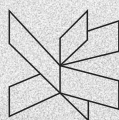


MONA

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



SYDDANSK UNIVERSITET



VIA University
College



PROFESSIONS-
HØJSKOLEN
ABSALON



AARHUS
UNIVERSITET

KØBENHAVNS
PROFESSIONS
HØJSKOLE



Erhvervsakademi og
Professionshøjskole



Danske Science Gymnasier



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

Jesper Bruun, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)

Dorte Moeskær Larsen, Syddansk Universitet

Elzebeth Berg Wøhlk, Københavns Professionshøjskole

Magnus Boye, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole

Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier

Charlotte Krog Skott, Professionshøjskolen Absalon

Martin Krabbe Sillasen, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College

Morten Christensen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Niels Anders Illemann Petersen, Professionshøjskolen UCN

Manuskripter

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

Produktionsplan og deadlines for indsendelse af bidrag til MONA

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.

Layout og sats: Narayana Press

ISSN: 2245-8948 © MONA 2026

Citat kun med tydelig kildeangivelse

Indhold

- 4 Fra redaktionen

- 6 **Artikler**
- 7 Hvad har identitet med naturvidenskab at gøre?
*Henriette Tolstrup Holmegaard, Lene Møller Madsen, Lars Ulriksen,
Katia Bill Nielsen, Emilie Gertz, Jonas Niemann og Astrid Emilie
Schrøder*
- 34 Når samarbejde bliver til didaktisk udvikling: Læreres oplevelser af
professionelle læringsfællesskaber på tværs af institutioner
*Claus Auning, Suzanne Rønhøj Schjøtt, Lars Petersen, Lone Djernis Olsen
og Morten Rask Petersen*
- 51 Hvordan udvikler elever og studerende kompetence til at opstille et
STEM-problem?
*Maria Møller, Bettina Dahl Søndergaard, Lykke Brogaard Bertel,
Søren Hansen, og Camilla Guldborg Hundahl*

- 73 **Kommentarer**
- 74 Analyse giver værdifuldt sprog for elevers udfordringer med brøker
Mette Thompson

Fra redaktionen

Mange ord er blevet sagt og skrevet om elevers trivsel i det seneste årti. Men oftest går snakken på social trivsel rettere end faglig trivsel. Og det er til trods for, at faglig trivsel – med professor Ane Qvortrups ord – kan være en buffer mod mistrivsel i det hele taget.

Ved næste års Big Bang-konference sætter tidsskriftet MONA fokus på, hvordan STEM-undervisning kan planlægges og udføres, så flere elever oplever tilhørsforhold, mening og mestring i fagene. Vi vil gerne undersøge, hvordan vi skaber faglig trivsel i praksis.

Ind til 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 faglige temaer. Vi vil gerne høre fra dig, der fx har erfaring eller indsigt i, hvordan STEM-undervisning kan gøres mere inkluderende og tilgængelig for en bred elevgruppe eller hvordan vi kan mindske uligheden i naturfag.

Hvis du gerne vil være med til Danmarks største konference for naturfag, så åbner det generelle billetsalg den 1. december.

I denne udgave af MONA byder vi på tre artikler samt en kommentar til tidligere bidrag.

Når man i det daglige taler om "identitet", forbindes det ofte med forestillingen om et samlet, stabilt og nærmest indre kompas, der udvikles gennem år og erfaringer. Man taler om identitet som "noget man har". Identitetsforskningen i naturvidenskabsdidaktikken tilbyder en anden forståelse, hvor identitet ikke er en fast størrelse, men noget, der kontinuerligt skabes, formes og forhandles i samspil med omgivelserne. Sådan skriver Henriette Tolstrup Holmegaard, Lene Møller Madsen, Lars Ulriksen, Katia Bill Nielsen, Emilie Gertz, Jonas Niemann og Astrid Emilie Schrøder i artiklen "Hvad har identitet med naturvidenskab at gøre?", der giver en introduktion til forskningsfeltet og dets udvikling. Målet er at vise, hvad et identitetsperspektiv kan bidrage med til forståelsen af børn og unges møde med naturfaglige læringsmiljøer samt deres relation til fagene. Og ikke mindst: Hvorfor nogle føler sig hjemme, mens andre ikke gør.

Professionelle læringsfællesskaber (PLF) som ramme for udvikling af naturfaglig undervisning udgør et voksende forskningsfelt. Men hvordan oplever grundskolelærere at deltage i professionelle læringsfællesskaber? Sådan spørger Claus Auning, Suzanne Rønhøj Schjøtt, Lars Petersen, Lone Djernis Olsen og Morten Rask Petersen i artiklen "Når samarbejde bliver til didaktisk udvikling: Læreres oplevelser af professionelle læringsfællesskaber på tværs af institutioner". Forfatterne finder, at PLF-samarbejdet skaber et praksisnært udviklingsrum, hvor undervisning bliver genstand for fælles undersøgelse og refleksion. Lærerne fremhæver særligt fælles visioner, undersøgende

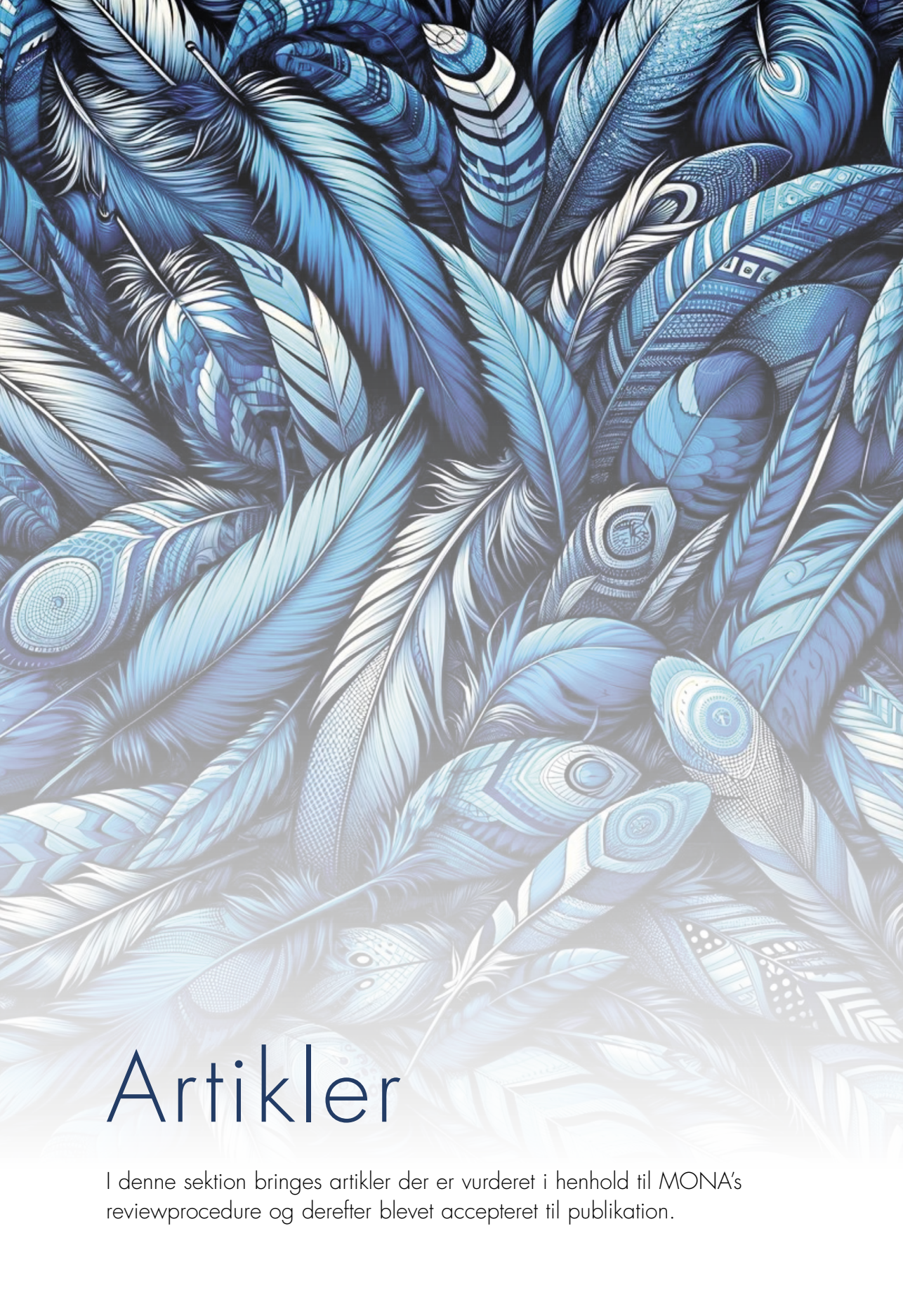
og reflekterende dialoger, ligeværdigt samarbejde og muligheden for at bringe forskellige erfaringer og vidensformer i spil.

Al begyndelse er svær, således også når det kommer til at tage hul på et STEM-problem. Så hvordan kan undervisere understøtte elever og studerendes udvikling af evnen til at formulere STEM-problemer? Det undersøger Maria Møller, Bettina Dahl Søndergaard, Lykke Brogaard Bertel, Søren Hansen og Camilla Guldborg Hundahl i casestudiet "Hvordan udvikler elever og studerende kompetence til at opstille et STEM-problem?". På tværs af fire forløb fra fire forskellige uddannelsestrin finder forfatterne frem til tre konkrete anbefalinger til praksis.

I "Brøker, fejlsvar og regnestrategier – en analyse af fejlsvar i folkeskolens prøver i matematik" Fra MONA, 2026(2), tegner Pernille Ladegaard Pedersen, Christian Greger Brix og Bent Sortkær et alvorligt billede af elevernes forståelse af rationale tal. Men artiklens begreber "heltalsdistraktorer" og "fragmentbaseret metode" tilbyder et nyttigt sprog for undervisere, der skal forsøge at forstå elevers brøk-udfordringer. Sådan skriver matematikkonsulent Mette Thompson i en kommentar. Her oversætter hun også analysens resultater til konkrete opmærksomhedspunkter til undervisning.

Hvis du også har ideer eller forslag til indhold til MONA, er du som altid 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.

Hvad har identitet med naturvidenskab at gøre?

En introduktion til forskningsfeltet *naturfaglige identiteter*



Henriette Tolstrup
Holmegaard, IND



Lene Møller Madsen, IND



Lars Ulriksen, IND



Katia Bill Nielsen, IND



Emilie Gertz, IND



Jonas Niemann, IND



Astrid Emilie Schrøder, IND

Abstract: *Både i grundskolen og på ungdomsuddannelserne tales der om faldende motivation i naturfag og i de naturvidenskabelige fag, og forklaringerne peger ofte på elementer som elevernes manglende interesse, traditionel undervisning eller lærernes faglige niveau. Forskningsfeltet naturfaglige identiteter tilbyder en bredere forståelse af, hvordan elever ser sig selv i relation til fagene – og hvorfor nogle føler sig hjemme, mens andre ikke gør. I artiklen introduceres og diskuteres det internationale felt science identities i en dansk kontekst, og gennem et indblik i forskningsfeltet og empiriske eksempler vises, hvordan anvendelsen af naturfaglige identiteter som analytisk blik kan styrke både forskning og praksis.*

Introduktion til artiklen

“Science identity” har ikke en entydig oversættelse til dansk, så lad os starte med at foreslå oversættelsen *naturfaglige identiteter*. Vi har valgt *naturfaglige*, som svarer til naturfagene i grundskolen, frem for *naturvidenskabelige*, som svarer til ungdomsuddannelserne og de videregående uddannelser. Valget er truffet, da *naturfaglige* peger på en bredere faglighed end den strengt videnskabelige.

I denne artikel vil vi introducere og diskutere forskningsfeltet naturfaglige identiteter. Formålet er at give en indgang til feltets udvikling og centrale analytiske perspektiver og derigennem vise, hvad et identitetsperspektiv kan bidrage med i forståelsen af børn og unges møde med naturfaglige læringsmiljøer. Vi præciserer først, hvad der menes med naturfaglige identiteter, og hvordan forskningsfeltet har udviklet sig internationalt og i den danske kontekst. Dernæst introducerer vi udvalgte analytiske begreber, der belyser forskellige sider af identitetsforhandlinger, og illustrerer gennem empiriske eksempler, hvad disse begreber gør det muligt at få øje på i børn og unges møde med naturfaglige læringsmiljøer, særlig dem, der er placeret i uddannelsessystemet.¹

Artiklen henvender sig bredt til lærere, læreruddannere og forskere med interesse for naturfaglig undervisning og uddannelse på tværs af niveauer. Hovedvægten ligger på forskning vedrørende grundskolen og ungdomsuddannelserne, som afspejler MONAs primære læsergruppe. Vi inddrager dog også enkelte eksempler fra universitetsniveau, dels fordi artiklen også er relevant for forskere og undervisere på videregående uddannelser, dels fordi den danske forskning i naturfaglige identiteter fortsat er relativt begrænset, og dels fordi de udvalgte eksempler har en analytisk relevans, der rækker ud over uddannelsesniveaut. Artiklen trækker på centrale teoretiske bidrag fra forskningsfeltet kombineret med empiriske eksempler fra vores egen forskning, som anvendes som illustrationer af, hvordan identitet som teoretisk optik kan bringes i spil analytisk.

Udvælgelsen af litteratur er ikke baseret på et systematisk review, men på et *snowballing*-princip, inspireret af Lindvig og Ulriksen (2019) (se også Biernacki & Waldorf, 1981). Vi har taget afsæt i tidlige og centrale bidrag til forskningsfeltet og herfra fulgt væsentlige teoretiske og empiriske arbejder, der har været med til at forme og videreudvikle feltet. Udvælgelsen er suppleret med nyere litteraturstudier af feltet samt en særskilt søgning efter forskning i naturfaglige identiteter i Skandinavien for også at indfange bidrag tættere på den danske uddannelseskontekst.

1 Forskning i naturvidenskabelige identiteter i læringsmiljøer uden for skolen er ikke hovedfokus i denne artikel (interesserede læsere kan fx læse mere hos disse nøgleforskere: Ballard et al., 2018; Barton & Tan, 2010; Dawson, 2014; Gonsalves et al., 2013). Ligeledes er læreridentitet heller ikke det primære fokus (læs mere her: Avraamidou, 2014; Mensah, 2016; Rushton & Reiss, 2021).

Afslutningsvis peger vi på områder, hvor identitetsperspektivet efter vores vurdering rummer særlige muligheder for videre forskning og praksisudvikling i en dansk kontekst. Disse perspektiver er ikke udtømmende, men er tænkt som spørgsmål og muligheder, der bliver synlige, når den internationale forskning ses i relation til den fortsat begrænsede danske forskning på området og i relation til aktuelle udfordringer i praksis.

Hvad er naturfaglige identiteter?

I identitetsforskningen inden for naturfagsdidaktik forstås identitet ikke som noget, individer *har*, men som noget, der kontinuerligt *gøres* og forhandles i sociale og kulturelle sammenhænge. Det indebærer en forståelse af identiteter som relationelle, kontekstafhængige og formbare i mødet mellem individuelle erfaringer, undervisningspraksisser og bredere kulturelle betingelser.

Naturfaglige identiteter formes i et konstant samspil mellem at føle sig kompetent, at blive genkendt, anerkendt og have en oplevelse af mening og tilhørsforhold. Dette kan beskrives som en dobbeltsidet proces, der for det første 1) handler om muligheden for at blive genkendt og anerkendt af betydningsfulde andre som en person, der passer ind i naturfaglige sammenhænge. Det kan være i undervisningen, hvor lærere eller klassekammerater ser og anerkender en elev som én, der hører til og har noget at bidrage med i naturfaglige læringssituationer. Det kan også være i mere uformelle sammenhænge, fx i fritiden, hvor naturfaglige identiteter måske forbindes med bestemte måder at være på, tale på og interessere sig for verden på. Spørgsmål som, hvem man kan være i naturfag og naturvidenskab, og hvilke måder at deltage på der opfattes som legitime og anerkendte, bliver her helt centrale. En elev formulerer sin erfaring med, hvordan man skal være i naturfag, således:

“Stille. Stille, lyttende og klog.” (Ahmed, 8. klasse)

En del forskning har vist, hvordan forestillinger om, hvem og hvad der passer ind i naturfaglige sammenhænge, både åbner og lukker muligheder for børn og unges identitetsforhandlinger. Naturvidenskab forbindes fx med at være særlig klog, som Ahmed giver udtryk for (se eksemplet med Ahmed i Pedersen et al., 2023, og eksemplet om, hvordan man skal være i natur/teknologi, i Nielsen, 2025; se også Archer, Godec, et al., 2023; Krogh & Andersen, 2013), med at være nørdet eller socialt anderledes (se fx Bentzen, 2006; Ottemo et al., 2025) eller med at være villig til at arbejde ekstra

hårdt, fordi faget opfattes som særlig svært (se fx Bøe, 2023; Bøe et al., 2011). Sådanne forestillinger er ikke blot beskrivelser af faget eller de faglige praksisser eller kulturer. De fungerer også som pejlemærker, der sorterer, hvem der fremstår som “naturlige” deltagere, og hvem der risikerer at falde udenfor (Gertz et al., 2026; Johansson et al., 2023).

Alle disse forestillinger om, hvad naturvidenskab er, og hvem den er for, spiller sammen med det andet centrale element i identitetsforskningen, nemlig 2) spørgsmålet om, hvorvidt man kan se sig selv og sit liv som noget, der passer ind i naturfaglige sammenhænge. Med andre ord: Kan sådan en som mig høre til her? Er der plads til mine erfaringer, min måde at være på, mine interesser og mine fremtidsdrømme?

Når unge overvejer, om naturfag og naturvidenskab er “noget for dem”, handler det derfor ikke kun om faglige kompetencer, interesser eller karakterer. Det handler i høj grad om, hvorvidt de kan spejle sig i de naturfaglige praksisser, og forestillinger om hvad der tæller som naturfaglig viden, og om, hvem der opleves som naturfaglige personer, både i undervisningen og i samfundet mere generelt. Naturfaglige identiteter formes således i en kontinuerlig proces gennem det, de unge møder, og deres muligheder for at skabe en oplevelse af tilhørsforhold.

Hvad kan et blik på identiteter bidrage med?

Lad os forestille os en undervisningssituation, hvor læreren engagerer eleverne i et forløb om grøn energi. På trods af didaktisk velbegrundede overvejelser om faglige input og elevstyrede aktiviteter og om koblingen til grøn energi i samfundet virker eleverne fjerne i blikket, få deltager, og i slutningen af forløbet er det tydeligt, at eleverne ikke har indfriet læringsmålene om at opnå handlekompetence inden for den grønne omstilling. Didaktisk kunne en tilgang til at forstå situationen være at undersøge elementer som 1) *lærerens* faglige og fagdidaktiske viden, dialogiske tilgang samt pædagogiske håndtering i undervisningsforløbet; 2) *elevernes* motivation for emnet og forudgående faglige viden om emnet.

Carlone, hvis forskning er central i identitetsforskningen (Carlone & Johnson, 2007), argumenterer for, at selvom disse spørgsmål er relevante, så risikerer de at isolere “udfordringen” til at ligge hos *enten* læreren *eller* eleverne. Vi risikerer at fastholde blikket på at “fikse” eleverne (eller lærerne) i stedet for at rette opmærksomheden mod samspillet med de sociale, kulturelle, historiske og institutionelle betingelser og sammenhænge, der gør bestemte former for deltagelse mere tilgængelige for nogle end for andre. Carlone argumenterer for, at identitetsforskning netop har sin styrke i at kunne tilbyde et bredere, mere komplekst analytisk blik, der rækker ud over, at problemer gøres til et spørgsmål om individers begrænsninger alene.

Når børn og unges lave deltagelse i naturfagene forklares med manglende "interesse", "selvtillid" eller "motivation", kan der være en risiko for, at analysen glider over i et *mangelsyn* (på engelsk kaldet *deficit view*, se fx Davis & Museus, 2019). Et ensidigt fokus på sådanne individuelle forhold kan betyde, at løsningen først og fremmest lokaliseres hos eleverne (eller lærerne), mens der rettes mindre opmærksomhed mod samspillet med de sociale, kulturelle, historiske og institutionelle betingelser og sammenhænge, der gør bestemte former for deltagelse mere tilgængelige for nogle end for andre.

Identitetsforskningen har potentialet til at stille skarpt på de dialektiske forhandlinger mellem læring og den sociokulturelle sammenhæng (Lee, 2011). Carlone beskriver dette som en *linse-kalibrering* (lens toggling): en analytisk bevægelse, hvor blikket zoomer ind på individets erfaringer og fortællinger og derefter zoomer ud på klassens sociale praksisser og normer, lokale, institutionelle betingelser og bredere historiske og samfundsmæssige forestillinger om, hvad der tæller som legitimt og dermed former forestillingen om, hvem der hører til i naturvidenskab (se Carlone, 2023).

Pointen er, at vi ikke kun spørger "Er denne elev en lovende naturfagselev?" men også "Hvad betyder det i denne sammenhæng at være en lovende naturfagselev?" og "Hvem har adgang til at leve op til kriterierne for at blive genkendt som en sådan – og hvem har ikke?" (se Carlone, 2023).

Anvendt på eksemplet med grøn omstilling kan et identitetsperspektiv fx rette fokus mod, hvad det i denne undervisningssammenhæng vil sige at fremstå som en elev, der kan handle kompetent i undervisningen om den grønne omstilling. Analysen kan fx stille skarpt på, hvilke hverdagserfaringer eleverne bringer med sig, og hvordan disse mødes, inddrages og tillægges værdi i undervisningen. Det kan fx være, at nogle elevers erfaringer med teknologiske løsninger eller klimarelaterede diskussioner i hjemmet lettere kan kobles til fagets sprog og praksisser – modsat andre elever, som måske har talt om klima og teknologi hjemme, men som præsenterer det i undervisningen i et sprog, som læreren ikke genkender som relevant for naturvidenskab. Eller som knytter klima til et spørgsmål om omsorg, fx i relation til familiens økonomi og relationer. Ulighed opstår således ikke kun i forhold til, hvem der har erfaringer med grøn omstilling, men også i forhold til, hvem der får deres erfaringer genkendt som legitime bidrag til naturfaglig viden og handlekompetence. Det er vigtigt at understrege, at faglige afgrænsninger er en nødvendig del af undervisningen og vidensopbygningen. Det, der er i fokus her, er imidlertid de mere implicite kulturelle lukninger, som former, hvilke erfaringer og måder at engagere sig på der i praksis genkendes som fagligt relevante.

Forskningsfeltet naturfaglige identiteter har været særlig værdifuldt for at forstå ulighed i deltagelse i naturfaglige læringssammenhænge, og hvorfor nogle unge mennesker ender med at opleve, at naturfag og naturvidenskab ikke er for sådan nogle som dem (Danielsson et al., 2023). Med *linse-kalibrering* kan vi af-naturalisere det at være en naturfaglig person: En "naturfaglig person" bliver ikke et medfødt karaktertræk, men et resultat af sociale forventninger, vurderinger og muligheder for at blive set, hørt og taget alvorligt. Det åbner for at udvide de praksisser, anerkendelsesformer og deltagelsesveje, som vi i undervisningen bruger til at gøre det muligt at høre til i de naturfaglige fag.

Naturfaglige identiteter som forskningsfelt

Naturfaglige identiteter er som forskningsfelt relativt ungt og har sit udspring i en nordamerikansk forskningskontekst. Et tidligt og ofte citeret bidrag, der eksplicit anvender begrebet *science identities*, er Brickhouse et al.s (2000) studie af deltagelsen af det, de beskriver som "African American girls", i naturfagsundervisningen. Med inspiration fra Jean Lave problematiserer de, hvordan naturfagsdidaktisk forskning risikerer at overse de sociale og kulturelle sammenhænge, hvori læring produceres. De peger på, at det, elever lærer i undervisningen, ikke nødvendigvis handler om naturfag i snæver forstand:

"En central bekymring for os er, i hvor høj grad det – når vi observerer i lokale klasseværelser – ser ud til, at det, elever lærer i naturfagsundervisningen, har meget lidt med naturfag at gøre." (Brickhouse et al., 2000, s. 443, egen oversættelse).

Deres analyser viser, hvordan elevernes deltagelse i høj grad handler om at navigere i undervisningens og skoleklassens kulturelle og sociale spil, snarere end udelukkende om at tilegne sig fagligt indhold. Samtidig understreger de, at undervisningens curriculum og organiseringsformer ofte er for ufleksible til at give plads til forskellige måder at engagere sig fagligt på. Studiet synliggjorde dermed tidligt, hvordan spørgsmålet om identiteter og anerkendelse er centralt for at forstå de ulige muligheder for at deltage i naturfag.

Et beslægtet synspunkt findes hos Barton, der et par år inden (1998), med afsæt i bl.a. kritisk og feministisk teori, benytter et identitetssyn til at undersøge hjemløse børns møde med naturfag i et fritidstilbud. Barton viser, hvordan elevers levede erfaring ikke blot fungerer som et udgangspunkt for læring, men også som en aktiv ressource i, hvordan naturfag gøres meningsfuldt. Arbejdet med lokale problemstillinger som forurening, mad og levevilkår indebærer en sammenfletning af følelsesmæssige, kropslige og faglige dimensioner, hvor eleverne bruger naturfag til at genfortolke

deres egne livsbetingelser. Ligesom Brickhouse et al. (2000) understreger Barton lærerens centrale rolle i at skabe rum for en reflektiv relation mellem naturvidenskab, skole og elevers hverdagsliv. Barton har siden bidraget til identitetsforskningen med mange publikationer, både i og uden for skolen (se fx Barton et al., 2013; Barton & Tan, 2010, 2023).

I de efterfølgende år publiceres en række videnskabelige artikler, der anvender identitet som analytisk blik i naturfagsdidaktikken. Med antologien *Science, Learning, Identity* markerer Roth og Tobin (2007) et vigtigt skridt mod at samle og konsolidere identitetsforskningen inden for naturfagsdidaktik, samtidig med at spændingen mellem individuelle erfaringer, sociale interaktioner og strukturelle betingelser gøres til et centralt analytisk anliggende. Denne spænding problematiseres senere systematisk i Shanahans (2009) litteraturstudie, hvor hun argumenterer for, at identitetsforskningen tenderer til at fokusere ensidigt på subjekt-niveau og individets agens. Hun efterlyser en *linse-kalibrering*, der mere eksplicit adresserer de strukturelle betingelser, som former normer, praksisser og deltagelsesmuligheder. Et for snævert blik på individet uden samtidig at analysere de strukturelle betingelser, der former identitetsmuligheder, efterlader praktikere uden tydelige steder at rette indsatser hen:

“Hvor vender lærere sig hen for at forstå normerne og konventionerne i den naturfaglige undervisning? Socialiseres de ind i disse under læreruddannelsen, eller opstår normerne i samspillet i naturvidenskabelige fagmiljøer og i relationen til mere erfarne faglige koordinators (fx i relation til læreplans- eller curriculumudvikling)?”

(Shanahan, 2009, s. 62, egen oversættelse).

Dette fokus på struktur danner et vigtigt afsæt for senere bidrag, der netop søger at forbinde individuelle erfaringer med bredere betingelser (se fx Archer et al., 2015).

Forskningen i naturfaglige identiteter tog for alvor fart i 2010'erne, hvor der blev publiceret op til tre gange så mange artikler årligt inden for emnet (Danielsson et al., 2023). Dette var også tilfældet i en nordisk kontekst, og flere artikler kobledes identitetsbegrebet til teorier om senmodernitet (Krogh & Andersen, 2010; Schreiner & Sjøberg, 2007; Ulriksen, 2003), men også narrativ psykologi (Ulriksen et al., 2010) og kønsstudier (Danielsson, 2009).

Den øgede interesse for forskning i naturfaglige identiteter ses også i den europæiske sammenslutning for forskning i naturfagsundervisning, ESERA, hvor den største interessegruppe (grundlagt i 2017) i skrivende stund er “Sig 5: Science Identiteter” (Danielsson et al., 2023). Et resultat af denne gruppes arbejde udkom i 2024 (Holmegaard & Archer, 2023).

I deres litteraturstudie viser Danielsson et al. (2023) dog, at forskningsfeltet naturfaglige identiteter, trods en markant vækst i antallet af forskningspublikationer, fortsat er præget af en tendens til under-konceptualisering af identitetsbegrebet, hvor “science identity” ofte anvendes som et empirisk fænomen snarere end som et eksplicit teoretisk perspektiv. Derudover er der en relativt høj grad af metodisk homogenitet i forskningsfeltet. Størstedelen af studierne baserer sig på kvalitative mikroanalyser (typisk observationer og interviews), mens større studier og kvantitative, eksperimentelle og mixed methods-studier i mindre udstrækning er anvendt (Danielsson et al., 2023). En årsag til de mange kvalitative studier kan findes i de analytiske styrker ved sådanne tilgange, særlig ud fra et teoretisk perspektiv på identitet som situeret, foranderlig og under forhandling. Kvalitative længdesnitsstudier udgør her en værdifuld indgangsvinkel, idet de giver mulighed for at undersøge de komplekse kulturelle, sociale og personlige forhold, der spiller sammen med, hvordan identiteter formes, forhandles og udvikler sig over tid (se fx Archer, DeWitt, et al., 2023; Black & Hernandez-Martinez, 2016; Holmegaard, 2018; Pedersen et al., 2023).

For metodiske tilgange i identitetsforskningen se eksempler på kvalitative længdesnitsstudier, der viser identitetsforhandlinger over tid (Archer, Godec, et al., 2023; Carlone et al., 2014; Holmegaard et al., 2013), etnografiske studier (Barton, 2001; Nielsen & Madsen, 2024; Thorsen et al., 2025) samt interviews med lærere (Avraamidou, 2019; Danielsson & Warwick, 2014) og elever (Gertz et al., 2025; Hoppe & Holmegaard, 2024; Niemann et al., 2024). For eksempler på kvantitative studier og mixed methods-studier, se fx Archer, Moote, et al., 2017; Hazari et al., 2010; Krogh & Andersen, 2013; Monteiro Nascimento & Markic, 2025; Taconis & Kessels, 2009. For nyere metoder, læs om potentialet ved kreative metoder (Hoppe & Holmegaard, 2022), som ligeledes kan bringes ind i identitetsforskningen (Holmegaard, 2021).

Danielsson et al. (2023) argumenterer for (i lighed med Lee, 2011), at denne metodiske ensartethed indebærer en risiko for både *blinde* og *blanke* vinkler i feltet, forstået som henholdsvis områder, som dominerende teorier og metoder gør det vanskeligt at få øje på (blinde), og områder, hvor relevante spørgsmål endnu ikke er stillet (blanke). Ud over en større metodisk mangfoldighed vil vi argumentere for, at ikkevestlige studier kan åbne op for større variation af forskningskontekster. Dette kan bidrage til alternative forståelser af, hvordan identitet, deltagelse og tilhørsforhold formes i naturfaglige sammenhænge, og dermed understøtte forskningen i at udfordre implicite antagelser, synliggøre nye analytiske spørgsmål og teoretiske ressourcer (se fx Rahm, 2014).

Udvalgte begreber i identitetsforskningen

I det følgende præsenterer vi nogle udvalgte teoretiske begreber og centrale forfattere inden for identitetsforskning i naturfagsdidaktik. De er ikke tænkt som en udtømmende repræsentation af feltet, men er valgt, fordi de tilsammen indfanger tre gennemgående analytiske spørgsmål: hvilke identiteter og måder at være på der genkendes og anerkendes som naturfaglige, hvordan tilhørsforhold formes i konkrete læringsmiljøer, og hvordan identiteter og (fra)valg forhandles over tid og på tværs af sammenhænge. Afsnittet kan læses som en analytisk værktøjskasse, hvor eksempler viser, hvordan begreberne kan anvendes i studier af identiteter. Vi henviser løbende til yderligere litteratur for læsere, der ønsker at gå dybere ind i de enkelte perspektiver.

Forskning i naturfaglige identiteter trækker på en række forskellige teoretiske traditioner, herunder diskursanalyse (se fx Brown, 2006), narrativ psykologi (se fx Holmegaard, 2018), poststrukturalistiske, feministiske og intersektionelle tilgange (se fx Hughes, 2001; Johnson et al., 2011; Wade-Jaimes et al., 2021) eller sociologiske tilgange (se fx Archer, Dawson, et al., 2017). Disse perspektiver frembyder forskellige analytiske begreber og redskaber og retter sig mod forskellige aspekter af identitetsforhandlinger i naturfaglige sammenhænge. Fælles for langt de fleste identitetsteorier i naturfagsdidaktikken er dog en forståelse af identiteter som en relationel proces: flydende, dynamiske og i konstant forhandling i relation til omgivelsernes (undervisningens) forventninger og de sociale, kulturelle og samfundsmæssige betingelser, hvori man navigerer, og i relation til de ressourcer, man har til rådighed (en del af ovenstående trækker på inspiration fra Holland et al., 1998).

I denne artikel forstår vi naturfaglige identiteter som et forskningsfelt, der samler en række beslægtede teoretiske positioner vedrørende analyser af deltagelse, tilhør og positionering i relation til naturfag og naturvidenskab. Identitetsbegrebet anvendes derfor ikke som et entydigt teoretisk begreb, men som et analytisk omdrejningspunkt, hvor den konkrete analytiske optik varierer med den teoretiske position, der bringes i spil.

Et centralt formål med forskning i naturfaglige identiteter er at bidrage til forståelsen af, hvordan naturfaglig læring kan gøres meningsfuld og formålsrettet for børn og unge. I en mere grundlæggende forstand kan identitetsperspektivet ses som en ontologisk tilgang til læring: Det er gennem arbejdet med at blive en bestemt slags person i relation til naturfag og naturvidenskab, at læring bliver både nødvendig og mulig (Avraamidou, 2020, s. 326).

På tværs af disse forskellige teoretiske traditioner vender spørgsmålet om genkendelse og anerkendelse igen tilbage som et centralt tema. Vi begynder derfor med *identiteter, der anerkendes og hyldest*.

Identiteter, der anerkendes og hyldest

Definition: Identiteter, der hyldest (*celebrated identities*), betegner de måder at være, deltage og præstere på i den naturfaglige undervisning, som i praksis genkendes og værdsættes som udtryk for at være en legitim naturfaglig person. Begrebet peger på, at det at blive “naturfaglig” indebærer at kunne positionere sig selv (og blive positioneret af andre) i overensstemmelse med de positioner, der hyldest i den lokale undervisningskontekst.

Begrebet har sit teoretiske afsæt i Carlone og Johnsons (2007) formulering af naturfaglige identiteter som et samspil mellem kompetence, performance og anerkendelse. Her understreges især genkendelsens og anerkendelsens betydning for at forstå, hvordan identiteter formes i mødet med naturfaglige sammenhænge (for en videreudvikling af Carlone og Johnsons model, se Hazari et al., 2010). Dette arbejde danner grundlag for videre studier, hvor begrebet *celebrated identities* udfoldes som analytisk blik til at undersøge, hvilke identitetspositioner der fremstår attraktive og legitime i undervisningen (Carlone et al., 2014).

Empirisk eksempel: Selvom begrebet *celebrated identities* ikke anvendes direkte, viser Hoppe og Holmegaard (2024) i et studie af (non)participation i naturfagsundervisningen i 6. klasse, hvordan bestemte deltagelsesformer bliver gjort genkendelige som tegn på at være en dygtig naturfagselev. I den lærerstyrede undervisning bliver det centralt at kunne huske, identificere, anvende og forklare de korrekte naturfaglige begreber, og eleverne orienterer sig også selv mod disse former for deltagelse som tegn på faglig dygtighed. Studiet viser samtidig, hvordan denne organisering af undervisningen producerer forskellige positioner. Elever, der udpeges til at svare uden at kunne levere de forventede begreber, kan blive eksponeret som ikke-naturfaglige foran klassen, mens andre elever indtager stille og passive elevpositioner, der kan ligne “god elev”-adfærd, men som samtidig gør det muligt at forblive i skyggen af undervisningen og have meget lidt kontakt med læreren over flere undervisningsgange. Set gennem *celebrated identities* synliggør studiet, hvordan bestemte former for deltagelse ikke blot fremstår som legitime, men også er med til at forme, hvem der bliver fejret som kompetente naturfagselever, hvem der eksponeres som ikke-kompetente, og hvem der risikerer at blive overset (Hoppe & Holmegaard, 2024).

Se også: Forskning om udfordringer med og dominerende forestillinger om, hvem og hvad der bliver genkendt som en naturfaglig person, herunder studier af valg mod

at blive lærer (MacLeod, 2025) og af, hvilke identiteter der hyldes i den naturfaglige undervisning (Archer, Dawson, et al., 2017; Johansson & Berge, 2020).

En følelse af tilhørsforhold (i faget)

Definition: En følelse af at høre til (*sense of belonging* eller *sense of mattering*) kan kort defineres som de muligheder, børn og unge oplever, de tilbydes i undervisningen, for at udvikle en oplevelse af at have betydning og passe ind (i et læringsfællesskab) (Strayhorn, 2018). I naturfaglige sammenhænge betegner begrebet, hvorvidt man kan se sig selv som en naturfaglig person, hvis erfaringer, krop, følelser og måder at være på genkendes som meningsfulde i den konkrete kontekst. Begrebet retter sig analytisk mod de ofte implicitte normer, der regulerer undervisningens organisering, sprogbrug og hverdagspraksisser, og som kan udvide eller begrænse elevers muligheder for at opleve at have betydning.

Med afsæt i Avraamidou forstås *sense of belonging* som en processuel og relationel størrelse. Oplevelsen af at høre til forhandles løbende i samspil med intersektionelle positioner (en intersektionel tilgang undersøger, hvordan sociale kategorier som køn, etnicitet og klasse ikke virker isoleret, men krydser hinanden og producerer specifikke positioner, erfaringer og uligheder), der væves sammen i bestemte tid-sted-sammenhænge. Hvem der oplever at høre til, og på hvilke betingelser, afhænger således af, hvilke identiteter der genkendes og gives plads til i den lokale undervisningskultur (Avraamidou, 2020).

Empirisk eksempel: I et studie af studerendes møde med feltarbejde på første år af geologistudiet viser Lene Møller Madsen og Rie Hjørnegaard Malm, hvordan oplevelsen af at høre til er tæt knyttet til disciplinens ofte tavse og kropslige praksisser. Allerede ved ankomsten til en feltøvelse bliver spørgsmål om, *hvordan man ser ud*, og *hvordan man bevæger sig i terrænet*, centrale for de studerendes oplevelse af at være legitime deltagere og kunne skabe et tilhørsforhold. Fx beskrives det, hvordan valg af fodtøj (vandrestøvler versus almindelige sneakers) fungerer som et synligt signal om adgang til disciplinens implicitte normer og forventninger. For nogle studerende understøtter mestring af disse praksisser en oplevelse af at høre til og være på vej til at blive en "geologi-person". For andre bliver manglende kendskab til de tavse normer en kilde til usikkerhed og afstand, selv når de fagligt deltager aktivt og kompetent. Eksemplet peger på, hvordan følelsen af at høre til ikke alene handler om faglig kunnen i snæver forstand, men også om adgang og muligheder for at tolke kulturelle og kropslige koder, der kan være ulige fordelt (Madsen & Malm, 2023).

Se også: Forskning i køn og implicitte eksperimentelle praksisser i fysik (Gonsalves et al., 2016) om, hvordan humor i undervisningen formidler, hvad der opleves som

indenfor og udenfor fagenes kulturelle praksisser (Berge et al., 2019), om identitets-skabelse og ulighed i gymnasiekemi (Niemann et al., 2024) og datalogi (Holmegaard et al., 2023) samt om forestillingen om talent og om, hvem der genkendes som talentfuld på de naturvidenskabelige uddannelser (Holmegaard & Johannsen, 2023).

Forhandlinger og (fra)valg over tid og sammenhænge

Definition: Identiteter og valg formes i en løbende bevægelse mellem fortid, nutid og fremtid, hvor unge forhandler og forsøger at skabe sammenhængende fortællinger om sig selv på tværs af skiftende erfaringer og kontekster (Holmegaard, Madsen, et al., 2014). Forhandlinger intensiveres særlig i overgangssituationer (fx mellem gymnasium og universitet), hvor nye institutionelle normer, anerkendelsesformer og deltagelseskrav udfordrer tidligere forståelser. Her bliver genvalg, omvalg og fravalg ikke undtagelser, men centrale elementer i identitetsarbejdet (Holmegaard, 2018). Et fokus på forhandlinger over tid gør det muligt at se (fra)valg som resultatet af løbende afstemninger mellem egne interesser og erfaringer og de forventninger og normer, der møder unge i undervisningen (Holmegaard, Ulriksen, et al., 2014).

Hverdagslige erfaringer af at lykkes, tvivle, blive anerkendt eller stå udenfor indgår i forhandlinger af (fra)valg og kan over tid ændre, hvilke fremtider der fremstår attraktive og realistiske. Unge justerer fortællingen om sig selv i takt med nye erfaringer: Det, der tidligere virkede oplagt, kan blive genforhandlet, nedtonet eller omfortolket, mens andre muligheder træder frem (Holmegaard, 2015).

Valg foretages ikke som en entydig beslutning, men som en proces, hvor unge løbende prøver, afstemmer og genforhandler forskellige forståelser af sig selv i relation til erfaringer med undervisning og tanker om fremtiden (Holmegaard, 2021).

I stedet for at spørge, hvorfor de (ikke) vælger naturvidenskab, indbyder dette perspektiv til at undersøge, hvordan valg (af naturvidenskab) forhandles og gradvist bliver mere eller mindre mulige og meningsfulde.

Empirisk eksempel: I et longitudinelt studie af to gymnasieelever (Kristi og Svea) viser Emilie Gertz, Lene Møller Madsen og Henriette T. Holmegaard (Gertz et al., 2026), hvordan stærke naturfaglige identiteter forandres over tid. Begge unge kvinder afslutter grundskolen og begynder på gymnasiet med positive fysik- og matematikidentiteter og vælger fagene på A-niveau. Over de følgende tre år ændrer betingelserne for at udvikle og opretholde en identitet i fagene sig imidlertid markant. Dermed omsættes deres ellers positive identiteter ikke til levedygtige aspirationer om videre uddannelse inden for STEM gennem deres STX-forløb.

For Kristi udvikler fysik sig gradvist fra at være et interessebaseret fag til at være et fag præget af en "synk eller svøm"-kultur, hvor ansvaret for forståelse individualiseres, og relationel anerkendelse er knyttet til bestemte maskulint kodede deltagelsesformer.

Gentagne erfaringer af ikke at blive mødt eller genkendt skaber narrative forstyrrelser, som over tid stabiliserer sig som tvivl om, hvorvidt fysik “er for hende”.

Svea oplever derimod længerevarende overensstemmelse i både matematik og fysik. På trods af dette bliver deltagelseskravene, eksempelvis forventningerne om mundtlig risikovillighed, sværere at forene med hendes kønnede position som “den gode, ansvarlige elev”, hvilket fører til en tiltagende tilbageholdenhed. Denne tilbageholdenhed akkumuleres ikke som et dramatisk brud, men som en langsom erosion af forestillingen om en fremtid inden for naturvidenskab. I begge tilfælde fremstår elevernes (fra)valg ikke som enkeltstående beslutninger, men som et resultat af kontinuerlige forhandlinger, hvor oplevelser af anerkendelse, mening og tilhør over tid former, hvilke valg der fremstår realistiske.

Se også: forskning og projekter, der følger identitetsforhandlinger og (fra)valg over tid, herunder de danske projekter GATE og SCOPE, Lykkegaards og Ulriksens forskning (fx Lykkegaard & Ulriksen, 2019), det britiske ASPIRES-projekt (Archer & DeWitt, 2026) samt Carlone et al.s (2014) længdesnitsstudie af overgangen mellem indskolingen og mellemtrinnet i en amerikansk kontekst.

Perspektiver på dansk forskning

Vi har nu præsenteret forskningsfeltet naturfaglige identiteter samt nogle centrale begreber og deres anvendelse. Som alle forskningsfelter er også dette præget af bevægelser og trends. Nyere international identitetsforskning peger på en række teoretiske perspektiver, der på forskellig vis søger at udvide forståelsen af naturfaglige identiteter. Eksempelvis ved at sætte fokus på materialitet (Godec et al., 2020; Gonsalves, 2020), følelser (Ibourk et al., 2022; Rivera Maulucci, 2013), intersektionalitet (MacLeod & Avraamidou, 2025) eller faglige identiteter (Bøe, 2023). Ligeledes er der sat fokus på forskning, der bidrager med konkrete anbefalinger til praksis (Archer, Godec, et al., 2024; Archer, King, et al., 2024).

På baggrund af den forskning og de analytiske perspektiver, vi har præsenteret ovenfor, vil vi afslutningsvis pege på nogle spørgsmål og områder, som efter vores vurdering rummer særlige potentialer i en dansk kontekst, bl.a. fordi der endnu ikke findes en substantiel dansk forskningslitteratur. Perspektiverne er ikke tænkt som en udtømmende agenda, men som åbninger for videre arbejde, som vi inviterer artiklens læsere til at tage op og udforske i egen forskning og praksis.

Ulighed (sociale og kulturelle dynamikker)

Internationalt har forskningen i naturfaglige identiteter længe haft fokus på magt og på, hvordan ulighed produceres i mødet mellem børn og unge og de naturfaglige sammenhænge, de deltager i (MacLeod & Avraamidou, 2025). Naturfag og naturvi-

denskab er ikke neutrale, men beror på historiske og kulturelle beslutninger om, hvad der defineres som legitim viden, hvilke didaktiske praksisser der benyttes og gives værdi, og hvem der anerkendes og opfordres til at blive en del af det naturfaglige (se fx Avraamidou & Schwartz, 2021). Mens blikket på ulighed længe har optaget internationale og nordiske forskere (se fx Anderhag et al., 2013; Husu, 2015), er forskning i naturfaglige identiteter og ulighed mere sparsom i den danske naturfagsforskning (se fx Gertz et al., 2026; Hoppe & Holmegaard, 2024).

Et område, der fremstår relativt sparsomt belyst i en dansk kontekst, er, hvordan naturfag og naturvidenskabelige uddannelser møder forskellige børn og unge. Her kan identitetsforskningen bidrage til både 1) uddannelsessociologiske spørgsmål som søgemønstre og fastholdelse på de naturvidenskabelige og tekniske uddannelser og 2) didaktiske spørgsmål, herunder hvordan konkret undervisning åbner og lukker for deltagelsesmønstre. Naturfaglige identiteter tilbyder her et analytisk blik på, hvordan sådanne mønstre produceres og opleves.

I den internationale forskning har tidlige studier bl.a. undersøgt forholdet mellem social baggrund og kønnede positioner, og hvordan det spiller sammen med naturfaglige læringsmiljøer, herunder hvordan bestemte maskulinitetspositioner formes og får betydning for deltagelsen. Studier har eksempelvis vist, hvordan bestemte former for maskulinitetspositioner i samspil med social klasse kan forbindes med modstand mod skolekultur, men også med strategier for social mobilitet (Ball et al., 1996; Jackson, 1996). Også i en dansk kontekst peger tidlige studier på, hvordan maskulinitet formes i samspil med skolens pædagogiske praksisser og forventninger til elevernes deltagelse (Kryger, 1988).

Den internationale naturfagsdidaktiske forskning peger desuden på, hvordan nogle naturfag forbindes med præstationskulturer og forestillinger om medfødt talent, som kan interagere med maskulinitet og social baggrund på måder, der har betydning for adgang, anerkendelse og tilhørsforhold (se fx Archer et al., 2016; Archer et al., 2014; Archer et al., 2019). I Danmark ser vi markante variationer knyttet til køn i søgemønstrene til STEM-fagene, men også i afgangskarakterer (Wilken & Olesen, 2021; Poulsen, 2024). En betydelig del af den danske forskning i naturfagsidentitet har haft et særligt fokus på pigers og kvinders muligheder og betingelser inden for naturfagene, men udviklingen i såvel skoleresultater som uddannelsesmønstre peger på, at drengenes og mændenes muligheder også fortjener opmærksomhed.

Der findes os bekendt ikke eksisterende dansk forskning, der specifikt undersøger, hvordan maskulinitetspositioner (herunder i samspil med andre sociale kategorier) formes og får betydning for aspirationer og oplevelser af tilhør i naturfaglige læringsmiljøer. Her kunne det være relevant at rette blikket mod forskellige måder, hvorpå man kan være dreng/mand, pige/kvinde, nonbinær eller en mere flydende

kønsidentitet, og hvordan disse forskellige måder spiller sammen med forskellige naturfaglige og institutionelle kulturer.

Et aktuelt eksempel på et spørgsmål, som et identitetsperspektiv kan bidrage til at belyse, er ændringerne i ungdomsuddannelseslandskabet, som vil finde sted i de kommende år. Her er ikke mindst den kommende EPX, som forventes at tiltrække en overvægt af unge mænd (EVA, 2025), interessant, fordi den skal rumme både forskellige typer af fagligheder og forskellige typer af fremtidsperspektiver. Det rejser bl.a. spørgsmål om, hvilke maskulinitetsformer der hyldes, anerkendes og institutionaliseres i naturfaglige læringsmiljøer på den nye uddannelse, og hvad det kan få af betydning for kønnet diversitet og social mobilitet.

Faglige identiteter (faglige og didaktiske betingelser)

Vi har i denne artikel skrevet generaliserende om naturfaglige praksisser, vel vidende at der er betydelige faglige, didaktiske og kulturelle variationer mellem naturfagene og de naturvidenskabelige uddannelser. Fysik og bioteknologi er ikke blot indholdsmæssigt forskellige, men også organiseret omkring forskellige fagkulturer, deltagelsesformer og anerkendelsesstrukturer, der former søge- og deltagelsesmønstrene, samt hvad og hvem der kan opnå anerkendelse og en oplevelse af at høre til. I en dansk kontekst mangler vi dog fortsat systematisk viden om, hvordan disse faglige forskelle spiller sammen med børn og unges identitetsforhandlinger, deltagelse, fastholdelse og (fra)valg.

En række studier på danske videregående uddannelser har vist, hvordan brugen af naturfaglige identiteter som analytisk blik kan bidrage til at få øje på, hvordan forskellige faglige områder skaber kønnede uligheder i datalogi (Holmegaard et al., 2023), hvordan det at være kompetent i geologi er koblet til feltarbejdet (Madsen & Malm, 2023), og hvordan det at ville være gymnasielærer udgrænses på kemi (Nielsen & Madsen, 2024). På gymnasieniveau har etnografiske studier af fysikundervisning vist, hvordan faglige idealer om præcision, improvisation og "at turde skyde fra hoften" kan strukturere, hvilke elevpositioner der anerkendes som legitime (Thorsen et al., 2025).

Det er i interaktionen med fagene, gennem det faglige indhold og de fagkulturelle praksisser, at fagidentiteter formes og oplevelsen af at blive genkendt og anerkendt som kompetent bliver skabt. At der er plads til "mine erfaringer og interesser", har stor betydning for unges deltagelse i og (fra)valg af naturfag og naturvidenskab både som karrierevalg og som en del af deres naturfaglige identitet gennem livet. Der ligger et potentiale i at undersøge samspillet mellem faglige normer og kulturer og naturfaglige identiteter. Sådanne studier vil samtidig kunne belyse ulighed og de forestillinger om, hvem og hvad der genkendes som naturfagligt, som vi har diskuteret ovenfor.

Skolernes responsivitet (institutionelle betingelser)

Vi har i artiklen vist, hvordan der i forskningsfeltet opfordres til et bredere metodisk fundament (Danielsson et al., 2023), der inkluderer et strukturelt niveau (Shanahan, 2009), bl.a. for at udfylde blinde vinkler og undgå et mangelsyn, der peger ensidigt på fx lærernes praksis.

Vi ser et potentiale i at rette identitetsforskningens blik mod de institutionelle betingelser. Hvad betyder skolernes og lærernes arbejde med fx diversitet for, hvilke mønstre der reproduceres eller brydes? Er der skoler, fag, studieretninger eller didaktiske praksisser, der er særlig gode til at bryde mønstre? Hvad kendetegner i givet fald de områder og skoler, hvor eksempelvis kønnede eller socialt skæve søgemønstre udfordres? Sådanne spørgsmål kan med fordel undersøges gennem et forskningsdesign, der forbinder strukturelle og statistiske mønstre i søgning og gennemførelse med kvalitative analyser af skolekultur og konkrete undervisnings- og anerkendelsespraksisser. Det kan bidrage med viden om institutionel responsivitet, forstået som skolers evne til ikke blot at inkludere, men aktivt at foregribe, justere og tage ansvar for de in- og eksklusioner, deres praksisser medskaber (se fx Staunæs et al., 2022).

De perspektiver, vi har peget på her, er som nævnt ikke udtømmende. De illustrerer snarere nogle af de spørgsmål, som forskning i naturfaglige identiteter kan rejse i en dansk kontekst. Vi håber, at artiklen kan inspirere lærere, læreruddannere og forskere til at undersøge, hvordan forestillinger om naturfag og naturvidenskab, deltagelse og tilhør produceres i deres egne sammenhænge, og til at afprøve, hvordan disse kan udfordres og udvikles.

Potentialer for praksis

Et centralt udgangspunkt for praksis er, at arbejdet med naturfaglige identiteter kræver refleksion over, hvad og hvem der genkendes og anerkendes som naturfaglig i den konkrete sammenhæng. Det indebærer en opmærksomhed på de forestillinger om naturfag, naturvidenskab, faglighed og deltagelse, der skabes i fagene og i undervisningen, og hvordan disse spiller sammen med rammer og praksisser. Hvis flere elever skal have mulighed for at udvikle meningsfulde naturfaglige identiteter, handler det derfor ikke alene om at støtte den enkelte elev, men også om at undersøge og udfordre, hvilke måder at være, vide og deltage på der anerkendes og hylides, og hvilke der lettere overses eller tillægges mindre værdi.

Med afsæt i den forskning, vi har præsenteret i artiklen, om, hvordan naturfaglige identiteter formes i et samspil mellem elever, undervisningspraksisser og institutionelle rammer, og med afsæt i vores egne forskningsbaserede samarbejder med skoler, lærere, faggrupper, ministerier og fagkonsulenter (se fx Holmegaard et al., 2025) peger vi i det følgende på en række praksisrettede potentialer.

Politisk niveau

På politisk niveau peger identitetsforskningen på betydningen af at rette opmærksomheden mod de betingelser, der former børn og unges muligheder for deltagelse og tilhør i naturfagene og på de naturvidenskabelige uddannelser. Her ligger et potentiale i at prioritere kompetenceudvikling for lærere, pædagogiske ledere og skoleledelser med fokus på, hvordan læringsmiljøer, didaktik og institutionskulturer former elevers deltagelse.

En sådan indsats kan med fordel tage afsæt i et bredt lærings- og deltagelsesperspektiv, hvor fokus ikke alene rettes mod at "fikse" elever eller lærere, men også inkluderer en undersøgelse af, hvordan læringsmiljøer, didaktik og institutionskulturer lokalt og fagspecifikt organiserer bestemte måder at deltage og blive anerkendt på. Spørgsmålet er derfor ikke blot, hvem eleverne er, men hvilke positioner og forestillinger om dygtighed og deltagelsesformer der gøres tilgængelige og legitime i undervisningen. Et identitetssyn inviterer samtidig til at undersøge, om læreplanerne i tilstrækkelig grad åbner op for mere åbne og inkluderende praksisser, hvad angår læringsmål, stofudvælgelse og rammer for undervisningstilrettelæggelsen.

Et yderligere potentiale ligger i langsigtede forskningsbaserede udviklingsprojekter, hvor forskere, skoler og lærere sammen afprøver og videreudvikler praksisser, der kan skabe bredere deltagelsesmuligheder i STEM. Længerevarende samarbejder kan samtidig give mulighed for, at arbejdet med diversitet og deltagelse forankres i skolernes eksisterende udviklingsarbejde, og at lærerne udvikler både kompetencer inden for og ejerskab til de pædagogiske praksisser. Sådanne projekter kan med fordel gennemføres i samarbejde med partnerskoler, da det styrker den praksisnære relevans og sikrer en bæredygtig integration af resultaterne i skolernes eget udviklingsarbejde. Herved bliver arbejdet med diversitet og deltagelse ikke midlertidige initiativer, men en integreret del af uddannelsessystemets strukturelle udvikling. Samtidig må behovet for lærernes kompetenceudvikling tænkes ind, så de udvikler både kompetencer inden for og ejerskab til de pædagogiske praksisser.

Institutions- og lederniveau

På institutions- og lederniveau ligger der et potentiale i at gøre arbejdet med naturfaglige identiteter til en del af den fælles didaktiske udvikling. Et centralt skridt er at gøre naturfaglige identiteter til en fast del af den didaktiske udvikling i form af både pædagogiske dage, faggruppearbejde og længerevarende helskoleindsatser. Når naturfaglige identiteter bliver et tilbagevendende tema, skabes der et fælles sprog og et fælles ansvar for at understøtte bredere og mere inkluderende deltagelsesmuligheder.

Det indebærer bl.a. opmærksomhed på, hvilke former for faglighed og engagement der gives plads og værdi i institutionens naturfaglige læringsmiljøer, og hvordan de imødekommer elevers forskellige deltagerforudsætninger, erfaringer og behov.

Endelig er det vigtigt, at lederne understøtter en systematisk kultur for kollektivt professionelt praksisarbejde med observation, feedback og refleksion. Det kræver, at der skabes tid og rammer for, at lærere kan observere hinandens undervisning med fokus på elevernes deltagelsesmuligheder og de små praksiselementer, der enten åbner eller lukker for deltagelse. Observationerne bør bruges aktivt til at skabe et fælles blik for, hvordan undervisningen kan udvikles, så flere elever får mulighed for at engagere sig i naturfagene på meningsfulde måder.

Lærerniveau

Den enkelte lærer spiller en central rolle i at skabe deltagelse. Det er ikke alene undervisningens faglige indhold, der har betydning for elevernes motivation og oplevelse af tilhørsforhold til naturfagene, men i lige så høj grad de deltagelsesformer, læreren skaber og anerkender i klasserummet, og hvorvidt der gives plads til forskellige måder at engagere sig og bidrage fagligt på.

Undervisningen må tilrettelægges, så alle elever får mulighed for at deltage aktivt og udforske forskellige sider af faget. En måde at understøtte dette på er at arbejde systematisk med elevernes undren. Når undren gøres til en legitim og faglig ressource, er det ikke kun de korrekte svar, der honoreres, men alle de spørgsmål, som eleverne bringer ind i undervisningen, tæller og kan samtidig danne grobund for naturfaglige erkendelser. Det kan også være at arbejde med rollefordelingen i det praktiske arbejde. Ved systematisk at rotere mellem opgaver og roller kan læreren udfordre de faste forventninger, der ofte opstår mellem eleverne. Når eleverne får mulighed for at prøve kræfter med flere forskellige roller, åbnes der for, at flere kan opleve succes og opdage nye sider af deres egne faglige kompetencer.

Læreren må også løbende reflektere over sprogbrug og anerkendelseskultur i klasserummet. Hvordan der tales om dygtighed, fejl, læring og talent, har stor betydning for, hvilke identitetsmuligheder eleverne oplever. Et sprog, der vægter indsats, udvikling og nysgerrighed frem for forestillinger om medfødt talent, kan bidrage til at skabe et læringsmiljø, hvor alle elever oplever, at de kan lykkes. Her kan det være værdifuldt at inddrage en kollega til at observere undervisningen – ikke for at evaluere den enkelte lærer, men for at hjælpe med at få øje på mønstre eller blinde vinkler, der kan have betydning for elevernes deltagelse.

Når lærerne arbejder systematisk med inkluderende praksisser, bidrager de aktivt til at åbne naturfagene og naturvidenskaberne for flere elever og styrker muligheden for, at alle kan udvikle en meningsfuld relation til fagene og til deres egen naturfaglige identitet.

Konklusion

Når man i det daglige taler om "identitet", forbindes det ofte med forestillingen om et samlet, stabilt og nærmest indre kompas, der udvikles gennem årene og gennem erfaringer. Man taler om identitet som "noget, man har".

Identitetsforskningen inden for naturfagsdidaktik tilbyder en anden forståelse, hvor identitet ikke er en fast størrelse, men noget, der kontinuerligt skabes, formes og forhandles i samspil med omgivelserne. Opmærksomheden flyttes dermed fra den enkelte elev til samspillet mellem eleven og det, der foregår i undervisningen og i skolens faglige og sociale fællesskaber: hvordan børn og unge får mulighed for at deltage, hvordan de bliver mødt, genkendt og anerkendt af betydningsfulde andre, ikke mindst af lærere og klassekammerater, og hvordan de i disse sammenhænge kan se sig selv og blive set og anerkendt som nogen, der hører til i naturfaglige sammenhænge.

En sådan forståelse gør det muligt at fokusere analysen mellem den enkelte elevs erfaringer og de sociale, kulturelle og institutionelle betingelser, som former mulighederne for deltagelse. Spørgsmålet bliver dermed ikke alene, om eleverne er interesseret, motiveret eller oplever sig som kompetente, men også hvilke måder at vide, være og deltage på der genkendes og anerkendes som naturfaglige, hvordan tilhørsforhold formes i konkrete læringsmiljøer, og hvordan identiteter og (fra)valg forhandles over tid og på tværs af sammenhænge. Dermed kan identitetsforskningen bidrage til at undersøge, hvordan undervisningens faglige indhold, deltagelsesformer og forventninger spiller sammen med børn og unges erfaringer og muligheder for at se en plads til sig selv i naturvidenskaben. Her ligger et centralt potentiale for at undersøge ulighed. Identitetsforskningen kan synliggøre, hvordan muligheder for at blive genkendt og anerkendt, deltage og opleve tilhør ikke er lige tilgængelige for alle, men formes i mødet mellem individuelle erfaringer og konkrete faglige, sociale og institutionelle sammenhænge.

For praksis betyder det, at arbejdet med naturfaglige identiteter ikke alene handler om at støtte den enkelte elev i at udvikle en stærkere naturfaglig identitet. Det kalder også på en refleksion over, hvad der i den konkrete sammenhæng tæller som naturvidenskab, faglighed og legitim deltagelse, hvilke identiteter og deltagelsesformer der anerkendes og hyldes af både lærere og elever, og hvilke der lettere overses eller tillægges mindre værdi. Et identitetssyn retter dermed også opmærksomheden mod de læringsmiljøer og institutionelle rammer, som lærere, ledelser og andre aktører er med til at skabe.

Vi håber, at artiklen kan give lærere, læreruddannere og forskere et sprog for og et analytisk greb til at undersøge naturfaglige læringsmiljøer med blik for de muligheder for deltagelse, anerkendelse og tilhør, der skabes i konkrete sammenhænge. Samtidig håber vi, at de potentialer, vi har peget på, kan inspirere til videre forskning og praksisudvikling i en dansk kontekst. Naturfaglige identiteter tilbyder ikke en enkel

opskrift på, hvordan flere skal passe ind i naturvidenskaben, men tilbyder et skærpet blik for, hvordan flere måder at være naturfaglig på bliver mulige og legitime.

Tak

Vi vil gerne rette en særlig tak til de tidligere medlemmer af forskningsgruppen "Identitet og diversitet i STEM-uddannelserne", der hver især har bidraget væsentligt til udviklingen af vores arbejde med naturfaglige identiteter. Gennem fælles diskussioner, analyser og idéudvikling har Andrea Fransiska Møller Gregersen, Ene Ernst Hoppe, Rie Malm, Line Bruun Nicolaisen, Liv Nøhr, Vera Spangler og Gry Ellegaard Thorsen været med til at forme og kvalificere de perspektiver, som artiklen bygger på. Deres engagement har sat tydelige spor i gruppens tænkning og i den fortsatte udvikling af feltet.

Vi vil også gerne takke de mange fonde og forskningspuljer, som har gjort det muligt at gennemføre de empiriske studier, artiklen bygger på. Og de skoler, lærere og børn og unge, der har deltaget i og bidraget til vores forskning.

Referencer

- Anderhag, P., Emanuelsson, P., Wickman, P.-O. & Hamza, K.M. (2013). Students' choice of post-compulsory science: In search of schools that compensate for the socio-economic background of their students. *International Journal of Science Education*, 35(18), 3141-3160. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.696738>
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E. & Seakins, A. (2017). Killing curiosity? An analysis of celebrated identity performances among teachers and students in nine London secondary science classrooms. *Science Education*, 101(5), 741-764. <https://doi.org/10.1002/sce.21291>
- Archer, L., Dawson, E., Seakins, A., DeWitt, J., Godec, S. & Whitby, C. (2016). "I'm being a man here": Urban boys' performances of masculinity and engagement with science during a science museum visit. *Journal of the Learning Sciences*, 25(3), 438-485. <https://doi.org/10.1080/10508406.2016.1187147>
- Archer, L. & DeWitt, J. (2026). ASPIRES 3. Young people's STEM trajectories, Age 10-22: Physics. UCL Institute of Education.
- Archer, L., DeWitt, J., Godec, S., Henderson, M., Holmegaard, H., Liu, Q., Macleod, E., Mendick, H., Moote, J. & Watson, E. (2023). ASPIRES 3. Young people's STEM trajectories, age 10-22: Main report. UCL Institute of Education. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10181968/>
- 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. <https://doi.org/10.1002/sce.21146>

- Archer, L., DeWitt, J. & Willis, B. (2014). Adolescent boys' science aspirations: Masculinity, capital, and power. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 1-30. <https://doi.org/10.1002/tea.21122>
- Archer, L., Godec, S. & Moote, J. (2023). "My love for it just wasn't enough to get me through": A longitudinal case study of factors supporting and denying black British working-class young women's science identities and trajectories. In H.T. Holmegaard & L. Archer (red.), *Science identities: Theory, method and research* (s. 23-45). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5_2
- Archer, L., Godec, S., Patel, U., Dawson, E. & Calabrese Barton, A. (2024). 'It really has made me think': Exploring how informal STEM learning practitioners developed critical reflective practice for social justice using the Equity Compass tool. *Pedagogy, Culture & Society*, 32(5), 1243-1265. <https://doi.org/10.1080/14681366.2022.2159504>
- Archer, L., King, H., Godec, S. & Chowdhuri, M.N. (2024). Applying the principles of culturally sustaining pedagogy to a model for justice-oriented school science pedagogy in England: The science capital teaching approach. *London Review of Education*, 22(1), 1-14. <https://doi.org/10.14324/lre.22.1.07>
- Archer, L., Moote, J., Francis, B., DeWitt, J. & Yeomans, L. (2017). The "exceptional" physics girl: A sociological analysis of multimethod data from young women aged 10-16 to explore gendered patterns of post-16 participation. *American Educational Research Journal*, 54(1), 88-126. <https://doi.org/10.3102/0002831216678379>
- Archer, L., Nomikou, E., Mau, A., King, H., Godec, S., DeWitt, J. & Dawson, E. (2019). Can the subaltern 'speak' science? An intersectional analysis of performances of 'talking science through muscular intellect' by 'subaltern' students in UK urban secondary science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*, 14(3), 723-751. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9870-4>
- Avraamidou, L. (2014). Studying science teacher identity: Current insights and future research directions. *Studies in Science Education*, 50(2), 145-179. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.937171>
- Avraamidou, L. (2019). Stories we live, identities we build: How are elementary teachers' science identities shaped by their lived experiences? *Cultural Studies of Science Education*, 14(1), 33-59. <https://doi.org/10.1007/s11422-017-9855-8>
- Avraamidou, L. (2020). Science identity as a landscape of becoming: Rethinking recognition and emotions through an intersectionality lens. *Cultural Studies of Science Education*, 15(2), 323-345. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09954-7>
- Avraamidou, L. & Schwartz, R. (2021). Who aspires to be a scientist/who is allowed in science? Science identity as a lens to exploring the political dimension of the nature of science. *Cultural Studies of Science Education*, 16(2), 337-344. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10059-3>
- Ball, S.J., Bowe, R. & Gewirtz, S. (1996). School choice, social class and distinction: The realization of social advantage in education. *Journal of Education Policy*, 11(1), 89-112. <https://doi.org/10.1080/0268093960110105>

- Ballard, H.L., Harris, E.M., & Dixon, C.G. (2018). Science identity and agency in community and citizen science: Evidence & potential. *Commissioned paper for the Committee on Designing Citizen Science to Support Science Learning*.
- Barton, A.C. (1998). Teaching science with homeless children: Pedagogy, representation, and identity. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 35(4), 379-394. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(199804\)35:4<379::aid-tea8>3.0.co;2-n](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199804)35:4<379::aid-tea8>3.0.co;2-n)
- Barton, A.C. (2001). Science education in urban settings: Seeking new ways of praxis through critical ethnography. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(8), 899-917. <https://doi.org/10.1002/tea.1038>
- Barton, A.C., Kang, H., Tan, E., O'Neill, T.B., Bautista-Guerra, J. & Brecklin, C. (2013). Crafting a future in science: Tracing middle school girls' identity work over time and space. *American Educational Research Journal*, 50(1), 37-75. <https://doi.org/10.3102/0002831212458142>
- Barton, A.C. & Tan, E. (2010). We be burnin'! Agency, identity, and science learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 19(2), 187-229. <https://doi.org/10.1080/10508400903530044>
- Barton, A.C. & Tan, E. (2023). Working towards justice: Critical next steps in identity studies in science. In H.T. Holmegaard & L. Archer (red.), *Science identities: Theory, method and research* (s. 361-373). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5_16
- Bentzen, A. (2006). Skal man være nørd for at blive dygtig fysikstuderende? *MONA*, 2006(4), 41-55. <https://doi.org/10.7146/mona.v0i4.36523>
- Berge, M., Silfver, E. & Danielsson, A. (2019). In search of the new engineer: Gender, age, and social class in information about engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 44(5), 650-665. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1523133>
- Biernacki, P. & Waldorf, D. (1981). Snowball sampling: Problems and techniques of chain referral sampling. *Sociological methods & research*, 10(2), 141-163. <https://doi.org/10.1177/004912418101000205>
- Black, L. & Hernandez-Martinez, P. (2016). Re-thinking science capital: The role of 'capital' and 'identity' in mediating students' engagement with mathematically demanding programmes at university. *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, 35(3), 131-143. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrw016>
- Brickhouse, N.W., Lowery, P. & Schultz, K. (2000). What kind of a girl does science? The construction of school science identities. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(5), 441-458. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(200005\)37:5<441::aid-tea4>3.0.co;2-3](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(200005)37:5<441::aid-tea4>3.0.co;2-3)
- Brown, B.A. (2006). "It isn't no slang that can be said about this stuff": Language, identity, and appropriating science discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 96-126. <https://doi.org/10.1002/tea.20096>

- Bøe, M.V. (2023). Staying recognised as clever: High-achieving physics students' identity performances. *Physics Education*, 58(3), 035012. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/acbad9>
- Bøe, M.V., Henriksen, E.K., Lyons, T. & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: Young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549621>
- Carlone, H.B. (2023). Understanding and contextualizing the field of science identity research. In H.T. Holmegaard & L. Archer (red.), *Science identities: Theory, method and research* (s. 3-20). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5_1
- Carlone, H.B. & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Carlone, H.B., Scott, C.M. & Lowder, C. (2014). Becoming (less) scientific: A longitudinal study of students' identity work from elementary to middle school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), 836-869. <https://doi.org/10.1002/tea.21150>
- Danielsson, A.T. (2009). Doing physics – doing gender: An exploration of physics students' identity constitution in the context of laboratory work (Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 83). *Acta Universitatis Upsaliensis*. <https://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:207676>
- Danielsson, A.T., King, H., Godec, S. & Nyström, A.-S. (2023). The identity turn in science education research: A critical review of methodologies in a consolidating field. *Cultural Studies of Science Education*, 18(3), 695-754. <https://doi.org/10.1007/s11422-022-10130-7>
- Danielsson, A.T. & Warwick, P. (2014). 'You have to give them some science facts': Primary student teachers' early negotiations of teacher identities in the intersections of discourses about science teaching and about primary teaching. *Research in Science Education*, 44(2), 289-305. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9383-9>
- Davis, L.P. & Museus, S.D. (2019). What is deficit thinking? An analysis of conceptualizations of deficit thinking and implications for scholarly research. *Currents: Journal of Diversity Scholarship for Social Change*, 1(1). <https://doi.org/10.3998/currents.17387731.0001.110>
- Dawson, E. (2014). "Not designed for us": How science museums and science centers socially exclude low-income, minority ethnic groups. *Science education*, 98(6), 981-1008. <https://doi.org/10.1002/sce.21133>
- EVA. (2025). 8.-klasseselevers syn på epX [Minianalyse]. Danmarks Evalueringsinstitut. [https://eva.dk/Media/638942951176262546/8.klasseselevers_syn_p_epX_\(ny\).pdf](https://eva.dk/Media/638942951176262546/8.klasseselevers_syn_p_epX_(ny).pdf)
- Gertz, E., Madsen, L.M. & Holmegaard, H.T. (2025). "It's not like I go oh that's really exciting": A qualitative study of upper secondary school students' identity negotiations in physics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(3), 713-736. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10483-1>

- Gertz, E., Madsen, L.M. & Holmegaard, H.T. (2026). Young women's longitudinal identity negotiations in physics and mathematics throughout upper secondary education. *Physical Review Physics Education Research*, 22(1), 010135. <https://doi.org/10.1103/v6h9-r7by>
- Godec, S., Patel, U., Archer, L. & Dawson, E. (2020). Young people's tech identity performances: Why materiality matters. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 51. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00249-w>
- Gonsalves, A.J. (2014). "Physics and the girly girl—There is a contradiction somewhere": Doctoral students' positioning around discourses of gender and competence in physics. *Cultural Studies of Science Education*, 9(2), 503-521 <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9447-6>
- Gonsalves, A.J. (2020). Constructing inside-ness to physics: How matter comes to matter in physics identity work. *Cultural Studies of Science Education*, 15(4), 911-921. <https://doi.org/10.1007/s11422-020-09999-z>
- Gonsalves, A.J., Danielsson, A. & Pettersson, H. (2016). Masculinities and experimental practices in physics: The view from three case studies. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 020120. <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.12.020120>
- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P.M. & Shanahan, M.C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978-1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>
- Holland, D., Lachicotte, J.W., Skinner, D. & Cain, C. (1998). *Identity and agency in cultural worlds*. Harvard University Press.
- Holmegaard, H.T. (2015). Performing a choice-narrative: A qualitative study of the patterns in STEM students' higher education choices. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1454-1477. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1042940>
- Holmegaard, H.T. (2018). Når 'altid' er foranderligt. In M. Pless & N.U. Sørensen (red.), *Ungeperspektiver: Tænkninger og tilgange i ungdomsforskningen* (s. 13-38). Aalborg Universitetsforlag.
- Holmegaard, H.T. (2021). Master students' imagined futures: The interaction of students' resources, narrative repertoires and their thoughts about postgraduate futures within selected STEM master programmes. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 65(7), 1217-1237. <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1789213>
- Holmegaard, H.T. & Archer, L. (2023). *Science identities: Theory, method and research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5>
- Holmegaard, H.T. & Johannsen, B.F. (2023). Science talent and unlimited devotion: An investigation of the dynamics of university students' science identities through the lens of gendered conceptualisations of talent. In H.T. Holmegaard & L. Archer (red.), *Science identities: Theory, method and research* (s. 113-140). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5_6
- Holmegaard, H.T., Madsen, L.M. & Nielsen, K.B. (2023). 'You have to ask the right questions': A spatial analysis of the sense of belonging within higher education computer science.

- European Journal of Engineering Education, 48(6), 1037-1050. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2254289>
- Holmegaard, H.T., Madsen, L.M., Niemann, J., Thorsen, G.E., Hoppe, E.E., Gertz, E., & Boye, M. (2025). *(U)lige adgang og deltagelsesmuligheder i gymnasiernes STEM-fag: Indsigter og anbefalinger fra GATE-projektet. Københavns Universitet*. https://curis.ku.dk/ws/portalfiles/portal/522169835/GATE_rapport_nov_2025.pdf
- Holmegaard, H.T., Madsen, L.M. & Ulriksen, L. (2013). A journey of negotiation and belonging: Understanding students' transitions to science and engineering in higher education. *Cultural Studies of Science Education*, 9, 1-32. <https://doi.org/10.1007/s11422-013-9542-3>
- Holmegaard, H.T., Madsen, L.M. & Ulriksen, L. (2014). To choose or not to choose science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme. *International Journal of Science Education*, 36(2), 186-215. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.749362>
- Holmegaard, H.T., Ulriksen, L.M. & Madsen, L.M. (2014). The process of choosing what to study: A longitudinal study of upper secondary students' identity work when choosing higher education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(1), 21-40. <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.696212>
- Hoppe, E.E. & Holmegaard, H.T. (2022). Art-based methods in science education research: A systematic review of their prevalence and an analysis of their potentials in addressing complex questions. *Nordic Studies in Science Education*, 18(3), 323-336. <https://doi.org/10.5617/nordina.9242>
- Hoppe, E.E. & Holmegaard, H.T. (2024). Unveiling the production of non-participation in the primary school science classroom. *Cultural Studies of Science Education*, 19(2), 387-416. <https://doi.org/10.1007/s11422-024-10220-8>
- Hughes, G. (2001). Exploring the availability of student scientist identities within curriculum discourse: An anti-essentialist approach to gender-inclusive science. *Gender and Education*, 13(3), 275-290. <https://doi.org/10.1080/09540250120063562>
- Husu, L. (2015). A comprehensive national approach to promote gender equality in science: The case of Norway. In W. Pearson, Jr., L.M. Frehill, C.L. McNeely (red.), *Advancing women in science: An international perspective* (s. 327-329). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-08629-3>
- Ibourk, A., Hughes, R. & Mathis, C. (2022). "It is what it is": Using storied-identity and intersectionality lenses to understand the trajectory of a young Black woman's science and math identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(7), 1099-1133. <https://doi.org/10.1002/tea.21753>
- Jackson, D. (1996). Why should secondary schools take working with boys seriously? *Gender and Education*, 8(1), 103-116. <https://doi.org/10.1080/713668477>
- Johansson, A. & Berge, M. (2020). Lecture jokes: Mocking and reproducing celebrated subject positions in physics. In A.J. Gonsalves & A.T. Danielsson (red.), *Physics education and gender:*

- Identity as an analytic lens for research (s. 97-113). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41933-2_6
- Johansson, A., Nyström, A.-S., Gonsalves, A.J. & Danielsson, A.T. (2023). Performing legitimate choice narratives in physics: Possibilities for under-represented physics students. *Cultural Studies of Science Education*, 18(4), 1255-1283. <https://doi.org/10.1007/s11422-023-10201-3>
- Johnson, A., Brown, J., Carlone, H. & Cuevas, A.K. (2011). Authoring identity amidst the treacherous terrain of science: A multiracial feminist examination of the journeys of three women of color in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 339-366. <https://doi.org/10.1002/tea.20411>
- Krogh, L.B. & Andersen, H.M. (2010). Emerging science identities in a mentorship program. *XIV IOSTE*, 1308-1310.
- Krogh, L.B. & Andersen, H.M. (2013). "Actually, I may be clever enough to do it". Using identity as a lens to investigate students' trajectories towards science and university. *Research in Science Education*, 43(2), 711-731. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9285-2>
- Kryger, N. (1988). De skrappe drenge og den moderne pædagogik. *Unge Pædagoger*.
- Lee, Y.-J. (2011). Identity-based research in science education. In B.J. Fraser, K. Tobin & C.J. McRobbie (red.), *Second international handbook of science education* (s. 35-45). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_3
- Lindvig, K. & Ulriksen, L. (2019). Different, difficult, and local: A review of interdisciplinary teaching activities. *The Review of Higher Education*, 43(2), 697-725. <https://doi.org/10.1353/rhe.2019.0115>
- Lykkegaard, E. & Ulriksen, L. (2019). In and out of the STEM pipeline: A longitudinal study of a misleading metaphor. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1600-1625. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1622054>
- MacLeod, E. (2025). 'I've always known that I would become a teacher': How White women narrate their choice to teach, and what this means for teacher recruitment. *British Educational Research Journal*, 51(4), 2013-2035. <https://doi.org/10.1002/berj.4162>
- MacLeod, E. & Avraamidou, L. (2025). Identity-based research in science education: Past, present, and possible futures. In G. Cakmakci & M.F. Tasar (red.), *Connecting science education with cultural heritage: Selected papers from the ESERA 2023 conference* (s. 53-65). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-90944-3_5
- Madsen, L.M. & Malm, R.H. (2023). Doing geoscience: Negotiations of science identity among university students when learning in the field. In H.T. Holmegaard & L. Archer (red.), *Science identities: Theory, method and research* (s. 141-161). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17642-5_7
- Mensah, F.M. (2016). Positional identity as a framework to studying science teacher identity: Looking at the experiences of teachers of color. In *Studying science teacher identity: Theoretical, methodological and empirical explorations* (pp. 49-69). Rotterdam: SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-379-7_3

- Monteiro Nascimento, M. & Markic, S. (2025). The iceberg of science identity: Structural inequalities in science-related practices and dispositions. *International Journal of Science Education*, 48(14), 1-18. <https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2517890>
- Nielsen, K.B. (2025). Hvordan er man en god elev i natur/teknologi? *MONA*, 2025(3), 7-24. <https://doi.org/10.7146/mona.v25i3.151383>
- Nielsen, K.B. & Madsen, L.M. (2024). Choosing (not) to be a chemistry teacher: Students' negotiations of science identities at a research-intensive university. *European Educational Research Journal*, 23(4), 544-560. <https://doi.org/10.1177/14749041231157919>
- Niemann, J., Holmegaard, H. & Madsen, L.M. (2024). How upper secondary students figure chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 25(4), 1289-1310. <https://doi.org/10.1039/d4rp00145a>
- Ottemo, A., Berge, M., Mendick, H. & Silfver, E. (2025). Geek nostalgia: The reflective and restorative defence of white male geek culture. *New Media & Society*, 27(7), 3848-3866. <https://doi.org/10.1177/14614448241232067>
- Pedersen, H.S., Hindsholm, M., Mikkelsen, M., Holmegaard, H.T., Nielsen, K.B., Ulriksen, L., Vixø, K., Hansen, M.F., Nielsen, S.S. & Blomgreen, C. (2023). Børn og unges science-kapital: Baseline rapport. VIVE.
- Poulsen, S.M. (2024). Fractal gender dynamics in Danish university education. Københavns Universitet.
- Rahm, J.M. (2014). Deconstructing the western worldview: Toward the repatriation and indigenization of wellness. University of Alaska Fairbanks.
- Rivera Maulucci, M.S. (2013). Emotions and positional identity in becoming a social justice science teacher: Nicole's story. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(4), 453-478. <https://doi.org/10.1002/tea.21081>
- Roth, W.-M. & Tobin, K. (2007). Science, learning, identity: Sociocultural and cultural-historical perspectives (vol. 7). Brill.
- Rushton, E.A., & Reiss, M.J. (2021). Middle and high school science teacher identity considered through the lens of the social identity approach: A systematic review of the literature. *Studies in science education*, 57(2), 141-203. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1799621>
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2007). Science education and youth's identity construction – two incompatible projects? In D. Corrigan, J. Dillon & R. Gunstone (red.), *The re-emergence of values in science education* (s. 231-247). Brill. https://doi.org/10.1163/9789087901677_020
- Shanahan, M.C. (2009). Identity in science learning: Exploring the attention given to agency and structure in studies of identity. *Studies in Science Education*, 45(1), 43-64. <https://doi.org/10.1080/03057260802681847>
- Staunæs, D., Plauborg, H., Kaastrup, C.M., Olesen, R.M., Jartoft, V., Schirmer, M.M., & Brauner, M.N. En kortlægning af pædagogiske og didaktiske interventioner vedr. køn i naturfag, matematik og STEM-aktiviteter i grundskolen.

- Strayhorn, T.L. (2018). College students' sense of belonging: A key to educational success for all students. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203118924>
- Taconis, R. & Kessels, U. (2009). How choosing science depends on students' individual fit to 'science culture'. *International Journal of Science Education*, 31(8), 1115-1132. <https://doi.org/10.1080/09500690802050876>
- Thorsen, G.E., Madsen, L.M. & Holmegaard, H.T. (2025). The (re)production of insecurities: An ethnographic study of the gendered science classroom in upper secondary school. *Cultural Studies of Science Education*, 20, 293-319. <https://doi.org/10.1007/s11422-025-10252-8>
- Ulriksen, L. (2003). Børne- og ungdomskultur og naturfaglige uddannelser. In H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser – en antologi* (s. 285-317). Undervisningsministeriet.
- Ulriksen, L., Madsen, L.M. & Holmegaard, H.T. (2010). What do we know about explanations for drop out/opt out among young people from STM higher education programmes? *Studies in Science Education*, 46(2), 209-244. <https://doi.org/10.1080/03057267.2010.504549>
- Wade-Jaimes, K., King, N.S. & Schwartz, R. (2021). "You could like science and not be a science person": Black girls' negotiation of space and identity in science. *Science Education*, 105(5), 855-879. <https://doi.org/10.1002/sce.21664>
- Wilken, T. & Olesen, A.M. (2021). 12-talspiger og taberdrenge: Stereotyper kan ikke forklare, hvorfor pigerne trækker fra drengene i grundskolen. Kraka.

English abstract

In both primary and secondary education, there is talk of declining motivation in science, and the explanations often point to the students' lack of interest, traditional teaching or the teachers' professional level. The research field of science identities provides a broader understanding of how students see themselves in relation to the subjects – and why some feel at home while others do not. The article introduces and discusses the international field of science identities in a Danish context and shows, through an insight into the research field and empirical examples, how the use of science identities as an analytical perspective can strengthen both research and practice.

Når samarbejde bliver til didaktisk udvikling: Læreres oplevelser af professionelle læringsfællesskaber på tværs af institutioner



Claus Auning, UC SYD



Suzanne Rønhøj
Schjøtt, Københavns
Professionshøjskole



Lars Petersen, UC SYD



Lone Djernis Olsen, UC
SYD



Morten Rask Petersen, UCL

Abstract: Artiklen undersøger, hvordan grundskolelærere oplever professionelle læringsfællesskaber (PLF) mellem lærere, læreruddannere og forskere som en ramme for udviklingen af undervisningen i natur/teknologi og deres professionelle udvikling. Studiet bygger på ni kvalitative interviews med 10 lærere fra syv cases i Laboratorieskoleprojektet. Analysen kombinerer NAFA's seks PLF-dimensioner med en induktiv analyse. Resultaterne viser, at lærerne særlig fremhæver fælles refleksion, ligeværdigt samarbejde og praksisnær udvikling. Lærerne forbinder desuden samarbejdet med ændringer i deres didaktiske blik, motivation og øget opmærksomhed på elevernes deltagelse og læringsmuligheder. Studiet peger på potentialet for professionel og didaktisk udvikling.

Introduktion

Udvikling af professionel praksis og skoleudvikling beskrives i forskningen som komplekse og langsigtede processer, der forudsætter vedvarende samarbejde, fælles problemforståelse og mulighed for løbende refleksion over undervisning og læring (Stoll et al., 2006; Coburn et al., 2013). Inden for naturfagsdidaktisk forskning peger flere studier desuden på betydningen af praksisnære udviklingsforløb, hvor lærere deltager aktivt i undersøgende samarbejder med kolleger, læreruddannere og forskere (Jarl et al., 2024; Albrechtsen et al., 2024). Tilsvarende peger nyere dansk følgeforskning på betydningen af helhedsorienterede og samarbejdsbaserede tilgange, hvor organisatoriske rammer, lokale behov og fælles refleksion understøtter udvikling af professionel praksis og oplevet værdi hos deltagerne (Elmose et al., 2025).

En beslægtet forståelse findes i dansk forskning om partnerskaber mellem folkeskole og læreruddannelse. Albrechtsen et al. (2024) analyserer universitetsskoler som en særlig partnerskabsmodel, hvor flere aktører og vidensformer bringes i spil i fælles didaktiske undersøgelsesfællesskaber. Forfatterne peger på, at kvaliteten i sådanne samarbejder ikke først og fremmest afhænger af organisatoriske aftaler, men i højere grad af opbygningen af undersøgende fællesskaber, hvor lærere, læreruddannere, studerende og forskere indgår i fælles problemformulering, didaktiske afprøvninger og udvikling af viden.

I en dansk kontekst med fokus på PLF'er viser Thyssen et al. (2024), at samarbejde mellem lærere og eksterne aktører kan skabe rum for refleksion, fælles sprog og professionelt ejerskab. Tilsvarende peger forskning i research-practice partnerships (RPP) på, at samarbejder mellem praksis og forskning får størst betydning, når lærere deltager som aktive medaktører i fælles undersøgende arbejde frem for alene som informanter (Coburn et al., 2013; Jarl et al., 2024).

Samlet peger forskningen på, at varig skole- og praksisudvikling forudsætter længerevarende og strukturerede samarbejder, hvor flere aktører indgår i fælles undersøgende processer. Kvalitet opstår ikke primært gennem formelle organisatoriske rammer, men gennem kontinuitet, fælles problemforståelse og etableringen af didaktiske læringsfællesskaber på tværs af institutioner.

På den baggrund undersøger denne artikel grundskolelærernes perspektiver på, hvordan PLF'er kan fungere som en ramme for udviklingen af undervisningen i natur/teknologi i et samarbejde mellem lærere, læreruddannere og forskere på fire forskellige skoler. Artiklen tager udgangspunkt i Laboratorieskoleprojektet, hvor sådanne samarbejder er organiseret som lokale udviklingslaboratorier.

Artiklens forskningsspørgsmål er:

Hvordan oplever grundskolelærere PLF'er mellem lærere, læreruddannere og forskere som en ramme for udviklingen af undervisningen i natur/teknologi og deres egen professionelle udvikling?

PLF som analytisk ramme for udvikling

PLF'er har gennem en årrække været genstand for både national og international forskning. I denne artikel anvendes Naturfagsakademiets (NAFA's) forståelse af PLF som analytisk ramme for undersøgelsen. Her defineres PLF som *forpligtende og systematisk undersøgende fællesskaber mellem undervisere, der deler erfaringer og viden fra praksis gennem reflekterende dialoger med fokus på elevers og studerendes læring* (Albrechtsen et al., 2022).

Denne forståelse understreger, at PLF ikke blot handler om koordinering eller erfaringsudveksling, men om et fælles didaktisk arbejde, hvor undervisning og læring gøres til genstand for kollektiv undersøgelse. I forlængelse heraf peger international forskning på, at deltagelse i PLF'er kan understøtte udviklingen af læreres didaktiske dømmekraft, refleksion over undervisningens kvalitet og mestringsforventninger (Vescio et al., 2008; Slegers et al., 2013).

PLF som ramme for udvikling af naturfaglig undervisning udgør et voksende forskningsfelt, hvor særlig samarbejder på tværs af institutioner fremhæves som centrale for udvikling af praksisnær viden (Albrechtsen et al., 2022). I denne sammenhæng er det væsentligt at forstå PLF'er som situerede og kontekstafhængige fællesskaber, hvor betydningen af samarbejdet må fortolkes i relation til den konkrete praksis, det indgår i.

NAFA operationaliserer PLF gennem seks dimensioner, som i denne artikel anvendes som analytisk ramme:

1. fælles visioner og værdier
2. fokus på elevernes/de studerendes læring
3. deling af erfaringer og viden
4. undersøgende og reflektiv praksis
5. ligeværdigt samarbejde
6. strukturel understøttelse gennem ledelse, ressourcer og rammer (Albrechtsen et al., 2022).

Dimensionerne fungerer som analytiske indikatorer for centrale træk ved PLF'er og danner grundlag for den efterfølgende analyse af lærernes oplevelser af samarbejdet i Laboratorieskoleprojektet.

Metode og analyse

Denne undersøgelse er gennemført som et kvalitativt casestudie med fokus på PLF'er i et samarbejde på tværs af institutioner mellem skole, læreruddannelse og forskning. Casestudiedesignet gør det muligt at undersøge lærernes oplevelser og fortolkning-

ger af PLF-samarbejdet i konkrete praksissammenhænge og dermed belyse, hvilken betydning lærerne tillægger samarbejdet i de lokale udviklingslaboratorier (Stake, 1995; Yin, 2014).

Kontekst: Laboratorieskoleprojektet

Undersøgelsen tager udgangspunkt i Laboratorieskoleprojektet, hvor tre professionshøjskoler i samarbejde med fire grundskoler etablerede lokale udviklingslaboratorier organiseret som PLF'er. I disse laboratorier deltog natur/teknologi-lærere, læreruddannere, forskere og lærerstuderende i en fælles udvikling og afprøvning af undervisningen.

Samarbejdet forløb over skoleåret 2024/2025 og var organiseret omkring et fælles tematisk fokus på teknologisk dannelse. Deltagerne mødtes løbende i lokale PLF-grupper, hvor de i fællesskab planlagde, gennemførte og reflekterede over undervisningsforløb. Derudover indgik deltagerne i fælles seminarer, hvor erfaringer blev præsenteret og fortolket på tværs af de deltagende institutioner.

Projektet var således designet som et praksisnært udviklingsarbejde, hvor undervisning, refleksion og vidensdeling var integrerede elementer i samarbejdet. Denne artikel fokuserer specifikt på grundskolelærernes perspektiver på dette samarbejde.

Datamateriale

Datamaterialet, der analyseres i denne artikel, består af ni kvalitative interviews med i alt 10 grundskolelærere, der deltog i Laboratorieskoleprojektet. Interviewene omfatter både individuelle interviews og fokusgruppeinterviews og tager afsæt i lærernes erfaringer med samarbejdet og deres refleksioner over undervisningsudvikling, elevernes læring og deres egen professionelle udvikling.

Læreruddannere, forskere og lærerstuderende deltog i Laboratorieskoleprojektets PLF'er, men deres perspektiver indgår ikke som interviewdata i denne analyse. Analysen belyser således PLF-samarbejdet fra grundskolelærernes perspektiv.

Derudover indgår der kontekstbeskrivelser baseret på forskerobservationer fra de enkelte cases. Hver case omfatter et konkret undervisnings- og udviklingsforløb organiseret som et PLF. Kontekstbeskrivelserne anvendes til at situere lærernes udsagn i de praksissammenhænge, som samarbejdet indgik i. Undersøgelsen omfatter i alt syv cases fordelt på tre professionshøjskoler og fire grundskoler (se tabel 1).

Tabel 1: Oversigt over cases i undersøgelsen. Yderligere beskrivelser af den konkrete undervisning kan ses i Schjøtt et al. (2025) og Andersen et al. (2025).

Case	Professionshøjskole	Klassetrin	Tema
Case 1	1	3. klasse	Ellære
Case 2	1	6. klasse	Selvkørende busser
Case 3	2	2. klasse	Nedbørsmåling
Case 4	2	4. klasse	Solsystemet
Case 5	2	6. klasse	Brødbagning
Case 6	3	Børnehaveklasse	Mikroskoper og teleskoper
Case 7	3	6. klasse	Analog og digital artsbestemmelse

Analysestrategi

Analysen er gennemført som en kombination af deduktiv og induktiv kvalitativ indholdsanalyse (Hsieh & Shannon, 2005).

Den deduktive analyse tager afsæt i NAFA’s seks PLF-dimensioner (Albrechtsen et al., 2022), som anvendes som analytisk ramme for kodningen af interviewmaterialet. Dimensionerne fungerer her som sensibiliserende begreber, der gør det muligt systematisk at identificere centrale træk i lærernes beskrivelser af samarbejdet. Parallelt hermed er der gennemført en induktiv analyse, hvor der er identificeret tværgående temaer, som ikke på forhånd var fastlagt i den teoretiske ramme. Denne del af analysen har særlig bidraget til at identificere temaer relateret til lærernes professionelle udvikling, motivation og perspektiver på elevernes læring.

Kodningen er organiseret således, at interviewmateriale fra et praksissamarbejde er analyseret af en forsker fra en anden professionshøjskole. Dette er gjort for at reducere risikoen for bias som følge af forskerens nærhed til den konkrete kontekst og skabe analytisk distance i fortolkningen af materialet.

Metodiske overvejelser

I tråd med casestudiets videnskabsteoretiske grundlag forstås resultaterne som kontekstafhængige og analytisk generaliserbare frem for direkte generaliserbare (Stake, 1995). Formålet er således ikke at identificere universelle sammenhænge, men at belyse, hvordan grundskolelærerne oplever og fortolker det PLF-samarbejde på tværs af institutioner i de konkrete praksissammenhænge.

Da analysen bygger på interviewdata, giver den adgang til lærernes egne erfaringer med, oplevelser af og fortolkninger af samarbejdet. Studiet kan dermed belyse den betydning, lærerne selv tillægger samarbejdet, og de ændringer i deres didaktiske blik og praksis, som de beskriver, men interviewmaterialet kan ikke i sig selv dokumentere faktiske ændringer i undervisningspraksis eller effekter på elevernes læring. Dette udgør en metodisk afgrænsning, som må medtænkes i fortolkningen af resultaterne.

Samtidig indebærer den tætte kobling mellem forskere og praksis, at analysen må forstås som en fortolkning af et samarbejde, hvor forskerne selv har været en del af konteksten. Den valgte kodningsstrategi på tværs af institutioner er et forsøg på at imødekomme denne udfordring.

Af hensyn til anonymisering er alle deltagere tildelt neutrale koder (L1, L2 osv.), som anvendes konsekvent i resultatafsnittet. Koderne refererer til lærere på tværs af de deltagende cases. En mindre del af datamaterialet stammer fra fokusgruppeinterviews, hvor flere lærere reflekterede over erfaringer på tværs af cases. I disse tilfælde har det ikke altid været muligt entydigt at knytte konkrete udsagn til én bestemt deltager eller case. Stednavne, institutionsbetegnelser og andre identificerende oplysninger er fjernet eller anonymiseret i citaterne.

Resultater

Dette afsnit præsenterer resultaterne af analysen af interviewmaterialet fra Laboratorieskoleprojektet. Analysen bygger på ni kvalitative interviews med i alt 10 lærere fra projektets syv cases. Interviewmaterialet omfatter både individuelle interviews og fokusgruppeinterviews og tager afsæt i lærernes egne beskrivelser af deres erfaringer med, oplevelser af og refleksioner over samarbejdet.

Den første del af resultatafsnittet er struktureret med afsæt i NAFA's seks dimensioner for PLF'er. Herefter præsenteres tværgående temaer, som er identificeret gennem den induktive analyse.

Fælles vision og værdier

I lærernes beskrivelser fremstår deltagelsen i de PLF'er som båret af en tydelig fælles vision og et værdimæssigt ståsted, hvor undervisningsudvikling og elevernes læringsmuligheder er i centrum. Lærerne beskriver betydningen af at etablere en fælles retning som udgangspunkt for samarbejdet. Som én formulerer det: "Når vi starter op, så er det jo vigtigt, at vi lige har et fælles mål, at vi lige finder ud af, hvor det er, vi skal hen. Så vi alle er enige om, hvad målet er." (L2). I lærernes beskrivelser knyttes det fælles mål tæt til undervisningen og elevernes læring snarere end til organisatoriske krav. Samarbejdet opleves som meningsfuldt, fordi det tager afsæt i et fælles værdigrundlag, hvor motivation, relationer og elevernes engagement står

centralt: "Der ligger rigtig meget motivation, og altså sådan, man skal appellere til de her børn på et lidt mere humanistisk og personligt plan [...] Vi har haft rigtig meget fokus på det." (L3).

Ligeværdigt samarbejde

Ligeværd fremstår som et gennemgående træk i lærernes beskrivelser af samarbejdet. Lærerne oplever samarbejdet som et rum, hvor forskellige faglige positioner mødes uden hierarki, og hvor alle bidrager aktivt: "Vi hjælper hinanden, og vi er på lige fod i det her." (L1). Flere lærere peger på, at samarbejdet adskiller sig fra mere traditionelle udviklingsinitiativer ved, at opgaven løses i fællesskab: "Det er det, der er anderledes – det er ikke kun os praktikere, der skal gøre noget. Vi skal gøre noget sammen med nogle andre, og det er det, vi bliver klogere af." (L3). Samarbejdet beskrives som et møde mellem praksisnær og teoretisk viden, hvor forskellige perspektiver bringes i spil: "[...] vi står med en masse praktisk viden om, hvordan hverdagen fungerer. I har en masse teoretisk viden." (L4). For flere lærere fremstår denne sammensætning som særlig værdifuld for den faglige udvikling: "Konceptet i, at vi er nogen på gulvet, nogen på uddannelserne – både forskere og lærerstuderende – at vi kan mødes og dele viden og erfaringer og få input. Det er jo drømmen for ethvert fag." (L5).

Fokus på elevernes/de studerendes læring

I lærernes beskrivelser fremtræder også et fokus på de lærerstuderendes læring og professionelle udvikling. Flere lærere beskriver, hvordan de ser det som en del af deres opgave at bidrage aktivt til de studerendes uddannelse: "Jeg ser det som en del af min opgave at bidrage til, at de bliver klædt på til at undervise." (L4). Tilstedeværelsen af studerende opleves samtidig som noget, der skærper lærernes egne refleksioner over undervisningen: "Man bliver selv skarpere, når man skal forklare, hvad man gør." (L4). Flere lærere giver udtryk for et ønske om, at de studerende i endnu højere grad havde været en del af den konkrete undervisning: "De kunne have været med i undervisningen [...] det kunne give rigtig meget." (L3).

Deling af erfaringer og viden

Deling af erfaringer og fælles refleksion fremhæves af lærerne som et centralt udbytte af samarbejdet. Flere lærere peger på værdien af at kunne sparre med andre om undervisningen: "Det at sidde rundt om bordet og hjælpe hinanden [...] i stedet for at man skal sidde selv." (L2). Vidensdelingen beskrives som gensidig og ligeværdig, hvor observationer og feedback spiller en central rolle: "UC-underviserne så, hvordan jeg underviste, og kunne give respons på det – det kan vi godt lide." (L5). Flere lærere beskriver, hvordan de fælles refleksioner giver mulighed for at udvikle deres faglige og didaktiske overvejelser om undervisningen: "Det bliver bedre, når du har nogen

at snakke med om den.” (L6). Samtidig understreges værdien af at kunne trække på hinandens forskellige erfaringer: “Det er jo en kæmpe styrke, når vi kan trække på hinandens forskellige erfaringer og ikke kun sidder alene med det” (L4).

Undersøgende og reflektiv praksis

Et gennemgående mønster i lærernes beskrivelser er betydningen af de undersøgende og reflekterende dialoger om undervisning. Lærerne beskriver samarbejdet som et sjældent rum for fordybelse i en travl hverdag: “Det er ikke så tit, vi har tid til at sidde og tænke så meget over det.” (L1). Dialogerne beskrives som en anledning til at gentænke undervisningen og stille nye spørgsmål: “Det sætter tankerne i gang om ens undervisning.” (L2). Flere lærere beskriver konkrete ændringer i deres didaktiske fokus, som de selv forbinder med dialogerne i samarbejdet: “Vi havde faktisk mere fokus på narrativet, end vi havde på artefakterne [...] det ændrede sig på grund af de snakke, vi har haft.” (L6). Andre fremhæver, hvordan dialogerne retter opmærksomheden mod elevernes læring: “[...] at virkelig tænke: Hvad er egentlig bedst for eleverne? Hvordan lærer de egentlig bedst?” (L7).

Samarbejdet beskrives samtidig som præget af tillid og fortrolighed, der udvikler sig over tid: “Man bliver mere fortrolig med hinanden [...] og det giver appetit på mere.” (L2). Flere lærere sammenligner desuden denne samarbejdsform med en mere traditionel kursusbaseret kompetenceudvikling og fremhæver værdien af de fælles refleksioner og det løbende samarbejde om undervisningsforløbene:

“Altså det var klart noget af det der med samarbejdet. Hvad kan den her form for samarbejde, frem for at man bare får et kursus? [...] Vi skal jo nok fremskrive den del [...] og så måske også lige dykke lidt ned i, hvad det er, vi hver især har nået.” (L3).

Flere fremhæver desuden betydningen af at bruge hinandens forskellige perspektiver aktivt i udviklingsarbejdet: “[...] vi skal bruge hinanden så meget som muligt [...] sådan at både de kan blive dygtigere, og vi kan blive dygtigere. Det er da dumt andet.” (L7).

Strukturel understøttelse gennem ledelse, ressourcer og rammer

I lærernes beskrivelser fremstår støttende betingelser som tid, struktur og ledelsesmæssig opbakning som væsentlige for deres muligheder for at deltage i og få udbytte af samarbejdet. Flere lærere beskriver, hvordan den afsatte tid giver mulighed for fordybelse: “Det betyder noget, at der er tid – vi har faktisk kunnet bruge al tiden.” (L3). Omvendt beskrives det som en udfordring, at der var en uklar opstart og en manglende tydelighed om rammer og retning: “I starten var jeg lidt frustreret [...] det var lidt uklart, hvor vi skulle henad.” (L2). Ledelsesmæssig opmærksomhed og prioritering fremhæves ligeledes af lærerne som en vigtig betingelse for samarbejdet: “Det kræver, at der er opmærksomhed på det fra ledelsens side.” (L5).

Samlet peger analysen af lærernes beskrivelser på, at de seks PLF-dimensioner især træder frem gennem fælles refleksion over undervisning, ligeværdigt samarbejde og en oplevelse af fælles ansvar for udviklingsarbejdet. På tværs af interviewene beskriver lærerne samarbejdet som praksisnært, undersøgende og meningsfuldt. De forbinder udviklingen af undervisningen og opmærksomheden på elevernes læring og de studerendes deltagelse med de fælles dialoger og refleksioner over praksis. Samtidig fremhæver lærerne tid, kontinuitet og ledelsesmæssig understøttelse som væsentlige betingelser for at kunne deltage i og få udbytte af samarbejdet.

Tværgående mønstre i PLF-arbejdet

På tværs af de ovenstående resultater fremtræder yderligere temaer, som ikke var fastlagt på forhånd ud fra NAFA's seks PLF-dimensioner, men som er identificeret gennem den induktive analyse af interviewmaterialet.

Flere deltagere beskriver, at de har oplevet en udvikling i deres professionelle praksis og teknologiske horisont, som de forbinder med deltagelsen i samarbejdet. For nogle indebærer det en udvidet forståelse af, hvad teknologi kan være i undervisningen: "Nu ved jeg, at analoge teknologier også er en ting." (L5). Denne udvidelse kobles af en anden lærer til øget faglig selvtillid: "Det her samarbejde har givet mig en faglig selvtillid." (L4). Flere beskriver, hvordan de i højere grad ser sig selv som eksperimenterende undervisere: "Jeg synes, jeg har flyttet mig – jeg ser mig selv som mere eksperimenterende nu, og det smitter af på eleverne." (L3). Samtidig beskriver lærerne et ændret blik på teknologiens rolle i undervisningen: "Jeg har fået et helt andet blik for, hvordan teknologi kan være en del af fortællinger og ikke bare et middel." (L7).

Et andet fremtrædende mønster i lærernes beskrivelser relaterer sig til motivation og energi i arbejdet. Flere lærere beskriver samarbejdet som inspirerende og engagerende: "Det har givet energi [...] det her kunne jeg godt tænke mig at fortsætte med." (L3). Oplevelsen af at være en del af noget større fremhæves ligeledes som betydningsfuld: "Man får sådan en følelse af, at man er en del af noget større, og det gør, at man lige giver det lidt ekstra." (L7). Andre fremhæver, hvordan samarbejdet skaber inspiration til det videre arbejde: "Jeg synes, det har været vildt inspirerende at være sammen med jer – man går herfra og tænker 'Hvorfor gør vi ikke mere af det?'" (L4).

Endelig beskriver lærerne en oplevelse af øget engagement og deltagelse blandt eleverne i de udviklede undervisningsforløb. Flere fortæller, hvordan eleverne blev særlig engagerede: "De blev helt opslugt af det." (L6). Andre peger på, at elever, der normalt er tilbageholdende, deltog mere aktivt: "Nogle af de elever, der normalt ikke siger så meget, tog pludselig styringen." (L4). Lærerne fremhæver ligeledes elevernes refleksioner over teknologi: "Det var sjovt at se, hvordan eleverne reflekterede over, hvad der egentlig er teknologi – det havde de ikke tænkt over før." (L5). Flere lærere

beskriver desuden undervisningen som meningsfuld for eleverne: “De oplevede det som meningsfuldt, og det er nok første gang, jeg har set så mange smil i naturfag.” (L3).

På tværs af de induktivt identificerede temaer peger analysen samlet på, at lærerne forbinder deltagelsen i samarbejdet med deres professionelle udvikling og med ændringer i deres forståelse af teknologi og undervisning. Samtidig beskriver lærerne, at de oplevede øget engagement og deltagelse blandt eleverne i de udviklede undervisningsforløb. Særlig fremhæver lærerne betydningen af længerevarende samarbejde, fælles refleksion og undersøgende udviklingsprocesser for deres egen didaktiske udvikling og for arbejdet med at skabe meningsfuld undervisning for eleverne.

Diskussion

I det følgende diskuteres studiets resultater gennem fire centrale perspektiver med fokus på, hvordan lærerne oplever det PLF-samarbejde på tværs af institutioner og dets betydning for deres professionelle og didaktiske udvikling.

PLF som praksisnært udviklingsrum

I forlængelse af den internationale PLF-litteratur kan PLF'er forstås som praksisnære udviklingsrum, hvor læreres professionelle læring knytter sig til fælles undersøgelser af undervisning frem for til implementering af eksternt formulerede løsninger. I denne forståelse er det centrale ikke blot, at lærere mødes og udveksler erfaringer, men at undervisning gøres til et fælles analytisk og udviklingsmæssigt anliggende over tid (Stoll et al., 2006; Sleegers et al., 2013).

Set fra lærernes perspektiv fremstår Laboratorieskoleprojektets samarbejde med læreruddannere og forskere i vid udstrækning som et sådant praksisnært udviklingsrum. Lærerne beskriver samarbejdet som båret af en fælles vision og et fælles værdimæssigt ståsted, der har fungeret som et konkret orienteringspunkt for arbejdet. Når lærerne fremhæver vigtigheden af, “at vi alle er enige om, hvad målet er”, peger deres beskrivelser på en oplevelse af undervisningsudvikling som et kollektivt snarere end et individuelt anliggende. Samarbejdet fremstår dermed i lærernes beskrivelser som tæt forbundet med den daglige praksis og som et rum, hvor undervisningens indhold og formål og elevernes læringsmuligheder kan undersøges i fællesskab.

Denne måde at organisere samarbejdet på kan sættes i relation til forskning i research-practice partnerships (RPP). I et svensk research-practice partnership viser Jarl et al. (2024), at lærer-forsker-samarbejde får udviklingsmæssig betydning, når lærere ikke blot fungerer som informanter i forskningsprocessen, men deltager som aktive medaktører i fælles undersøgende og udviklende arbejde. Set i dette lys kan Laboratorieskoleprojektet forstås som et samarbejde, hvor lærerne ikke alene er modtagere

af forskningsbaseret viden, men deltager aktivt i udviklingen og undersøgelsen af undervisningen.

Denne positionering kommer til udtryk i resultaterne, hvor lærerne beskriver samarbejdet som anderledes end mere traditionelle udviklingsinitiativer gennem efter- og videreuddannelse og kurser, netop fordi opgaven løses "sammen med nogle andre". Lærernes beskrivelser peger dermed på en forskel mellem udviklingsformer, hvor lærerne primært forventes at omsætte allerede formulerede tiltag, og samarbejdsformer, hvor undervisningen udvikles og undersøges i fællesskab. I Laboratorieskoleprojektet beskriver lærerne, hvordan praksisnær og teoretisk viden bringes i spil på måder, de oplever som meningsfulde.

Lærernes beskrivelser af mødet mellem "en masse praktisk viden om, hvordan hverdagen fungerer" og "en masse teoretisk viden" peger på PLF-samarbejdet som et rum, hvor forskellige vidensformer kan mødes. Snarere end at teori og praksis behandles som adskilte størrelser, beskriver lærerne, hvordan de bringes i relation til hinanden i arbejdet med undervisningen. Dette er i tråd med forskning, der peger på, at professionel læring kan understøttes, når lærere får mulighed for at undersøge og udvikle egen praksis i dialog med både kolleger og eksterne aktører (Vescio et al., 2008).

Et centralt aspekt i denne sammenhæng er lærernes oplevelse af ligeværd i relationerne mellem aktørerne. Resultaterne viser, at lærerne i høj grad oplever samarbejdet som et fælles rum uden tydelige hierarkier, hvor forskellige faglige positioner tillægges værdi. Denne oplevelse af ligeværd synes at skabe betingelser for åbenhed og eksperimenteren, hvilket er i tråd med PLF-litteraturens betoning af tillid og samarbejde som væsentlige betingelser for professionel læring (Stoll et al., 2006). Når lærerne beskriver samarbejdet som "drømmen for ethvert fag", peger det på den værdi, de tillægger et fællesskab, hvor undervisning kan undersøges sammen med andre uden krav om hurtige løsninger eller entydige svar.

Samlet peger lærernes beskrivelser således på Laboratorieskoleprojektet som et praksisnært udviklingsrum, hvor samarbejdet med læreruddannere og forskere giver mulighed for fælles undersøgelse og refleksion over undervisning.

NAFA's PLF-dimensioner og Laboratorieskoleprojektet

I det følgende diskuteres Laboratorieskoleprojektets resultater i relation til NAFA's PLF-model, der peger på seks centrale dimensioner: fælles visioner og værdier, fokus på elevernes/de studerendes læring, deling af erfaringer og viden, undersøgende og refleksiv praksis, ligeværdigt samarbejde samt strukturel understøttelse gennem ledelse, ressourcer og rammer.

Som det fremgår af resultatafsnittet, kan alle seks dimensioner genfindes i lærernes beskrivelser af samarbejdet, omend de træder frem med forskellig vægt.

Særlig tydelig er betydningen af fælles visioner og værdier. Lærernes beskrivelser peger på, at samarbejdet ikke primært opleves som drevet af eksterne krav eller formelle målsætninger, men af et fælles fokus på undervisningens kvalitet og elevernes læringsmuligheder. Dette stemmer overens med NAFA's betoning af fælles retning som en forudsætning for professionel læring, men resultaterne peger samtidig på, at visionen får konkret betydning, når den forbindes med didaktiske problemstillinger fra lærernes praksis. Den fælles vision fremstår således ikke som et eksternt styringsredskab, men som et fælles fagligt udgangspunkt for refleksioner over undervisningen, elevernes læringsmuligheder og udviklingen af konkrete undervisningsforløb.

Et andet centralt fund relaterer sig til de undersøgende og reflekterende dialoger. Resultaterne viser, at lærerne oplever disse dialoger som sjældne, men særlig værdifulde rum for faglig fordybelse i en travl skolehverdag, hvor der ofte er begrænset tid til fælles refleksion over undervisning og praksis. Dialogerne beskrives som en anledning til at gentænke undervisningens indhold og fokus, eksempelvis når opmærksomheden flyttes fra artefakter til narrativer eller fra gennemførelse til elevernes læring. Dette understøtter forståelsen af PLF'er som rum for kollektiv didaktisk refleksion og fælles undersøgelse af praksis snarere end for erfaringsudveksling alene.

I forlængelse heraf fremstår samarbejde og ligeværd som væsentlige betingelser for, at de undersøgende dialoger kan udfolde sig. Lærerne beskriver samarbejdet som præget af tillid og fravær af tydelige hierarkier, hvilket synes at skabe mulighed for faglig åbenhed og eksperimenteren. Dette ligger i tråd med både NAFA's model og international PLF-forskning (Albrechtsen et al., 2022; Stoll et al., 2006; Slegers et al., 2013). Samtidig peger undersøgelsen på betydningen af ligeværdige relationer i tværinstitutionelle samarbejder mellem lærere, læreruddannere og forskere, hvor forskellige erfaringer, vidensformer og perspektiver kan bringes i spil i fælles undersøgende processer.

Her bidrager studiet med et perspektiv på NAFA's PLF-model ved at undersøge, hvordan PLF-dimensionerne kommer til udtryk i lærernes beskrivelser af et samarbejde på tværs af institutioner. Hvor PLF ofte forbindes med professionelle fællesskaber blandt undervisere inden for samme institution, peger lærernes beskrivelser i Laboratorie-skoleprojektet på, at fælles visioner, undersøgende dialoger og vidensdeling også kan etableres på tværs af skole, læreruddannelse og forskning. Samarbejdet på tværs af institutioner bliver dermed ikke blot en organisatorisk ramme, men et karakteristisk træk ved det PLF-samarbejde, lærerne beskriver.

Endelig peger resultaterne på betydningen af strukturel understøttelse. Lærerne fremhæver tid, tydelige rammer og ledelsesmæssig opbakning som væsentlige betingelser for deres muligheder for at deltage i og få udbytte af samarbejdet. Samtidig peger deres beskrivelser på, at disse organisatoriske betingelser ikke i sig selv skaber

et professionelt læringsfællesskab, men får betydning, når de giver mulighed for kontinuitet, fælles refleksion og undersøgende arbejde med undervisningen.

PLF som bro mellem forskning og praksis

Resultaterne kan desuden perspektiveres i relation til nordisk forskning om læreres brug af forskning i egen praksis. Et studie viser, at lærere generelt er positivt indstillede over for forskning, men samtidig oplever udfordringer ved at anvende den i undervisningen, bl.a. fordi forskningen kan være vanskelig at omsætte til konkrete didaktiske valg. Samme studie peger desuden på, at deltagelse i faglige fællesskaber kan bidrage til at skabe bedre betingelser for at arbejde med forskning i praksis (Windsor & Jegstad, 2024).

I forlængelse heraf kan Laboratorieskoleprojektet forstås som et eksempel på, hvordan afstanden mellem forskning og praksis kan søges mindsket gennem et praksisnært og undersøgende samarbejde. Lærernes beskrivelser peger på, at forskningsbaseret og teoretisk viden ikke alene opleves som noget, der formidles til praksis, men som noget, der bringes i spil sammen med lærernes praksisnære viden i fælles refleksioner over konkrete undervisningsforløb. PLF-samarbejdet kan dermed forstås som en ramme, hvor forskellige vidensformer mødes og forbindes med konkrete didaktiske problemstillinger. Studiet peger således på et potentiale i PLF-samarbejder på tværs af institutioner som ramme for at skabe forbindelser mellem forskning og praksis i lærernes professionelle arbejde.

Didaktisk udvikling og elevperspektiv

Studiets væsentligste bidrag ligger ikke alene i, at NAFA's PLF-dimensioner kan findes i lærernes beskrivelser af Laboratorieskoleprojektet, men også i analysen af den professionelle og didaktiske udvikling, som lærerne selv forbinder med deltagelsen i disse fællesskaber.

De tværgående fund peger på ændringer i lærernes didaktiske blik og refleksioner over egen praksis. Lærerne beskriver bl.a., hvordan samarbejdet giver anledning til at gentænke undervisningen og stille nye spørgsmål om, hvad der er centralt i elevernes læring. Flere beskriver samtidig sig selv som mere eksperimenterende undervisere og fremhæver en større opmærksomhed på begrundelserne for didaktiske valg.

Særlig tydelig er en bevægelse i lærernes forståelse af teknologi. Hvor teknologi i nogle af lærernes beskrivelser indledningsvis primært forbindes med bestemte redskaber eller aktiviteter, peger resultaterne på en bredere forståelse, hvor både analoge teknologier og teknologiens betydning i fortællinger og sammenhænge får opmærksomhed. Lærerne forbinder denne udvikling med de løbende undersøgende og reflekterende dialoger i et samarbejde, der strakte sig over flere måneder. Det peger på

et potentiale ved længerevarende PLF-samarbejder, hvor nye didaktiske perspektiver kan udvikles og afprøves over tid.

Et eksempel på, at et sådant didaktisk perspektiv også kan bringes i spil uden for de konkrete undervisningsforløb i Laboratorieskoleprojektet, findes i en efterfølgende forskerobservation. Efter projektets afslutning anvendte en af de deltagende lærere i forbindelse med et nyt undervisningsforløb fortsat teknologisk dannelse som analytisk ramme. I forløbet arbejdede eleverne med et besøg hos en lokal landmand.

Hvor man i forbindelse med gårdbesøg, ifølge lærerens beskrivelse, tidligere havde haft fokus på eksempelvis bedriftens drift, hvad dyrene spiser, og hvordan produktionen er organiseret, blev opmærksomheden i det nye forløb rettet mod sammenhænge mellem teknologiske løsninger, produktion, naturgrundlag og menneskelige valg. Eksemplet illustrerer således, hvordan et didaktisk perspektiv, der blev arbejdet med i Laboratorieskoleprojektet, blev anvendt af læreren i en ny undervisningskontekst efter projektets afslutning. Observationen kan ikke i sig selv dokumentere en varig ændring af lærerens praksis, men den peger på, at perspektiver udviklet i samarbejdet kan bringes videre til andre undervisningssammenhænge.

Dette kan ses i relation til en forståelse af professionel læring som en proces, der udvikles over tid, og rejser samtidig spørgsmålet om, under hvilke betingelser didaktiske perspektiver udviklet i PLF-samarbejder kan fastholdes og anvendes på tværs af kontekster.

Samtidig peger resultaterne på, at elevernes læring og deltagelse får en central plads i lærernes refleksioner over undervisningen. Lærerne beskriver bl.a. en oplevelse af øget engagement blandt eleverne, mere aktiv deltagelse fra elever, der normalt er tilbageholdende, og refleksioner over teknologibegrebet. Disse udsagn kan ikke i sig selv dokumentere ændringer i elevernes læring, men de viser, at lærernes opmærksomhed på elevernes deltagelse og læringsmuligheder indgår aktivt i deres didaktiske refleksioner.

Elevperspektivet kan dermed forstås som en del af den didaktiske udvikling, lærerne beskriver: Opmærksomheden rettes ikke alene mod gennemførelsen af aktiviteter, men også mod, hvordan eleverne deltager, undersøger og skaber mening i undervisningen. På baggrund af interviewmaterialet kan dette først og fremmest forstås som en ændring i lærernes didaktiske blik snarere end som dokumentation for ændringer i elevernes faktiske læringsudbytte.

Motivation fremstår i denne sammenhæng som et væsentligt oplevet udbytte af samarbejdet. Lærerne beskriver arbejdet som inspirerende og energigivende, og motivationen knyttes til mulighederne for fordybelse, fælles refleksion og undersøgende arbejde med egen undervisning. Flere peger samtidig på tid og ledelsesmæssig understøttelse som væsentlige betingelser for, at samarbejdet kan fungere og opleves

som meningsfuldt. Motivation fremstår dermed i lærernes beskrivelser ikke alene som et individuelt forhold, men som tæt forbundet med de arbejdsformer og organisatoriske betingelser, der giver mulighed for at udvikle undervisningen i fællesskab og reflektere over elevernes læring.

Konklusion

Studiet bidrager med viden om, hvordan grundskolelærere oplever PLF'er mellem lærere, læreruddannere og forskere som en ramme for udviklingen af undervisningen i natur/teknologi og deres egen professionelle udvikling. Lærerstuderende indgår desuden som deltagere i det praksisnære udviklingsarbejde.

På tværs af analysen peger lærernes beskrivelser på, at PLF-samarbejdet skaber et praksisnært udviklingsrum, hvor undervisning bliver genstand for fælles undersøgelse og refleksion. Særlig fremhæves fælles visioner, undersøgende og reflekterende dialoger, ligeværdigt samarbejde og muligheden for at bringe forskellige erfaringer og vidensformer i spil. PLF fremstår dermed ikke alene som en ramme for erfaringsudveksling, men som et fælles didaktisk udviklingsrum.

Lærerne forbinder samtidig deltagelsen i samarbejdet med ændringer i deres didaktiske blik og professionelle praksis. Det kommer bl.a. til udtryk i en bredere forståelse af teknologi, en mere undersøgende tilgang til egen undervisning og en øget opmærksomhed på elevernes deltagelse og læringsmuligheder. En efterfølgende forskerobservation viser desuden et eksempel på, at et didaktisk perspektiv udviklet i projektet bringes i anvendelse i en ny undervisningskontekst. Dette kan ikke i sig selv dokumentere en varig praksisændring, men peger på et potentiale for, at perspektiver udviklet i PLF-samarbejdet kan bringes videre til andre undervisningssammenhænge.

Motivation fremstår ligeledes som et væsentligt oplevet udbytte af samarbejdet. Lærerne beskriver arbejdet som inspirerende og energigivende og forbinder dette med mulighederne for fordybelse, fælles refleksion og undersøgende arbejde med egen undervisning. Samtidig fremhæves tid, tydelige rammer og ledelsesmæssig opbakning som væsentlige betingelser for deltagelse og udbytte.

Samlet peger studiet på et potentiale i PLF-samarbejde på tværs af institutioner som en ramme for professionel og didaktisk udvikling tæt knyttet til skolens praksis. Resultaterne peger samtidig på, at værdien af sådanne samarbejder ikke alene ligger i deres organisering, men i mulighederne for kontinuitet, ligeværdige relationer og fælles undersøgelse af konkrete didaktiske problemstillinger på tværs af skole, læreruddannelse og forskning.

Afslutningsvis peger studiet på behovet for videre forskning i den organisatoriske forankring af denne type samarbejde samt i mere systematiske undersøgelser af dets

betydning for elevernes læring. Der er samtidig behov for at undersøge, under hvilke betingelser didaktiske perspektiver udviklet i PLF-samarbejde på tværs af institutioner fastholdes og bringes i anvendelse på tværs af undervisningskontekster.

Referencer

- Albrechtsen, T.R.S., Brinks, T.M., Bennedsen, K. & Svabo, C. (2022). *Professionelle læringsfællesskaber – et forskningsoverblik (2018-2021)*. NAFA.
- Albrechtsen, T.R.S., Carlsen, D., Gammelgaard, O. & Hachmann, R. (2024). Kvalitet i partnerskaber mellem folkeskole og læreruddannelse – universitetsskoler som eksempel. *Studier i Læreruddannelse og -Profession*, 9(1), 175-197. <https://doi.org/10.7146/lup.v9i1.143364>
- Andersen, B.W., Jensen, F., Christensen, M., Krossá, H.K., Lieberkind, M.O.M., Schrøder, T.B., Thysen, M.R., Book, K. & Kristensen, P. (2025). *Ny teknologi, hvad nu? Eksplorativt PLF-samarbejde mellem lærere, lærerstuderende og læreruddannere om teknologisk dannelse*. NAFA.
- Coburn, C.E., Penuel, W.R. & Geil, K.E. (2013). *Research-practice partnerships: A strategy for leveraging research for educational improvement in school districts*. William T. Grant Foundation.
- Elmose, S., Mariegaard, S., Levinson, H. & Petersen, J.H. (2025). *Følgforskning i skoleindsatsen, fase 1: Designprocesser for efter- og videreuddannelsesforløb*. CESE/NAFA. <https://nafa.nu/wp-content/uploads/sites/46/2026/02/foelgeforskning-i-skoleindsatsen-fase-1-final.pdf>
- Hsieh, H.F. & Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Jarl, M., Taube, M. & Björklund, C. (2024). Exploring roles in teacher-researcher collaboration: Examples from a Swedish research-practice partnership in education. *Education Inquiry*, 17(1), 88-106. <https://doi.org/10.1080/20004508.2024.2324518>
- Schjøtt, S.R., Olsen, M.B., Wøhlk, E.B., Heinrich, S., Sigsgaard, A.-V.M., Andersen, M.F., Rosenstand, I.H., Woll, T., Fick-Schæbel, J., Ladefoged, K.B., Lorenz, J.N., Olsen, L.D., Auning, C., Petersen, L., Jørgensen, L.H., Brandt, B., Ellebæk, J.J., Christensen, S.D., Munck, A.-M., ... Krøber, K. (2025). Laboratorieskoleprojektet: Kreativ og kritisk med teknologi. I K. Wied (red.), *Teknologisk dannelse i naturfag: PLF temarapport 2024-2025: Samlet afrapportering af arbejdet i læreruddannelsesindsatsens professionelle læringsfællesskaber i NAFAs tredje temaperiode* (s. 63-77). NAFA. <https://nafa.nu/wp-content/uploads/sites/46/2025/05/faelles-rapport-plf25-kp-ucsyd1.pdf>
- Sleegers, P., den Brok, P., Verbiest, E., Moolenaar, N.M., & Daly, A.J. (2013). Toward conceptual clarity: A multidimensional, multilevel model of professional learning communities in Dutch elementary schools. *The Elementary School Journal*, 114(1), 118-137. <https://doi.org/10.1086/671063>
- Stake, R.E. (1995). *The art of case study research*. Sage Publications.
- Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M. & Thomas, S. (2006). Professional learning communities: A review of the literature. *Journal of Educational Change*, 7(3), 221-258. <https://doi.org/10.1007/s10833-006-0001-8>

- Thyssen, M.R., Madsen, C.D. & Nielsen, B.L. (2024). Skoleudvikling, synergi og meningsskabelse – hvordan bygges videre på tidligere naturfagsprojekter? *MONA*, 2024(1), 46-65. <https://doi.org/10.7146/mona.vil.143760>
- Vescio, V., Ross, D. & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and Teacher Education*, 24(1), 80-91. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2007.01.004>
- Windsor, W.E. & Jegstad, K.M. (2024). Naturfaglæreres syn på forskningens rolle i egen profesjon. I E.K. Henriksen, K.M. Jegstad, K. Pajchel, I. Mestad & G. Eklund (red.), *Fra forskningsfronten til klasserommet*. Universitetsforlaget. <https://doi.org/10.18261/9788215069548-24-14>
- Yin, R.K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5. udg.). Sage.

English abstract

This article examines how primary school teachers experience professional learning communities (PLCs) involving teachers, teacher educators, and researchers as a framework for developing science teaching and their own professional development. The study draws on nine qualitative interviews with 10 teachers across seven cases in the Laboratory School Project. The analysis combines NAFA's six PLC dimensions with an inductive analysis. The findings show that teachers particularly emphasize shared reflection, equitable collaboration, and practice-based development. Teachers also associate the collaboration with changes in their didactic perspectives, motivation, and increased attention to students' participation and learning opportunities. The study points to the potential of PLCs across institutions for professional and didactic development.

Hvordan udvikler elever og studerende kompetence til at opstille et STEM-problem?

Et multipelt casestudie fra grundskole, HTX, EUX og universitet



Maria Møller, UCN



Bettina Dahl Søndergaard,
Aalborg Universitet og
Universitetet i Bergen



Lykke Brogaard Bertel,
Aalborg Universitet



Søren Hansen, Aalborg
Universitet



Camilla Guldborg
Hundahl, Aalborg
Universitet

Abstract: Der er nødvendigt med samarbejde på tværs af STEM-uddannelser for at imødekomme behovet for kvalificeret arbejdskraft. En central kompetence er evnen til at formulere STEM-problemer. Et multipelt casestudie undersøger, hvordan undervisere kan støtte denne udvikling. Åben iscenesættelse kan øge elevengagement, men kræver en balance mellem frihed og faglig styring. Behovet for facilitering varierer på tværs af niveauer. Visuelle modeller som 6-hv-ord-modellen kan støtte elevernes afgrænsning og formulering af problemstillinger, hvis de ledsages af aktiv vejledning. Studiet peger på behovet for progression i lærerstyring, så undervisere kan understøtte både engagement og faglighed.

Introduktion

STEM står for science, technology, engineering og mathematics. Børn og unge med STEM-kompetencer er vigtige for fremadrettet at kunne opfylde behovet for kvalificeret arbejdskraft internationalt og i Danmark, bl.a. i forhold til digitalisering og den grønne omstilling (Digitaliserings- og Ligestillingsministeriet, 2023; OECD, 2023). Ifølge Tænk tanken Mandag Morgen kan samarbejde mellem aktører på tværs af uddannelsessystemet være med til at øge interessen for STEM-fag (Hald et al., 2022). Men hvor er de snitflader mellem STEM-fag på tværs af uddannelsessystemet, der kan danne grundlag for et sådant samarbejde?

I Danmark adresseres problembehandling – herunder problemløsning – inden for STEM-fag på tværs af uddannelsesniveauer (Svabo et al., 2024). Fx står der i matematikfagets formål for grundskolen, at eleverne gennem matematikundervisningen (1.-10. klasse) skal erfare, at matematik rummer redskaber til *problemløsning* (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). I formålet for fysik på A-niveau på HTX står der, at faget skal give eleverne fortrolighed med at anvende naturvidenskabelige begreber og metoder til løsning af *praktiske og teoretiske problemstillinger* (Børne- og Undervisningsministeriet, 2024). I vejledningen til de tekniske EUX-forløb beskrives det, at eleverne skal arbejde med virkelighedsnære og brancheorienterede *problemstillinger*, hvor genstandsfelterne fra elevernes erhvervsfaglige virke i stort omfang integreres i undervisningen (Børne- og Undervisningsministeriet, 2023). Det samme gør sig gældende på universitetsniveau (Savery, 2006), fx i form af det centrale fokus på en problemanalyse, som går forud for en problemformulering, som er en del af et første-semesterkursus i PBL (problembaseret læring) for alle ingeniørstuderende på Aalborg Universitet (AAU). Et andet eksempel fra AAU er studieordningen for robotteknologi, hvor der bl.a. står, at studerende skal opnå færdigheder i at anvende tidssvarende metoder, værktøjer og teknikker til at analysere og løse komplekse problemstillinger inden for robotteknologi samt i at vurdere og sammenligne teoretiske og praktiske problemstillinger og i at beskrive og udvælge relevante løsningsstrategier hertil (Aalborg Universitet, 2024).

Dette peger i retningen af, at problembehandling inden for STEM-fag kan danne grundlag for samarbejde på tværs af uddannelsessystemet.

Nærværende studie indsnævrer undersøgelsesfeltet ved at tage fat i den del af problembehandlingen, der handler om selv *at kunne opstille* problemstillinger (Niss & Jensen, 2002). Vi fokuserer dermed på børn og unges kompetence til at opstille STEM-problemstillinger i STEM-fag på tværs af uddannelsesstrin.

Forskningsspørgsmålet er:

Hvordan kan undervisere på tværs af uddannelsesstrin eksplicit arbejde mod at udvikle elevers og studerendes kompetence til at opstille en STEM-problemstilling?

Teoretisk ramme

Møller (2024) argumenterer for, at STEM-undervisning kan gennemføres ved at tage udgangspunkt i udvalgte *STEM-kompetencer*. STEM-kompetencer defineres som nogets indsigtsfulde parathed til at handle på en måde, der lever op til STEM-holdige udfordringer i en given situation (Møller, 2024).

En af de STEM-kompetencer, Møller (2024) definerer, er *STEM-problembehandling*. Konkret handler kompetencen om, at elever og studerende skal *kunne opstille og løse* STEM-problemer, samtidig med at de skal kunne analysere og vurdere deres egne og andres forsøg på løsninger kritisk.

Ifølge Møller (2022) kan STEM-fag på tværs af uddannelsestrin samarbejde om at udvikle elevers og studerendes kompetence til at opstille og vurdere en STEM-problemstilling ved at fastholde STEM-problembehandlingskompetence som fokus i undervisningen.

I denne artikel definerer vi STEM-fag som fag på de givne uddannelsesniveauer, der relaterer sig til STEM. Fx betegnes natur/teknologi, fysik/kemi, geografi og biologi som STEM-fag i grundskolen; fysik, bioteknologi og teknologi er eksempler på STEM-fag på ungdomsuddannelserne; mens robotteknologi og astronomi er eksempler på STEM-fag på universiteterne. Nogle fag går på tværs af uddannelserne, fx matematik, fysik og biologi, mens andre kun er på nogle trin.

I forhold til at definere et STEM-problem tager vi udgangspunkt i Pleasants (2020). Han skelner mellem rene STEM-problemer og STEM-relevante problemer. STEM-problemer dækker områder som naturvidenskab, teknologi, ingeniørfag og matematik. STEM-relaterede problemer indeholder derudover også økonomiske, etiske og politiske spørgsmål.

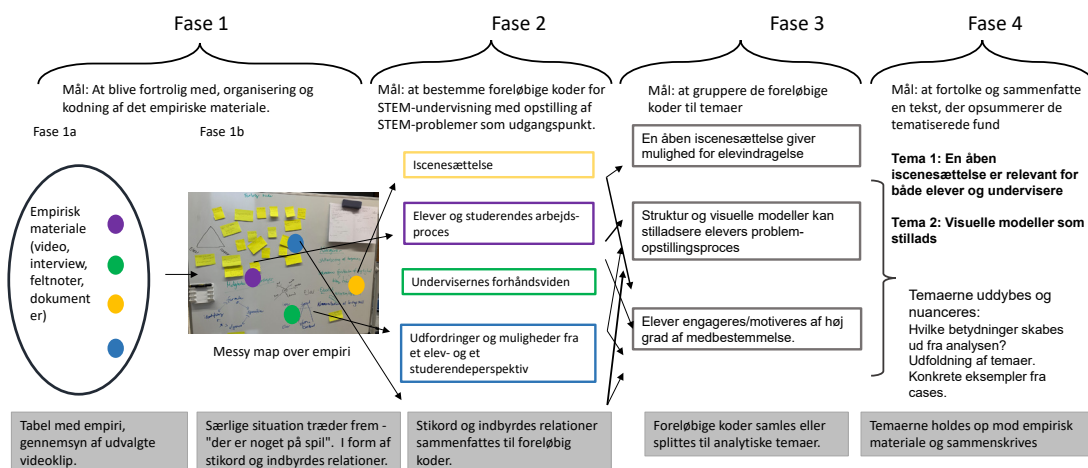
Metode

Studiet er et multipelt casebaseret observationsstudie, som inkluderer undervisningsforløb i STEM-fag på tværs af uddannelsestrin. Et inklusionskriterium er, at der i de inkluderede cases indgår et undervisningsforløb, hvor der arbejdes med at udvikle elevers eller studerendes kompetence til at opstille et STEM-problem.

Fire forløb fra fire forskellige uddannelsestrin – grundskole, HTX, EUX og universitet – er inkluderet. Disse fire uddannelsesniveauer er valgt, fordi de repræsenterer uddannelsessystemet bredt, og fordi vi her finder eksempler på forløb, hvor der arbejdes med at opstille et STEM-problem.

De fire cases

De fire cases benævnes A, B, C og D og repræsenterer undervisningssituationer i forskellige STEM-fag:



Figur 1. Overblik over analysens faser.

- Case A: matematikundervisning i 7. klasse i grundskolen
- Case B: fysikundervisning (B-niveau) i en 1. g-klasse på international linje på HTX
- Case C: fysikundervisning (B-niveau) på et hold med tømmerlæringer på EUX
- Case D: problemanalyse (som en del af et PBL-kursus) på 1. semester på robotteknologi på et universitet.

Observation og interview er valgt til at indsamle empirisk materiale. Disse metoder komplementerer hinanden (Kvale & Brinkmann, 2015).

Observation af undervisning giver mulighed for detaljerede beskrivelser, som giver en velinformeret oplevelse af casestudier (Robson, 2002). Semistrukturerede interviews med underviserne giver indblik i deres overvejelser om undervisningens gennemførelse, og interviews med elever og studerende giver viden om deres arbejdsprocesser og læring. Som led i observationen har vi udarbejdet egne feltnoter og refleksioner (memoer) fra undersøgelsesprocessen (Baarts, 2015).

Det empiriske materiale

Artiklens førsteforfatter har indsamlet det empiriske materiale. Elever, studerende og underviseres navne er anonymiseret, og der er indhentet samtykke i henhold til de gældende GDPR-regler.

En oversigt over det empiriske materiale fremgår af tabel 1.

Analyse og fortolkningsmæssig ramme

Det empiriske materiale omfatter i alt 12,5 timers videoobservation og 4,5 timers interview samt adskillige feltnoter. Empirien blev analyseret gennem en tematisk analyse, hvor vægten blev lagt på at identificere, analysere og fortolke temaer ud

Tabel 1. Oversigt over empiri.

Begivenhed	Deltagere	Varighed/ omfang	Format	
Case A: grundskole, 7. klasse, forår 2023				
Undervisning	1 lærer, 21 elever	3 timer	Video	Feltnoter
Interview	1 lærer	55 min.	Lydfiler	
	2 grupper a 3 og 2 elever	2 gange 10 min.	Lydfiler	
Case B: HTX, 1. g, forår 2023				
Undervisning	1 underviser, 21 elever	4 timer	Video	Feltnoter, elev-rapporter
Interview	1 lærer	65 min.	Lydfiler	
	1 gruppe a 5 elever	10 min.	Lydfiler	
Case C: EUX, 1. år, forår 2023				
Undervisning	1 underviser, 25 elever	3,5 timer	Video	Feltnoter, elev-rapporter
Interview	1 underviser	40 min.	Lydfiler	
	2 grupper a 3 elever	2 gange 10 min.	Lydfiler	
Case D: universitet, 1. år, efterår 2023				
Undervisning	1 underviser, 100 studerende (ca. 25 fra robotteknologi)	2 timer	Video	Feltnoter, projekt-rapporter
Interview	1 underviser	40 min.	Lydfiler	
	1 gruppe a 6 studerende	2 gange 20 min.	Lydfiler	

fra en refleksiv tilgang (Braun & Clarke, 2006, 2019). En oversigt over analysens fire faser ses i figur 1.

Indledende analyse

Som indledning til analysen talte forfattergruppen om, hvilke tegn der indikerer, at elever eller studerende arbejder med at opstille et STEM-problem. Disse tegn skulle fungere som en linse, når der skulle udvælges de dele af empirien, der omhandlede processer, der foregik forud for en endelig opstillet STEM-problemstilling.

Det var førsteforfatteren, der gennemgik det empiriske materiale og udvalgte de videosekvenser, der dannede udgangspunkt for fase 1 i analyseprocessen. De på forhånd aftalte tegn var med til at imødekomme Lincoln og Gubas (1985) kvalitetskriterier for troværdighed i analyseprocessen.

I fase 1a så alle forfattere de udvalgte videosekvenser sammen. Efter gennemsynet satte vi fokus på situationer, som vi hver især, i relation til forskningsspørgsmålet, var optagede af. Disse indledende analyser var styret af spørgsmål som: Hvad ser du i uddraget? Er der noget, du er særlig opmærksom på?

I en frem og tilbage-proces udvalgte vi sammen de *særlig relevante* situationer. Disse blev diskuteret i dybden, og vi fik uddybet, hvad der var på spil, ud fra spørgsmål som: Er det elevernes respons på iscenesættelsen? Hvordan arbejder eleverne og de studerende, og hvordan kommunikerer de med underviseren og hinanden? Hvilke tegn ser vi på, at eleverne (*ikke*) arbejder med at opstille STEM-relevante problemstillinger?

Som opsamling på denne del af analysen noterede vi de foreløbige kategorier, som vi fælles var kommet frem til (fase 1b). Gennem en fælles samtale kondenserede vi indholdet til foreløbige koder for STEM-undervisning på tværs af uddannelsestrin, der alle har fokus på at udvikle elevers og studerendes kompetence til at opstille STEM-problemer (fase 2). Den samme proces foretog vi med empirien, som var fremkommet ved interview. De foreløbige koder i fase 2 blev: iscenesættelse, elevers og studerendes arbejdsproces, underviserens forhåndsviden samt udfordringer og muligheder fra et elev- og et studerendeperspektiv.

Temaer dukkede frem på tværs

Efter de indledende analyser af de enkelte cases rettede vi blikket på tværs af alle fire cases (fase 3). Vi var i denne proces opmærksomme på, om der på trods af forskellige uddannelsesniveauer og fag kunne findes mere generelle mønstre. Analyseprocessen var refleksiv og åben og foregik som en frem og tilbage-proces mellem det empiriske materiale og studiets formål.

Analyseprocessen kvalificeredes ved, at hele forfattergruppen deltog i drøftelser om både nedslag i relevante uddrag og tematiske fund. Som resultat af en samlet analyseproces identificerede vi to temaer (fase 4):

- Tema 1: åben iscenesættelse
- Tema 2: visuelle modeller.

Vi udfolder temaerne nedenfor og illustrerer med empiriske nedslag, hvordan de kom til udtryk.



Figur 2. Opstilling med seks elektriske apparater.

Nedslag 1: En opstilling uden nærmere forklaring

Middagspausen er så småt ved at rinde ud, og eleverne ankommer drypvis til fysiklokalet. De fordeler sig ved de høje borde, som de vil, og trækker skamlen ud og sætter sig. Som forberedelse har eleverne læst et par sider om nyttevirkning.

På katederet står seks forskellige elektriske apparater, som Kaj på forhånd har stillet op. Det er en elkedel, en keramisk kogeplade med en kedel på, en induktionskogeplade med en gryde, en sous vide, en dyppekoger og en hårtørrer.

Uden yderligere introduktion beder Kaj eleverne om at overveje, hvilke spørgsmål opstillingen giver anledning til. Han peger på katederet.

Efter at eleverne individuelt har tænkt i et par minutter, taler de sammen to og to, og derefter bliver de enige i gruppen om ét spørgsmål. Kaj kalder denne tilgang for *1-2-gruppemetoden*.

Der er mange forskellige bud: "Hvad bruger mindst energi på opvarmning af vand til 100 °C?", "Hvor lang tid tager det at få vand til at koge med en sous vide?" og "Hvad er nyttevirkningen af de forskellige apparater?"

Simon konstaterer, at gruppen har et meget filosofisk spørgsmål. "Hvad er vand?" siger han. Kaj skriver spørgsmålet på tavlen. "Det er sjovt, jeg har ikke nævnt noget om vand," siger Kaj. "Neej," siger Simon. "Vi undrede os bare over det." "Det er fint," siger Kaj. "Det er så fint."

Den sidste gruppe bidrager med spørgsmålet "Kan vi lave isolerede systemer med de givne apparater?"

Eleverne diskuterer i grupper det spørgsmål på tavlen, som de synes er mest interessant, og som de vil arbejde videre med. Derefter samles der op på klassen.

"Hvad siger I?" Kaj peger mod Simons gruppe. "Vi vil gerne finde ud af, hvor lang tid det tager at få vand op at koge med en dyppekoger," siger Simon. "Det er et meget pænt spørgsmål."

Kaj skriver spørgsmålet ned. Han stiller ikke yderligere spørgsmål om, hvad der blev af deres filosofiske indgangsvinkel til at undersøge "Hvad er vand?"

Alle grupper vælger at lave øvelser, der tager udgangspunkt i en eller flere af de apparater, Kaj har stillet op.

Tema 1: En åben iscenesættelse er relevant for både elever og undervisere

En iscenesættelse foregår i den første del af et undervisningsforløb og har til formål at vække elevers og studerendes nysgerrighed. I vores undersøgelse er det nysgerrighed efter at indsnævre et problemfelt, så de kan formulere et STEM-problem (Pleasants, 2020).

På tværs af det empiriske materiale fremgår det, at eleverne er glade for at tage udgangspunkt i det, de finder interessant, og for at kunne bestemme lidt mere selvstændigt. Underviserne oplever det imidlertid som udfordrende ikke at vide, i hvilken retning forløbet udvikler sig.

En åben iscenesættelse skal derfor forstås som en indgangsvinkel til at arbejde med et givent emne, hvor eleverne har visse grader af frihed, men hvor underviseren også kan se en faglig relevans i elevernes arbejde. På den måde bliver iscenesættelsen relevant for både elever og undervisere.

Det første empiriske nedslag er fra en 1. g-klasse på HTX. Klassen er en del af en international linje og har fysik på B-niveau.

Nedslag 1 viser et eksempel på en iscenesættelse, der tager udgangspunkt i en opstilling af forskellige elektriske apparater, som underviseren Kaj har stillet frem. Gennem processen må eleverne gruppevis blive enige om en række spørgsmål, de gerne vil undersøge nærmere. Spørgsmålene udspringer af opstillingen på bordet.

Læg i nedenstående beskrivelse af nedslag 1 mærke til, at Kaj ikke vælger at forfølge elevernes filosofiske spørgsmål, men i stedet leder eleverne i retning af at undersøge, hvor lang tid det tager at varme vand op med en dyppekoger. Læg også mærke til, hvordan eleverne omtaler deres første idé som filosofisk og deres endelige problemstilling som pæn.

Nedslaget vidner om, at det er muligt at give eleverne frihedsgrader i deres kommende undersøgelser, men også at det kan være på bekostning af elevernes umiddelbare interesse.

I nedslag 1 ser vi en åben iscenesættelse, hvor Kaj spørger, hvilke spørgsmål opstillingen giver anledning til. Alle elever ender med at opstille en problemstilling om de opstillede elektriske apparater.

Simons gruppe ændrer deres spørgsmål undervejs. De lægger ud med et “meget filosofisk spørgsmål” og ender med et “pænt spørgsmål”.

Men hvorfor det? Hvorfor bliver udfaldet af en åben iscenesættelse, at alle grupper vælger at undersøge energiforbruget for de fem opstillede apparater? Og er det meningen?

I et efterfølgende interview giver Kaj udtryk for, at Simons gruppes spørgsmål gav anledning til frustration. For på den ene side kunne han godt se det meningsfulde i at lade eleverne arbejde med det, de undrede sig over og syntes var interessant. På den anden side havde han jo bestemt, at det faglige indhold var nyttevirkning, og det var vigtigt for ham, at eleverne arbejdede med effekt, specifik varmekapacitet og beregninger af de enkelte apparater.

Vi fik ikke svar på, hvorfor Simons gruppe ændrede fokus i deres spørgsmål. Men en af de andre grupper gav efterfølgende i et interview udtryk for, at “vi skulle lige vænne os til, at man selv skulle tænke frem for bare at få overrakt en problemstilling”, men at det “var fedt, at vi selv kunne vælge”.

En åben iscenesættelse kan således opleves som meningsfuld for elever, hvis de selv kan vælge, og for undervisere, hvis det, eleverne vælger at arbejde med, ligger inden for et bestemt indhold. Men dette behov for en bestemt faglig retning fra underviserens side kan dog også fratage nogle elever muligheden for at følge deres første mere filosofiske indskydelse.

Et andet eksempel på, at en åben iscenesættelse er meningsfuld for både elever og undervisere, finder vi i case C. I nedslag 2 præsenterer underviseren Ejnar et hold tømmerlærlinge for et indledende forsøg om *kræfter*. Ejnar beder eleverne om at tænke på situationer fra deres praktikplads, hvor der er kræfter på spil.

Læg i nedslaget mærke til, hvordan eleverne kommer fra de fælles idéer på tavlen til den problemstilling, de arbejder videre med. Vejledningen fra Ejnar får indflydelse på deres tilgang til problemstillingen, men de oplever, at de følger deres egen kurs hele vejen.

I nedslag 2 ser vi, at eleverne oplevede, at det var fedt, at de selv kom i spil, og at indflydelse er interessant, sjovt og kreativt. Ejnar forklarer i et interview, at det er kræfter, der er fokus på, men at det er svært, og derfor taler de meget om arbejde. Ejnar vejleder gruppen til at finde et rør og et lod for på den måde at holde styr på den kraft, hvormed sømmene hamres ned. Forsøgets udvikling rokker ikke ved drengenes ejerskab over deres arbejde.

I den fysikrapport, som gruppen efterfølgende udarbejdede, er der ikke opstillet en konkret STEM-problemstilling. De beskriver formålet med deres arbejde med ord.

Nedslag 2: Design af egen undersøgelse

Eleverne på EUX får til opgave at finde mindst tre processer, der er en del af det at være tømrer, og som kræver kræfter. Følgende processer kommer på tavlen, da Ejnar samler op:

- Arbejde med værktøj, der ikke er motor på, fx hammer og søm
- Løfte materialer frem og tilbage
- Tømme trailer
- Feje
- Save med fukssvans
- Sætte gipsplader op (manuelt eller med hejs)
- Skrue med skruemaskine
- Slå med en mukkert (nedbrydning)
- Banke lægter af med et koben
- Sætte stillads op
- Grave
- Løfte vinduer på plads
- Køre med trillebør.



Figur 3. Elever hamrer søm i træ vha. et rør og et lod.

Eleverne skitserer efterfølgende i grupper, hvordan udvalgte processer ser ud, og har fokus på, hvor kræfter indgår.

Malte, Emil og Tejs vælger at undersøge, hvor mange kræfter der skal til for at slå søm i. De designer en opstilling, hvor de forsigtigt hamrer forskellige typer af søm i to reglar. I en samtale med Ejnar bliver de bevidste om, at de ikke kan være sikre på, at de slår med samme kraft i hvert slag. Samtalen fører til, at de finder et metalrør og et lod på 4 kg. De lader loddet falde fra samme højde hver gang og måler, hvor langt sømmet er slået ned i træet (figur 3). De noterer deres resultater i en tabel (se tabel 2).

I et efterfølgende interview med Emil (E) og Tejs (T) udspiller følgende samtale sig:

I (interviewer): Kan I fortælle, hvad I har lavet?

E: Ja, vi har arbejdet med, at vi vil undersøge, hvad friktionen er i træet, når man banker et søm ned. Og så har vi lavet nogle forskellige forsøg og nogle udregninger til vores journal.

I: Hvordan blev undervisningen sat i gang?

E: Vi skulle starte med at finde på et forsøg, som indebar noget af det, vi har arbejdet med som tømrer.

I: Kan I huske nogle af de eksempler, som I kom med?

T: Ja, vi startede med at finde en masse ting, hvor der blev brugt kræfter i vores arbejde. Fx slibe med sandpapir og køre trillebør. Men nogle ting er mere simple at lave forsøg med end andre.

E: Så ville vi se, om et tykt søm var sværere at slå i end fx et galvaniseret søm. Om der var mere modstand. Men så fandt vi ud af, at vi ikke kunne sikre os, at hammeren blev slået lige meget i hver gang.

I: Hvad var godt?

E: Jeg synes, det var fedt, at vi selv kom i spil. Selvom det altid i starten af sådan en proces er sådan lidt ... Hvad skal vi lige gå i gang med? Man kan hurtigt gå i stå. Så er det godt, at man har en lærer, der kan komme og give lidt support.

I: Ville det være nemmere, hvis der kom en opskrift.

E: Ja, så ville det sikkert gå hurtigere. Men så ryger det interessante jo ligesom også lidt.

T: Det bliver også sjovere af, at vi selv bestemmer, hvad vi vil lave. Det betyder noget. Så vi fik også lov at være lidt kreative i forhold til, hvordan vi ville stille det op.

I drengenes fysikrapport beskriver de formålet med deres forsøg som “at se, hvor langt et søm i forskellige længder ville komme ned, og om der var forskel på, om det var galvaniseret [eller ej]”.

Tabel 2. Resultater fra elevrapporten.

Søm:	Aflæsning:
1,2 mm blank dykker	1: 28,2 mm 2: Helt i bund
2,0 mm blank	1: 45 mm 2: Bukkede sammen på midten
2,5 mm blank	1: 49,2 mm 2: Bøjede på det sidste stykke
2,5 mm galvaniseret	1: 47,1 mm 2: Helt i bund
3,1 mm galvaniseret	1: 66,8 mm 2: 26 mm Forskel: 40,8 mm
3,8 mm blank	1: 79,7 mm 2: 50 mm Forskel: 29,7
4,6 mm blank	1: 120,2 mm 2: 94,2 mm Forskel: 26 mm

Opsummering af tema 1

En åben iscenesættelse giver mulighed for at inddrage elevernes egne interesser. Dels kan det åbne for nogle problemstillinger, som underviseren ikke selv havde tænkt på, og dels kan det give eleverne en følelse af medbestemmelse, hvilket alle elever, vi har talt med, oplever som meningsfuldt og motiverende. Denne åbenhed og den høje grad af frihed kan dog også give anledning til frustration hos underviserne. Hvordan skal man komme igennem pensum og det faglige stof, hvis man skal give eleverne lov til at gå i alle mulige retninger? Og hvordan kan man som underviser sikre sig, at det emne, eleverne vælger, kan undersøges på en fornuftig måde?

Vores konklusion er, at en åben iscenesættelse kan være meningsfuld for både elever og undervisere. Men vi har også blik for, at *åbningen* kan være for åben. Fx hvis det resulterer i en undersøgelse, der går i en helt anden retning, end underviseren havde tænkt (fx "Hvad er vand?"). Eller hvis det faglige fænomen er for vanskeligt at undersøge (fx kræfter).

Fælles for nedslag 1 og 2 er, at eleverne gennemfører to trin frem mod deres endelige problemstilling: en fælles idégenerering og derefter en konkretisering.

Vi får i tema 2 indblik i, hvordan visuelle modeller kan være med til at støtte elevernes proces frem mod en STEM-problemstilling.

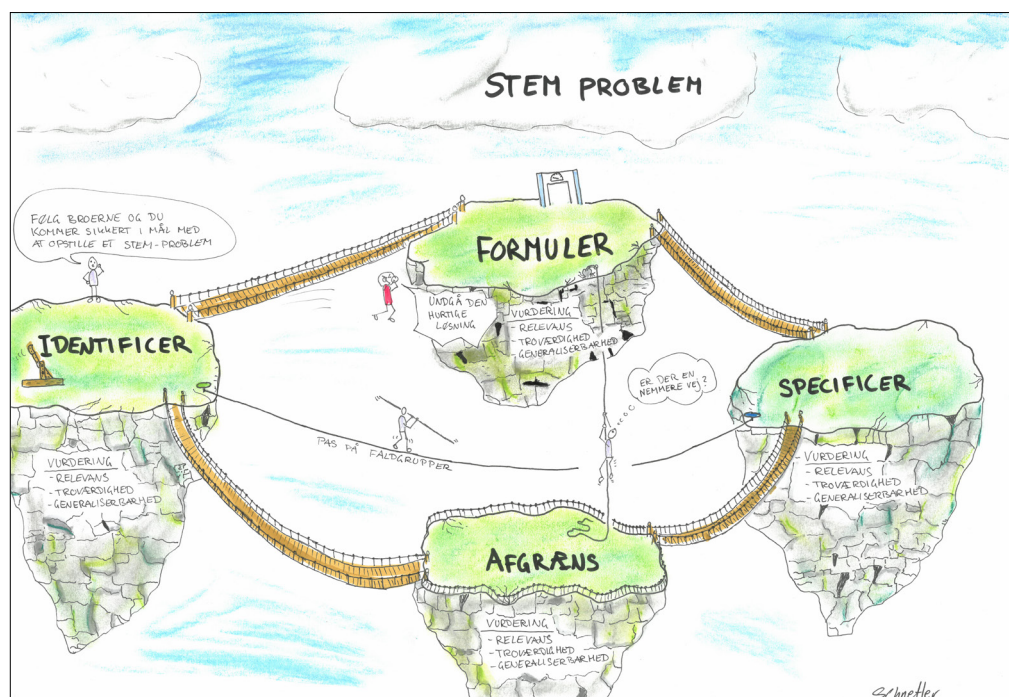
Tema 2: Visuelle modeller som stillads

Tema 2 handler om, at visuelle modeller kan stilladsere processen frem mod at opstille en problemstilling. Modellerne kan illustrere forskellige faser, elever og studerende skal igennem, fra at have et særligt interesseområde inden for STEM til at opstille en STEM-problemstilling.

For at modellen bliver et stillads for eleverne, er det vigtigt, at underviseren forklarer og tydeliggør for eleverne, at problemstillingen på et tidspunkt i processen skal omformuleres til et spørgsmål, som de forestiller sig, de kan løse med deres egen faglige viden. Ikke at der *skal* foregå en form for problemløsning, men at det *kan* foregå.

Det tredje empiriske nedslag kommer fra case A, hvor en 7.-klasse i matematik og fysik/kemi arbejder med verdensmål 12: ansvarligt forbrug og ansvarlig produktion. Klassens lærerteam har udarbejdet en firefaset model, som viser de faser, eleverne skal igennem, fra de har fundet deres interesseområde til de får opstillet et STEM-problem (figur 4). Læg først mærke til de bidrag, eleverne kommer med for at sikre bæredygtigt forbrug og bæredygtige produktionsformer, og læg derefter mærke til, hvordan underviserens gennemgang af modellen ikke sammenholdes med elevernes bidrag.

Nedslag 3 giver blik for, at hvis eleverne skal kunne bruge en model som stillads, så skal de forstå den nøje og se eksempler på, hvordan den kan bruges. Det er ikke natur-



Figur 4. Visuel model af de fire faser i at opstille et STEM-problem (©Troels Schnetler)

Nedslag 3: Når et filmklip er udgangspunkt for at identificere et problemfelt

Matematiklæreren Lau igangsætter et forløb i 7. X, der har til formål at udvikle elevernes kompetence til at opstille og analysere en STEM-problemstilling.

Lau har udviklet undervisningsforløbet sammen med to kolleger, og én af dem, har dertil udviklet en visuel model af de faser, eleverne skal gennemgå for at opstille et STEM-problem. Modellen illustrerer fire faser: identificer, afgræns, specificer og formuler (se figur 4).

Som afsæt for at lade eleverne identificere et problem viser Lau en film om verdensmål 12, der handler om ansvarligt forbrug og ansvarlig produktion. Filmen skal give eleverne viden om verdens naturlige ressourcer og overforbrug og lede deres opmærksomhed hen på at reducere klimaaftrykket.

Efter eleverne har set filmen, skal de hver især i en padlet skrive, hvad de kan gøre for at sikre bæredygtigt forbrug og bæredygtige produktionsformer. Hensigten hermed er, at eleverne skal spore sig ind på de problemstillinger, filmen kan give anledning til. Der kommer 10 opslag:

- *Hellere skide end smide ud*
- *Lad være med at smide noget mad ud*

- *Bliv veganer*
- *Mindre ko-prutter*
- *Spis en lille smule salat*
- *Mindre madspild*
- *Elbil*
- *Genbrug*
- *Mindre lysforbrug*
- *Wroom wroom car.*

Opslagene bliver ikke gennemgået nærmere i klassen. Heller ikke i forbindelse med at Lau hurtigt præsenterer modellen i figur 4.

Lau forklarer eleverne, at de i de næste to timer (a 60 min.) skal undersøge på computeren, hvordan butikker, som fx deres lokale Rema 1000, forholder sig til verdensmål 12.

Efter at have kigget på Rema 1000's hjemmeside skal eleverne besøge butikken. Her har Lau aftalt med souschefen, at de får en rundvisning, og at de efterfølgende har mulighed for gruppevis at stille ham forberedte spørgsmål. Som et produkt af undersøgelsen skal hver gruppe producere en film, der viser, hvordan de har forholdt sig til og gennemført de fire faser i figur 4. I de to elevfilm, der er inkluderet i studiet, viser det sig, at eleverne bevæger sig hver sin vej rundt i modellen.

ligt for elever i 7. klasse at gøre det selv, og derfor må underviseren tage udgangspunkt i deres umiddelbare idéer fra deres padlet-opslag og strukturere processen for dem.

Da vi i et efterfølgende interview spørger ind til, hvorfor Lau i lektionen ikke giver en grundigere forklaring på retning og indhold i figur 4, svarer han: "Mens jeg stod der og snakkede, tænkte jeg, at der ikke kommer noget godt ud af at gå i dybden med hele vejen (alle fire faser i figur 4)." Han fortsætter: "Jeg tænkte, at det var bedre at sørge for, at de har nogle spørgsmål til i morgen (besøg hos REMA1000)."

Gennem analysen af nedslag 3 fremgår det, at Lau i begrænset grad understøtter elevernes videre undersøgelsesproces. De fire faser i figur 4 bliver ikke forklaret, og elevernes idéer og forhåndsviden bliver ikke udfoldet gennem opfølgende spørgsmål. Måske er det derfor, at eleverne i deres film har anvendt modellen forskelligt?

Vi fik i interviewet ikke spurg ind til, hvad Lau tænkte om elevernes opslag på den fælles Padlet, eller hvordan han vurderede opslagene som gode emner for en proces, der skal ende ud i et STEM-problem. Laus uddybende svar på disse spørgsmål kunne perspektivere figur 4 som et stillads for elevernes arbejde.

Nedslag 4: Strukturer og modeller understøtter studerendes problemopstillingsproces

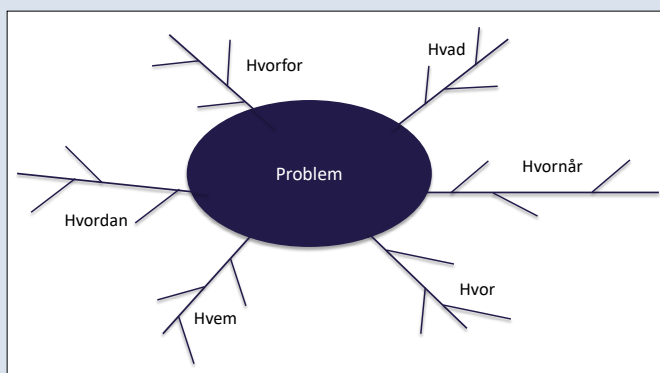
Forelæsningen foregår i et typisk auditorium med mange sæder i række. Der er i alt ca. 100 studerende. Der er 15 studerende, der læser robotteknologi, og resten af de studerende læser elektroniske systemer eller computerteknologi.

Ved at støtte sig til en PowerPoint-præsentation beskriver og redegør underviseren Katja for de forventninger og krav, der stilles til den bæredygtigheds-case, de skal arbejde med. Ligeledes opremses formaliteterne for den rapport, som de studerende gruppevis skal aflevere, samt for den efterfølgende eksamen.

Efter pausen introduceres de studerende for det projekt, de skal i gang med. Katja forklarer, at de studerende i deres grupper skal tage udgangspunkt i et tema eller emne, der udgør deres problemfelt. Gennem en analyse deraf skal de komme frem til en problemformulering. Katja forklarer, at det centrale i denne del af processen er at afgrænse deres tema gennem analyse, så de ender med en problemstilling.

De studerende får i forelæsningen også en struktur for, hvordan de kan udarbejde en problemanalyse. Det foregår gennem fem nøglepunkter med afsæt i 6-hv-ord-modellen i figur 5:

1. Redegør for, at problemet eksisterer: Hvem er det et problem for? Hvad er problemet?
2. Redegør for baggrunden for og historien bag problemet: Hvorfor er det et problem? Hvornår opstod problemet?
3. Redegør for interesseparter: Hvem er involveret, og hvem har interesse i problemet/at problemet bliver løst?
4. Redegør for årsager til og konsekvenser af problemet: Hvilke andre problemstillinger er der knyttet til problemet?
5. Hvordan kan problemet analyseres/løses (metodologi/forskningsdesign)?



Figur 5.
6-hv-ord-modellen.

I en afsluttende kommentar til forelæsningsen sætter Katja fokus på, at de studerende skal være meget bevidste om årsagerne til og konsekvenserne af de problemer, de vælger at tage fat i.

De studerende går i deres grupperum og begynder at arbejde på deres projekt.

Som indledning til deres projektrapport skriver de:

"Til den første brainstorm benytter vi 1-2-gruppemetoden. Først brainstormes der individuelt inden for problemfeltet bæredygtighed, og der identificeres overordnede problemområder. Derefter går gruppemedlemmerne sammen i par, som diskuterer, i hvor høj grad vi vurderer, at robotik-fagligheden kan være til gavn. De problemer, vi bliver enige om, diskuteres i plenum. På baggrund af FN's verdensmål 12 udvælges emnet: adskillelse af komplekst affald."

Nedslag 4 kommer fra case D, hvor et hold førsteårsstuderende på universitetet er i gang med et kursus om PBL.

Nedslag 4 illustrerer, hvordan modeller kan støtte studerende i at opstille STEM-problemstillinger. I kurset er der et særligt fokus på problemdesign og -analyse, og de studerende skal gennemføre et projekt, der tager udgangspunkt i en STEM-relevant problemstilling relateret til en selvvalgt bæredygtighedscase.

Læg i nedslaget mærke til, hvordan de studerende selv kan facilitere 1-2-gruppemetoden, samt hvordan de afgrænser deres emne: Fra komplekst affald til elektronisk affald.

Nedslag 4 viser, at de studerende i et PBL-kursus skal arbejde med en bæredygtighedscase. Centralt for den proces, de skal i gang med, er at afgrænse et tema gennem en analyse til en problemformulering. En model kaldet 6-hv-ord-modellen præsenteres. Modellen skal føre de studerende gennem analysen ved at stille seks hv-spørgsmål: *Hvorfor? Hvad? Hvornår? Hvor? Hvem? Hvordan?* Analysen skal resultere i, at de får udarbejdet en problemstilling, som de fremadrettet kan arbejde med.

De studerende skriver i deres rapport, at de som det første brugte 1-2-gruppemetoden til at spore sig ind på deres emne. I et efterfølgende interview uddyber de, at de som et resultat af denne metode valgte, at emnet skulle være *komplekst affald*.

Ved at undersøge, hvilke typer komplekst affald der findes, fandt de frem til, at der er en stor gruppe af komplekst affald, som hedder *elektronisk affald*. Ved at undersøge, hvilken effekt elektronisk affald har på naturen og samfundet, blev de sporet ind på *elektronisk affald fra mobiltelefoner*. Og ved at svare sammen på de fem hv-spørgsmål kom de frem til deres endelige problemformulering, som lød: Hvordan adskilles Android-mobiltelefoner effektivt og bæredygtigt ved end-of-life, så en større procentdel af materialerne kan genindvindes og genanvendes?

Denne proces kan betegnes som en *afgrænsning*.

Vi har her set et eksempel på, hvordan først 1-2-gruppetoden bidrager til at bestemme emne, og hvordan hv-ord-modellen (figur 5) og de dertilhørende nøglepunkter støtter de studerende i deres analyse. Det hjælper dem med at blive klogere på, i hvilken retning de ønsker at gå. Men vi har også set, at modeller og strukturer blev gennemgået grundigt til forelæsningsen. Modeller og strukturer kan således fungere som stillads, hvis de bliver gennemgået og forstået af studerende.

Opsummering af tema 2

Visuelle modeller kan illustrere den proces, elever og studerende skal gennemgå, når de skal bevæge sig fra at have et interesseområde inden for STEM til at opstille en STEM-problemstilling.

1-2-gruppetoden virker godt til idégenerering, hvor alle deltagere inddrages. Det ses i både nedslag 1 og nedslag 4. Derimod giver figur 4 i nedslag 3 ikke den tilsigtede støtte. Måske fordi modellen ikke forklares, så eleverne forstår meningen med den? De studerende i nedslag 4 forstår godt formålet med figur 5 og kan forholdsvis selvstændigt afgrænse emnet komplekst affald til at omhandle elektronisk affald fra Android-telefoner ved at svare på de fem hv-spørgsmål.

Vores konklusion er, at visuelle modeller kan være en god støtte for elever og studerende, hvis de har forstået meningen og formålet med at bruge den pågældende model. Det tyder på, at jo yngre eleverne er, jo mere skal underviseren fokusere på at forklare modellens funktion i dybden. Elever i 7. klasse kan ikke selv afgrænse deres idéer fra en video om verdensmål 12 til at specificere og formulere et STEM-problem. Hvorimod studerende godt kan følge de specifikke trin i en given model.

Diskussion

Tema 1 omhandler, hvordan en åben iscenesættelse giver mulighed for at inddrage elevernes egne interesser, men også at dette indebærer udfordringer i forhold til underviserens forventninger til det faglige indhold. Ifølge Sølberg et al. (2015) er man som underviser nødt til at lægge op til en høj grad af elevstyring, når man arbejder ud fra kompetencemål, hvis man ønsker at udvikle autonomi blandt eleverne. Men samtidig er underviseren ligeledes nødt til at sikre sig, at eleverne bevæger sig i en retning, som er i overensstemmelse med de uddannelsesmæssige mål. Dette dilemma beskrives af Jensen (2007) som *dilemmaet ved at undervise i orienteret autonomi*. Kaj oplever netop et sådant dilemma i nedslag 1, da Simons gruppe stiller spørgsmålet "Hvad er vand?" For er det rimeligt, at gruppen skal i gang med at undersøge dette, når Kaj vil, at det faglige fokus er nyttevirkning?

Andresen og Dahl (2023) beskriver, at det kan være skadeligt for en udviklingsproces, hvis underviseren ikke tager styringen. Så bliver alt overladt til eleverne, og det kan resultere i, at underviserens faglige pointer *ikke* bliver omsat i praksis. Dette er resultatet i nedslag 3, hvor eleverne aldrig når i mål med at få formuleret et spørgsmål. Omvendt kan en for fast styring medvirke til, at elevernes engagement forsvinder. Og hvis der er for skrappe retningslinjer for, hvilken problemstilling eleverne skal komme op med, udvikler de ikke kompetencen til selv at opstille en. Derfor bør der være en opmærksomhed på at opnå en vis balance mellem at lade eleverne vælge frit og samtidig have fokus på undervisningens faglige orientering.

Tema 2 omhandler, at visuelle modeller kan stilladsere elevers og studerendes processer for at opstille STEM-problemstillinger, men at det kræver støtte fra underviseren.

Det stemmer overens med Vygotsky (1962), der påpeger, at underviseren må være synlig og facilitere elevernes læring på en måde, så eleverne bringes i zonen for nærmeste udvikling.

Forskellige modeller kan anvendes til at stilladsere processen. Det kan være modellerne i figur 4 eller figur 5, men de kan ikke stå alene. Vi oplever, som også Højgaard (2024) pointerer, at det er afgørende, at eleverne inddrages i en samtale om, hvad målet med aktiviteten er, og at indholdet tager afsæt i elevernes interesse. Både tømrerelevne og de universitetsstuderende er interesserede i det, de vil arbejde med, og deres skole/studie er specifikt rettet mod en profession. Det gør, at konteksten bliver mere tydelig for dem og relevant for dem, og derved er det nemmere for dem at tage fat i emnet. Modsat er 7.-klasseelever og HTX-elever en del af en almen generel uddannelse, hvor eleverne i en klasse vil være interesserede i vidt forskellige ting, hvilket kan gøre det vanskeligt for en lærer at finde en fællesnævner. Derudover har alle uddannelser også en forpligtelse til en faglighed, som eleverne skal kunne, og som er nedfældet i læreplaner, læseplaner eller studieordninger. Lærerne er forpligtede på disse dokumenter, og den viden og de kompetencer og færdigheder, som eleverne og de studerende forventes at have lært på specifikke tidspunkter, indgår som forudsætninger i senere uddannelse.

Vores fire cases er fra forskellige uddannelsesstrin, og man kan diskutere, om vores konklusioner ville have været anderledes, hvis vi havde valgt fire andre cases. Dette kan vi ikke vide, men med *thick description* har vi tilstræbt at være transparente i forhold til, hvorfor nogle elementer forhåbentlig vil være genkendelige for andre i uddannelsesverdenen inden for STEM-fag fra 1. klasse til sidste år på universiteterne. Velbeskrevne nedslag kan gøre, at man kan "se sig selv" i situationen (Lincoln & Guba, 1985). Desuden bruger Goetz og LeCompte (1984) begrebet *comparability* til at indikere, i hvor høj grad en situation er så "beskrevet og defineret tilstrækkeligt godt til, at andre forskere kan anvende undersøgelsens resultater som sammenlig-

ningsgrundlag med andre undersøgelser, der omhandler beslægtede emner (vores oversættelse)” (Goetz & LeCompte, 1984, s. 228). Dette er grunden til, at vi har brugt en del plads i artiklen på at beskrive de fire nedslag. Dette øger validiteten, men om der er relevante elementer, som andre cases ville have kunnet give, men som vi derfor ikke har med, kan ikke siges entydigt. Generelt er ønsket om generalisering/ekstern validitet ikke et mål i sig selv i casestudier, men det er graden af situationerne, der er genkendelige for andre relevante aktører, hvorfor vi har valgt at beskrive de fire nedslag. Vores to temaer, der går på tværs af de fire nedslag, er vores konstruktion, baseret på en analyse og vurdering af empiri. En sådan analyse er altid en simplificering af en kompleks virkelighed.

Man kan diskutere, om de problemstillinger, vi anvender, opfylder kriterierne for at være egentlige STEM-problemer. Med udgangspunkt i Pleasants (2020) forstår vi STEM-problemer som kendetegnet ved bestemte karaktertræk, herunder en integration af science, technology, engineering og mathematics. I vores materiale indgår disse elementer i varierende grad, og ikke alle problemstillinger omfatter både matematik og engineering. Dette rejser spørgsmålet om, hvorvidt en sådan manglende integration bør betragtes som problematisk, når eleverne og de studerende samtidig synes at udvikle fagligt relevant viden og kompetencer. Set i dette lys kan Pleasants’ (2020) kriterier opfattes som relativt strenge. Samtidig kan de forstås som et ideal eller et orienteringspunkt for udviklingen af STEM-undervisning. Selvom kriterierne sjældent kan opfyldes fuldt ud i praksis, bidrager de med en retning, som undervisere kan stræbe efter.

Konklusion og anbefalinger til praksis

Det er muligt på tværs af uddannelsestrin at sigte efter, at elever og studerende skal kunne opstille deres egne og andres STEM-problemer. Et fokus på en problemopstillingsproces kan betegnes som særlig STEM-fagligt og kan være et godt udgangspunkt for at skabe sammenhæng i STEM-undervisning. Men der er også udfordringer. Fx kan det være en udfordring at understøtte eleverne i at komme fra et umiddelbart interessefelt gennem et antal faser, hvorved de ender med at stille et konkret spørgsmål formuleret som et problem. Herunder bliver det ligeledes vigtigt, at elever og studerende er i stand til at stille sig selv og andre kritiske spørgsmål, så de får mulighed for at analysere deres egne og andres forsøg på løsninger på en kritisk måde.

På baggrund af undersøgelsen har vi formuleret tre konkrete anbefalinger til praksis på tværs af uddannelsestrin:

Iscenesættelsen er central. Iscenesættelsen skal være relevant for eleverne og de studerende, og her kan verdensmålene være brugbare. På erhvervsskoler kan det være med udgangspunkt i noget fra deres praktikplads. Virksomhedsbesøg kan også over-

vejes – eller besøg fra virksomheder på skolen. På universiteterne kan praktikophold være et oplagt sted at hente problemstillinger. På HTX var iscenesættelsen en opstilling af elektriske apparater. En konkretisering af dette kunne være et besøg i køkkenet på et hotel eller noget, en klassekammerats forældre er i gang med helt konkret.

Underviserne skal være klædt på. Facilitering af den proces, hvor eleverne kommer fra selv at have identificeret en åben problemstilling til at afgrænse den med henblik på at opstille et spørgsmål, er ikke enkelt. Eleverne finder problemstillinger, hvor nogle vil være mere formålstjenlige end andre i forhold til det faglige, men der er også forskel på elever og studerende indbyrdes. En facilitering kan nemt falde i to grøfter – læreren overtager styringen, eller læreren er for passiv. Ved for meget styring lærer eleverne ikke selv at stille spørgsmålet. Og hvis læreren er for passiv, bliver alt overladt til eleverne, og det kan resultere i, at underviserens faglige pointer *ikke* bliver omsat i praksis.

Lærerne skal inddrage visuelle modeller. Visuelle modeller er en hjælp til at overskue kompleksiteten, men de valgte modeller skal svare til det konkrete uddannelses-trin. Her er der fx forskel på kompleksiteten i modellerne, afhængigt af om det foregår i 7. klasse, på HTX eller på universitetet. Det er dog værd at være opmærksom på, at modellerne bør introduceres og forklares på en måde, så de kan stilladsere elevernes processer. Samtidig kan inddragelse af modeller fra senere uddannelsesstrin være inspirerende for nogle elever, og det kan være en måde at differentiere undervisningen på.

Referencer

- Andresen, M. & Dahl, B. (2023). Discussion about the role of teacher authority when making a transition into creative problem-solving in mathematics. *Acta Didactica Norden*, 17(1), artikel 23. <https://doi.org/10.5617/adno.9659>
- Becker, K. & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5/6), 23. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/effects-integrative-approaches-among-science/docview/893425366/se-2?accountid=35465>
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Braun, V., & Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 11(4), 589-597.
- Busch, H., Horst, S & Troelsen, R. (2003). *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser*. Undervisningsministeriet.
- Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2019). *Matematik: Faghæfte 2019*. https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_Fagh%C3%A6fte_Matematik.pdf

- Børne- og Undervisningsministeriet. (2023). *Vejledning til Fysik B i teknisk eux-forløb*. <https://uvm.dk/media/rfplbxbk1/230807-fysik-b-i-teknisk-eux-forloeb.pdf>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2024). *Vejledning til Fysik A, htx*. <https://uvm.dk/media/d0oatodf/240807-vejledning-til-fysik-a-htx.pdf>
- Baarts, C. (2015). *Introduktion til etnografisk metode*. Syddansk Universitetsforlag.
- Digitaliserings- og Ligestillingsministeriet. (2023). *Danmarks digitaliserings strategi – Ansvar for den digitale udvikling*.
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>
- Jensen, T.H. (2007). *Udvikling af matematisk modelleringskompetence som matematikundervisningens omdrejningspunkt – hvorfor ikke?* Ph.d.-afhandling, Roskilde Universitet. <https://pure.au.dk/portal/files/227/THJ07-phd-dissertation.pdf>
- Hald, C.W., Skeen, K., Langmach, M., & Skotte, N.R. (2022). *Hvordan sikrer vi et tilstrækkeligt optag af unge på STEM-uddannelser*. Rapport. [https://concito.dk/files/media/document/Analyse_Hvordan_sikrer vi et tilstrækkeligt optag af unge på STEM uddannelser.pdf](https://concito.dk/files/media/document/Analyse_Hvordan_sikrer_vi_et_tilstrækkeligt_optag_af_unge_på_STEM_uddannelser.pdf)
- Højgaard, T. (2024). *Kompetenceorienteret matematikundervisning*. <https://emu.dk/grundskole/matematik/kompetenceorienteret-matematikundervisning>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Interview: Det kvalitative forskningsinterview som håndværk*. Hans Reitzels Forlag.
- LeCompte, M.D., Goetz, J.P., & Tesch, R. (1993). *Ethnography and qualitative design in educational research*. (No Title).
- Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. (1985). *Naturalistic inquiry*. SAGE Publications.
- Møller, M. (2022). Fra STEM-faglighed til STEM-kompetencer – et analytisk greb for STEM-undervisning i Danmark. *MONA*, 2022(4), 8-30. <https://doi.org/10.7146/mona.v22i4.134910>
- Møller, M. (2024). *Kompetenceorienteret STEM-undervisning* [Ph.d.-afhandling]. [M_ller_M_2024_Kompetenceorienteret_STEM-undervisning_ph.d.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/227/THJ07-phd-dissertation.pdf)
- Niss, M. & Jensen, T.H. (red.). (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Idéer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18. Undervisningsministeriet.
- OECD. (2023). *OECD Skills Outlook 2023*. <https://doi.org/10.1787/27452f29-en>
- Pleasant, J. (2020). Inquiring into the nature of STEM problems. *Science & Education*, 29(4), 831-855. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5>
- Robson, C. (2002). *Real World Research*. Blackwell.
- Savery, J.R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Schoenfeld, A.H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. I D.A. Grouws (red.), *Handbook of research on mathe-*

matics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics (s. 334-370). Macmillan Publishing Co.

Svabo, C., Larsen, D., Borch, K., Svendsen, M. & Kristensen, M. (2024). *STEM-didaktik*. Syddansk Universitetsforlag.

Sølberg, J., Bundsgaard, J. & Højgaard, T. (2015). Kompetencemål i praksis – hvad har vi lært af KOMPIS? *MONA*, 15(2), 46-59. <https://doi.org/10.7146/mona.v0i2.36308>

Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and language*. The MIT Press.

Aalborg Universitet. (2022). *Studieordning for bacheloruddannelsen i robotteknologi, 2022*. <https://studieordninger.aau.dk/2022/32/3458>

English abstract

Cross-disciplinary collaboration in STEM is essential to meet the demand for a qualified workforce. A key competence is the ability to formulate STEM problems. This multiple case study examines how educators can support this development. Open-ended teaching approaches can enhance student engagement but require a balance between freedom and academic guidance. The need for facilitation varies across levels. Visual models such as the 6W model can help students narrow and formulate problems when paired with active guidance. The study highlights the need for progression in teacher control and professional development to support both engagement and academic rigor.



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.

Analyse giver værdifuldt sprog for elevers udfordringer med brøker



Mette Thompson, cand.
pæd. i didaktik (matematik)
og matematikkonsulent,
Helsingør Kommune

Kommentar til Pernille Ladegaard Pedersen, Christian Gregersen Brix og Bent Sortkærs: "Brøker, fejlsvar og regnestrategier – en analyse af fejlsvar i folkeskolens prøver i matematik", MONA, 2026(2).

Pedersen, Brix og Sortkærs analyse af fejlsvar i brøkopgaver ved folkeskolens afgangsprøve tegner et alvorligt billede af elevernes forståelse af rationale tal. Det mest tankevækkende er ikke alene de mange fejlsvar, men at svarene synes at følge genkendelige mønstre. Tæller og nævner behandles som adskilte heltal, regneregler blandes sammen, og brøken mister sin betydning som en størrelse.

Artiklens begreber "heltalsdistraktorer" og "fragmentbaseret metode" tilbyder et nyttigt sprog for dette mønster. Begreberne kan hjælpe lærere med at få øje på, når en elev bearbejder brøkens enkelte dele, men ikke forholder sig til den størrelse, som brøken repræsenterer. Samtidig er det vigtigt at fastholde forfatternes eget forbehold: Analysen beror på elevernes fejlsvar, men ikke på deres ræsonnementer, og dermed kan man ikke vide, hvordan de er kommet frem til netop dette svar.

Alligevel står artiklens overordnede resultat stærkt, for i seks ud af syv analyserede brøkopgaver svarede omkring halvdelen af eleverne eller færre korrekt. Det kalder på en opmærksomhed.

En aktuel og relevant pointe i den nye fagplan

Artiklen tager forståeligt nok udgangspunkt i læseplanen fra 2019, hvor udviklingen af regnestrategier knyttes tæt til elevernes talforståelse. Dette kan genfindes og er forstærket i andet udkast til den nye fagplan for matematik fra juni 2026 (Børne- og Undervisningsministeriet, 2026a). Her er fleksibiliteten indskrevet i fagets formål, hvor der står, at eleverne skal udvikle et matematisk blik på verden, hvilket indebærer, at

de fleksibelt kan anvende matematiske idéer og måder at tænke og handle på, bl.a. i problemstillinger, der rækker ud over matematikken selv.

I indskolingen er det faglige fokus tydeligt afgrænset til de naturlige tal. Eleverne skal udvikle fleksible strategier og lære at vælge og tilpasse dem til situationer og de tal, der indgår. Først på mellemtrinnet beskrives udvidelsen fra naturlige tal til hele og rationale tal som en central kerneidé. Denne progression er væsentlig. Det giver nemlig mulighed for at sætte tempoet ned. Eleverne skal først opbygge et sikkert og fleksibelt fundament i arbejdet med de naturlige tal. Derefter skal forståelsen udvides, udfordres og delvist omstruktureres og omorganiseres, når eleverne møder rationale tal, hvilket kræver en undervisning, hvor eleverne støttes i at udvikle nye måder at tænke om tal på (Clarke et al., 2010).

Elevernes erfaringer med naturlige tal er derfor både en nødvendig ressource og en potentiel barriere. Det er netop denne dobbelthed, artiklens analyse af heltalsdi-straktorer og fragmentbaserede metoder synliggør.

Hvad vil det sige at forstå?

Forståelse er et nøglebegreb i arbejdet med talforståelse, men det er ikke et enkelt begreb. Hiebert og Carpenter (1992) beskriver forståelse som den måde, en persons indre repræsentationer er organiseret på. Graden af forståelse afhænger af antallet og styrken af forbindelserne mellem repræsentationerne.

Overført til brøker er det derfor ikke tilstrækkeligt, at en elev kan genkende en brøknotation, huske en regel eller gennemføre en indøvet procedure. Eleven må kunne forbinde brøken med en størrelse, en placering på tallinjen, en del af en helhed, et forhold og en kvotient. Eleven må også kunne se forbindelser mellem konkrete, visuelle, sproglige og symbolske repræsentationer.

Artiklens anvendelse af fejltyperne kan i dette perspektiv tolkes som et tegn på et indre netværk, hvor forbindelserne endnu er for få eller for svage. Eleven ser tælleren og nævneren, men ikke brøken som ét tal. Eleven genkender måske dele af forskellige algoritmer, men kan ikke forbinde dem med operationens betydning eller vurdere, om resultatet er rimeligt.

At forstå en brøk er at kunne anvende sin viden flydende og fleksibelt. Det viser sig, når eleven kan bevæge sig mellem forskellige repræsentationer, genkende sammenhænge og vælge en strategi, der passer til de konkrete tal og den situation, de indgår i. Flexibiliteten er dermed ikke blot at gøre noget forskelligt. Den må være funderet i forståelse.

Vanskelighederne kan opdages tidligt

Vi har gennem mange år vidst, at matematikvanskeligheder ofte opstår tidligt og kan følge eleverne gennem skoleforløbet. VIVE's undersøgelse (Mikkelsen et al., 2023) af børn og unge i matematikvanskeligheder viste, at 15 % af eleverne havde utilstrækkelige eller mangelfulde resultater i den nationale test i matematik i 3. klasse. Blandt disse elever havde 42 % også dårlige resultater i 6. klasse, og 65 % af denne gruppe befandt sig senere i matematikvanskeligheder i 9. klasse.

Det er derfor næppe ved afgangsprøven, at de forståelser, artiklen afdækker, pludselig opstår. FP9 kan synliggøre problemets omfang, men prøven kan ikke længere danne afsæt for den undervisning, som netop disse elever har haft brug for.

I Helsingør Kommune har vi gennem flere år arbejdet med en talforståelsestest, som søger at give lærerne indblik i elevernes forståelse tidligere i skoleforløbet. Vores erfaring er, at nogle af de misforståelser, som artiklen finder i FP9, allerede kan iagttages, når eleverne har svært ved at placere brøker på en tallinje, sammenligne deres størrelse eller vurdere, hvad det halve eller det dobbelte af en brøk kan være (Thompson, 2024).

Lignende forståelser vil også kunne belyses gennem den nye nationale færdighedstest, der netop tester tal, regnestrategier og algebra. I rammeværket for testen indgår positive ægte brøker fra 6. klasse, hvor elevernes forståelse af brøkers størrelse og forskellige repræsentationer samt regning med brøker afdækkes (Børne- og Undervisningsministeriet, 2026b). Her bliver det afgørende, at resultaterne ikke alene bruges til at opgøre, hvor mange opgaver eleven har besvaret korrekt. Fejlsvarene må give anledning til faglig nysgerrighed: Hvilken forståelse kan ligge bag svaret? Hvilken viden fra de naturlige tal forsøger eleven at anvende? Hvilke forbindelser mellem repræsentationer mangler eleven endnu at udvikle?

Opmærksomhedspunkter i undervisningen

Artiklens anvendelse af heltalsdistraktorer og begrebet fragmentbaseret metode er i det efterfølgende forsøgt omsat til en række konkrete opmærksomhedspunkter i undervisningen.

For det første er der flere betydninger af brøker. En brøk kan beskrive en del af en helhed, et mål, en kvotient, en operator eller et forhold (Kieren, 1976). Brøker afbildes ofte på den samme måde, mens konteksten, de anvendes i, er afgørende for, hvordan de skal anvendes og forstås. Min erfaring er, at de forskellige forståelser ikke er tydelige for lærere og elever, og måske kunne en større vægtning af dette have en betydning for tilegnelsen af forståelsen for brøker.

For det andet må brøker etableres som tal og som samlede størrelser og ikke som to hele tal med en brøkstreg imellem sig. Her kan tallinjen være særlig værdifuld. For hvis

elever placerer en brøk på en åben tallinje, må de forholde sig til dens størrelse, dens afstand til de andre tal og dens placering ift. andre referencepunkter som fx 0, $\frac{1}{2}$ og 1.

For det tredje må undervisningen systematisk opbygge forbindelser mellem repræsentationerne. Brøktænger, arealmodeller, blokmodeller og tallinjer skaber ikke i sig selv forståelse. Eleverne skal sætte ord på, hvordan modellerne hænger sammen med brøksymbolet og den størrelse, brøken repræsenterer. De skal have mulighed for at tegne, bygge, sammenligne, forklare og begrunde.

Endelig skal regneoperationerne forbindes med betydning og vurdering af resultater. Før en beregning kan eleverne overveje, om resultatet bliver større eller mindre end udgangspunktet, og om det kommer til at ligge under eller over 1. Efter beregningen kan de vurdere, om svaret er rimeligt.

Fra konstatering til didaktisk handling

Pedersen, Brix og Sortkærs analyse giver matematiklærere et værdifuldt sprog for nogle af de forståelser, der kan gemme sig bag elevernes fejlsvare. Begreberne heltalsdistraktorer og fragmentbaseret metode gør det muligt at få øje på, når en elev arbejder med tæller og nævner uden at tænke på brøken som et tal.

Men analysens vigtigste didaktiske bidrag opstår, når blikket flyttes fra FP9 og ind i undervisningen. Elevernes forståelse af rationale tal må opbygges gennem forbindelser: mellem naturlige og rationale tal, mellem forskellige repræsentationer og mellem beregninger og en fornemmelse for tallenes størrelse.

Det kræver tid og vedholdende opmærksomhed gennem skoleforløbet. Den tydeligere progression i den nye fagplan giver os mulighed for at tage den tid, som artiklen med stor tydelighed viser, er nødvendig.

Referencer

- Børne- og Undervisningsministeriet. (2026a). *Andet udkast: Fagplan for matematik, juni 2026*. <https://uvm.dk/media/115b23fj/260624-fagplan-for-matematik-juni-2026.pdf>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2026b). *Folkeskolens Nationale Færdighedstest*. <https://uvm.dk/grundskole/folkeskolen/laering-og-laeringsmiljoe/test-og-evalueringsredskaber/folkeskolens-nationale-faerdighedstest/>
- Clarke, C., Fisher, W., Marks, R., Ross, S. & Zbiek, R.M. (2010). *Developing essential understanding of rational numbers for teaching mathematics in grades 3-5*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Hiebert, J. & Carpenter, T.P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D.A. Grouws (red.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (s. 65-97). Macmillan Publishing Co.

- Kieren, T.E. (1976). On the mathematical, cognitive and instructional. In R.A. Lesh & D.A. Bradbard (red.), *Number and measurement: Papers from a research workshop* (s. 108-151).
- Mikkelsen, M., Rangvid, B.S. & Jensen, V.M. (2023). *Børn og unge i matematikvanskeligheder: En registeranalyse af konsekvenser og kendetegn*. VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd. <https://local.forskningsportal.dk/search/100977/S01-000.00-715545#record-1-5>
- Thompson, M. (2024). Styrkelse af elevers talforståelse – en tidlig og målrettet indsats i Helsingør Kommune. *MONA*, 2024(S), 146-159. <https://doi.org/10.7146/mona.v24iS.150691>