste ministerielle ændringer bevæger sig over mod en dan-nelsesdiskurs med fokus på formål og professionel dømmekraft. Spørgsmålet er så hvad der ligger i begrebet dømmekraft, og hvordan den nye frihed håndteres.

Hvad er professionel dømmekraft?

I forbindelse med at de mange bindende videns- og færdighedsmål i folkeskolen blev gjort vejledende, udgav Undervisningsministeriet et skrift med titlen *Formål og frihed – fem pejlemærker for Fælles Mål i folkeskolen*. Om professionel dømmekraft står der:

"Der er brug for rum til fornyet respekt om den professionelle dømmekraft. Det kan den øgede lokale frihed bidrage til. Øget frihed bør udmøntes i et forpligtende samarbejde mellem skolens parter (politikere, forvaltning, ledelse, lærere og pædagoger) om at udvikle handlerummet, hvori den professionelle dømmekraft udøves. Handlerummet fordrer fagprofessionelle, der kan begrunde valg og kvalificere praksis i henhold til professionelle normer, standarder og fælles viden, men også i forhold til politiske mål og rammer. De faglige og pædagogiske valg, der træffes i skolen, skal kunne begrundes af de fagprofessionelle over for kollegaer, ledelse, forældre og politikere" (Undervisningsministeriet, 2018, s. 19).

Ministeriet lægger altså op til en styrkelse af den professionelle dømmekraft. Men dømmekraft er ikke et entydigt begreb. Det har et vidt forgrenet idéhistorisk netværk. I denne analyse inddrages tre af netværkets grene, nemlig dømmekraftens vidensbegreb (Aristoteles), reflekterende dømmekraft (I. Kant) og forstørret bevidsthed som dialog med mange (H. Arendt). Desuden udføres dømmekraften i og omkring tre dimensioner: individuelt, kollektivt og strukturelt. Alle tre dimensioner vil blive berørt i denne sammenhæng, men da der i artiklen netop lægges op til dialog om diskursive spændingsfelter, vil der især være fokus på den kollektive dimension.

Hos Aristoteles kobles dømmekraft til termen *fronesis*, hvilket ofte betegnes som praktisk klogskab. *Fronesis* vedrører "det, der kunne være anderledes". Det vil sige at det er nødvendigt at udøve *fronesis* i de situationer hvor der ikke gives et entydigt svar på hvad man skal vælge. Svaret findes så at sige ikke i en manual, og det er ikke muligt at følge forud beskrevne procedurer (Nielsen & Boll, 2017, s. 1). God undervisning kræver viden (*episteme*) og færdighed i faglige metoder og virkemidler (*techne*), men det er ikke nok, man skal også være i stand til at gøre det på en god måde, hvilket kræver udøvelse af *fronesis*. *Fronesis* handler om at kunne bedømme den rette handling i en konkret situation. Det forudsætter en verdensvendt opmærksomhed, en vilje til at lære af erfaringen, og det kræver såvel sociale som politiske omgivelser der giver rum til udøvelse af *fronesis* – altså dømmekraft (Eriksen & Pahuus, 2011). Aristoteles' *fronesis*-begreb kan dog kritiseres for manglende potentiale til kritisk stillingtagen til den til enhver tid dominerende diskurs. Dette potentiale finder man i højere grad hos Kant og ikke mindst hos Arendt.

Kant bliver ofte citeret for argumentet om at have *mod til at betjene sig af sin egen forstand*. For ham var det oplysningens valgsprog (Kant, 1993/1783). Dette mod bygger for Kant på udøvelse af reflekterende dømmekraft – en dømmekraft som altid vil være formålstjenlig. Det reflekterende går på at se enkeltstående fænomener i sammenhæng med noget alment. Det betyder således at den reflekterende dømmekraft er i stand til at formidle teori og praksis (Engsig, 2019). Kant sætter i *Kritik af dømmekraften* (Kant, 1793[2005]) fokus på skellet mellem objektiv erkendelse og subjektive domme. I dommene lægges der, som tilfældet var hos Aristoteles, et formål ind i tingene og verden. Dette er den professionelle dømmekrafts helt centrale funktion. Og som skrevet er det særligt den kollektive dimension der bliver berørt i denne artikel. Det vil sige at der er fokus på reflekterende dømmekraft i faglige fællesskaber. Til det er Hannah Arendts idéer spændende at inddrage.

Hannah Arendts dømmekraftbegreb tager sit udspring i både Aristoteles' *fronesis* og Kants reflekterende dømmekraft. Hun er enig i at domme bør hvile på værdier (smag), og hun anser mennesket som politisk idet det gennem åbenhed, dialog og vilje lader "sin egen virkelighedsforståelse forme af fællesskabet" (Pahuus, 2003, s. 69). Arendt argumenterer for at dømmekraften beror på vores evne til at inddrage andres

holdninger og perspektiver (Engsig, 2019). Kritisk tænkning er for Arendt af afgørende betydning for dømmekraften, og i tråd med Kants mod til at betjene sig af sin egen forstand er det afgørende for Arendt at have mod til at foretage skøn som ikke rettes ind efter gældende handlingsforskrifter eller autoritative diskurser (Pahuus, 2003). For Arendt er sansen for det fælles vigtig. Det vil sige evnen til at tænke repræsentativt – altså forestille sig andres synsvinkler når man træffer en beslutning. Netop denne evne til at tænke repræsentativt kalder Arendt *forstørret bevidsthed*.

“Ideen om den forstørrede bevidsthed giver os et vokabular og en forståelse, der gør det muligt at forestille os dømmeprocesser, der repræsenterer den menneskelige pluralitet, og således afstedkommer muligheden for en flerhed af perspektiver i forhold til enkelte situationer i den pædagogiske praksis” (Engsig, 2019, s. 13).

Det er denne forståelse af professionel dømmekraft der forhåbentlig kan inspirere til dialoger om de nedenfor opsatte diskursive spændingsfelter.

Dømmekraft i diskursive spændingsfelter

I dette afsnit opsættes en række diskursive spændingsfelter som er relevante for naturfagsundervisningen. Udgangspunktet er den seneste udvikling i læreruddannelses- og folkeskoleregi, men der refereres også til aktuelle debatter om naturfagsundervisning.

Overordnet kan det tolkes således at venstresiden var mest repræsenteret i læreruddannelsesreformen fra 2013 og folkeskolereformen fra 2014, mens højresiden især er repræsenteret i læreruddannelsesreformen i 2023 og i de ministerielle udmeldinger om folkeskolen fra 2018. Det er naturligvis op til fortolkning hvor på de enkelte kontinua reformerne ligger, og hvor man ønsker at placere sig i de enkelte spændingsfelter. Det kan ganske vist være svært at adskille spændingsfelterne da elementerne hænger sammen i komplekse relationer, men måske kan man netop få øje på nye konstellationer ved at analysere elementerne hver for sig.

De enkelte afsnit opbygges med citater som dokumentation for de udvalgte spændingsfelter. En fortolkning af citaterne bruges som argument for nødvendigheden af at anvende professionel dømmekraft.

Spændingsfelt mellem kompetence- og indholdsdiskurs

Kompetence
diskurs
“at kunne”



Indholds-
diskurs
“at vide”

I en forklarende tekst om den kompetencemålstyring der blev indført på læreruddannelsen ved reformen i 2013, stod der:

“Paradigmeskiftet består i et fokusskift fra indhold i en uddannelse til de studerendes udbytte af uddannelsen. Således foreskrives det ikke længere, hvad de studerende skal undervises i, men derimod hvad de studerende ved afslutningen af et fag og ved afslutningen af uddannelsen forventes at kunne” (Rasch-Christensen & Rasmussen, 2014, s. 17).

Som en tydelig modsætning til dette siger Keld Skovmand (central aktør i læreruddannelsesreformen fra 2023) at politikerne helt har aflivet det kompetencebegreb der blev introduceret i læreruddannelsen med reformen fra 2013. Han forklarer at kompetencebegrebet optrådte hele 43 gange i aftaleteksten fra 2012, mens det kun optræder tre gange i den nye aftaletekst og da med en afstandtagen til begrebet. Skovmand fortsætter: “Og forestillingen om at styre uddannelsen ved hjælp af kompetencemål er helt opgivet.” (Bjerril, 2022, s. 2). I fagbeskrivelserne er kompetencemålene således erstattet af formål, mål og indholdsområder. For naturfagenes vedkommende nævnes begrebet kompetence ganske vist ikke så ofte som før, men helt forsvundet er det dog ikke. På det konkrete plan betød kompetencemålstyringen fra 2013 at redegørelser for eksamensgrundlag blev afskaffet på læreruddannelsen. Det var med fokus på kompetence ikke nødvendigt at fortælle en censor hvilket fagligt indhold der var blevet gennemgået. Med de nye fagbekendtgørelser på læreruddannelsen genindføres redegørelserne.

Ovenstående peger på et tydeligt spændingsfelt mellem en kompetence- og en indholdsdiskurs. Og det er en dialog værd om det bør sættes så kategorisk op som modsætninger. Styrelsen for Videregående Uddannelse skrev da også i 2012 at kompetence skal forstås som kapaciteten til at

“kunne handle i en konkret kontekst gennem mobilisering af de tilegnede ressourcer: viden, færdigheder og refleksion. Kompetencer relaterer altid viden til et handlingskrav i pædagogisk praksis” (Styrelsen for Videregående Uddannelse, 2012, s. 1).

Viden og færdighed er således indlejret i kompetencer. Knud Illeris har dog reageret på en til tider for stor negligering af viden idet han skriver om kompetence, forstået som *at kunne*, at den rummer en risiko for uacceptabel instrumentalitet hvis ikke den inkluderer både et “hvad skal vi vide for at kunne?” og et “hvordan skal vi fungere for at kunne?” (Illeris, 2013, s. 149).

Der er tydeligvis en diskrepans mellem den aktuelle situation i folkeskolen hvor de fire kompetenceområder står centralt, og læreruddannelsens fagbeskrivelser som har et tydeligere fokus på dannelse, formål og indhold. I både den individuelle, den

kollektive og den strukturelle dimension er det derfor oplagt at man indgår i dialoger om hvordan der kan skabes en nødvendig sammenhæng mellem fagbeskrivelserne på de to niveauer. Her kan man med fordel også inddrage spændingsfeltet mellem formal og material dannelse.

Spændingsfelt mellem formal og material dannelse



Med udgangspunkt i den kritiske teoris dannelsestænkning inddelte Wolfgang Klafki (1957; 2002) pendulsvingningerne mellem forskellige tidstypiske hegemoniske tilgange til undervisningen i to hovedkategorier: material dannelse med viden i centrum og formal dannelse med eleven i centrum. Modsvaret til denne for Klafki ukonstruktive dikotomi var kategorial dannelse med den dobbelte åbning hvor indholdet åbner sig for barnet og barnet åbner sig for indholdet. For Klafki var det vigtigt at tage udgangspunkt i elevens ståsted og umiddelbare fremtid, men det var også vigtigt at forstå hvilke elementære videnskategorier der på hensigtsmæssig måde kunne bidrage til elevens fremtidsparathed. Han har i øvrigt advaret imod kompetencer, forstået som instrumentelle færdigheder der uafhængigt af indhold får lov at rammesætte undervisningen. På trods af Klafkis analyser og anbefalinger om at tilgodese begge poler ser pendulet dog ud til stadig at svinge mellem fokus på material dannelse og fokus på formal dannelse.

Kompetencemål knyttes således ofte til den formale dannelse med en intention om at skabe undersøgende, modellerende, kreative og innovative mennesker. Her møder man udtryk som *at lære at lære*. Fagligt indhold knyttes tilsvarende til den materiale dannelse. Når formal dannelse og material dannelse kombineres, ligger fokus på at *lære at forstå* (Gruschka, 2016), hvor formålet er opnåelse af en dybdeforståelse som kan anvendes i nye sammenhænge. I den forbindelse synes det problematisk at der i folkeskoleregi kun er krav om progression inden for kompetenceområderne. Der er ingen tvivl om at vi altid står i fare for en genindførelse af de alenlange pensumlister, men det er næppe hensigtsmæssigt at der slet ikke er progression i færdigheds- og vidensområderne. Det bliver så en opgave for det lokale fagteam at sikre denne progression. Er opstilling af progressionstræer en vej at gå, eller er det givtigt at hente inspiration i de progressioner der er indlejret i *Naturvidenskabens ABC*? Det findes der ingen entydige svar på, men det er i høj grad et anliggende for den professionelle dømmekraft i skolens fagteam, og derfor er det også vigtigt i læreruddannelsens naturfagsundervisning.

Spændingsfelt mellem læringsmålstyring og formålsorientering



Jens Rasmussen og Andreas Rasch-Christensen skrev i 2014 om læringsmålstyring:

“Mål og evalueringsformer fastlægges centralt af staten, hvorefter processer til mål-opnåelse i form af beslutninger vedrørende uddannelse og undervisning kan fastlægges decentralt under hensyntagen til de vedtagne mål og en løbende evaluering af de studerendes uddannelsesmæssige fremskridt” (Rasch-Christensen & Rasmussen, 2014, s. 16).

Som et opgør med dette siger Keld Skovmand at den nye læreruddannelse er et kæmpe opgør med læringsmålstyringen, og han fortsætter:

“Da man senest lavede en ny læreruddannelse i 2012, var der slet ikke noget formål i den politiske aftale, og der var kun et kortfattet formål i den efterfølgende bekendtgørelse. Nu får uddannelsen et længere og meget mere detaljeret formål. Det vil jeg faktisk kalde for en revolution” (Bjerril, 2022, s. 2).

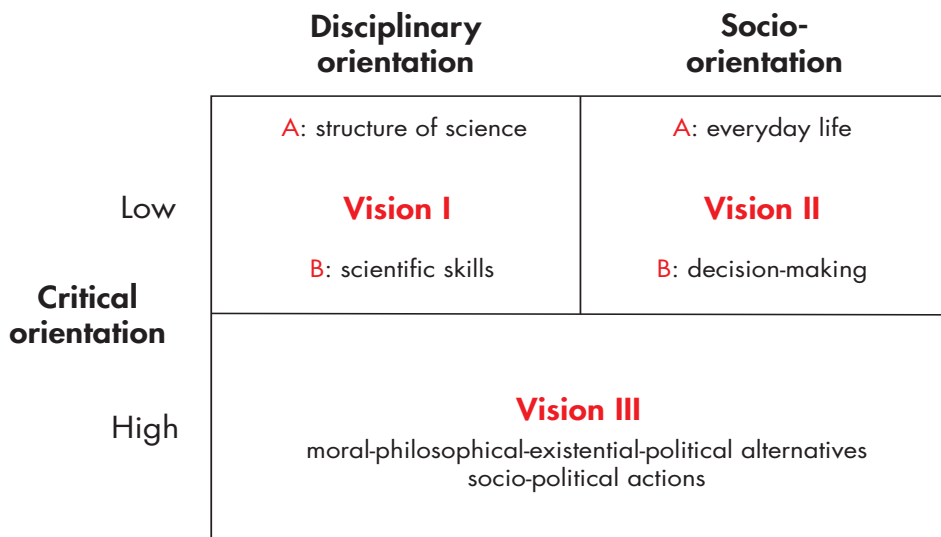
Ovenstående peger på læringsmålstyring og formålsorientering som hinandens modpoler. Det kan diskuteres om det virkelig er tilfældet. Det afhænger bl.a. af om man betragter formål som et slutpunkt eller et udgangspunkt for undervisning.

Både formål som et slutpunkt og formål som et udgangspunkt for undervisning er i spil i dagens uddannelsesdiskurs, men i de seneste par årtier har formål i betydningen slutmål fået en stadig større rolle. I en læringsmålstyringsdiskurs betragtes formålet således som et ønsket slutmål. For at nå dette slutmål omsættes formålet til styrende delmål. Man inddrager så evidensbaseret viden om effektive metoder til at nå disse delmål. I denne tænkning er det muligt og ønskværdigt at måle hvorvidt formålet er nået.

Formål kan dog også betyde *meningen med noget* eller *årsagen til at gøre noget*. I den forstand er formål at forstå som udgangspunktet for en handling. Formålet er årsagen til at man som lærer træffer bestemte valg. Det påvirkes af de værdier og overbevisninger man har. Og i betydningen årsag er formål bredere og dybere end slutmål. Et mål kan være kortsigtet eller langsigtet. Formål i betydningen *mening* eller *årsag* har ingen endelig tidshorisont, og det giver ingen mening at måle/evaluere formål i denne betydning. Men hvis man endelig skal måle/evaluere formål i betydningen årsag, kan det være for at få indsigt i hvordan formålet styrer de valg man træffer i undervisningen. I den forbindelse står underviserens egen og/

eller det professionelle læringsfællesskabs fortolkning af formålet i de nationale fagbeskrivelser centralt. Her kommer professionel dømmekraft til sin ret. I både læreruddannelses- og folkeskoleregi kommer det også i spil når de lokale læseplaner/årsplaner skal udfærdiges.

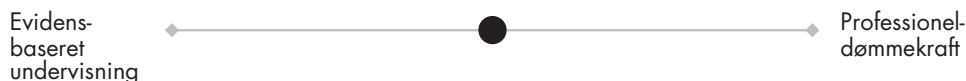
Det kunne fx være interessant at se på formålsorientering og læringsmålstyring i forskellige undervisningssammenhænge. Til det kan Jesper Sjöströms skema over naturfagsundervisningens vision I, II og III anvendes.



Figur 2. Vision I: både naturfagernes færdigheds- og vidensområder og de i figur 1 viste kompetenceområder. Vision II: samfundsorienteret anvendelsesdimension. Vision III: kritisk stillingtagen og handleparathed. Kilde: Sjöström, 2022, s. 132.

At skabe handleparate samfundsborgere som kan tage kritisk stilling (vision III), vil mange formentlig betragte som et godt formål med naturfagsundervisning. Det kan så diskuteres om det skal stå som et målbart slutmål eller et udgangspunkt for undervisningen. Hvorom alting er, vil det være oplagt at diskutere i hvilke situationer (jf. vision I, II og III) det giver mening at opstille tydelige mål for læring, og i hvilke det vil være mest hensigtsmæssigt at tage udgangspunkt i formål.

Spændingsfelt mellem evidensbaseret undervisning og professionel dømmekraft



I 1996 holdt David Hargreaves talen *Teaching as a Research-Based Profession: Possibilities and Prospects* (Hargreaves, 1996), hvori han argumenterede for at uddannelses-systemet burde være evidensbaseret på lige fod med medicin. Han anbefalede derfor oprettelsen af en vidensbank hvori akkumuleret evidensbaseret viden blev samlet. Politikere, ledere og undervisere kunne så indhente den nyeste viden om virkningsfulde metoder og bringe dem i anvendelse. Hargreaves lagde desuden stor vægt på accountability med elementer som udgiftskontrol, effektivitet og regnskabspligt. Talen fik stor opmærksomhed verden over, men også mange modsvar (af bl.a. Hammersley, 2007; Slavin, 2002; Biesta, 2007).

Evidensbølgen nåede for alvor Danmark i 2004, hvor OECD-rapporten *National Review on Educational R&D: Examiners' Report on Denmark* (OECD, 2004) udkom. David Hargreaves var i øvrigt en af forskerne bag rapporten. Det blev et startskud til Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning, som netop skulle stå for indsamling af viden om hvad der virker i undervisning. Kombinationen af outputorientering, accountability og evidens skulle tilsammen sikre mere effektivitet i og en højere grad af styring af det danske uddannelsessystem. Jens Rasmussen, som var forsker i Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning, blev central aktør i udformningen af reformerne i 2013 og 2014.

Ifølge Gert Biesta (2007) medførte dette en spænding mellem demokrati og teknokratisk kontrol. Og han er ikke enig med Hargreaves i at forskning i pædagogisk praksis er monokausal så den lader sig akkumulere med den bedste metode øverst. Ikke desto mindre fik John Hatties evidensforskning om god undervisning enorm betydning, og hans forskning var med til at lægge grunden til læringsmålstyringsdiskursen med fokus på central styring. Det fik også indflydelse på læreruddannelsen:

“I hvert fald er det et krav, at den nye læreruddannelse hviler på den nyeste evidensbaserede viden om, hvad der virker i folkeskolen. Og med “hvad der virker” henvises der til, om eleverne opnår gode resultater i forhold til de mål, der er sat for deres læring” (Rasmussen & Holm, 2013).

Rømer, Tanggaard¹ & Brinkmann (2011) kalder denne evidensdiskurs for *ren*, i den forstand at den er rensat for de konkrete pædagogiske praksissers uforudsigelighed. De retter samtidig en kritik af den topstyring som de mener fandt sted i forbindelse med læringsmålstyringens indtog, hvor læringen ud fra evidensbaseret viden syntes at kunne styres fra kommunekontoret. Aalborg Kommune fik eksempelvis en læringschef i 2014. Ifølge Rømer, Tanggaard & Brinkmann (2011) fordrer undervisningens kompleksitet og uforudsigelighed derimod lærerens autonomi og dømmekraft.

1 Lene Tanggaard var formand for rådgivningsgruppen for Fælles Mål 2018.

Ovenfor fremgår spændingsfeltet mellem en evidensdiskurs med fokus på intentionalitet og en professionel dømmekraftdiskurs med inddragelse af undervisningens uforudsigelighed. Om dette skriver Thomas Engsig:

“Med andre ord kan det, der sker i skoler ikke baseres på en reduktionistisk, instrumentel og monokausal forståelse [...]. Det er bl.a. dette, Gert Biesta (2014) tydeliggør, når han taler om den smukke risiko ved pædagogik og uddannelse al den stund, at der er tale om processer, som forekommer mellem intentionalitet på den ene side og uforudsigelighed på den anden” (Engsig, 2019, s. 12).

Det er dog vigtigt at have in mente at de to modpoler her er trukket meget skarpt op. Der er næppe nogen der mener at evidensbaseret viden automatisk lader sig overføre til givne undervisningssituationer. Med henvisning til sammenhængen mellem professionel dømmekraft og evidens skriver Jens Rasmussen således:

“Det er selvfølgelig ikke nok at vide, hvad der virker. En lærer må også vurdere, om og hvornår det er passende at anvende det, der virker. Men det er kun muligt, hvis læreren har kendskab til, hvad der virker” (Rasmussen & Holm, 2013).

Aktuelt giver Andy Hargreaves (Grynberg, 2020) udtryk for at evidensdiskursen er på tilbagetog verden over, men han argumenterer for at en ny syntese mellem evidens og dannelse er på vej. Han sammenligner undervisning med anvendelsen af GPS (big data) og vigtigheden af at koble den til lokalt vejkendskab (small data). Om analogien holder, skal jeg lade være op til læseren at vurdere, men den større lokale frihed giver under alle omstændigheder underviserne mulighed for selv at vurdere om og evt. hvornår evidensbaseret viden skal indgå i undervisningens tilrettelæggelse. Det gælder også naturfag, hvor man bør være kritisk over for udtalelser som begynder med *Mange studier viser* eller *Det er veldokumenteret* hvis udtalelserne i øvrigt fremtræder med en afgjorthed som lukker for enhver debat. Med reference til Arendts *forstørrede bevidsthed* skriver Thomas Engsig om sammenhængen mellem evidens og professionel dømmekraft:

“Arendts forståelser af dømmekraften kan bidrage til en mere nuanceret forståelse af den komplekse grund, den professionelle dømmekraft står på, og kan ydermere bidrage til en udfordring af den autoritative status og afgjorthed, som evidens og evidensbaseret pædagogisk praksis rummer” (Engsig, 2019).

Spændingsfelt mellem tværfaglig og monofaglig tilgang til naturfagsundervisning



I 2017 udkom skriftet *Sammen om naturvidenskab* (Astra, 2017). Skriftet var et forslag til en national strategi for naturvidenskab (populært kaldet STEM-strategien) udfærdiget af en strategigruppe nedsat af Undervisningsministeriet. I dette skrift blev det anbefalet at man i grundskolen skulle etablere forsøg med integreret naturfag på 1.-9. klassetrin, med følgende begrundelse:

“Naturvidenskabelig almindannelse og kompetence kræver i mange tilfælde en sammenhængende forståelse på tværs af fagene, hvilket bedst opnås gennem en sammenhængende undervisning i naturfagene” (Astra, 2017, s. 8).

Et år og et politisk magtskifte senere udkom så Undervisningsministeriets *National naturvidenskabsstrategi*. Et mål med strategien var at få flere børn og unge til at interessere sig for naturfag i folkeskolen og at vælge naturvidenskabelige gymnasiefag. Om det står der:

“Det kræver, at eleverne bliver fagligt dygtige og lærer de grundlæggende elementer i de enkelte naturvidenskabelige fag” (Regeringen, 2018, s. 5).

Og senere tilføjes:

“Der mangler fokus på elevernes opnåelse af dyb faglighed i de enkelte naturvidenskabelige fag samt praksisfaglighed gennem blandt andet arbejdet med virkelighedsnære problemstillinger” (ibid., s. 6).

Ovenstående viser med tydelighed at der er tale om et diskursivt spændingsfelt mellem en monofaglig og en tværfaglig tilgang til naturfagsundervisning. Ikke desto mindre er både monofaglig og tværfaglig undervisning i spil. Natur/teknologi fra 1. til 6. klasse er tværfagligt funderet, og selvom naturfagene i overbygningen opdeles i fysik/kemi, biologi og geografi, er der stadig krav om tværfaglige elementer, ikke mindst i den fællesfaglige naturfagsprøve. Hvordan undervisningen på de enkelte skoler eller læreruddannelser rent faktisk skal foregå, er der mange anbefalinger til, fx en anbefaling om at arbejde med tværfaglighed fordi det er “en måde at styrke elevers kompetencer til at forholde sig til problemstillinger i det virkelige liv” (Sillasen

& Linderoth, 2017, s. 35). Tværfaglighed begrundes netop ofte med fokus på *virkeligheden* – virkeligheden er ikke opdelt i fag. Et modsvar til dette er typisk at fagene er forskellige måder at forstå virkeligheden på.

“Fag er en slags værktøj eller analyseredskaber, der netop på grund af deres forskellighed gør det muligt at se virkeligheden i flere perspektiver og skifte mellem disse perspektiver i en alsidig vurdering af en sag. Ofte er der i disse perspektiver mere eller mindre åbenlyst indbygget interesser og værdier” (Møller, 2001).

Det vil i denne forbindelse føre for vidt at gå dybere ind i diskussionen, men de forskellige standpunkter er lette at finde i diverse bøger og tidsskrifter.

Det påviste spændingsfelt mellem monofaglig og tværfaglig tilgang til undervisning må man forholde sig til i alle tre dimensioner (individuel, kollektiv og strukturel). Denne forholden synes mest proaktiv hvis man undlader det som man i diskursteorien kalder mikroaggressioner. Et eksempel på en mikroaggression er *faglige siloer*, som indikerer en verdensfjern lukkethed. Her kan man lade sig inspirere af J. Pleasants, der skriver følgende om STEM-faglighed:

“En dybsindig tilgang til STEM skal anerkende værdien af disciplinære forskelle og samtidig give plads til tværfaglighed” (min oversættelse efter Pleasants, 2020, s. 838).

Der er næppe nogen tvivl om at der også fremover vil foregå drøftelser om hvorvidt naturfagene i overbygningen skal være integrerede. Til det synes det relevant at medtænke erfaringer fra natur/teknologi-undervisningen i indskolingen og på mellemtrinnet.

Spændingsfelt mellem accountability og responsibility – med fokus på evaluering



I den resultatbaserede styring som fulgte i kølvandet på New Public Management, fik accountability-tilgangen i betydningen at “stå til regnskab for” stor indflydelse idet den enkelte kommune, den enkelte skole og den enkelte lærer kunne stå til regnskab for resultatopnåelse, ikke mindst i forbindelse med nationale tests. Det krævede en central læringsmålstyring.

“Men med tendensen til centralisering af ansvar og beslutninger har der udviklet sig et stigende behov for generelle målinger, der nødvendigvis kun kan omfatte de mere målbare dele af kompetencerne, og dermed også en tendens til udgrænsning af de sider af uddannelserne, der vedrører de mindre målbare kompetenceelementer” (Illeris, 2013, s. 147).

Når fokus derimod er på professionel dømmekraft og formålsorientering, er der snarere tale om en responsibility-tilgang i betydningen “at tage ansvar”. Naturfagsunderviseren eller teamet må til enhver tid kunne argumentere for de valg der træffes. Det gælder også valget om hvorvidt man ønsker at bruge de frivillige tests der i 2017/2021 erstattede de nationale tests i naturfagene.

Evalueringskulturen kan stå centralt i både accountability- og responsibility-tilgangen. Det synes dog vigtigt at have in mente at evaluering ikke kun handler om hvad der er muligt, virksomt eller effektivt, men i høj grad også om hvad der er ønskværdigt og efterstræbeligt (Biesta, 2007). Der er måske behov for en ny evalueringskultur hvor der ikke kun er opmærksomhed på udvikling og fornyelse, men også på ro og eftertænk-somhed som modvægt til et uendeligt forandrings- og forbedringspres. Summativ evaluering er ofte blevet kritiseret, men formativ evaluering forstået som *evaluering for læring* har siden Hatties forskningsgennembrud på den internationale scene haft en særegen positiv position i det danske undervisningssystem. Der er således næppe uenighed om værdien af konstruktiv feedback, men detaljeringsgraden i den løbende evaluering af den enkelte elev har til gengæld mødt kritik. I folkeskolereformen fra 2014 var det et krav at elevplanerne skulle fungere som redskab til at understøtte systematisk løbende evaluering, opfølgning og forbedring af elevernes udbytte af undervisningen (Børne- og Undervisningsministeriet, 2014). Dette blev effektueret i de digitale læringsplatforme hvor læringsmålstyringen for den enkelte elev blev udmøntet i krav om tydelig sammenhæng mellem læringsmål, undervisningsaktivitet, tegn på læring og evaluering (herunder elevernes selvevaluering). Efterfølgende har flere forskere peget på negative konsekvenser ved det konstante evalueringspres elever udsættes for fra centralt hold, fra læreren, fra andre elever og fra sig selv (Kaas, Berg & Grumløse, 2020; Larsen, 2022). Som tidligere nævnt blev ordet læringsmålstyring afskaffet i 2018, og siden er de detaljerede elevplaner erstattet af en meddelelsesbog med langt færre krav til indhold. Ligeledes er kravet om brug af de digitale læringsplatforme frafaldet sammen med kravet om skolernes udskældte kvalitetsrapporter. Når man læser bemærkningerne til *Aftale om fremtidigt evaluerings- og bedømmelsessystem i folkeskolen* (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021), er der tilsyneladende ingen der efterspørger de meget detaljerede evalueringer i forbindelse med elevplaner og kvalitetsrapporter. Men selvom det ministerielle evaluerings- og bedømmelsessystem nu har mest fokus på dansk og matematik, betyder det selvfølgelig ikke at der ikke skal foregå evaluering i naturfag. Ofte peges der på at evaluering skal være med til

at sikre en progression i folkeskolens naturfagsundervisning. Det er så vigtigt at få afklaret hvad denne progression skal indeholde. Er det folkeskolens kompetenceområder og/eller kernefaglige elementer? Det er et fælles ansvar at vurdere hvad der har så høj værdi at det bør evalueres. Og så er vi tilbage ved Aristoteles, Kant og Arendt.

Konklusion og diskussion

I såvel folkeskole- som læreruddannelsesregi er der fra ministeriel side et aktuelt fokus på professionel dømmekraft. I 2018 gav Undervisningsministeriet således udtryk for at der er brug for fornyet respekt for den professionelle dømmekraft. Det samme gør sig gældende i forhold til den seneste læreruddannelsesreform. Der gives dog også udtryk for at den øgede frihed bør udmøntes i et forpligtende samarbejde mellem skolens parter, og at de valg der træffes, skal kunne begrundes. På den måde er der lagt vægt på responsibility frem for den accountability-tilgang som var herskende i reformerne fra 2013 og 2014.

Dømmekraft er dog ikke et entydigt begreb. Med udgangspunkt i Aristoteles, Kant og Arendt er det her blevet tolket som reflekterende dømmekraft og forstørret bevidsthed i dialog med andre fordi der netop er tale om et forpligtende samarbejde om centrale uddannelsesspørgsmål hvor der ikke er et entydigt og monokausalt svar, men hvor der er en risiko for at lade sig styre af dominerende diskurser. Overordnede diskurser i den aktuelle uddannelsesdebat er derfor forsøgt nedbrudt til didaktiske spændingsfelter som man i et fagligt fællesskab kan forholde sig til.

Som skrevet er det langtfra sikkert at læseren er enig i valget af spændingsfelter. Der kan meget vel være andre som giver mere mening at debattere. Det er heller ikke sikkert at man som læser opfatter de enkelte spændingsfelters modstillinger som værende egentlige modstillinger. Min forhåbning er dog at artiklen kan være et bidrag til nogle konstruktive dialoger.

Referencer

- Astra. (2017). *Sammen om naturvidenskab. Anbefalinger til en national strategi for de naturvidenskabelige fag*. Astra. Lokaliseret den 5. februar 2023 på https://astra.dk/wp-content/uploads/2022/04/nns_rapport_anbefalinger_final_web.pdf
- Biesta, G. (2007). Why "What Works" Won't Work: Evidence-Based Practice and Democratic Deficit In Educational Research. *Educational Theory*, 57(1), s.1-22.
- Bjerril, S. (2022). *Forsker: Ny læreruddannelse er en formålsrevolution*. Folkeskolen.dk. Lokaliseret den 5. februar 2023 på <https://www.folkeskolen.dk/faelles-mal-laereruddannelsen-malstyring/forsker-ny-laereruddannelse-er-en-formalsrevolution/4682109>.
- Børne- og Undervisningsministeriet (2014) Lov om ændring af lov om folkeskolen og forskellige andre love. Lokaliseret d. 26. juni 2023 på <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2014/406>

- Børne- og Undervisningsministeriet. (2021). *Bred aftale om fremtidigt evaluerings- og bedømmelsessystem*. Lokaliseret den 31. maj 2023 på <https://www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2021/okt/211029-bred-aftale-om-fremtidigt-evaluerings-og-bedoemmelsessystem>.
- Danmarks Lærerforening. (2016). *Læringsmålstyret undervisning og læringsplatforme*. Notat. Lokaliseret den 5. februar 2023 på https://www.dlf.org/media/8932814/notat_lmua_laeringsplatforme.pdf.
- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi* (s. 59-139).
- Engsig, T.T. (2019). Har den evidensbaserede videnskab taget magten over den professionelle dømmekraft? *Dansk Pædagogisk Tidsskrift*, 1, s. 6-15.
- Eriksen, C. & Pahuus, A.M. (2011). Hvad er dømmekraft? Den levende arv fra Aristoteles, Kant og Løgstrup. I: M.B. Johansen & S.G. Olesen (red.), *Professionernes sociologi og vidensgrundlag* s. 43-65 Aarhus: ViaSysteme.
- Gruschka, A. (2016). *At lære at forstå*. Aarhus: Klim.
- Grynborg, S. (2020). *Pædagogisk guru: Evidensstyringen er på retur – trivsel og samarbejde vinder frem*. Folkeskolen.dk. Lokaliseret den 5. februar 2023 på <https://www.folkeskolen.dk/arbejdsliv-folkeskolen-nr-01-2020-forskning/paedagogisk-guru-evidensstyringen-er-pa-retur-trivsel-og-samarbejde-vinder-frem/337081>.
- Hammersley, M. (Ed.). (2007). *Educational research and evidence-based practice*. Los Angeles, CA: Sage.
- Hargreaves, D. (1996) *Teaching as a Research-based Profession: Possibilities and Prospects*. Teacher Training Agency Annual Lecture, Teacher Training Agency, London.
- Hattie, J. & Yates, G.C. (2013). *Visible Learning and the Science of How We Learn*. Routledge.
- Illeris, K. (2013). *Kompetence. Hvad, hvorfor, hvordan?* Gylling: Samfundslitteratur.
- Kant, I. (1793[2005]). *Kritik af dømmekraften*. København: Det lille Forlag.
- Kant, I. (1793/1783). Besvarelse af spørgsmålet: Hvad er oplysning? I: M.H. Jeppesen (red.), *Oplysning, historie, fremskridt. Historiefilosofiske skrifter*. 1. udgave. Aarhus: Slagmark.
- Klafki, W. (1957). *Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorialen Bildung* (4. udgave, bind 6).
- Klafki, W. (2002). *Dannelsesteori og didaktik. Nye studier*. Aarhus: Klim.
- Kaas, L.A., Berg, M.S. & Grumløse, S.P. (2020). Når skolens børn evaluerer sig selv. *Studier i læreruddannelse og -profession*, 5(2), s. 56-75. <https://tidsskrift.dk/SLP/article/view/123519/170533>.
- Larsen, S.N. (2022). *Evalueringsfeber og evidensjagt. Kritiske essays til forsvar for fagligheden*. Samfundslitteratur.
- Laursen, P.F. (2006). Ja tak til evidens – rigtigt fortolket. *Unge Pædagoger*, 3, *Dansen om evidensen*, s. 3-13.
- Møller, J.P. (2001). *Omverdensforståelse. Didaktiske perspektiver og eksempler*. Aarhus: Klim.
- Nielsen, L. & Boll, B.H. (2017). *Introduktion til begrebet dømmekraft*. UCN.
- OECD (2004). *National Review on Educational R&D: Examiners' Report on Denmark*. Paris: OECD.
- Pahuus, A.M. (2003). Hannah Arendts teori om offentlighed og dømmekraft. *Slagmark*, 37, s. 63-78.

- Pleasants, J. (2020): Inquiring into the Nature of STEM Problems: Implications for Pre-College Education. *Science & Education*, 29(1), s. 831-855.
- Rasch-Christensen, A. & Rasmussen, J. (2014). Kompetencemål i den nye læreruddannelse. *PAI-DEIA*, 7 (s. 15-25)
- Rasmussen, J. & Holm, C. (2013). *Den nye læreruddannelse skal styrke lærerens professionelle dømmekraft*. Folkeskolen.dk. Lokaliseret den 5. februar 2023 på <https://www.folkeskolen.dk/folkeskolen-nr-13-2013-kronik-laerer-og-efteruddannelse/den-nye-laereruddannelse-skal-styrke-laererens-professionelle-dommekraft/770500>.
- Regeringen (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. Lokaliseret den 5. februar 2023 på <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/180313-national-naturvidenskabsstrategi.pdf>.
- Rømer, T.A., Tanggaard, L. & Brinkmann, S. (2011). *Uren pædagogik*. Aarhus: Klim.
- Schmidt, J.R. (2015). *På sporet af magtspillet om dansk naturfagsundervisning. Neoliberal styring af folkeskolen og læreruddannelsen siden årtusindskiftet*. Aalborg Universitet.
- Sillasen, M.K. & Linderoth, U.H. (2017). Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag. *MONA*, 2017(3) s. 19-38.
- Sjöström, J. (2022). Kunskaper i och om naturvetenskap som del av världsmedborgerlig bildning. *MONA*, 2022(4) s. 128-134
- Slavin, R.E. (2002). Evidence-Based Educational Policies: Transforming Educational Practice and Research. *Educational Researcher*, 31(7), s. 15-21.
- Styrelsen for Videregående Uddannelse. (2012). *Vejledning til master for kompetencemål i læreruddannelsens fag*. Lokaliseret den 5. februar 2024 på <http://semmus.dk/km2012/kick-off/Vejledning.pdf>
- Uddannelses- og Forskningsministeriet. (2022). *Aftale om reform af læreruddannelse*. Lokaliseret den 5. februar 2023 på <https://ufm.dk/lovstof/politiske-aftaler/aftale-om-reform-af-laereruddannelsen-13-september-2022.pdf>.
- Undervisningsministeriet. (2018). *Formål og frihed. Fem pejlemærker for Fælles Mål i folkeskolen*. Lokaliseret den 5. februar 2023 på <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/folke/pdf18/jun/180620-pejlemaerker-faelles-maal.pdf>.

English abstract

More local freedom in both schools and teacher education requires professional judgment, according to the ministries concerned. This article explains relevant branches from the history of ideas related to the concept of judgment. In addition, a number of discursive tensions are described, which can be traced in ministerial decrees and science didactic currents. It requires professional judgment to position oneself in the discursive fields of tension so hopefully they can act as a starting point for discussions in professional communities.



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 STEM-Barbie 'erstatte' den kønskloge naturfagslærer



Jette Sandager, Afdeling
for Pædagogisk Sociologi,
DPU, Aarhus Universitet

Kommentar til Tekla Canger og Lise Aagaard Kaas: "Kønnede narrativer i engineering-undervisning", MONA, 2023(2).

I artiklen "Kønnede narrativer i engineering-undervisning" undersøger Tekla Canger og Lise Aagaard Kaas (2023) engineering-undervisning som en ny type af undervisning der kan sikre udvidede deltagelsesmuligheder for piger i naturfag. De to forfattere beskriver hvordan engineering-undervisning anses for at kunne differentiere naturfag på måder der sikrer at piger og drenge har rum til at udfolde sig lige i naturfag. Engineering-undervisning placerer sig således som endnu en løsning i den lange række af løsninger på hvordan vi skal løse kvinders lave repræsentation i STEM (science, technology, engineering & mathematics) (OECD, 2017; UNESCO, 2017). Ikke overraskende ender de to forfattere med at konkludere at engineering-undervisning ikke ser ud til at udfordre kønnede narrativer og skabe lige deltagelsesmuligheder for drenge og piger i naturfag. Engineering-undervisning er i højere grad med til at opretholde stereotype forestillinger der begrænser og fastholder piger i bestemte måder at gøre deres køn på i naturfag. På baggrund af deres konklusion afslutter forfatterne med at foreslå at man gør engineering-undervisningen "kønsklog" (Staunæs, Plauborg & Mengel, 2022) for at opnå et større potentiale for at gøre den til en undervisning der skaber mere lige deltagelsesmuligheder for drenge og piger i naturfag.

Jeg er enig i artiklens pointer, og denne kommentar har derfor ingen intention om at tage et polemisk standpunkt. Den vil i højere grad supplere artiklens argumenter ved at tilføje dem et yderligere lag af feministisk teori og empiriske eksempler der understreger hvor kompleks løsningen på pigers begrænsede deltagelse i naturfag, og på længere sigt kvinders lave repræsentation i STEM, er. Med udgangspunkt i teorier af den feministiske tænker Karen Barad (2007) vil jeg således argumentere for at naturfagslokalet ikke er et rum der er isoleret fra resten af verden. Barad er queer-

forsker, men kommer fra kvantefysikken, og deres teorier om det sociale er derfor stærkt inspireret af denne disciplin og begreber som *diffraction* (Barad, 2007; se også Barad, 2010, 2013, 2017). Dette begreb tillader os at forstå alle dele af vores verden, inklusive naturfagslokalet, som nogen og noget der opnår eksistens i og gennem hinanden; det der er udenfor, er også altid indenfor, og det der er indenfor, er også altid udenfor (Barad, 2007).

Derfor er naturfagslokalet også et rum der hele tiden invaderes af verden 'udenfor', bl.a. i form af de kønnede narrativer der eksisterer 'uden for' naturfagslokalet (Sandager, 2022). Med udgangspunkt i Barads (2007) feministiske teorier vil jeg argumentere for at naturfagslokalet er et (socialt) rum der hele tiden invaderes af verden 'udenfor', bl.a. i form af de kønnede narrativer der eksisterer 'uden for' naturfagslokalet. Men faktisk er naturfagslokalet ikke kun et rum der invaderes af abstrakte narrativer, det invaderes også af andre fysiske rum og materialiteter. Som endnu en løsning på kvinders lave repræsentation i STEM finder vi fx det private uddannelsesinitiativ LIFE. Dette initiativ har til hensigt at øge både drenges og pigers, men særligt pigers, interesse for naturfag gennem nye rum og materialiteter der skaber udvidede kønnede deltagelsesmuligheder (LIFE, u.å. a). LIFE tilbyder således muligheden for besøg af et mobilt laboratorium der helt fysisk kører ind i skolens rum, og stiller et fuldt udstyret laboratorium til rådighed for skolens elever (LIFE, u.å. b). Derudover har LIFE udviklet en række materielle undervisningspakker som skolen kan bestille til levering og aktivere i sin naturfagsundervisning for at 'opgradere' denne (LIFE u.å. c).

Selvom LIFE er et interessant eksempel fordi det demonstrerer hvordan det vi betragter som skolens 'udenfor', helt fysisk også er skolens 'indenfor', så vil jeg i denne kommentar fokusere på de samme kønnede narrativer som Canger & Kaas (2023) fokuserer på. Disse narrativers abstrakte karakter betyder at de tit undviger vores opmærksomhed, og netop derfor er der behov for at vi tildeler dem eksplicit opmærksomhed. Som katalysator for skabelsen af de mange kønnede narrativer finder vi den store gruppe af kønnede STEM-uddannelsesartefakter der p.t. produceres af (private) aktører – såsom LIFE – for at give piger nye muligheder for at udvikle interesse i naturfag gennem leg (se Sandager, 2022; Sandager & Pors, 2020, 2022; Sandager, forthcoming; Andersen, Knudsen & Sandager, 2023). Som sådan fokuserer jeg på kønnede STEM-uddannelsesartefakter der gives til piger 'uden for' skolen, og som aktiveres i leg 'uden for' naturfagslokalet, men som, jf. Barads feministiske teorier, uundgåeligt også er 'indenfor' i naturfagslokalet i kraft af deres narrativer.

Blandt de kønnede STEM-uddannelsesartefakter finder vi *STEM Kit Barbie* (STEM-legesæt-Barbie), der er afbildet i figur 1. Denne Barbie skaber narrativer om kvinder i STEM som nogle der udfører engineering-opgaver der omfatter konstruktionen af en vaskemaskine og et roterende tøjskab hvor *STEM Kit Barbie* kan fremvise hjemmedesignede kjoler (Thames & Kosmos, 2022).



Figur 1. STEM Kit Barbie (Thames & Kosmos).

Vi finder også *Computer Engineer Barbie* (computerprogrammør-Barbie), der er afbildet i figur 2.



Figur 2. *Computer Engineer Barbie* (Thames & Kosmos).

Denne Barbie skaber narrativer om kvindelige computeringeniører som nogle der beskæftiger sig med æstetisk design som de derefter skal have assistance til at realisere teknologisk af mænd. I bogen *Barbie: I Can Be A Computer Engineer* (Barbie: Jeg kan være en computerprogrammør) (Marenco, 2013), hvor *Computer Engineer Barbie* og hendes arbejde præsenteres, beskrives det således hvordan hun arbejder på at få "en robot-hundehvalp til at udføre nuttede tricks", men da en anden Barbie spørger om hun må lege med denne hundehvalp, svarer *Computer Engineer Barbie* grinende

at hun “kun designer idéerne”, og at hun har brug for “Stevens og Brians hjælp til at lave det hele til et rigtigt spil” (egen oversættelse).

Selvom de to kønnede STEM-uddannelsesartefakter i form af *STEM Kit Barbie* og *Computer Engineer Barbie* er et lille udsnit af den store gruppe af kønnede uddannelsesartefakter der eksisterer, så er de narrativer de skaber, repræsentative for de narrativer gruppen af kønnede uddannelsesartefakter skaber (se Sandager, 2022). Narrativerne er også helt lig de kønnede narrativer som Canger & Kaas (2023) identificerer i deres artikel, og som de argumenterer for må ændres hvis drenge og piger skal have rum til at udfolde sig lige i naturfag. Canger & Kaas (2023) identificerer kønnede narrativer om at drenge tager fokus i præsentationer mens piger udfører det usynlige arbejde der ligger bag præsentationerne (fx det usynlige arbejde i hjemmet versus det synlige arbejde uden for hjemmet, jf. *STEM Kit Barbie*), og kønnede narrativer om at drenge skal hjælpe piger med at løse svære naturfagsrelaterede opgaver (fx realisere æstetisk design til teknologi, jf. *Computer Engineer Barbie*).

Hvis vi med udgangspunkt i Barads (2007) feministiske teorier forstår det der er ‘udenfor’, som noget der også er ‘indenfor’, og derfor de kønnede narrativer der skabes af kønnede STEM-uddannelsesartefakter, som noget der hele tiden invaderer naturfagslokalet, så bliver spørgsmålet om skolens naturfagsundervisning, uanset hvor kønsklogt den gøres, kan bryde med de kønnede narrativer der sætter begrænsninger for hvordan piger kan deltage i naturfag. Eksemplerne der er afbildet ovenfor, viser tydeligt hvordan skolen ikke længere er alene om at forsøge at skabe naturfagsinteresse hos flere piger, og hvordan mange forskellige (private) aktører p.t. melder sig på banen. Det er således ikke kun naturfagsundervisningen der skal gøres kønsklog hvis vi skal skabe udvidede deltagelsesmuligheder for piger i naturfag. Det er også de mange kønnede STEM-uddannelsesartefakter der produceres af forskellige (private) aktører der skal gøres kønskloge. Hvis ikke disse kønnede STEM-artefakter gøres kønskloge, så vil de hele tiden forstyrre – eller rettere styrke – de narrativer som den kønskloge naturfagsundervisning forsøger at bryde med.

Alt dette gør løsningen på kvinders lave repræsentation i STEM til en kompleks størrelse som det kan være svært at se manifestere sig inden for den nærmeste tid. Nogle af de (private) aktører bag produktion af kønnede STEM-uddannelsesartefakter har dog netop produceret en Barbie af Dr. Maggie Aderin-Pocock (Kataria, 2023) der er en farvet rumforsker. Denne udvikling betyder at der nu er forskellige hudfarver og ikke-stereotype STEM-aktiviteter repræsenteret blandt de kønnede STEM-uddannelsesartefakter, og at løsningen på kvinders manglende repræsentation i STEM er kompleks og langsom, men ikke uopnåelig. Én ting er dog sikkert: Vi kan ikke kun bebrejde skolens undervisning for kvinders lave repræsentation i STEM, ligesom vi heller ikke kan forvente at finde løsningen på kvinders lave repræsentation i STEM i skolens undervisning alene.

Referencer

- Andersen, N.Å., Knudsen, H. & Sandager, J. (2023). Potentialising the Potential: Dream of Everything You Can Become, and Become Everything You Dream of. *European Educational Research Journal*. <https://doi.org/10.1177/14749041231167063>.
- Barad, K. (2007). *Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*. Durham og London: Duke University Press.
- Barad, K. (2010). Quantum Entanglements and Hauntological Relations of Inheritance: Discontinuities, SpaceTime Enfoldings, and Justice-to-Come. *Derrida Today*, 3(2), 240-268.
- Barad, K. (2013). Ma(r)king Time: Material Entanglements and Re-memberings: Cutting Together-Apart, i (red. Carlile, P.R., Nicolini, D., Langley, A., & Tsoukas, H.) *How Matter Matters: Objects, Artifacts, and Materiality in Organization Studies*. Oxford: Oxford University Press.
- Barad, K. (2017). 'No Small Matter: Mushroom Clouds, Ecologies of Nothingness, and Strange Topologies of Spacetime-mattering', i (red. Gan, E., Tsing, A., Swanson, H., Bubandt, N.) *Arts of Living on a Damaged Planet: Ghosts and Monsters of the Anthropocene*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Canger, T. & Kaas, L.A. (2023). Kønnede narrativer i engineering-undervisning. *MONA*, 2023(2), 24-43.
- Kataria, S. Space scientist Dr Maggie Aderin-Pocock given Barbie honour, BBC, 7. marts, 2023. Lokaliseret den 28. juni 2023 på: <https://www.bbc.com/news/uk-england-leicestershire-64867924>
- LIFE (u.å. a). *Videnskabskvinder for en dag*. Lokaliseret den 28. maj 2023 på: <https://life.dk/nyheder/videnskabskvinder-for-en-dag>.
- LIFE (u.å. b). *LIFE Mobil Lab*. Lokaliseret den 28. maj 2023 på: <https://life.dk/om-undervisningsinitiativet-life/life-mobil-labs>.
- LIFE (u.å. c). *Undervisningsforløb*. Lokaliseret den 28. maj 2023 på: <https://life.dk/undervisningsforlob>.
- Marenco, S. (2013). *Barbie: I Can Be a Computer Engineer*. New York City, NY: Random House. OECD (2017). *The Pursuit of Gender Equality: An Uphill Battle*. Paris: OECD.
- Sandager, J. & Pors, J.G. (2020). Kønsforskelle i uddannelsesvalg. *Samfundsøkonomen*, 1, s. 20-25.
- Sandager, J. & Pors, J.G. (2022). Ghostly Mirroring: How Taxidermy Could Teach us Something Important About Current Attempts to Inspire STEM Aspirations in Young Women. I: D. Mifsud (red.), *Narratives of Educational Leadership: Representing Research via Creative Analytic Practices* (s. 199-221). Singapore: Springer. Educational Leadership Theory.
- Sandager, J. (2022). *Glitter, Glamour, and the Future of (More) Girls in STEM: Gendered Formations of STEM Aspirations*. Copenhagen Business School (ph.d.). PhD Series, 18.2022.
- Sandager, J. (forthcoming). 'When A Girl Plays With Barbie, She Imagines Everything She Can Become'- Glitter, STEM og Styling. *Lederliv*.
- Staunæs, D., Plauborg, H. & Mengel, P. (2023). *Kønsklog skole*. Rapport. Villum Fonden.
- Thames & Kosmos. (2022). *Barbie STEM Kit*. Lokaliseret den 28. maj 2023 på: <https://thamesandkosmos.com/index.php/on-the-web/item/make-every-day-national-stem-day-with-the-barbie-stem-kit>.
- UNESCO (2017). *Cracking the Code: Girls' and Women's Education in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)*. Rapport. UNESCO.

Lærerens naturfagskapital

– et vigtigt begreb, men vigtigt for hvad?



Jens Jakob Ellebæk,
UC Syddanmark

Kommentar til Steffen Elmoose: "Naturfagskapital hos naturfagslærere – et teori- og metodeudviklingsstudie", MONA, 2023(2).

Aktuelt, vigtigt og vedkommende

Elmooses artikel rammer på mange måder flere aktuelle forsknings- og læreruddannelsesrelaterede strømninger og fremstår som en særdeles vigtig og vedkommende artikel. Spørgsmålet om eksistensen af læreres naturfagskapital (NK) – og hvorvidt det kan påvises at en sådan kapital er vigtig for lærernes evne til at formidle naturfag i skolen – skal ses i kontekst af en stigende forskningsrettet opmærksomhed på kapitalbegrebet i mange forskellige sammenhænge (Bourdieu, 1986; Hargreaves & Fullan, 2012). Samtidig har der været en stigende naturfagsdidaktisk opmærksomhed på naturfagskapital for elever – både internationalt (King et al., 2015) og nationalt (Holmegaard, 2014; Nicolaisen et al., 2023). Men artiklen rummer også et mere udviklings- og uddannelsesorienteret perspektiv, som på mange måder passer godt ind i det lidt diffuse aktuelle stadie efter en meget ensrettet uddannelsespolitisk periode. En periode hvor New Public Management, 'teaching to the test' og læringsmålsstyring kan ses som nogle af konsekvenserne af et politisk ensrettet fokus på økonomi frem for pædagogik. Måske tilbyder Elmoose med 'påvisningen' af NK som eksisterende blandt de udvalgte lærere i pilotstudiet et bud på en ny opmærksomhed der igen vil tillade os at se nærmere på forholdet mellem lærerens naturfagsdidaktiske og naturfaglige kompetence og dannelse?

Forskningsrettede kommentarer

På mange måder virker det befriende at Elmoose ikke bare forfalder til en klassisk 'overførbarheds-forståelse', som vi ellers har set så mange gange i de seneste årtier,

hvor NK som dokumenteret central for elever internationalt (King et al., 2015) også ukritisk godtages som central for lærere i Danmark. Hertil er der simpelthen for mange uafklarede spørgsmål hvor netop overførbarhed mellem genstandsområder og kontekster skal tilgås ydmygt. I Elmoses tilfælde er dette netop tilfældet. Udgangspunktet er en ganske rimelig antagelse om, at danske læreres egen NK har betydning for deres evne til at formidle naturfag til eleverne. Men den virkelige styrke i det beskrevne pilotprojekt er noget mere ydmyg og i første omgang begrænset til om en sådan NK for lærere overhovedet eksisterer og kan påvises i Danmark med en metodisk linse baseret på en teoretisk omskrivning af NK for elever til NK for lærere. På baggrund af denne omskrivning laves en operationalisering af begrebet til interviewspørgsmål i tre hovedområder: A) naturfaglig kulturel kapital, B) naturfaglig adfærd og handling, C) naturfaglige former for social kapital. Spørgsmålene virker passende i forhold til at dække områderne, og den tvivl man måske kunne opleve i forhold til teknologibegrebet, som virker nærmest fraværende i gengivelsen af elevernes NK (Elmose, 2023, s. 48), kommer noget mere tydeligt frem i spørgsmålene, hvor en sætning omhandlende "... naturfaglig teknik i hverdagen" sniger teknologibegrebet ind som en del af lærerens NK (Elmose, 2023, s. 51). Her kunne man godt ønske sig at teknologibegrebet også fremgik lidt mere entydigt af den teoretiske ramme for læreres NK.

Desuden ligger der bag hele undersøgelsen en grundlæggende forskningsmetodisk antagelse der er værd at være opmærksom på. Nemlig vedrørende lærerens evne til at adskille sin egen private naturfaglige interesse fra en naturfaglig interesse koblet til sit virke som lærer. En grundlæggende antagelse som kan vise sig at være forkert – men hvis den er forkert, kan den måske imødegås gennem passende rettidige tiltag. Kan en erfaren og dedikeret naturfagslærer eksempelvis adskille sin egen naturfaglige interesse i spørgsmål om Andreas Mogensens fysiologiske ændringer i længerevarende vægtløshed fra den interesse der er koblet til mulighederne for at initiere elevspørgsmål og lave spændende undervisningsforløb fremadrettet? For mig at se er det netop slet ikke sikkert at dedikerede lærere rent faktisk kan adskille den private interesse fra den professionelle. Og det forekommer mig sandsynligt at jo mere erfaren man er som lærer, jo mindre kan man lave denne adskillelse. Ligesom man ser det inden for PCK-forskningen hvor lærerens tavse viden om sin egen fagdidaktiske kundskab (PCK) er dokumenteret hyppigt og gentagende (Bertram & Loughran, 2012; Ellebæk, 2021; Henze & Van Driel, 2015; Loughran et al., 2004). Måske kunne det hjælpe med retrospektive eller hypotetiske interviewspørgsmål, hvor læreren fx bliver bedt om at tænke tilbage på sin egen naturvidenskabelige interesse før lærergerningen – eller forestille sig ikke at være lærer, og om vedkommende så fortsat ville abonnere på *Geoviden* eller lave insekthotel i baghaven. – Når jeg tænker på min egen naturvidenskabelige interesse, så kan jeg efterhånden godt komme i tvivl om hvorvidt jeg selv er i stand til at adskille den personlige fra den professio-

nelle interesse. Hvis ovenstående kommentar blot har en mindre grad af sandhed i sig, kunne det komme til at betyde noget for den teoretiske ramme Elmoses projekt er indlejret i, hvor der i så fald kunne forventes en lidt større forskel mellem en elevs og en lærers NK end Elmoes lægger op til.

Elmoes ser desuden gode muligheder for at integrere læreres NK i det af Shulman introducerede begreb Pedagogical Content Knowledge (PCK) (Elmoes, 2023, s. 49). Her henviser han til den seneste model for PCK i form af RCM-modellen (Carlson & Daehler, 2019), som han efter min mening får oversat forkert. Selvom konsensusmodellen egentlig blev ændret på det andet PCK Summit – og dermed på sin vis blev ‘redefineret’ – skal modellen vel nærmere oversættes til ‘raffineret’ (Refined Consensus Model of PCK) (Carlson & Daehler, 2019, s. 78-83). Derfor virker Elmoses oversættelse til ‘den redefinerede PCK-model/RFM-modellen’ (Elmoes, 2023, s. 49) misvisende og gør ikke begrebet mere tydeligt/anvendeligt i en dansk kontekst. Selvom jeg selv har oversat PCK til ‘fagdidaktisk kundskab’ for at læne begrebet op ad de nordiske oversættelser samt gøre begrebet mere tilgængeligt, udbredt og anvendeligt på danske lærerværelser, så mener jeg samtidig det er vigtigt vi fastholder de internationale begreber for at sikre historikken og det internationale udsyn (Ellebæk, 2021; Ellebæk & Nielsen, 2016). På samme måde er jeg ikke begejstret for Elmoses oversættelse af ‘the enacted PCK’ til ‘den udførte PCK’ (Elmoes, 2023, s. 49), hvor det Dewey-inspirerede begreb ‘enactment’ synes at miste noget af sin styrke til at forklare hvordan tidligere erfaringer reflektivt indlejres i fremadrettede handlinger (Nielsen, 2012). Når det er sagt, så synes Elmoses intentioner om at integrere forskningen omkring PCK og Banduras self-efficacy-begreb (Bandura, 1997) i eget projekt om læreres NK forholdsvis velvalgte. At lærerens NK i så fald ville være indlejret som en del af vidensbaserne omkring PCK, virker umiddelbart oplagt, men det bliver virkelig interessant hvis det kan sandsynliggøres at lærerens NK påvirker – eller måske er en del af – lærerens kollektive, personlige eller enactede PCK (Carlson & Daehler, 2019). Her mener Elmoes at lærerens NK måske kan forestilles at fungere som “forstærkere og filtre” der påvirker den enactede PCK (Elmoes, 2023, s. 50). For mig forekommer det en smule uklart hvad der menes hermed, og hvis netop NK’s påvirkning af forstærkere og filtre er det primære fokus for Elmoes, kan det måske være en fordel at orientere sig mod konsensusmodellen (Ellebæk & Nielsen, 2016; Gess-Newsome, 2015) eller sågar Magnusson-modellen (Magnusson et al., 1999), som har mere tydeligt fokus på lærerens værdimæssige orienteringer og overbevisninger som betydende for undervisningen. Men spørgsmålet er vel om lærerens NK ikke blot fungerer som forstærker eller filter for eksempelvis at vælge – eller fravælge – en bestemt undervisningstilgang på basis af overbevisninger, men også er direkte betydende for lærerens evne til at gennemføre selve undervisningen i en specifik sammenhæng. I så fald er det jo ikke blot “forstærkere og filtre” vi taler om, men at NK måske endda kan ses som noget der påvirker – eller er indlejret i – den personlige

eller enactede PCK. Det forekommer mig dog at der kunne være behov for at se bredere på NK's betydning for lærerens virke som naturfagslærer end PCK-tænkningen lægger op til. PCK har som begreb sin styrke i ret specifikke betragtninger om en lærers evne til at undervise i et bestemt indholdsområde, på et bestemt klasseniveau, for bestemte elever, i en bestemt sammenhæng (Gess-Newsome, 2015; Loughran et al., 2012). Særligt i Danmark tænker vi jo en lærers virke som mere end at levere god, kompetent undervisning, og i den sammenhæng vil jeg blot kort henvide til Dolin, Ellebæk & Daugbjerg (in press) som definerer *naturfaglig lærerfaglighed* som en *lærers vidensbaserede kompetence og dannelse*. Det er muligt at dette lidt bredere og mere overordnede blik på en lærers professionalitet kunne være mere hensigtsmæssig for at se på hvorvidt en lærers NK rent faktisk betyder noget i – og for – praksis.

Et relevant begreb for lærerarbejdet og læreruddannelse?

Relevansen for både arbejdet som lærer og læreruddannelsen synes oplagt. Gennem Elmoses artikel 'påvises eksistensen af' lærernes NK (Elmose, 2023, s. 58), og dermed bliver NK's eventuelle betydning for lærernes pædagogiske kompetencer interessant. Det grundlæggende spørgsmål synes at være om en lærer nødvendigvis skal have et personligt, privat forhold til naturvidenskab for at lave god naturfagsundervisning. Og selvom de fleste nok vil antage at der skal svares ja på dette spørgsmål, så ved vi det ikke med sikkerhed, og vi ved slet ikke i hvilket omfang man i givet fald skulle være 'privat naturfagligt interesseret'. Fra PCK-forskningen ved vi at en vis vidensbase i det indhold man skal undervise i, er vigtig, men vi ved også at der ikke er nogen lineær sammenhæng mellem lærerens naturvidenskabelige viden og evnen til at undervise i et fag. Hvis det var tilfældet, ville den bedste undervisning i så fald altid kunne laves af folk med ph.d. i fagfeltet, hvilket åbenlyst er forkert (Abell, 2007).

Desuden synes der at være en vis risiko for at opmærksomheden på lærerens NK med Elmoses projekt kan medføre normative forventninger om lærerens private interesse og habitus – måske lidt karikeret symboliseret med ydre forventninger, hvor fx gummistøvler og Fjällräven implicit anses som dresscode hvis man skal betragtes som en 'rigtig biologilærer'. I så fald kunne en meget høj NK hos en lærer måske have den modsatte effekt hvor læreren lidt lever i en anden verden end eleverne og ikke er i stand til at lave de relationer vi ved er vigtige for at undervisning kan lykkes. Ikke desto mindre virker det som vigtigt at komme det nærmere hvorvidt – og i hvilket omfang – lærerens NK rent faktisk betyder noget for naturfagslærernes pædagogiske kompetencer. – Her er jeg ikke selv særlig overbevist om sandheden af den grundlæggende antagelse, men ser det som mere sandsynligt at der vil kunne påvises en sammenhæng mellem en lærers NK og lærerens naturfaglige lærerfaglighed, hvor man ser bredere på en lærers virke og dannelsesbegrebet får en mere fremtrædende plads.

Ligeegyldigt hvilken sammenhæng Elmose her vil vælge at fokusere på, så virker det både aktuelt og vigtigt at få en nærmere afklaring af læreres NK som empirisk begreb. Samtidig kan interessen i begrebet ses som en vis drejning væk fra det ensidige New Public Management-baserede økonomiske fokus på at øge produktivitet, mod en ny opmærksomhed på fx den personlige interesses betydningen for lærerfaglighed – og mindre på forandringsprocesser uden egentligt fagligt grundlag. På denne måde kunne man forestille sig at konturerne af en ny vej fremad så småt viser sig her, hvor læreren ikke kun anses som “ekspert i undervisning” (Brodersen et al., 2010; Rasch-Christensen, 2008), men også til en vis grad er fagperson – eller i hvert fald har et forhold til sit fag – som grundlag for at være en god underviser. Det bliver spændende at se hvad Elmose kommer frem til her.

Referencer

- Abell, S.K. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. I: N.G. Lederman & S.K. Abell (red.), *Handbook of Research on Science Education* (s. 1105-1149). Volume II, New York, NY: Routledge.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. W.H. Freeman.
- Bertram, A. & Loughran, J. (2012). Science Teachers' Views on CoRes and PaP-eRs as a Framework for Articulating and Developing Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*, 42(6), s. 1027-1047.
- 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.
- Brodersen, M., Rasmussen, J., Laursen, P.F. & Bruun, T.H. (2010). *Ekspert i undervisning – rapport over andet år i et forsknings- og udviklingsarbejde vedrørende samspillet mellem teori og praksis i læreruddannelsen* (2. delrapport).
- 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. 77-92). Springer.
- Dolin, J., Ellebæk, J.J. & Daugbjerg, P. (2022). *Dannelse og kompetence i læreruddannelsens dobbeltdidaktiske perspektiv – med særligt henblik på uddannelse af naturfagslærere til grundskolen*. <https://nafa.nu/nafa-viden/cese-viden/>
- Dolin, J., Ellebæk, J.J. & Daugbjerg, P. (in press). *Dannelse og kompetence i læreruddannelsens dobbeltdidaktiske perspektiv – med særligt henblik på uddannelse af naturfagslærere til grundskolen*. N. NAFA.
- Ellebæk, J.J. (2021). *Oplevet udvikling af PCK i natur/teknologi*. Odense: Syddansk Universitet.
- Ellebæk, J.J. & Nielsen, B.L. (2016). Pedagogical Content Knowledge (PCK) – et tiltrængt naturfagsdidaktisk forskningsfelt i Danmark? *MONA*, 2016(4), s. 37-55.
- Elmose, S. (2023). Naturfagskapital hos naturfagslærere – et teori- og metodeudviklingsstudie. *MONA*, 2023(2), s. 44-62.

- Gess-Newsome, J. (2015). A Model of Teacher Professional Knowledge and Skill Including PCK. I: A. Berry, P. Friedrichsen & J. Loughran (red.), *Re-Examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (s. 28-42).
- Hargreaves, A. & Fullan, M. (2012). *Professional Capital: Transforming Teaching in Every School*. Teachers College Press.
- Henze, I. & Van Driel, J.H. (2015). Toward a More Comprehensive Way to Capture PCK in Its Complexity. I: A. Berry, P. Friedrichsen & J. Loughran (red.), *Re-Examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (s. 120-134). Routledge.
- Holmegaard, H.T. (2014). Piger og piger og deres naturfagsundervisning. *MONA*, 2014(4), s. 73-79.
- King, H., Nomikou, E., Archer, L. & Regan, E. (2015). Teachers' Understanding and Operationalisation of 'Science Capital'. *International Journal of Science Education*, 37(18), s. 2987-3014.
- Loughran, J., Berry, A. & Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge* (2. udgave). Sense Publishers.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), s. 370-391.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. I: J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (red.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (s. 95-132). Springer.
- Nicolaisen, L.B., Ulriksen, L. & Holmegaard, H.T. (2023). Why Science Education and for Whom? The Contributions of Science Capital and Bildung. *International Journal of Science Education, Part B*, s. 1-14.
- Nielsen, B.L. (2012). *Science Teachers' Meaning-Making of Teaching Practice, Collaboration and Professional Development*. Centre for Science Education, Aarhus Universitet.
- Rasch-Christensen, A. (2008). Lærere skal være eksperter i undervisning. *Information*, s. 18. Lokaliseret d.20.07.23 på: <https://www.information.dk/debat/2008/12/laerere-vaere-eksperter-undervisning>

Lærte de noget?



Grethe Kjær Jacobsen,
Udvikler, underviser og
konsulent i sprogaseret
undervisning med SFL



Ruth Mulvad, Forsker,
udvikler, underviser og
konsulent i socialsemiotik/
SFL

Kommentar til Mette Fredslund, Louise Laursen, Stine Thygesen, Hilde Ulvseth og Maria Christina Secher: "Systematiseret klassekammerathjælp i natur/teknologi – en materiel-dialogisk tilgang", MONA, 2023(2).

På foranledning af *MONA*'s redaktion har vi skrevet denne kommentar ud fra vores interesse for sprogets rolle i skolens fag, herunder naturfag (Jacobsen & Mulvad, 2022).

I artiklen påpeger forfatterne et problem i deres forskning, nemlig at "den kvalitative analyse ... ikke belyser hvad elevernes faglige udbytte bliver når de anvender artefakter og gestik som ressource i SYKL-interaktioner" (s. 25). Forskerne skriver: "Det står fortsat åbent og kalder på fremtidig forskning ..." (s. 25).

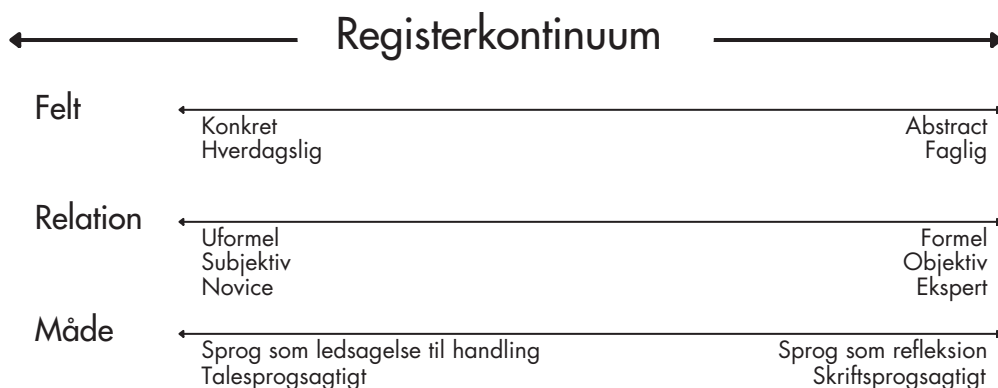
Imidlertid kan vi fra et funktionelt sprogligt ståsted efterspore elevernes faglige udbytte af undervisningen. *Systemisk funktionel lingvistik* (SFL) er en sprogmodel som har fokus på betydning. *Funktionel* betyder at *konteksten* er bestemmende for hvordan sproget bruges. *Systemisk* betyder at der er en systematisk sammenhæng mellem sprogbrug og betydning. Sprog er tegn på hvordan vi forstår noget: I naturfag signalerer begreber som fx *madspild*, *skydannelse* og *fordampning* at man ser på verden som fænomener – i modsætning til at sige *vi smider mad ud, der er kommet skyer på himlen* eller *vandet koger* hvor man ser det som noget der sker.

I denne kommentar fokuserer vi på hvilke sproglige tegn på læring vi kan se i det gengivne observationsmateriale, og på sammenhængen mellem den *kontekst* som eleverne sættes i, og deres mulighed for fagligt udbytte. En *kontekst* bestemmes med begreberne *felt*, *relation* og *måde*:

Hvis *feltet*, det der foregår, fx er aftensmad i familien, så er det konkret og hverdagsagtigt – i modsætning til en artikel om relativitetsteorien i en lærebog for universitetsstuderende som er et abstrakt, fagligt felt.

Relationen mellem personer er under aftensmaden uformel og subjektiv, og i en moderne familie vil der ikke være særlig stor ulighed mellem fx forældre og børn, mens relationen mellem studenten og fagbogen er objektiv og med formelt fastlagte roller. Bogens forfatter optræder som eksperten.

Den *måde* sproget bruges på under spisningen, er talesprog og vil typisk være et almindeligt hverdagsprog. Skriftsproget som studenten læser, er et kompliceret fagligt sprog fordi tekstens tanker og refleksioner er af høj faglighed. Læsningen kræver en vis viden hos studenten.



Figur 1. Konteksten beskrives ved hjælp af variablene felt, relation og måde. Efter Polias, 2020, s. 87.

Måden at bruge sprog på hænger sammen med konteksten. Ud fra artiklen analyserer vi konteksten for elevinteraktionen for at se hvilken sprogbrug, hvilket *register*, denne kontekst lægger op til. Artiklens nedslag i observationsmaterialet er ikke tilstrækkeligt til en fuldstændig analyse, men vi ser på dialogen på s. 17 om undersøgelsesspørgsmålet: “Hvordan er plastik som materiale? Hvordan kan I praktisk undersøge plastikken og derudfra beskrive det som materiale?”.

Felt: Feltet er konkret, men ikke hverdagsagtigt som fx aftensmaden. Det der foregår, er organiseret og har et fagligt formål styret af undersøgelsesspørgsmålet, artefaktet plastiklåg og kortene med tips, fx “Når man pakker ost i køleskab, så putter man plastik på – hvorfor gør man egentlig det? Hvorfor lægger man ikke bare osten ind?”

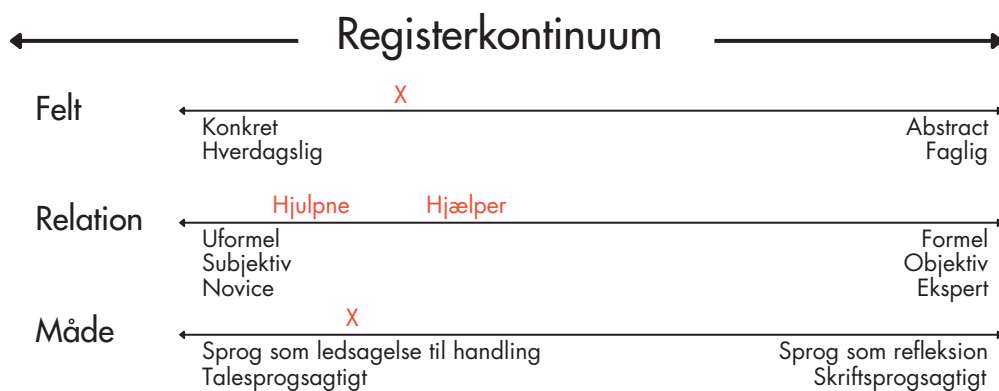
Relation: Dialogen foregår mellem to elever der sidder face-to-face og giver deres subjektive bud på løsning af opgaven. De tildelte roller giver en ulige relation:

Hjælperen tildeles forskellige hjælpemidler: “prompt cards med generiske spørgsmål 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” (s. 9). Hjælperen er den der bekræfter: “Jaah”, samler op på tidligere spørgsmål: “Du havde

fat i noget der med muggenheden”, korrigerer svar: “for kold? Den er i køleskabet” og til sidst afgør hvad der er det rigtige svar. Hjælperen skaber fremdrift i dialogen, følger en idé og sammenfatter i en påstand. Hjælperen har ansvaret for samtalen og har initiativet, støttet af tipskortene. Hjælperen positioneres dermed mere ekspertagtigt.

Den hjælpne bliver positioneret som novicen som skal hjælpes, og besvarer spørgsmålene med en række ufuldstændige eller korte svar. At svarene er tøvende og forsøgsvis, er velsagtens det som spørgsmålstegnet i udskriften signalerer, men det gør dem ikke sprogligt set til spørgsmål som giver den hjælpne mulighed for at tage initiativ. Til sidst i den gengivne dialog stiller den hjælpne imidlertid et spørgsmål for at få bekræftet om *muggenhed* er det rigtige svar.

Måde: Sprogets rolle i dialogen er at den hjælpne ved hjælp af spørgsmålene skal finde frem til det rette svar. De to elever reagerer på det den anden siger, fx: Hjælper: “Nej, den bliver jo ikke tør ...” Hjulpne: “Ellers bliver den muggen ...” Hjælper: “For kold?” Hjulpne: “Er det dét?” Deres dialog ligner næppe en samtale som man kan forestille sig foregå ved aftensmaden, men kan snarere ses som en række kommentarer som de bruger som ledetråde til det rette svar.



Figur 2. Krydsene på registerkontinuummet viser at konteksten for elevernes interaktion ligger langt fra en faglig, ekspertagtig kontekst. De to placeringer af hjælper og den hjælpne i relation viser det ulige forhold.

Den situation som de to elever sættes i, lægger således op til en måde at bruge sproget på, et *register* som ligger til venstre i vores *registerkontinuum*, dvs. et godt stykke fra et fagligt felt som lægger op til at bruge sproget mere fagligt. Sprogbrugen domineres af face-to-face-relationen.

De tildelte roller ligner rollerne mellem lærer og elev i en klasseundervisning: Hjælperen er den aktive, og den hjælpne reagerer, fx *mærker, lytter, føler* (se eksempel på s. 12). Det betyder at hjælperen mestendels har initiativet, mens den hjælpne positioneres i en rolle med mindre rum for sproglig udfoldelse og dermed mulighed for at anvende og lære det faglige sprog. Megen pædagogisk forskning handler om sammenhængen mellem ringe adgang til sproglig udfoldelse og faglige resultater (fx Sinclair & Coulthard, 1975; Bernstein, 2001).

Dykker vi ned i sprogbrugen i udskriften på s. 17, er der kun få spor af naturfagligt sprog: *muggenhed* og *madspild* er tegn på at eleverne tager et skridt til at håndtere det at noget mugner, og at man smider mad ud, som begreber. Især hjælperen forsøger at bringe erfaringer med madvarer i et køleskab op på et mere generelt fagligt niveau (ved hjælp af nominalisering, Jacobsen & Mulvad, 2022, s. 75). Det er imidlertid ikke klart om den fagsproglige udvikling styrkes for den hjælpne når den hjælpne som det sidste med et spørgsmål gætter på "Madspild?". Om samtalen har givet den hjælpne større indsigt i *hvordan plastik er som materiale* kan således ikke umiddelbart ses.

Om eleverne opnår en faglig viden ved at undersøge et problem ved hjælp af SYKL, kan vi naturligvis ikke sige noget generelt om ud fra denne lille analyse. Disse to engagerede elever får det mest mulige ud af situationen. Men vores analyse viser at det faglige udbytte i dette forløb er sparsomt. For at sikre et fagligt udbytte kan undervisningen organiseres i en kæde af sprogbrugssituationer langs registerkontinuummet fra venstre mod højre. I hvert trin skal læringsmål og kontekst harmonere. Et første trin kunne organiseres som pararbejdet i artiklen med det dobbelte formål at eleverne giver deres subjektive bud på undersøgelsesspørgsmålet og engageres. Et næste trin kunne være at elever og lærer på basis af undersøgelsesarbejdet i fællesskab skriver en tekst hvor de fortæller om resultaterne af pararbejdet, og som indeholder få, men velvalgte fagtermer. Dernæst kunne klassen fx læse en fagtekst og sammenligne den med den fælles skrevne tekst for at se hvordan emnet håndteres fagligt. Og alt efter læringsmål for klassen kan flere trin tilføjes, også på en engagerende materiel-dialogisk måde (Jacobsen & Mulvad, 2022; Kofoed, Mulvad & Regnarsson, 2021; Polias, 2020).

Sådanne efterfølgende trin kan gradvist føre eleverne over mod faglige sprogbrugssituationer til højre i registerkontinuummet og "bidrage[r] til stilladsering af det praktisk undersøgende arbejde i naturfag med udvikling af elevernes naturfaglige kompetencer til følge" (s. 25).

Referencer

- Bernstein, B. (2001). *Pædagogik, diskurs og magt*. København: Akademisk Forlag.
- Jacobsen, G.K & Mulvad, R. (2022). *Ind i naturfag – fra tekster til naturfaglig kompetence*. København: Akademisk Forlag.
- Kofoed, U., Mulvad, R. & Regnarsson, I. (2021). Fra baller til sædemuskler – sprogbaseret fagundervisning. I: S.K. Knudsen & L. Wulff (red.). *Kom ind i sproget – flersprogede elever i fagundervisningen*. København: Akademisk Forlag.
- Polias, J. (2020). *Fagsprog i naturfag – at læse, skrive og 'gøre' videnskab*. København: Akademisk Forlag.
- Sinclair, J.M. & Coulthard, R.M. (1975). *Towards an Analysis of Discourse: The English Used by Teachers and Pupils*. Oxford: Oxford University Press.