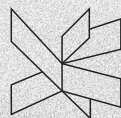


MONA

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



SYDDANSK UNIVERSITET



VIA University
College



PROFESSIONS-
HØJSKOLEN
ABSALON



AARHUS
UNIVERSITET

KØBENHAVNS
PROFESSIONS
HØJSKOLE **KP**



: Erhvervsakademi og
: Professionshøjskole



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

Jens Dolin, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Dorte Moeskær Larsen, Syddansk Universitet
Elzebeth Berg Wøhlk, Københavns Professionshøjskole
Magnus Boye, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole
Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier
Charlotte Krog Skott, Professionshøjskolen Absalon
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Martin Niss, Institut for Naturvidenskab og Miljø, Roskilde Universitet
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 Et dobbeltdidaktisk blik på naturfaglig læreruddannelse:
Birgitte Lund Nielsen, Claus Auning, Anders Illemann Petersen, Maiken Rahbek Thyssen, Marie-Louise Krarup, og Dorrit Hansen
- 29 På hvilken måde kommer den nye viden ind i undervisningen?
Helle Kruse Krossá, Morten Christensen og Anja Rousing Lauridsen
- 52 Typologi for læremidler og ressourcer, der kan bruges til læring eller undervisning
Stig Toke Gissel
- 71 **Kommentarer**
- 72 Køn og anerkendelse i STEM-fag på STX – særligt om karakterer
Brian Krog Christensen

Fra redaktionen

Når der opstår ny naturvidenskabelig viden, som er relevant at inddrage i naturfagsundervisning, opstår der samtidig et behov for at omforme den nye viden, så den kan få betydning i en skolekontekst. Processen kaldes for didaktisk rekonstruktion, og den kan ikke siges at være afsluttet, når klokken ringer og kopipapiret deles ud.

Sådan lyder det blandt andet i artiklen “På hvilken måde kommer den nye viden ind i undervisningen?” af Helle Kruse Krossá, Morten Christensen & Anja Rousing Lauridsen. Her undersøger forfatterne hvordan lærerstuderende i naturfag didaktisk rekonstruerer ny viden om alternative fødevarer til undervisning i grundskolen. Og hvordan denne proces fortsætter ude i undervisningen i dialog med elever.

For praksis peger undersøgelsen på et behov for at udvikle værktøjer til at fastholde intentionen om at inddrage ny indholdsviden i den didaktiske rekonstruktion – både for elever og for lærere, lyder det i konklusion. Der bør være opmærksomhed på, at de eksisterende fagforståelser kan skabe modstand mod ny viden, og at denne forhandling er central at reflektere over for undervisere i rekonstruktionsprocessen, skriver forfatterne blandt andet.

Lærerstuderende er ligeledes i centrum i artiklen “Et dobbeltdidaktisk blik på naturfaglig læreruddannelse: Lærerstuderendes erfaringer med co-creation i regi af læreruddanneres naturfagsdidaktiske udviklingsprojekter” af Birgitte Lund Nielsen, Claus Auning, Anders Illemann Petersen, Maiken Rahbek Thyssen, Marie-Louise Krarup & Dorrit Hansen.

Forfatterne undersøger, hvordan naturfagslærerstuderende positioneres i læreruddanneres professionel inquiry-projekter. Eksisterende forskning i videregående uddannelse samt tidligere resultater fra NAFA har nemlig vist en korrelation mellem at være i en medudviklerposition og oplevet udbytte.

Artiklen viser, at det faglige og fagdidaktiske udbytte gennemsnitligt er større hos de lærerstuderende, der henviser til at have deltaget i en medudviklerposition. De lærerstuderende fremhæver bl.a., at co-creation med medstuderende, læreruddannere og forskere bidrager til motivation og engagement.

I artiklen “Typologi for læremidler og ressourcer, der kan bruges til læring eller undervisning” præsenterer Stig Toke Gissel et nyt bud på en typologi for midler, der kan anvendes til undervisning og læring på tværs af fag og uddannelser. Læremidler udgør en central komponent i undervisning og læring, men deres mangfoldighed og kompleksitet gør det udfordrende at skabe en fælles forståelse af, hvordan de bedst kan kategoriseres og analyseres, skriver han. Håbet med den nye typologi er, at vil være umiddelbart forståelig og anvendelig for dem, som skal bruge den, og at den kan være mere inkluderende i forhold til de

mulige entiteter, man kunne forestille sig at inddrage i fx naturfagene. Endelig kan typologien skærpe vores opmærksomhed på, hvordan ikke kun tekster, men også redskaber og fysiske entiteter kan have affordances, der indbyder til, at tingen bliver brugt i undervisningen eller læreprocesserne, skriver Stig Toke Gissel.

Vi runder dette nummer af med en kommentar til Emilie Gertz' artikel "Hvordan unge kvinder oplever, at køn spiller ind i læring af naturvidenskab og matematik på STX" fra *MONA*, 2025(4). Her argumenterer Brian Krog Christensen for at Gertz' undersøgelse af unge kvinders oplevelse bør suppleres af et drengesperspektiv og ses i lyset af, hvordan elever klarer sig, når der kommer til karaktergivning. Her viser statistikken nemlig, at pigerne med ganske få undtagelser får højere mundtlige standpunktskarakterer end drengene i alle STEM-fagene og på alle niveauer. Omvendt klarer drengene sig i samtlige STEM-fag bedre end pigerne til skriftlig eksamen relativt til deres standpunktskarakterer. Analyse rejser spørgsmål med mange svarmuligheder, skriver Brian Krog Christensen, der opfordrer til at både pige- og drengesperspektiver inddrages til at reflektere grundigt over kønnethed i både børnehave, grundskole og gymnasium.

Hvis du også ønsker at udgive eller kommentere på forskning i *MONA*, kan du altid kontakte tidsskriftet på mona@ind.ku.dk. Du kan i øvrigt følge med i tidsskriftet på tidsskrift.dk/mona, skrive dig op til vores nyhedsbrev [her](#) og høre det stadigt nye podcast *Stillads*, hvor end du normalt hører podcast.

God læsning.



Artikler

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

Et dobbeltdidaktisk blik på naturfaglig læreruddannelse: Lærerstuderendes erfaringer med co-creation i regi af læreruddanneres naturfagsdidaktiske udviklingsprojekter



Birgitte Lund Nielsen,
VIA University College



Claus Auning,
UC Syd



Anders Illemann Petersen,
UCN



Maiken Rahbek Thyssen,
UCL



Marie-Louise Krarup,
UCN



Dorrit Hansen,
Absalon

Abstract: I artiklen præsenteres en undersøgelse af, hvordan naturfagslærerstuderende positioneres i læreruddanneres professionel inquiry-projekter. Rationalet for at fokusere på co-creation er forskning om studerende i videregående uddannelse samt tidligere resultater fra NAFA, som viste en korrelation mellem at være i en medudviklerposition og oplevet udbytte. Der indgår kvantitative data fra en national sample af lærerstuderende og kvalitative data fra tre cases. Resultaterne viser en positiv udvikling i udbytte fra anden iteration, hvor flere lærerstuderende har været aktivt involveret i en medudviklerposition. De lærerstuderende fremhæver bl.a., at co-creation med medstuderende, læreruddannere og forskere bidrager til motivation og engagement.

Indledning

I regi af NAFA-initiativet (<https://nafa.nu>) har alle danske læreruddannere i naturfagene fra de seks professionshøjskoler siden 2022 været organiseret i professionelle læringsfællesskaber (PLF), hvor de har fordybet sig i lokale naturfagsdidaktiske udviklingsprojekter. Derudover har PLF'erne deltaget i landsdækkende netværksarrangementer og samarbejder med forskere og naturfagslærere. PLF'erne arbejder systematisk med professionel inquiry (Boyd & White, 2017), hvor fokus formuleres bottom-up, men med reference til en række overordnede temaer, som i de første to perioder har været "den dobbelte didaktiske dimension i læreruddannelsen med fokus på dannelse og kompetence" (marts 2022-23) og "evaluering i et dobbeltdidaktisk perspektiv" (marts 2023-24). Deltagende læreruddannere fremhæver positivt, at der er lokal frihed (bottom-up-tilgangen), men det skal understreges, at det betyder, at der kan være forskel på *intentionerne* i PLF-arbejdet fra NAFAs side, og hvordan de *realiseres* på de seks læreruddannelser og i de enkelte lokale PLF-grupper, hvor der er set en stor variation (Nielsen et al., 2024).

Med formuleringen "dobbeltdidaktisk perspektiv" henvises til, at dem, der undervises på læreruddannelsen, selv skal være lærere, og derfor er der gode muligheder for at læreruddannerne kan være modellerende og illustrere produktive didaktiske tilgange i deres undervisning af de lærerstuderende (Vanderlinde et al., 2021). Med hensyn til det modellerende fremhæver Boyd og White (2017) i deres framework for professionel inquiry, at læreruddannere *også* kan være modellerende i forhold til en undersøgende og udviklende tilgang til egen praksis som undervisere/lærere. Det har været en overordnet intention i NAFA at inddrage lærerstuderende i praksissamarbejder, og da de første data fra lærerstuderende i forbindelse med tema 1 indikerede en positiv betydning af at være i en medudviklerrolle (Nielsen et al., 2024), blev det foreslået fra forskningsgruppen som et særligt fokus i forbindelse med tema 2. Da der også internationalt efterlyses mere viden om involvering af studerende i videregående uddannelse i co-creation (Bovill, 2020a), er der en unik mulighed for at bidrage forskningsmæssigt ved at bruge NAFA-rammen til at undersøge, hvordan lærerstuderende kan involveres i læreruddanneres professionel inquiry-projekter, og hvad de fremhæver som udbytte og udfordringer.

Artiklen adresserer således en konkret problemstilling med stor relevans i lyset af den nyeste reform af læreruddannelsen, hvor der er fokus på samarbejde mellem læreruddannelse på campus og i skolen og lærerstuderendes løbende undersøgelser, og med temaet om co-creation mellem studerende og undervisere har artiklen også bredere relevans end læreruddannelsen.

Teoretisk baggrund

Efter en kort uddybning af begrebet professionel inquiry og rammen fra NAFA, som er den kontekst, studiet skal ses i, præsenteres nogle pointer fra litteraturen om involvering af studerende i co-creation, og endelig henvises til positioneringsteori som en tilgang til at forstå de studerendes involvering.

Professionel inquiry i professionelle læringsfællesskaber

PLF-organiseringen ses blot som en ramme for undersøgelsen og uddybes derfor ikke yderligere, men vi vil kort dvæle ved den forståelse af professionel inquiry, som der refereres til. Vi vælger at beholde det delvist engelsksprogede begreb for at understrege referencen til frameworket for læreruddannere fra Boyd og White (2017). Begrebet er også anvendt i tidligere forskning med reference til *læreres* samarbejde om undervisningsudvikling med systematisk anvendelse af data og fælles refleksioner til iterativt at udvikle undervisningen og dele resultaterne med kolleger. Dette er en udbredt kompetenceudviklingsstrategi (se opsamling i De Luca et al., 2015; Harris et al., 2020). Boyd og White (2017) fremhæver, at professionel inquiry kan ses som en mellemposition mellem den normale evaluering af undervisningen og en egentlig praktikerforskning, og at den systematiske iterative tilgang plus vidensdelingen er vigtig. Det sidste understreges ligeledes i international litteratur om scholarship of teaching and learning (SoTL) i videregående uddannelse.

Der findes forskellig international forskning, der undersøger kontekster, hvor læreruddannere, lærerstuderende og ofte også lærere undersøger og udvikler praksis sammen. Men da PLF-projekter i NAFA som udgangspunkt er formuleret af læreruddannere og de fleste lærerstuderende først er blevet involveret som deltagere i den undervisning, som er genstandsfelt for læreruddannernes samarbejde, giver det mening her at formulere et forskningsfokus med reference til "de lærerstuderendes involvering i læreruddannernes professionelle inquiry-projekter". De første data fra tema 1 viste, at de lærerstuderendes deltagelse typisk var i undervisning relateret til PLF-projekterne, *men* at de i en mindre del af projekterne havde en medudviklerrolle, enten relateret til læreruddannernes undersøgelsesfokus eller med deres egen mindre undersøgelse, fx med en selvplanlagt praksisafprøvning med elever (Nielsen et al., 2024). Vores forskningsinteresse opstod – ud over som en inspiration fra den internationale forskning – fordi der i en survey til lærerstuderende i denne første runde viste sig en korrelation, hvor de lærerstuderende, der angav i høj grad at have været med til at udvikle, også gennemsnitligt pegede på et større fagligt udbytte. Baseret på den første runde af surveyen blev samarbejdet med skoler/lærere/elever også diskuteret. Der var ikke en entydig korrelation mellem samarbejde med skoler og graden af udbytte blandt lærerstuderende, men der var tegn på et positivt udbytte fra de lærerstuderendes egne små undersøgelser med elever, fx også når grupper af

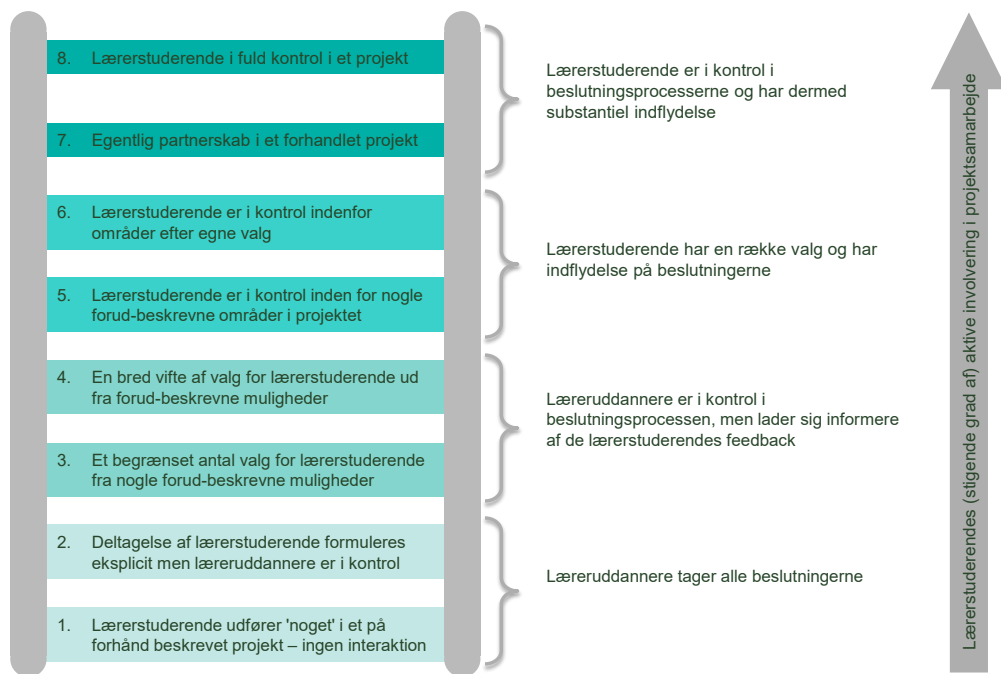
elever besøgte campus (microteaching), og som nævnt en klar korrelation mellem oplevet udbytte og deltagelse i udvikling – *også* i projekter, der ikke inddragede skoler.

Studerende i co-creation

Hvis man ser på studerende i videregående uddannelse bredt set, er der internationalt forskellige diskurser relateret til inddragelse af studerende i udvikling. Der er fx en forskningsgren med overskriften “studerende som partnere” (Matthews et al., 2018; Mercer-Mapstone et al., 2017) med begrundelser relateret til den såkaldt neoliberale agenda, hvor studerende hævdes i stadig stigende grad at blive forbrugere i uddannelsesbutikken. I andre udgivelser argumenteres der tættere på en konkret didaktisk praksis for, at man i videregående uddannelse bør bevæge sig væk fra at anskue indholdet som noget, der leveres til de studerende, og hen imod i højere grad at anskue indholdet i perspektiv af en fælles meningsskabelse, altså det, man kan gøre sammen med de studerende (Bovill & Woolmer, 2019; Bovill 2020a, 2020b). Valget i forskningen har været primært at referere til sidstnævnte framework, da konteksten minder om indsatsen i NAFA. Men for lige at runde de forskellige diskurser af er et andet argument for at inddrage studerende i forsknings- og udviklingsopgaver, at der i videregående uddannelse er et mål om, at de skal udvikle undersøgelseskompetence, bl.a. fordi de får brug for dette i bachelor- og masterprojekter. Walkington (2015) henviser, ligesom Bovill (2020b), til forskellige grader af studenterinvolvering – fra at de studerende får en undersøgelsesopgave, som de er informeret om har forskningsrettede mål, men hvor de ikke er inddraget i beslutninger om fokus, til at de studerende arbejder autonomt med egne undersøgelser. Der er også tidligere forskning relateret til naturfag, hvor Ebert et al. (2022) fx henviser til lærerstuderendes undersøgelser i en geoscience-kontekst. Endelig kan det fra en dansk kontekst nævnes, at der i forbindelse med den sidste læreruddannelsesreform lægges op til, at de studerende i højere grad indgår i undersøgelser i praksis.

Tilbage til det anvendte framework: Bovill (2020a, 2020b) definerer co-creation i undervisningsudvikling som en løbende, kreativ og gensidig udbytterig proces, hvor studerende og undervisere samarbejder og forhandler og træffer nogle beslutninger sammen. Der henvises til fire forskellige roller, som studerende kan påtage sig eller få: repræsentant, konsulent, pædagogisk co-designer eller medforsker. Dette er ikke distinkte kategorier, men repræsentantrollen dækker typisk over en eller et par studerende, der er valgt fra en større gruppe, hvorimod konsulentrollen kan beskrive en situation, hvor underviseren spørger nogle studerende om deres studenterperspektiv i forbindelse med et givent projekt. Rollen som pædagogisk co-designer eller medforsker siger ikke i sig selv noget om, hvor mange studerende der deltager, men Bovill (2020a) understreger, at der er behov for mere viden om co-creation, som involverer hele hold af studerende og ikke kun de særligt engagerede. I relation til forskellige

niveauer af involvering illustreres i figur 1 et kontinuum fra de lærerstuderendes deltagelse som en del af undervisningen til en stigende grad af delte beslutninger og lige ansvarsfordeling. Deltagerstigen er bl.a. illustreret af Bovill og Bulley (2011) og senere inddraget i Bovill (2020a) (figur 1).



Figur 1. Lærerstuderendes involvering i et projekt. Termen co-creation refererer her til niveau 5-8 på deltagerstigen (frit efter Bovill & Bulley, 2011; Bovill, 2020b).

Med reference til deltagerstigen i figur 1 anvendes termen co-creation i nærværende undersøgelse med reference til niveau 5-8, hvor de lærerstuderende er i kontrol og har indflydelse på beslutninger, i hvert tilfælde i dele af et givent projekt, selvom rammen, som det ofte er tilfældet i NAFA, initialt er udviklet af læreruddannere. Derfor er valget i teksten at anvende “medudvikler” til præcisering af typen af co-creation. Pointen fra Bovill (2020a) er netop, at forskellige niveauer af studenterinddragelse kan give mening i forskellige kontekster, og at begrebet co-creation også vil kunne anvendes i kontekster, hvor der er truffet nogle rammesættende valg fra undervisners side.

Positioneringsteori

Vi henviser ovenfor til forskellige roller, som studerende kan påtage sig eller få tildelt i co-creation. Denne formulering aktualiserer begrebet positionering, der typisk anvendes i analysen af menneskers identitet og sociale liv og fremhæves som et mere

dynamisk begreb end rolle (Van Langenhove & Harré, 1999; McVee et al., 2018). Positioneringsteori fremhæver kort fortalt, at vi som mennesker har multiple identiteter, der konstrueres diskursivt og forhandles løbende i det sociale liv, dvs. at en "position" er et produkt af diskursive praksisser. Positionering kan være selvvalgt og bevidst, hvor man mobiliserer bestemte diskurser for at sætte sig i en særlig position, men positionering kan også være eksternt styret og/eller handle om ubevidste processer. Pointen er, at man kan tale om både selvpositionering og positionering af andre – i nærværende kontekst altså både om, hvordan de studerende positionerer sig selv i forbindelse med udviklingsprocesserne, og om, hvordan læreruddannere bevidst eller ubevidst positionerer de studerende. I den såkaldte positioneringstrekant henvises til de tre elementer position, handling og det narrativ, der udfolder sig, og med reference til narrativerne er det her særligt interessant at forfølge de studerendes perspektiver. Samlet set leder det frem til følgende forskningsspørgsmål.

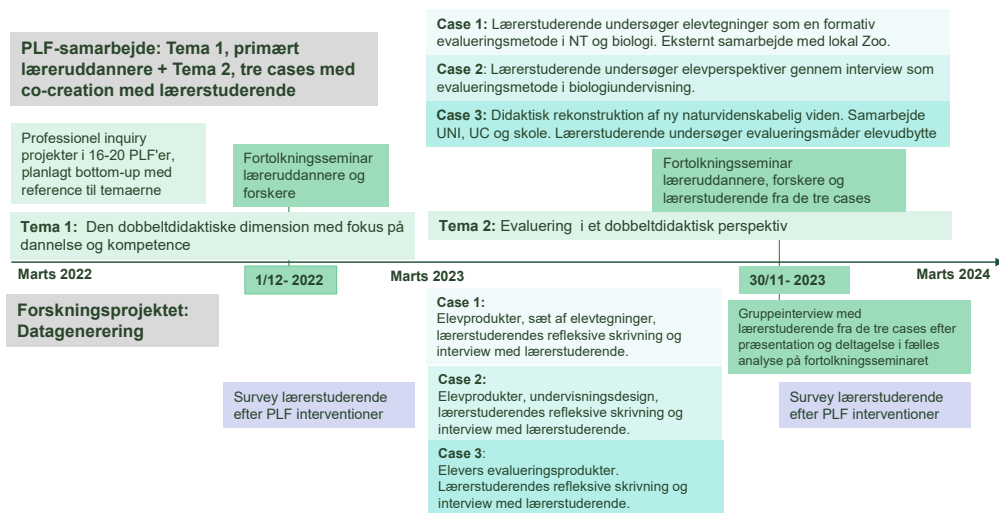
Forskningsspørgsmål

- På hvilke måder involveres og positioneres de lærerstuderende i læreruddannelsens professionelle inquiry-projekter i NAFA?
- Hvilke typer af udbytter og udfordringer fremhæver de lærerstuderende?

Design og metode

Dataindsamling

Figur 2 viser et overblik over PLF-arbejdet, som er ramme for undersøgelsen, og datagenereringen. For at få indblik i både bredden og dybden af de lærerstuderendes oplevelser har vi kombineret kvantitative og kvalitative metoder. Som det fremgår af figuren, henvises der til data fra spørgeskemaet fra rammen af PLF-arbejdet i de første to temaer i NAFA. De kvalitative data, der anvendes i artiklen, er dels fra tema 2, dels fra tre cases og dels fra et gruppeinterview, hvor studenterrepræsentanter fra de tre cases blev sat sammen, efter de havde deltaget i et fortolkningsseminar. Formatet med tværgående fortolkningsseminarer blev udviklet i forbindelse med tema 1 (læs mere i Nielsen et al., 2024) og blev altså gentaget i tema 2, nu også med deltagende lærerstuderende.



Figur 2. Overblik over NAFAs PLF-indsats 2022-24 og datagenerering i forskningsprojektet.

Spørgeskemaet er distribueret til et nationalt udvalg af lærerstuderende, som på forskellig vis deltog i læreruddannelsens PLF-arbejde. PLF-kordinatorerne sørgede for, at de studerende modtog linket og svarede anonymt. Undersøgelsen blev gennemført to gange: efter tema 1 (N = 178) og efter tema 2 (N = 197). Skemaet omfattede Likert-skala-items om de studerendes medvirken i projektets faser, relevans som kommende naturfagslærer samt fagligt og fagdidaktisk udbytte. Derudover blev der spurgt om, hvorvidt de under forløbet havde gennemført egne undersøgelser med elever på skolen eller i en anden kontekst. De kvantitative items blev efterfulgt af åbne spørgsmål om, hvad de fandt mest udbytterigt, og hvilke udfordringer de oplevede. Der blev ikke direkte spurgt med brug af termen "co-creation", da den specifikke forskningsinteresse først opstod ved analysen af svarene fra første runde, og det er en pointe, at den samme survey gentages gennem NAFA-forløbet. Resultaterne fra første runde (efter tema 1) er publiceret (Nielsen et al., 2024), mens fokus her er på udviklingen fra tema 1 til tema 2.

De tre cases blev samlet ud fra læreruddannelsens indledende overvejelser om at ville arbejde med større inddragelse af de studerende i forbindelse med tema 2 og med et blik for geografisk spredning. I de tre cases indgik kvalitative datakilder som artefakter fra afprøvningerne og de studerendes refleksive skrivelser. Desuden blev der gennemført lokale semistrukturerede interviews med de deltagende lærerstuderende med fokus på deres erfaringer med som lærerstuderende at være involveret i PLF-arbejde, deres perspektiver på co-creation og de udfordringer og muligheder, de så.

I det semistrukturerede gruppeinterview (Kvale & Brinkmann, 2009) deltog seks lærerstuderende, der som repræsentanter fra de tre cases var med i et fortolkningsseminar sammen med læreruddannere og forskere i november 2023. Interviewguiden fulgte tre overordnede temaer: 1) involvering som studerende i de respektive projekter, 2) erfaringer fra præsentation og deltagelse i fortolkningsseminaret og 3) de studerendes bud på, hvordan man kan arbejde med co-creation som en del af læreruddannelsen, og hvorvidt det giver mening at gøre det. Samtlige interviews blev lydoptaget og transskriberet ordret.

Dataanalyse

De lukkede spørgeskemaitems er analyseret ved frekvens- og krydstabuleringer, mens åbne refleksioner og øvrige kvalitative data er bearbejdet via refleksiv tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006; Braun et al., 2018). Den tematiske analyse fulgte flere trin: først en individuel caseanalyse, hvor tre forskere i fællesskab kodede hver enkelt datakilde, og dernæst en tværgående casestudieanalyse i flere iterationer. Som en del af denne proces blev der formuleret værdiskabelsesnarrativer (value-creation stories) for hver af de tre cases (Wenger et al., 2011; Wenger-Trayner & Wenger-Trayner, 2020) med følgende kategorier:

- Umiddelbar værdi: de studerendes oplevelse af at indgå i processen
- Potentiel værdi: hvad de studerende får ud af processen som kommende lærere
- Anvendt værdi: hvordan de anvender ny viden i praksis
- Realiseret værdi: hvad de konkret gør, fx i efterfølgende praktikperioder, på baggrund af deltagelsen.

Anvendelsen af det praksisteoretiske framework med fokus på værdiskabelse i sociale læringskontekster (Wenger-Trayner & Wenger-Trayner, 2020) i den samlede følgeforskning uddybes i Nielsen et al. (2025). "Værdi" kan i denne forståelse handle om både positiv og negativ værdi, men i nærværende kontekst, hvor der baseret på data fra hele kohorten samles op på *både* udfordringer og muligheder, er valget at anvende værdiskabelsesnarrativer til særligt at illustrere mulighedsrum. For bedst at vise disse mulighedsrum fordrede arbejdet med de multiple situerede data fra de enkelte cases lidt forskellige tilgange for at illustrere værdiskabelsen. Da der ikke er plads til at gå i dybden med den systematiske analyse af data fra hver enkelt case, har valget været, at dette præsenteres som supplerende data i form af eksemplificeringer i tre bøger, mens der i brødteksten er fokus på den tværgående caseanalyse.

Den tværgående caseanalyse forløb, med reference til induktiv refleksiv tematisk analyse (Braun et al., 2018), i flere iterationer. Seks forskere – mindst to pr. interview – identificerede indledende temaer individuelt, før de samlede resultaterne og forhand-

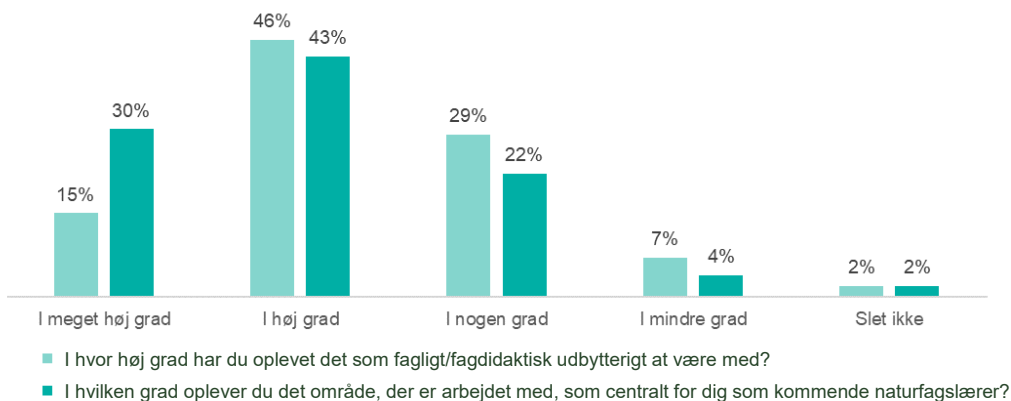
lede sig frem til syv endelige temaer via en bricolage-proces. De åbne spørgeskema-items blev ligeledes kodet induktivt, dels for at muliggøre krydstabulering med de kvantitative Likert-items, hvor to forskere arbejdede iterativt sammen om kodning og sammenligninger, dels som et supplerende perspektiv i bricolage-processen.

Resultater

Først præsenteres resultaterne fra surveyen med den landsdækkende kohorte af lærerstuderende. Derefter følger en tematisk analyse af data fra de tre cases og fra gruppeinterviewet. Som en sidste type af repræsentation gives der eksempler undervejs i form af værdiskabelsesnarrativer fra hver af de tre cases (i tekstbøks) for at bidrage yderligere med nogle studerendes stemmer.

Survey blandt lærerstuderende

I figur 3 vises de lærerstuderendes oplevede udbytte og deres svar vedrørende relevans som fremtidig naturfagslærer efter tema 2 (figur 3). Der er ikke stor forskel på deres svar i de to items, og overordnet set er der et relativt højt udbytte.



Figur 3. Lærerstuderendes svar på to spørgsmål om udbytte efter tema 2 i NAFA.

Hvis man sammenligner med svarene efter tema 1 (Nielsen et al., 2024), ses en lille, men ikke signifikant udvikling, hvor fx 13 % i første runde svarede "I mindre grad" eller "Slet ikke" på spørgsmålene om oplevet udbytte versus 9 % efter tema 2 (figur 2). I svarene på itemmet om relevans som fremtidig naturfagslærer var der 7 % i disse kategorier i den første survey mod 6 % i figur 3.

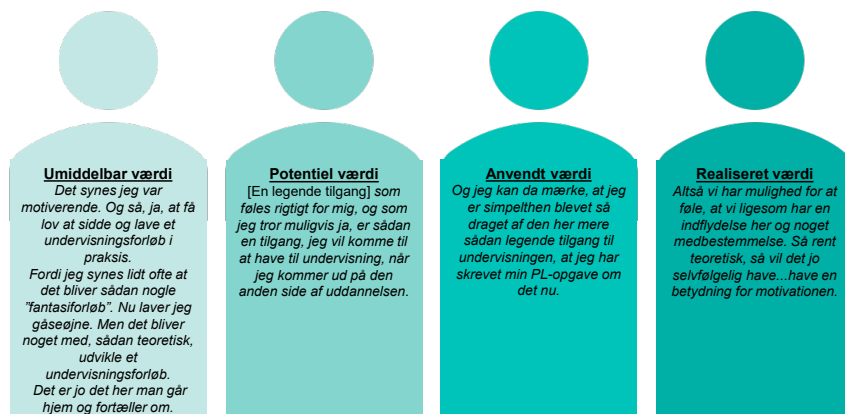
I de åbne refleksioner uddybes hhv. muligheder og udfordringer. Den største del af refleksionerne (52 %) om positive muligheder handler om afprøvninger med elever enten overordnet – “at undervise elever og prøve noget af” – eller mere udspecificeret relateret til en systematisk indsigt i elevernes perspektiv – “Det at arbejde systematisk med elever og sætte fokus på elevernes tanker og systematik”. Der er desuden en del refleksioner med reference til undersøgelseskompetencer (11 % af alle refleksionerne) enten generelt – “Det er fedt at være med til at udvikle en ny tilgang til evaluering” – eller med reference til arbejdet med specifikke data – “arbejdet med interview som en metode til at evaluere elevernes læring”, “jeg har fået feedback på min egen undervisning gennem observationer” og “at få indblik i, hvordan elevtegninger kan bruges til at formidle erfaringer eller viden hos elever”.

Da tema 2 overordnet set har handlet om evaluering, er det ikke overraskende, at begreberne evaluering og feedback indgår. Det fremgår, at en af de citerede studerende refererer til elevtegninger. Denne studerende har været med i case 1, der uddybes i et værdiskabelsesnarrativ i boks 1. Derudover er der flere lærerstuderende, der refererer til deres egen professionelle læring relateret til naturvidenskabeligt eller naturfagsdidaktisk indhold, fx til indsigt i elevernes læring og interesse, og der er nogle, der eksplicit refererer til det fremtidige arbejde som naturfagslærer: “Jeg tænker, at værktøjet har inspireret mig til at tænke evaluering på nye måder i skolen” – hvilket også illustreres i boks 1. Der er endvidere enkelte refleksioner, der handler om afprøvninger med mindre grupper af elever i såkaldt microteaching, hvor der fx er inviteret nogle elever på campus. Denne tilgang opleves dog også som lidt kunstig.

Et markant tema i relation til de oplevede *udfordringer* er en erkendelse af, hvor tidskrævende sådanne projekter kan være. Flere studerende udtrykker en bekymring om, hvorvidt det kommer til at tage (for meget) tid fra andre temaer i læreruddannelsen/fagene. Men der er omvendt også studerende, der henviser til, at det er en udfordring, at der har været for lidt tid til at lave en egentlig systematisk undersøgelse. Desuden er der studerende, der reflekterer over, hvor udfordrende det er at være med i undersøgelse og udvikling, når man er novice: “Det kan være svært at finde på undersøgelser om emner, man ikke er helt sikker i.”

Boks 1: Lærerstuderende undersøger elevtegninger som formativ evaluering

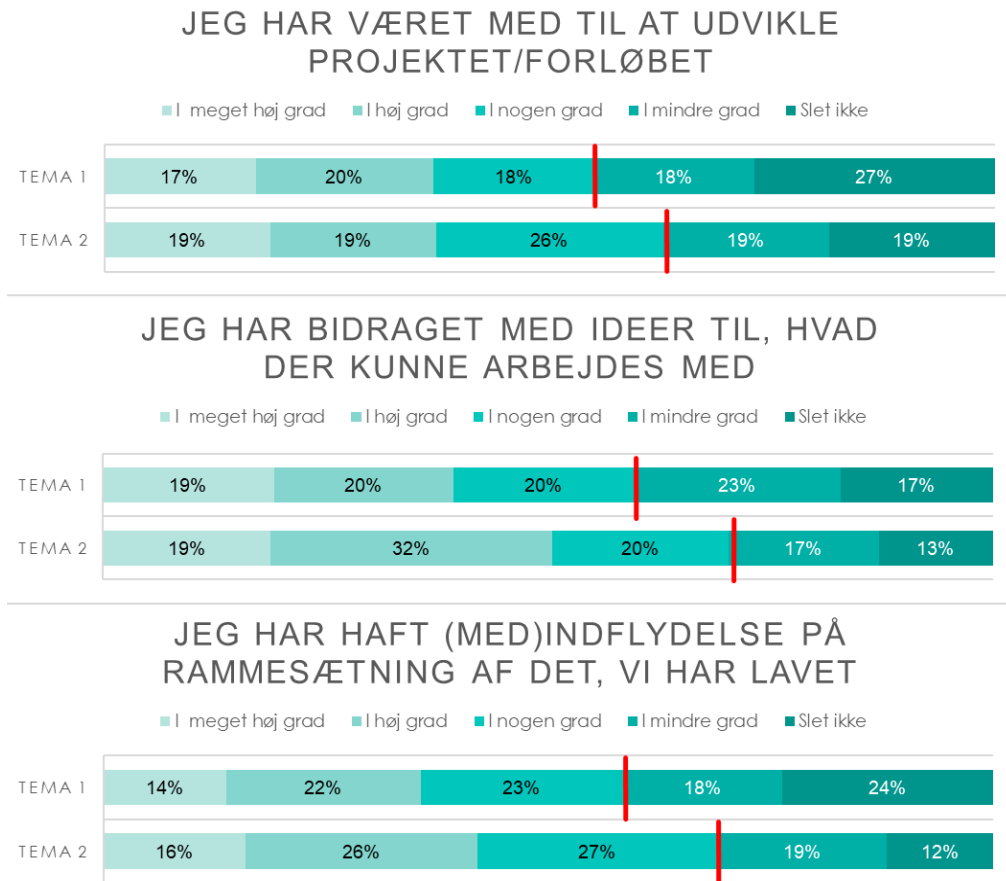
I denne case undersøgte lærerstuderende elevtegningers potentiale som formativ evaluering i natur/teknologi og biologi i samarbejde med Givskud Zoos skoletjeneste. Med reference til formativ evaluering i naturfag blev de lærerstuderende introduceret til elevtegninger som evaluering (bl.a. Fowler et al., 2020). De studerende arbejdede i grupper med undervisning af en 4.-klasse i Givskud Zoo. Opgaven var at planlægge og i praktikken afprøve aktioner, der involverede elevtegninger. Tilbage på campus diskuterede de deres data med medstuderende og læreruddannere. I værdiskabelsesnarrativet (figur 4), der er baseret på en studerendes udsagn fra et gruppeinterview, gives der udtryk for, at positionering i en medudviklerposition i en co-creation-proces gav en umiddelbar værdi i form af en opmærksomhed på de mange forskellige evalueringsmuligheder i undervisningen. Desuden ser den lærerstuderende et potentiale i forhold til elevernes læring og inklusion og henviser til styrkede forudsætninger for at arbejde innovativt med kreative evalueringprocesser. Arbejdet med elevtegninger har for denne studerende som ny lærer givet en konkret værdi i form af at anvende elevtegninger til refleksion over egen undervisning samt en realiseret værdi i form af fortsat at være undersøgende i forhold til evaluering og udbytte af elev-elev-samtaler og lærer-elev-samtaler. Det skal her tilføjes, at den studerende i en efterfølgende podcast og artikel med reference til projektet har udtalt, at vedkommende som ny lærer har holdt oplæg for kollegerne og føler sig lidt som en ekspert i evaluering, så her er endvidere tegn på det, Wenger-Trayner og Wenger-Trayner (2020) kalder transformativ værdi.



Figur 4. Værdiskabelsesnarrativ fra en studerende fra projekt om elevtegninger.

De lærerstuderendes erfaringer og perspektiver uddybes yderligere nedenfor. Her fortsætter vi med et survey-spørgsmål om, hvilke dele af projekterne de studerende har været en del af i hhv. den første iteration (tema 1) og den anden iteration (tema 2) (figur 5). Som nævnt viste der sig i data fra tema 1 en korrelation mellem oplevet udbytte og deltagelse i udvikling i regi af projekterne (Nielsen et al., 2024). En korrelation, der som fremhævet ovenfor ikke kun handlede om samarbejde med skoler,

men *også* viste sig i deltagelse i udvikling af PLF-projekter, der ikke havde samarbejde med skoler.

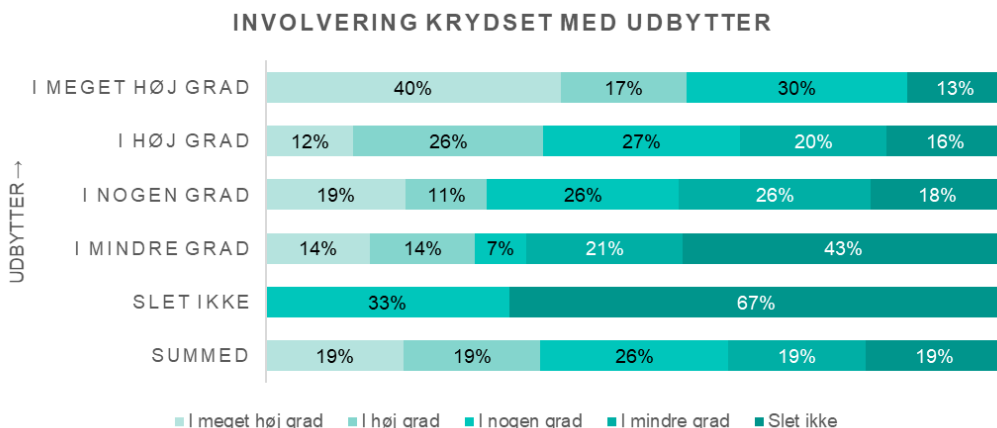


Figur 5. Tre items med svar fra de lærerstuderende efter arbejdet med hhv. tema 1 og tema 2. Med den røde streg markeres, hvor mange der har svaret "I meget høj grad", "I høj grad" plus "I nogen grad".

Data fra den anden iteration (tema 2) viser, at andelen af studerende, der svarer, at de har været med til at udvikle i regi af projektet, at de har bidraget med idéer, og at de har haft medindflydelse på rammesætningen, alle er steget. Hvis man ser på det samlede antal studerende, der svarer "I meget høj grad", "I høj grad" og "I nogen grad", er det en signifikant stigning, der dog må fortolkes med forsigtighed, da det ikke er de samme studerende, der har været med i de to runder. Men samlet set er der tegn på, at PLF'erne har taget udfordringen med at finde måder, hvorpå de kan involvere de studerende, på sig.

Når man sammenligner data fra de to år, er der endvidere en meget stor og signifikant udvikling i andelen af studerende, der har lavet undersøgelser i samarbejde med en skole og/eller med inddragelse af elever. I survey efter tema 1 var der 29 %, der svarede ja til dette spørgsmål, mens det efter tema 2 var 77 %. Dette må tages med i betragtning i forhold til at forstå de studerendes oplevelse af at være medudviklere, selvom data fra runde 2 ligesom fra runde 1 viser, at deltagelse i udvikling *også* kan opleves i projekter *uden* samarbejde med skoler.

Analyser med krydstabuleringer viser, at der ligesom i første runde er en positiv korrelation mellem det oplevede udbytte og oplevelsen af at have deltaget i udvikling som lærerstuderende (figur 6).



Figur 6. Svar på det øverste spørgsmål i figur 5 om deltagelse i udvikling i Tema 2 (ses nederst som summed), i krydstabulering med svar på, hvorvidt deltagelsen opleves som udbytterig fra figur 3 (y-akse).

Ud fra figur 6 kan man konkludere, at det oplevede udbytte gennemsnitligt er større blandt de lærerstuderende, der også rapporterer at de har været med i udvikling. Vi kan ikke sige noget om årsag-virkning, men ved inddragelse af de kvalitative data, der refereres nedenfor, og de forskellige værdiskabelsesnarrativer (de tre bokse) er det en plausibel hypotese, at udviklerpositionen har betydning for udbyttet. Se fx i boks 2, hvordan en lærerstuderende kobler deltagelse i udvikling af og afprøvning i praksis med sin motivation.

Boks 2: Elevperspektiver gennem interview som evalueringsmetode i biologiundervisningen

I denne case involverede et PLF et hold lærerstuderende med biologi i et samarbejde med en lokal skole. Det overordnede fokus var "god biologiundervisning". De lærerstuderende var inddelt i grupper. Hver gruppe planlagde og gennemførte fire biologilektioner for enten en halv 7.- eller en halv 8.-klasse (ca. 12. elever) inden for et selvvalgt emne. Med henblik på planlægning og evaluering af undervisningen gennemførte de elevinterviews før og efter undervisningen. Arbejdet involverede udvikling af undervisning og deling af viden og erfaringer mellem lærerstuderende og PLF i en co-creation-proces (Bovill, 2020a). De lærerstuderende formulerede således deres egne undersøgelsesspørgsmål og hypoteser såsom:

"Elever vil opleve større indre motivation for at deltage i undervisningen, når de engageret i aktiviteter baseret på en legende tilgang, hvor de er både fysisk og mundtligt aktive, og derfor vil antallet af elever, der tilegner sig den intenderede naturfaglige viden, være højere."

Værdiskabelsesnarrativet er baseret på en studerendes udsagn fra et gruppeinterview (figur 7). Det bemærkes, at det at udvikle undervisningsforløb til reel anvendelse i praksis, frem for blot at udvikle teoretiske forløb som en del af læreruddannelsen, medfører en oplevelse af umiddelbar værdi i form af motivation, og at den legende tilgang til undervisningen, som den studerende i samarbejde med medstuderende og læreruddannere har været med til at afprøve, potentielt kan komme i anvendelse som kommende lærer. Efter co-creation-aktiviteterne i biologi blev den nye viden desuden anvendt i en opgave i faget pædagogik og lærerfaglighed. Den lærerstuderende giver udtryk for, at co-creation-processen medfører en realiseret værdi i form af medbestemmelse i uddannelsen, og vurderer, at det har betydning for egen motivation.



Figur 7. Værdiskabelsesnarrativ fra en studerende fra projektet om interview som evalueringsmetode.

Tematisk analyse af kvalitative data på tværs af cases

I den tematiske analyse træder to overordnede temaer tydeligt frem på tværs af de tre cases (se mere om case 3 i boks 3): oplevelsen af medejerskab som en kilde til fagligt udbytte og de rammebetingelser, der *både* muliggør og hæmmer dette udbytte. Når de studerende taler om deres oplevelse af medejerskab, fortæller de, at deres inddragelse som medudviklere gav dem en følelse af, at de rent faktisk påvirkede undervisningens tilrettelæggelse – og at dette skabte reel læring. I case 1 (elevtegninger) slog en studerende fast: “Ved at inddrage tegninger som en evalueringsmetode blev jeg opmærksom på, hvordan kreativitet kan berige forståelsen af biologiske begreber.” Og det at skulle beskrive, hvorfor tegningerne gav indsigt, førte til, at de efterfølgende følte sig som “eksperter i evaluering”. I case 2 (elevperspektiver gennem interview) gav det at formulere egne hypoteser og gennemføre elevinterviews både før og efter undervisningen et stærkt ejerskab: “Vi har hele tiden haft retten til at sige, at det faktisk ikke helt er sådan, vi som studerende har lyst til at gøre det. Og så har vi ændret de ting. Og fået lov til det også” – en frihed, som blev genanvendt i opgaver i pædagogik og lærerfaglighed. Endelig vidner case 3 om, at tværfagligt samarbejde og konkrete modeller for didaktisk rekonstruktion skærper de studerendes blik for “elementær viden”. Som en studerende forklarede: “Det gav mig et klart billede af, hvad der er elementær viden, og hvordan man kan bruge demonstrationsforsøg i undervisningen” – en erkendelse, som blev anvendt i deres praktik.

Sideløbende med disse styrkede positioner peger alle tre cases også på udfordringer. Det fremhæves, at tidspres, uklare rammer og forskelligartede faglige forudsætninger kan fungere som en hæmsko. Flere studerende beskriver projektet som “så tidskrævende, at jeg næsten ikke kunne nå mine andre opgaver [i praktikken]” eller med “for lidt tid til at lave en ordentlig undersøgelse”. En studerende gav udtryk for, at “det var svært at få alle trådene til at hænge sammen – hver for sig gav det mening, men som helhed var det udfordrende”. Dette peger på nødvendigheden af målrettet stilladsering og en tydelig didaktisk kontrakt om roller, ejerskab og forventninger, som det fremgår af dette citat: “Jeg følte mig en smule utilstrækkelig som medundersøger, fordi jeg ikke ved, om jeg har gjort det ordentligt.” Nogle studerende oplevede desuden, at projektarbejdet blev en “add-on”, der trak fokus væk fra den daglige undervisning: “Jeg ville have haft mere ud af min daglige biologiundervisning.”

Sammenfattende viser analysen, at de mest værdiskabende læringsrum opstår, når de studerende reelt inddrages i design, gennemførelse og evaluering under klare rammer, med tilstrækkelig tid og målrettet stilladsering.

Boks 3: Didaktisk rekonstruktion af ny naturvidenskabelig viden

I denne case deltog lærerstuderende i en videreudvikling af Model of Educational Reconstruction (Duit et al., 2012) med henblik på at forbedre anvendeligheden af modellen for lærere i udkolingen til didaktisk rekonstruktion af ny naturvidenskabelig viden. De studerende udviklede undervisning med fokus på ny naturvidenskabelig viden inden for temaet vedvarende energi, der blev afprøvet som en del af et fællesfagligt forløb med udkolings elever. De lærerstuderendes planlægning og gennemførelse af undervisningen foregik i studiegrupper på tværs af naturfagene.

I værdiskabelsesnarrativet med udsagn baseret på et interview med en af grupperne af lærerstuderende (figur 8) er der her citeret fra flere studerende, da det baseret på de situerede data fra casen, hvor der deltager studerende med forskellige naturfag, var den bedste måde kort at illustrere værdiskabelsen på. For at sikre gennemsigtighed om denne metodiske forskel fra de to andre cases er der flere farver i figuren. Det illustreres, at samarbejdet med lærerstuderende med en anden naturfaglig profil har bidraget til en umiddelbar værdi i form af motivation og inspiration. Der opleves desuden et potentiale i, at det kan lade sig gøre at integrere ny naturvidenskabelig viden i undervisningen. Denne nye didaktiske viden har en anvendt værdi, en ændring i praksis i form af fokus på elementær viden, når de lærerstuderende efterfølgende, og uden for projektets kontekst, underviste i praktik. Der nævnes desuden et større fokus på, hvordan der skal undervises i det elementære, fx ved at bruge demonstrationsforsøg. Dette er en ændring af praksis og derfor en realiseret værdi, der potentielt kan give de lærerstuderende nye perspektiver på eksisterende undervisningsmaterialer.



Figur 8. Værdiskabelsesnarrativ baseret på udsagn fra en gruppe studerende fra projekt om didaktisk rekonstruktion.

Lærerstuderende i fortolkningsseminar

Seks lærerstuderende, to fra hver case, deltog som studentrepræsentanter i et fortolkningsseminar og indgik ved afslutningen af dette i et fokusgruppeinterview (se overblik i figur 2). Samlet peger deres fortællinger på tre gennemgående temaer.

Tema 1 handler om “anerkendelse og inklusion”. De lærerstuderende oplevede, at seminaret gav dem en plads i det professionelle fællesskab. Som en af dem sagde: “Jeg har langt hen ad vejen [...] haft en oplevelse af, at vi [er] på lige fod.” De følte sig hørt og respekteret af både erfarne undervisere og forskere, og selvom de ikke kendte hinanden i forvejen, opstod der en særlig følelse af samhørighed blandt de seks studerende: “Det er godt, at der er andre unge her.”

Tema 2 handler om “frihed til at eksperimentere”. De lærerstuderende fremhævede, at de lokalt havde haft reel frihed til at udforske egne idéer: “Fået lov til at gøre tingene, som vi gerne vil gøre det [...] lære af de fejl eller de gode ting, der kommer ud af det.” Denne handlemulighed gjorde det muligt at afprøve metoder, der passede til deres interesser og styrker, og flere nævnte, at de efterfølgende kunne overføre den eksperimenterende tankegang direkte til deres arbejde med elever.

Det tredje og sidste tema har vi kaldt “mestringsmotivation gennem specialiseret viden”. Mødet med forskere og erfarne læreruddannere gav de studerende lyst til at fordybe sig i nye pædagogiske emner. Én udtrykte det således: “en helt unik mulighed for at prøve [...] noget andet i min læreruddannelse og noget, som jeg måske ikke lige sådan får chancen for ellers. Altså man har jo selvfølgelig kontakt til sin underviser ude på skolen, men prøve at komme her og være i sådan et forum, der bare er fuld af undervisere og forskere.” Adgangen til specialiseret viden styrkede deres følelse af at bidrage til den pædagogiske dialog og understregede, at det at kunne mestre et nyt felt kan vække vedvarende engagement.

Diskussion

De forskellige analyser supplerer hinanden i en forståelse af måder, hvorpå studerende kan involveres og positioneres i læreruddannelsens professionelle inquiry-projekter. De tre cases illustrerer tre konkrete måder at involvere studerende på i læreruddannelsens naturfagsdidaktiske udviklingsprojekter, så læreruddannelsens uddannelsesudvikling gennem systematisk professionel inquiry (Boyd & White, 2017) også kan åbne for medudviklerpositioner for de studerende, hvor de får erfaringer med systematiske undersøgelser. Det peger på nogle interessante sammenhænge mellem selvpositionering og positionering af andre (Van Langenhove & Harré, 1999; McVee et al., 2018), hvor den udvikling, der med NAFA er sat i gang for læreruddannerne, får betydning for deres positionering af de lærerstuderende og også for de lærerstuderendes forståelse af egen position. Et centralt fund fra den nationale kohorte af lærerstuderende er, at det faglige og fagdidaktiske udbytte gennemsnitligt er større hos de lærerstuderende, der henviser til at have deltaget i en medudviklerposition. Når man ser på tværs af de tre cases (boks 1-3) og også involverer de lærerstuderende, der har haft en særlig repræsentantrolle ved et fortolkningsseminar, ser medudviklerpositionen, hvor man

har en vis grad af autonomi og indgår i samarbejde med læreruddannere og medstuderende, ud til at være koblet til en højere grad af motivation og engagement. I forhold til indsatser med co-creation på hele hold af studerende (Bovill, 2020a) på læreruddannelsen eller andre videregående uddannelser er det vigtigt at fremhæve, at det er nogle i forvejen motiverede studerende, der har valgt at påtage sig repræsentantrollen og deltage i det nævnte fortolkningsseminar, og det er ikke givet, at *alle* studerende ville kunne indgå i og få udbytte af at være i en sådan repræsentantrolle. Vi har set tegn på, at repræsentanterne *også* kan bidrage med værdi for resten af holdet, hvilket dog af omfangsgrunde ikke er uddybet i artiklen. Men det skal understreges, at sammenhængen mellem udviklerposition og udbytte *også* ses i de kvantitative data fra hele kohorten af studerende. Med reference til deltagerstigen (Bovill & Bulley, 2011; Bovill, 2020b) har medudviklerpositionen typisk handlet om, at de studerende har haft kontrol over nogle områder efter egne valg. Dette er i overensstemmelse med resultater fra den omfattende forskning i selvbestemmelsesteori (SDT) (Ryan & Deci, 2017), hvor vigtigheden af at opleve en grad af autonomi fremhæves, og hvor der også refereres til betydningen af at opleve sig kompetent og opleve samhørighed som grundlæggende motivationsfaktorer. Her er det interessant, at en af de studerende i case 2 (boks 2) henviser til disse faktorer og eksplicit til SDT i argumentationen for sin egen motivation og den dertil knyttede realiserede værdiskabelse (Wenger-Trayner & Wenger-Trayner, 2020).

Der er imidlertid også nogle forskelle, når man ser på tværs af hele kohorten. Med reference til deltagerstigen har de studerende i alle projekter været i kontrol over nogle dele af processen (trin 5-6). NAFA-rammen har ikke lagt op til co-creation-projekter, der fra start var fælles udviklet mellem læreruddannere og lærerstuderende (niveau 7 og 8), da læreruddannerne har haft til opgave i NAFA at formulere projekterne, *inden* de har haft reel mulighed for at involvere studerende. Men både internationale resultater og resultater fra et andet co-creation-projekt med lærerstuderende (Nielsen et al., i tryk) viser, at det ikke er givet, at den mest radikale involvering nødvendigvis vil betyde et større oplevet udbytte. Vi skal her også være meget opmærksomme på de oplevede udfordringer. Der er flere lærerstuderende, der beskriver deltagelsen i projekterne som udfordrende, kompleks og tidskrævende. Det bliver således tydeligt, at det er en vigtig opgave som underviser at invitere hhv. de studerende, som stortrives i rollen som medudviklere og fx er villige til at påtage sig en repræsentantrolle, og de mere usikre studerende ind i *forskellige* typer af aktive deltagerpositioner. Det peger på, at når man arbejder med co-creation i videregående uddannelse, er der et stort behov for differentiering og for eksplicit modellering fra underviserens side. Man må som underviser være i dialog med de studerende om, at der kan være *forskellige* måder at bidrage på og forskellige typer af deltagerpositioner i et co-creation-projekt i en hel klasse. Det vil kunne adressere de udfordringer med oplevet utilstrækkelighed

blandt nogle studerende, som undersøgelsen peger på. I forhold til det, som Brousseau (2002) kalder den didaktiske kontrakt, er det altså afgørende med en åben meningsforhandling og forventningsafstemning.

På tværs af cases er det interessant, at de lærerstuderende får konkrete hands-on-erfaringer med forskningsbaserede naturfagdidaktiske tilgange som MER (Duit et al., 2012) og undersøgelsesbaseret modellering (Fowler et al., 2020). Muligheden for, at de studerende gennem de selvplanlagte undersøgelser med elever får konkrete erfaringer med reference til den fagdidaktiske forskning, ser ud til at bidrage til værdiskabelsen. Lærerstuderende har også til en vis grad mulighed for dette i deres blokpraktikker, men det er en kontekst, hvor de står med et bredt læreransvar for klasserumsledelse og for undervisning i naturfag, som skal passe ind i de lokale årsplaner m.m. Baseret på data i denne undersøgelse er der tegn på, at deres professionelle lærerkompetencer udvikles på andre og potentielt transformative måder, når de får mulighed for, som i de tre cases, at eksperimentere med undervisning også *imellem* blokpraktikker. Så der er erfaringer og resultater fra forskningen, der peger direkte ind i nogle mulighedsrum i forhold til den ordinære naturfagsundervisning på læreruddannelserne og den integrerede praktik, der med den seneste reform er blevet en fast del af læreruddannelsen. Disse særlige mulighedsrum relateret til naturfag og integreret praktik i læreruddannelsen er ligeledes diskuteret af Nielsen og Wied (2024).

Konklusion

Vi har undersøgt, hvordan lærerstuderende involveres og positioneres i læreruddanneres professionel inquiry-projekter i regi af NAFA. Resultaterne viser en positiv udvikling i de lærerstuderendes oplevede udbytte i runde 2, hvor der i højere grad har været fokus på aktiv inddragelse i en medudviklerposition end i runde 1, og hvor en signifikant større andel af de lærerstuderende henviser til at have gennemført undersøgelser på skoler/med elever. Der ses en korrelation mellem udbyttet som lærerstuderende og oplevelsen af at være i en medudviklerposition. Overordnet set fremhæver de lærerstuderende positivt deltagelsen i co-creation sammen med medstuderende og læreruddannere og for nogle studenterrepræsentanter på et fortolkningsseminar også med forskere. Men der peges imidlertid også på udfordringer. Involvering i co-creation er relativt tidskrævende, og der er forskellige oplevelser blandt de studerende af, hvad det betyder at være medudvikler. Der er derfor studerende, der føler sig usikre i en rolle, de ikke helt forstår. Det er således afgørende med differentiering, og at man som underviser kommunikerer eksplicit om forskellige typer af deltagelsesmuligheder. Her har resultaterne mere generelle implikationer for betydningen af den didaktiske kontrakt, når man arbejder med co-creation med studerende på ungdomsuddannelser eller videregående uddannelser.

Referencer

- Bovill, C. (2020a). Co-creation in learning and teaching: The case for a whole-class approach in higher education. *Higher Education*, 79(6), 1023-1037. <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00453-w>
- Bovill, C. (2020b). Co-creating learning and teaching. I C. Bovill, J. Jarvis & K. Smith (red.), *Co-creating learning and teaching: Towards relational pedagogy in higher education* (s. 25-42). Critical Publishing.
- Bovill, C. & Bulley, C.J. (2011). A model of active student participation in curriculum design: Exploring desirability and possibility. I C. Rust (red.), *Improving student learning 18: Global theories and local practices* (s. 176-188). Oxford Brookes University.
- Bovill, C. & Woolmer, C. (2019). How conceptualisations of curriculum in higher education influence student-staff co-creation in and of the curriculum. *Higher Education*, 78, 407-422. <https://doi.org/10.1007/s10734-018-0349-8>
- Boyd, P. & White, E. (2017). Teacher educator professional inquiry in an age of accountability. I P. Boyd & A. Szplit (red.), *Teachers and teacher educators learning through inquiry: International perspectives* (s. 123-142). Attyka.
- 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., Hayfield, N. & Terry, G. (2018). Thematic analysis. I P. Liamputtong (red.), *Handbook of research methods in health social sciences* (s. 1-18). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2779-6_103-1
- Brousseau, G. (2002). *Theory of didactical situations in mathematics*. Kluwer Academic Publishers.
- Creswell, J.W. & Clark, V.L.P. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage Publications.
- Davies, B. & Harre, R. (1999). Positioning and personhood. I R. Harré & L. Van Langenhove (red.), *Positioning theory: Moral contexts of intentional action* (s. 32-52). Blackwell Publishers.
- DeLuca, C. et al. (2015) Collaborative inquiry as a professional learning structure for educators: a scoping review. *Professional Development in Education*, 41(4), 640-670. <https://doi.org/10.1080/19415257.2014.933120>
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction: A framework for improving teaching and learning science. I D. Jorde & J. Dillon (red.), *Science education research and practice in Europe* (s. 13-37). Sense.
- Ebert, J.R., Dolphin, G. & Bischoff, P. (2022). An undergraduate research experience in earth science education that benefits pre-service teachers and in-service earth science teachers. *Journal of Geoscience Education*, 71(2), 238-252. <https://doi.org/10.1080/10899995.2022.2126203>
- Fowler, K., Windschitl, M. & Auning, C. (2020). A layered approach to scientific models: Creating scaffolds that allow all students to show more of what they know. *Science Teacher*, 88(1), 24-36. <https://doi.org/10.1080/00368555.2020.12293554>
- Harris, A., Jones, M. & Huffman, J.B. (Red.)(2018). *Teachers Leading Educational Reform – the Power of Professional Learning Communities*. Routledge.

- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Interview*. Hans Reitzels Forlag.
- Matthews, K.E., Dwyer, A., Hine, L. & Turner, J. (2018). Conceptions of students as partners. *Higher Education*, 76, 957-971. <https://doi.org/10.1007/s10734-018-0257-y>
- McVee, M.B., Silvestri, K.N., Barrett, N. & Haq, K.S. (2018). Positioning theory. I D.E. Alvermann, N.J. Unrau, M. Sailors & R.B. Ruddell (red.), *Theoretical models and processes of literacy* (s. 381-400). Routledge.
- Mercer-Mapstone, L., Dvorakova, S.L., Matthews, K.E., Abbot, S., Cheng, B., Felten, P., Knorr, K., Marquis, E., Shammas, R. & Swaim, K. (2017). A systematic literature review of students as partners in higher education. *International Journal for Students as Partners*, 1(1), 15-37. <https://doi.org/10.15173/ijpsap.v1i1.3119>
- Nielsen, B.L., Auning, C., Petersen, N.A.I., Johannsen, B.F. & Dolin, J. (2024). *PLF-samarbejde om udvikling i læreruddannelsens naturfagsundervisning: Resultater fra NAFA's første år*. NAFA.
- Nielsen, B.L., Auning, C., Petersen, N.A.I., Rahbek Thyssen, M., Hansen, D. & Krarup, M.-L. (2025). *Læreruddanneres PLF-samarbejde efter to år med NAFA: Professionel inquiry og co-creation med lærerstuderende*. NAFA.
- Nielsen, B.L. & Wied, K. (2024). Praksisbaseret læreruddannelse og integreret praktik: Visioner fra en tværgående udviklingsgruppe indenfor naturfag. *Studier I Læreruddannelse og Profession*, 9(2), 141-161. <https://doi.org/10.7146/lup.v9i2.143060>
- Nielsen, B.L., Wiskerchen, M. & Kvols, A.M. (i tryk). Teacher educators' agency and student teachers in co-creation in the context of a systemic initiative developing teacher education through professional inquiry. I J. Kangas, H. Harju-Luukkainen & N.B. Hanssen (red.), *Innovative teacher training: Practical frameworks for future education* (kap. 18). Routledge.
- Ryan, M.R. & Deci, E.L. (2017). *Self-determination theory*. The Guilford Press.
- Vanderlinde, R., Smith, K., Murray, J. & Lunenberg, M. (2021). *Teacher educators and their professional development: Learning from the past, looking to the future*. Routledge.
- Van Langenhove, L. & Harré, R. (1999). Introducing positioning theory. I R. Harré & L. Van Langenhove (red.), *Positioning theory: Moral contexts of intentional action* (s. 14-31). Blackwell.
- Walkington, H. (2015). *Students as researchers: Supporting undergraduate research in the disciplines in higher education*. The Higher Research Academy.
- Wenger, E., Trayner, B. & de Laat, M. (2011). *Promoting and assessing value creation in communities and networks: A conceptual framework*. Ruud de Moor Centrum.
- Wenger-Trayner, E. & Wenger-Trayner, B. (2020). *Learning to make a difference: Value creation in social learning spaces*. Cambridge University Press.

English abstract

In the context of professional inquiry projects with science teacher educators in professional learning communities, student teachers' involvement is examined and the outcomes and challenges they emphasise. The rationale for focusing on co-creation is based on international research and previous findings from NAFA indicating a correlation with outcomes. Data from a national survey, and qualitative data from three cases, are analysed. Findings show a positive development in outcomes and that a larger amount of student teachers were involved in inquiries compared to cycle one. They positively emphasise the co-creation with peers, teacher educators, and researchers as contributing to motivation and commitment.

På hvilken måde kommer den nye viden ind i undervisningen?

Lærerstuderendes arbejde med didaktisk rekonstruktion i naturfag



Helle Kruse Krossá, UCL
Erhvervsakademi og
Professionshøjskole



Morten Christensen, UCL
Erhvervsakademi og
Professionshøjskole



Anja Rousing Lauridsen,
UCL Erhvervsakademi og
Professionshøjskole

Abstract: Når ny viden skal bringes i spil i undervisningen, er den ofte formuleret på et niveau, som ikke er direkte tilgængeligt for eleverne. Derfor må underviseren foretage en didaktisk rekonstruktion, hvor indholdet omformes til målgruppen. Dette casestudie undersøger, hvordan lærerstuderende i naturfag didaktisk rekonstruerer ny viden om alternative fødevarer til undervisning i grundskolen. Undersøgelsen bygger på begrebskortlægning, logbøger, undervisningsplaner og observationer fra Astras naturvidenskabsfestival. Resultaterne viser forskellige måder af rekonstruktion, og at studerendes forståelse af naturfagscurriculum i nogle tilfælde fungerer som et filter for beslutninger i undervisningssituationen.

Introduktion

Undervisere møder løbende et behov for at tilegne sig ny viden, som skal bringes i spil i undervisningen. Naturfagslærere ønsker også at blive bedre til at inddrage ny viden og forskning (Rambøll & Københavns Professionshøjskole, 2019). Det kan skyldes, at de bevæger sig ind på et fagligt område, de ikke tidligere har undervist i, at ny naturvidenskabelig forskningsviden bliver relevant at inddrage, at der sker et skift i faglige forståelser eller paradigmer, eller at uddannelsens mål og indhold ændres. I alle disse situationer opstår der et didaktisk arbejde med at omforme den pågældende viden.

Ny forskningsbaseret viden udgør en særlig udfordring, fordi den i første omgang er udviklet og formidlet til andre forskere. Før den kan få betydning i en skolekontekst, må den forskningsbaseret viden blive omsat til faglige mål eller undervisningsmaterialer (Winsløw, 2006; Achiam & Marandino, 2014). Dette er en nødvendig proces, før den relevante viden kan anvendes i skolekonteksten.

I naturfag udgør dette ofte en særlig udfordring, hvor lærere kan blive bedt om at undervise i emner de ikke formelt har studeret og selv må lære eller tilegne sig dette indhold mere uformelt (Carlson et al., 2019, s. 91)

Den naturvidenskabelige indholdsviden beskrives internationalt som en vidensbase af *content knowledge*, der indgår som en del af underviserens *pedagogical content knowledge* (PCK) (Shulman, 1987), hvad der på dansk er beskrevet som lærer- eller undervisningsfaglighed (Ellebæk & Lund, 2016).

I nyere kontekst er undervisningsfagligheden beskrevet som situeret på tre forskellige niveauer (Carlson et al., 2019). Vi har til denne artikel oversat disse til det fagdidaktiske niveau (collective – PCK), den personlige lærerfaglighed (her underforstået naturfaglærerfaglighed) (personal – PCK), der inkluderer egne holdninger og erfaringer, samt en undervisningspraksis (enacted -PCK), der afspejler underviserens planlægning, gennemførelse og refleksion over konkret undervisning.

Når ny naturvidenskabelig viden skal ind i naturfagsundervisningen, kommer denne indholdsviden i samspil eller dialog med alle disse niveauer af lærerfagligheden.

Selve samspillet mellem niveauerne og flere af vidensbaserne i lærerfagligheden er beskrevet i *the model of educational reconstruction* (MER) (Duit et al., 2012), på dansk didaktisk rekonstruktion (Ahrenkiel & Petersen, 2016), en proces hvor indholdsviden omsættes til undervisning, der er meningsfuld og tilgængelig for eleverne.

Naturfagsunderviserens egen forståelse af den naturvidenskabelige indholdsviden kan her være en betydende faktor for udviklingen af deres lærerfaglighed, se fx Schiering (2022). Internationalt findes der undersøgelser af, hvordan indholdsviden omdannes til undervisning, og enkelte studier med fokus rettet mod lærerstuderendes arbejde med didaktisk rekonstruktion, fx Aiello-Nicosia og Sperandeo-Mineo (2000), i særlig grad i tysk forskning (fx Grospietsch & Mayer, 2021; Zabel & Wanitschke, 2023). I Danmark er bidragene få. En søgning på Danmarks forskningsportal viser, at de tidligste værker er Ahrenkiel og Petersen (2016), som undersøger samarbejde om didaktisk rekonstruktion.

I de senere år er der opstået et fornyet fokus på, hvordan ny naturvidenskabelig viden omsættes til undervisning. Det ses bl.a. i Naturfagsakademiet (NAFA), hvor læreruddannere i professionelle læringsfællesskaber (PLF'er) arbejder med at udvikle naturfagsundervisningen på læreruddannelserne. Det nærværende studie bygger på data fra UCL, men lignende indsats er findes på UCN, som i samarbejde med Aalborg Universitet indgik i et synergiprojekt, hvor lærerstuderende skulle omsætte ny forsk-

ningsbaseret viden fra en AAU workshop til undervisning i grundskolen (Krarup et al., 2023). Dette projekt kan ses som en forløber for forskningsprojektet Aktualisering af naturfagsundervisningen gennem didaktisk rekonstruktion af frontforskning (NAFA, u.å.-b).

I dette studie undersøger vi grupper af naturfagslærerstudendes arbejde med ny naturvidenskabelig viden, og hvordan denne omdannes, før og under en naturvidenskabsfestival for grundskoleelever. Denne omdannelse mener vi afspejler praksis i grundskolen, hvor lærere i fagteams arbejder med ny viden og bringer den i spil for eleverne. Vi analyserer en længerevarende proces, hvor de studerende gennemfører en didaktisk rekonstruktion af naturvidenskabelig viden (Duit et al., 2012).

Undersøgelsen har til formål at belyse dele af processen for den didaktiske rekonstruktion og fokuserer på følgende spørgsmål:

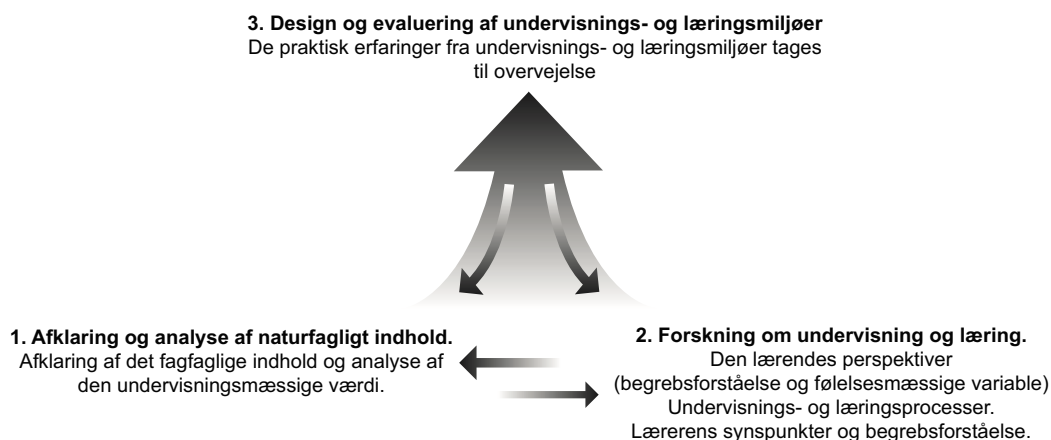
På hvilken måde kan naturfagslærerstudende inddrage ny naturvidenskabelig viden gennem didaktisk rekonstruktion i undervisningen af grundskoleelever?

Hensigten er at bidrage til en bredere forståelse af, hvordan naturvidenskabelig indholdsviden, kommer i samspil med fagdidaktikken og de studerendes personlige og fagrettede lærerfaglighed, og kommer til udtryk i den observerbare undervisningspraksis. Resultaterne mener vi er relevante for naturfagsundervisere, der arbejder med didaktisk rekonstruktion, samt for undervisere på professionshøjskoler, naturfagsvejledere og andre, der uddanner eller efteruddanner naturfagslærere. Særligt for at imødekomme de udfordringer og behov, der opstår for lærerstudende eller lærere, når de selv skal rekonstruere ny eller aktuel naturvidenskabelig viden didaktisk.

Fra naturvidenskabelig indholdsviden til naturfaglig undervisning

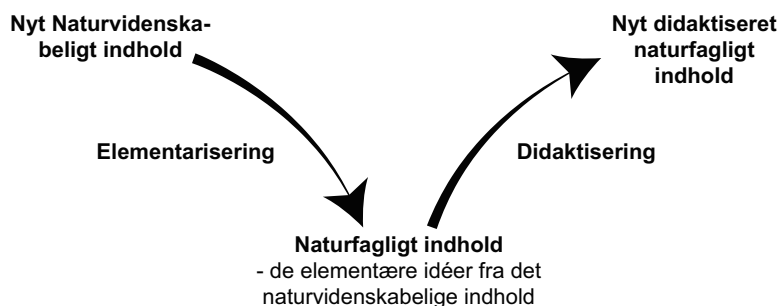
Winsløw (2006) beskriver viden som situeret og formulerer det som noget, "nogen" ved om "noget". Naturvidenskabelig viden kan således forstås som "noget", som "nogle" forskere ved og formidler inden for en forskningspraksis. Denne viden får derfor en form, der er passende for netop denne praksis. Chevallard (1989) betegner denne type viden som et body of knowledge (løst oversat som vidensobjekt), hvis formål er at blive anvendt, men ikke nødvendigvis undervist i. I dette studie modtager lærerstudende forskningsviden fra en naturvidenskabelig forsker på et lærerfagligt uddannelsesniveau og transpositionerer dette til grundskoleniveau inden for rammerne for undervisning i grundskolen (se evt. Winsløw (2016) om transformation og translokation eller Achiam og Marandino (2014) om transposition gennem forskellige niveauer).

Selve processen, hvorved forskningsviden på denne måde omformes til undervisning, er beskrevet i *model of educational reconstruction* (MER) (Duit et al., 2012), der netop har underviserens arbejde med at rekontekstualisere det faglige indhold som omdrejningspunkt. Denne proces svarer til de studerendes arbejde i dette studie.



Figur 1. Figuren viser MER-modellen i en dansk oversættelse (Ahrenkiel & Petersen, 2016, s. 224), gentegnet til denne artikel.

Duit et al. (2012) integrerer i MER (figur 1) centrale principper fra Klafki og beskriver et samspil mellem to traditioner i naturfagsdidaktikken, en science-orienteret (1) og en elevorienteret (2) tilgang, og illustrerer dette i relation til undervisningens rammer (3). Et anvendt nøglebegreb fra Klafki er elementarisering, som i Winsløws (2006) perspektiv kan betegnes en del af en transpositionering af vidensindhold. I elementariseringen identificeres de bærende naturfaglige elementer, som efterfølgende udvælges og rekontekstualiseres til den konkrete målgruppe. Figur 2 viser en mere konkret og praktisk relaterbar opdeling af dette samspil i en elementariserings- og didaktiseringsfase. Først inddrages Figur (1) punkt 1 og 2, i afklaringen (elementariseringen) af det naturfaglige indhold, og sættes dernæst ind i rammerne af et undervisningsforløb. Hele denne proces kan forstås som en transpositionering fra forskningsviden til undervisning. I dette studie forholder vi os dog åbent til, at disse processer ikke nødvendigvis følger et strengt lineært forløb, som illustreret i figuren.



Figur 2. Figuren viser MER-modellens elementariserings- og didaktiseringsproces. Modellen er gentegnet til denne artikel (Duit et al., 2012, s. 21).

Da elementarisering indebærer at afdække og strukturere det centrale vidensindhold, kan begrebskortlægning (Novak & Cañas, 2006) anvendes som et praktisk redskab. Begrebskortlægningen synliggør de vigtigste begreber og deres indbyrdes relationer, så disse efterfølgende kan blive genstand for analyse. En begrebskortlægning organiserer vidensindholdet som et netværk omkring et styrende spørgsmål og kan potentielt understøtte identifikationen af de bærende elementer i elementariseringsprocessen.

I dette studie trækker vi samlet på ovenstående definitioner og forstår didaktisk rekonstruktion som de lærerstuderendes transpositionering af naturvidenskabelig indholdsviden fra en forskningskontekst til en specifik skolekontekst. I denne proces foretager de lærerstuderende en elementarisering og didaktisering af det naturvidenskabelige indhold, så det bliver til naturfaglig undervisning. Processen foregår som et samspil mellem det naturvidenskabelige indhold, udvalgt under hensyntagen til elevernes forudsætninger i rammerne af et konkret undervisningsdesign som illustreret i figur 1.

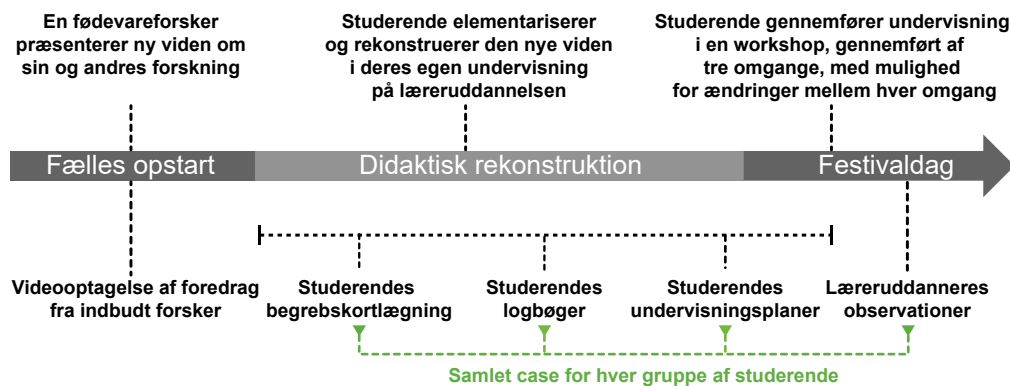
Vi ser denne proces, som beskrevet i indledningen, som situeret og i samspil med de forskellige niveauer af lærerfagligheden (Carlson et. al., 2019). Et fagdidaktisk niveau situeret i samspil med deres læreruddannelsesundervisere, et personligt og fagrettet niveau i samspil med deres medstuderende, samt en undervisningspraksis hvor de studerende planlægger, gennemfører og evaluerer undervisning i samspil med elever.

Vi ser dette som en proces, der er påvirket af filtre og forstærkere, som antydnet af Gess-Newsome (2015).

Ramme for undersøgelsen – naturvidenskabsfestival

Undersøgelsen er designet i et NAFA-PLF-arbejde (NAFA, u.å.-b) og gennemført som en intervention på læreruddannelsen i Odense i forbindelse med Astras naturvidenskabsfestival (Astra, u.å.). I alt deltog 62 lærerstuderende fra undervisningsfagene

natur/teknologi, biologi, fysik/kemi samt STEM-linjen. Temaet for alle workshops på festivalen var “gådefulde alternative fødevarer”. Det samlede forløb og den indsamlede empiri fremgår af figur 3.



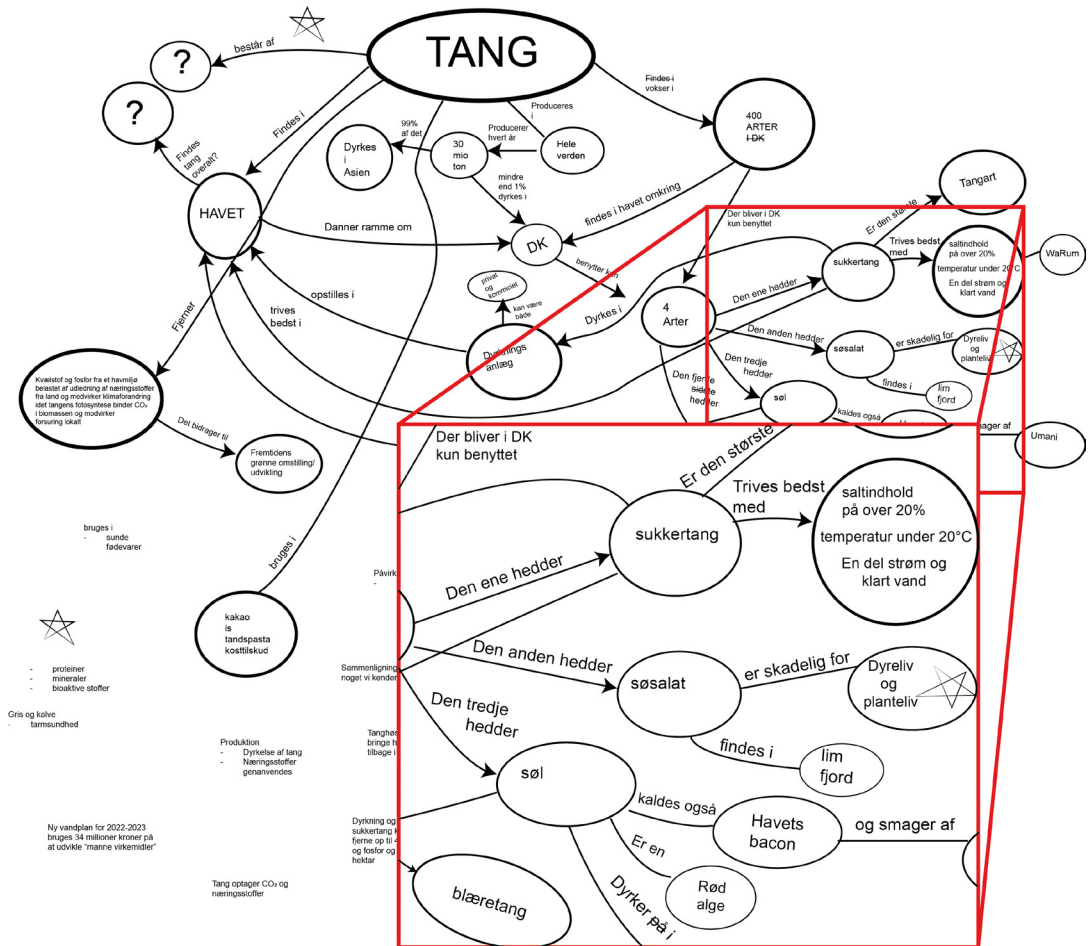
Figur 3. Forløbet for interventionen (over pilen) og den indsamlede empiri (under pilen).

Fælles opstart bestod af et oplæg fra en fødevarerforsker om “gådefulde alternative fødevarer”. Foredraget repræsenterede ny forskningsviden om alternative fødevarer. Didaktisk rekonstruktion blev indledt umiddelbart i forlængelse af oplægget, hvor de studerende brainstormede i blandede naturfaglige grupper på whiteboards ud fra spørgsmålene “Hvad er gådefulde fødevarer?” og “Hvad er alternative fødevarer?”

I de efterfølgende undervisningslektioner arbejdede de studerende gruppevis i deres respektive fag med elementarisering via begrebskortlægning, baseret på et styrende, selvvalgt undertema. Se eksempel på begrebskortlægning i figur 4. Begrebskortlægning er valgt som led i elementariseringen, da kortet visualiserer de studerendes forståelse af sammenhænge mellem faglige begreber ved hjælp af bindeord eller semantiske led (Novak & Cañas, 2006).

De studerende deltog i fire-fem undervisningsgange a 180 min., hvor de anvendte begrebskortlægninger og samtidig designede deres workshop.

Festivaldagen havde deltagelse af ca. 300 elever fra 6.-8. klasse. Hver gruppe lærerstuderende gennemførte én workshop i deres respektive fag: 75 min. for udskolings elever og 55 min. for 6. klasse. Alle workshops blev afholdt tre gange med nye klasser, og mellem hver workshop skulle de studerende evaluere undervisnings- og læringsmiljøet (figur 3) baseret på spørgsmål i tabel 1. På baggrund heraf kunne de justere detaljer i workshopdesignet. Alle workshops skulle inddrage hands-on-aktiviteter og ny viden identificeret i deres elementarisering. Begrundelser for ændringer blev noteret i logbogen.



Figur 4. Figuren viser et eksempel på studerendes elementarisering via begrebskortlægning, hvor en N/T-gruppe valgte temaet tang. Den røde firkant er et udsnit, som er forstørret af hensyn til læsbarheden.

Metode

Udvælgelse af cases

Vi anvender et multiple case-studie til at se på forskellige naturfagsgrupper på læreruddannelsen (Thisted, 2013). I vores definition af case tager vi udgangspunkt i Merriam (1998), opsummeret i Yazan og Vasconcelos (2015), hvor en case kan være en gruppe af personer i en proces. Vi har primært fokus på en separat analyse af dokumenter fra grupper og sammenholder dette med en analyse af forskerens oplæg for at kunne følge udviklingen undervejs i processen. Vi sikrer intern validitet ved at tydeliggøre vores positioner, uddybet i vores egen analyse af begrebskortlægningen.

Hver case består af en gruppe studerende, der sammen forbereder og afvikler en workshop på festivaldagen. I alt blev 12 cases indsamlet, hvor fire er udvalgt til analyse. Enkelte eksempler fra øvrige cases inddrages for at beskrive pointer. De fire cases er udvalgt ud fra Flyvbjergs (2006) kriterier:

- Maksimal variation: én case pr. undervisningsfag (fysik/kemi, biologi, natur/teknologi og STEM) for at sikre faglig diversitet
- Informationsorienteret udvælgelse: cases med højt informationsniveau i begrebskort, logbøger og undervisningsplaner, som muliggør analyse af hele den didaktiske rekonstruktion
- Paradigmatisk udvælgelse: cases udvalgt af fagunderviserne som eksemplariske i forhold til MER-modellen eller interessante afvigelser.

Beskrivelse af og overvejelser om det empiriske grundlag

I processen for den didaktiske rekonstruktion er der indsamlet følgende empiri (figur 3):

- Videoptagelse af forskeroplæg – anvendes til at identificere og analysere den nye indholdsviden, som blev præsenteret for de studerende
- Begrebskortlægning – indsamlet under planlægningen for at analysere de studerendes elementarisering af centrale fagbegreber
- Logbøger – dokumenterer overvejelser om den didaktiske rekonstruktion fra opstart til efterrefleksion. Refleksionerne er skrevet efter hver undervisning, mellem iterationer på festivaldagen og efter workshoppen.
- Undervisningsplaner: Disse bruges til at identificere, hvilke fagbegreber der fastholdes i didaktiseringen, og sammenholdes med logbøgerne for at analysere tiltag under festivaldagen.

Spørgsmålene i logbøgerne er udarbejdet af læreruddannerfaggruppen med henblik på at indfange de studerendes overvejelser om didaktisk rekonstruktion, samtidig med at de var åbne nok til at rumme andre perspektiver. (Spørgsmålene er præsenteret i tabel 1).

Tabel 1. Oversigt over spørgsmål, som de studerende besvarede i logbøger.

| Spørgsmål efter hver undervisningsgang og efter afslutning af festivalen | Spørgsmål efter hver workshop-iteration på festivaldagen |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Hvad tager jeg med fagligt og fagdidaktisk fra i dag? 2. Hvad mangler jeg at få styr på fagligt og fagdidaktisk, og hvordan får jeg det (i forhold til at kunne lave en didaktisk rekonstruktion)? 3. Var der nogle centrale diskussioner, der opstod under udarbejdelsen af begrebskort? | <ol style="list-style-type: none"> 4. Hvilke tegn ser I på, at jeres mål for undervisningen blev opfyldt? 5. Hvilke udfordringer oplevede I i undervisningen? 6. Gjorde I evt. noget for at forbedre undervisningen undervejs? Hvis ja, hvad? |

Gennemgang af analysestrategi

I nærværende studie anvender vi en kodebogs-baseret tematisk analyse (Braun & Clarke, 2022). Denne tilgang kombinerer kvalitativ fortolkning med en systematisk kodningspraksis på tværs af forskere og er særligt velegnet til flerforskerprojekter, hvor en fælles kodningsramme og et struktureret samarbejde er nødvendige elementer (Braun & Clarke, 2022). Tilgangen afspejler projektets karakter: Data består af begrebskortlægning, logbøger og undervisningsplaner, der har en stærk vidensfaglig struktur. Vi er ligeledes interesserede i at følge indholdsviden. I sådanne datasæt fungerer en kodebogstilgang bedre end en reflektiv tematisk analyse, da temaerne her typisk udformes som indholdsmæssige mønstre frem for meningsbaserede, fortolkende fortællinger (Braun & Clarke, 2022). Vi anerkender, at vores position som læreruddannere i naturfag har haft betydning for, hvilke mønstre og begreber vi særligt har været opmærksomme på. Subjektivitet forstås her ikke som bias, men som en ressource, der bidrager til faglig validitet, i tråd med den måde, kvalitative analysetilgange i TA-familien anerkender forskerens perspektiv på (Braun & Clarke, 2022).

Analyseforløb

Analysen fulgte de seks overordnede faser i tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006), men i en operationalisering tilpasset en kodebogs-baseret tematisk analyse. Først gennemgik alle otte forskere begrebskortene for at opnå fælles fortrolighed med datasættet. Dernæst arbejdede forskerne i par med hver deres case, hvor logbøger og begrebskort blev kodet, og der blev genereret foreløbige koder.

Da kodningen varierede på tværs af grupper, søgte tre forskere konsensus, hvor koder blev afprøvet, justeret og samlet. Denne procedure er karakteristisk for kodebogs tematisk analyse, som netop tillader struktureret kodning på tværs af forskere uden at

sigte mod den objektivitetsforståelse, der kendetegner coding reliability-traditionen (Braun & Clarke, 2022).

Forskeroplægget blev kodet induktivt for at identificere en mere overordnet indholdsviden, der kan analyseres for overlap med studerendes begrebskort. De endelige temaer er præsenteret i tabel 3. Remmen (2024) understreger, at induktiv kodning ikke er fravær af teori, men går i dybden med empirien. Vi tilslutter os dette og kortlægger forskningspointer og fagbegreber i begrebskort og logbøger.

Kodningen havde fokus på tilstedeværelse af koder og temaer frem for hyppighed. Kodningsenhederne varierede fra enkelte ord til hele afsnit, afhængigt af indhold og kontekst. De fire cases varierer i både længde og detaljeringsgrad, især i logbøgerne, hvilket har betydning for analysens dybde og bredde.

Operationalisering af kognitiv teori til at analysere ny indholdsviden i undervisningen

Studerendes udvikling af undervisningsplaner kan betragtes inden for rammerne for læring. Vi anlægger her et analytisk blik, hvor undervisningsaktiviteten kan ses som en form for forståelse af, hvordan de studerende har inkorporeret den nye indholdsviden eller forskningspointerne i deres eksisterende forståelse (skemaer) af naturfagsundervisning.

Til dette operationaliserer vi begreber om kumulativ, assimilativ og akkommodativ læring (Illeris, 2021) som deduktive koder. Kumulativ rekonstruktion anvender vi om undervisning, hvor ny indholdsviden blot tilføjes uden at ændre en eksisterende forståelse, assimilativ rekonstruktion, hvor ny indholdsviden tilpasses en eksisterende undervisning, og akkommodativ rekonstruktion er tilfælde, hvor den eksisterende undervisning ændres for at rumme ny indholdsviden eller nye forskningspointer (se tabel 2).

Dette perspektiv bidrager til at beskrive, i hvilken grad de studerende inddrager den nye indholdsviden i relation til forskningsspørgsmålet. Samtidig mener vi, at dette også kan antyde, om den nye indholdsviden bidrager til udvikling af den personlige lærerfaglighed. Fx vil både ingen rekonstruktion og kumulativ rekonstruktion vise, at den studerende ikke har udviklet sin lærerfaglighed i samspil med den nye indholdsviden, mens både assimilativ og akkommodativ rekonstruktion kan være en antydning af, at den studerende har udviklet sin lærerfaglighed. Her vil datapunkterne fra planlægningen, gennemførelsen og evalueringen af undervisningen kunne understøtte eller uddybe dette.

Tabel 2. Koder for integration af ny viden i eksisterende forståelsesrammer.

| Type af rekonstruktion | Ny naturfaglig viden | Den relaterede forskningspraksis |
|-----------------------------|--|---|
| Ingen rekonstruktion | Den nye viden fremgår ikke af aktiviteten/forløbet. | Forskningspraksis bliver ikke nævnt. |
| Kumulativ rekonstruktion | Den nye viden fremtræder i aktiviteten/forløbet som en afkoblet udenadslære. | Forskningspraksis bliver kun nævnt i undervisningsaktiviteterne. |
| Assimilativ rekonstruktion | Den nye viden inddrages som en del af eksisterende aktiviteter/forløb. | Forskningspraksis bliver inddraget eller tilpasset et eksisterende undervisningsdesign. |
| Akkommodativ rekonstruktion | Den nye viden påvirker form og indhold af nye aktiviteter/forløb. | Forskningspraksis får betydning for design eller redesign af undervisningsaktiviteten. |

Note: Tabellen operationaliserer læringsbegreber i relation til undervisningsdesign. "Aktiviteter" og "forløb" anvendes for at skelne mellem enkeltdele og helheder.

Vi er bevidste om, at denne ramme er deskriptiv og ikke vurderer undervisningskvalitet. Hvis noget indholdsviden fx ikke opleves som relevant, kan det være meningsfuldt ikke at inddrage den. Omvendt kan ny indholdsviden styrke eksisterende aktiviteter uden behov for tilpasning.

Denne analyse er udført af én forsker. Efter tematiseringen blev tabel 2 anvendt til at kategorisere aktiviteter i de enkelte cases og vurdere, hvordan naturvidenskabelig viden og forskningspraksis indarbejdes i undervisningen.

Oversigten over tematisering og analyse via den kognitive ramme findes i [bilag 1](#).

Resultater og diskussion

Den første del af resultaterne bygger på en tematisk kodning af de lærerstuderendes begrebskort (se tabel 3), som er sammenholdt med forskerens oplæg for at identificere tilstedeværelsen af naturvidenskabelig indholdsviden.

Hvilken ny viden bliver præsenteret fra fødevareforskeren?

Forskerens oplæg rummer en bred repræsentation af tematikker, hvor ny naturvidenskabelig viden er det centrale. Forskeren formidler både konkrete forskningsprojekter og overordnede forskningspointer, herunder et fokus på bæredygtighed og hverdagskoblinger. En central pointe – underbygget af tidligere forskning – er, at ændringer i

Tabel 3. *Tematisering af studerendes begrebskort.*

| Indledende koder | Tematikker | |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Opskrifter og hverdagskobling | <i>Hverdagskobling</i> | |
| Tilberedningsmetoder/madkundskab | | |
| Mad/spiseligt | | |
| Egenskaber | | |
| Bæredygtighed, miljø og klima | <i>Bæredygtighed, miljø og klima</i> | |
| Rækker/taksonomier | <i>Biologi</i> | |
| Riger | | |
| Indhold/bestanddele* | | |
| Fotosyntese | | |
| Leveforhold/habitat* | | |
| Livsbetingelser | | |
| Sundhed | | |
| Sanser | | |
| Genetik | | |
| Leveforhold/ habitat* | | <i>Geografi</i> |
| Produktion | | |
| Kultur | | |
| Geografisk placering | | |
| Egenskaber | <i>Fysik/kemi</i> | |
| Indhold/bestanddele* | <i>Ny viden</i> | |
| Selverhvervet ny viden | | |
| Referencer | | |
| Smag | | |
| Endnu ikke kendt viden | | |
| Forskningspointe | | |
| Forskningsviden | | |
| Nature of science | | |

madvaner blandt danskere kræver, at maden smager godt. Dette kobles til hverdagens madlavning, tilberedningsformer og kulturelle vaner.

Oplægget indeholder desuden beskrivelser af forskningens praksis og undersøgelsesdesign, hvilket bidrager til de studerendes forståelse af forskningsmetoder. Naturfaglige begreber om sundhedsperspektiver, madmolekylers egenskaber og gastronomiske kulturer anvendes til at forklare forskningsresultaterne. Sidstnævnte perspektiv understøtter forskerens argument om, at resultaterne er nye i en dansk kontekst, men ikke nødvendigvis i fx Asien.

Man kan således sige, at den nye indholdsviden, som de lærerstuderende møder, allerede har gennemgået en didaktisk transposition fra forskning til et passende niveau for målgruppen, men at den mangler en rekontekstualisering fra formidlet forskningsviden til undervisning.

Af tabellen fremgår de indledende 23 koder fra analysen samt de fremkomne tematikker. Der har i kodningen været flere steder, hvor den samme ordlyd for en kode er anvendt (*), men afhængigt af konteksten er de placeret forskellige steder i tematikkerne.

Tre faglige temaer – biologi, geografi og fysik/kemi – danner grundlag for analysen og afspejler de studerendes faglige ståsted. Herigennem identificeres koblinger mellem ny viden og faglighed. Et særskilt tema, hverdagskobling, fremstår som et centralt didaktisk greb anvendt af både studerende og forsker. Dette peger på en fælles intention om at gøre undervisningen relevant og tilgængelig for eleverne.

Temaet bæredygtighed optræder ligeledes tydeligt, hvilket kan tilskrives både festivalens overordnede fokus på “gådefulde alternative fødevarer” og den generelle vægtning af bæredygtighed i naturfagsundervisningen. Forskeren havde et særligt fokus på dette, hvilket muligvis har bidraget til en fremtrædende rolle i de studerendes arbejde.

Fra elementarisering til didaktisering i udvalgte cases

I det følgende fokuseres på de lærerstuderendes didaktiske rekonstruktion i relation til tematikkerne og deres rekonstruktion i forhold til tabel 2. De fire cases – biologi, fysik/kemi, natur/teknologi og STEM – er udvalgt efter kriterier beskrevet i metodeafsnittet. En komplet oversigt over kodningen findes i [bilag 1](#).

Biologi-casen omfatter fire studerende, der designer en workshop med tang. I begrebskortet er forskerens pointer svære at genfinde, men biologifaglige begreber som sundhed, arter, taksonomi og bæredygtighed er tydelige. Hverdagskoblingen ses i opskrifter og tilberedningsformer. Gennem logbogen fremhæves en forskningspointe om smag og bæredygtighed gradvist. De studerende didaktiserer indholdet via hverdagskoblinger, hvilket tolkes som en *akkommodativ* rekonstruktion.

De studerende veksler mellem et fokus på fagtraditionelle aktiviteter og det nye indhold, som nogle gange virker afkoblet fra resten af forløbet, og således fremstår den nye viden *kumulativt* rekonstrueret i den samlede undervisningsplan. Fx vælger de en klassisk øvelse, hvor eleverne skal hælde kogende vand på tang for at se den grønne farve fra klorofyl, men aktiviteten kobles ikke til sundhed og mad. Workshoppen afsluttes med en aktivitet med fokus på smag, som de lærerstuderende har designet, hvor eleverne skal lave tangpesto. Dette kan tolkes som en *akkommodativ* rekonstruktion af den nye viden. De studerende rekonstruerer undervejs mellem de tre afprøvninger på dagen og skifter fra et fokus på smag til et større fokus på sundhed. De skriver om deres overvejelser om, "hvad der er vigtigst", i deres logbog:

"Så i stedet for at snakke meget om smagen af tang, så blev der i den sidste undervisningsgang fokuseret mere på de fedtsyrer, som tang indeholder, og hvorfor de er ekstra gode som menneskeføde."

Dette kan beskrives som et tilfælde, hvor de studerendes forestilling om læringskonteksten, eller undervisningens mål fungerer som et filter, der undertrykker indholdsviden i den observerede undervisningspraksis, eller hvor de studerendes forhold til tang-aktiviteten som en sjov aktivitet virker som en forstærker for samme.

Fysik/kemi-casen involverer syv studerende, der også arbejder med tang. Her fremstår smag som den mest centrale forskningspointe i elementariseringen/begrebskortet, som også rummer biologiske og geografiske begreber relateret til sundhed, bæredygtighed og kultur. Gruppen ønsker fra starten at koble faglighed med hverdagsaspekter, hvilket ses i deres fokus på tilberedning og madlavning. Under didaktiseringen vælger de bevidst at formidle en forskningspointe, som de beskriver i logbogen:

"Oplægget med [...] inspirerede os til at arbejde med konsistens og smag. En vigtig pointe, vi tog med fra oplægget, var, at for at en alternativ fødevarer skal kunne erstatte en velkendt fødevarer, skal den alternative fødevarer behandles således, at den opnår en lignende konsistens og smag. I løbet af undervisningen nævnte vi ikke ordet bacon, selvom hensigten med aktiviteterne var at få tang til at smage af bacon, på baggrund af tangarten søls kemiske egenskaber. Derfor var undervisningen præget af et elevundersøgende arbejde."

Dette tolkes som en *akkommodativ* rekonstruktion, hvor forskningspointen integreres i en autentisk problemstilling. Gruppen *assimilerer* også en forskningspointe via en klassisk smageaktivitet med de fem grundsmage. I logbogen udtrykker de behov for at genbesøge elementariseringen og skifter fokus fra sundhed til taksonomi og produktion. Gruppen arbejder tværfagligt og overskrider fagets traditionelle græn-

ser, samtidig med at de fastholder hverdagskoblingen. Casen illustrerer, hvordan forskningspointer og praksis *akkommoderes*, og hvordan fagligheder inddrages for at understøtte formidlingen af ny viden. I dette tilfælde når den nye indholdsviden helt ud i både planlægning, udførelse og refleksion, og hverdagskobling er en tydelig forstærker i deres valg og tilrettelæggelse. Casen giver tydelige tegn på en udvikling af personlig lærerfaglighed.

Natur/teknologi-casen omfatter tre studerende, der arbejder med tang. I begrebskortet er forskningspointerne kun svagt repræsenteret – smag nævnes én gang – men der fremgår også en tydelig markering af manglende indholdsviden via et spørgsmålstejn. Elementariseringen domineres af biologiske og geografiske begreber som produktion, arter, taksonomi og bæredygtighed. Dette tyder på, at de studerende griber fat i den indholdsviden, de kender, men ikke tager hensyn til eller har svært ved at indlejre den nye indholdsviden.

Under didaktiseringen søger de studerende aktivt at tilegne sig den viden, de mangler, hvilket styrker deres forståelse og engagement. I logbogen skriver de:

“Vi startede på bar bund og vidste ikke særlig meget om tang, men fandt en spændende forskningsartikel fra 2022, som præsenterede lidt om tang. Her blev vi grebet af det, da vi fandt ud af, at tang kan meget mere, end vi selv gik og troede, og at det har mange flere positive ting at bidrage med, og at det ikke kun er det snaskede, der ligger på stranden. Ved at læse forskellige artikler og undersøge noget mere, fx om tilladelsen til at dyrke tang og tangs egenskaber, blev vi klogere på, hvordan vi ville bruge det i forløbet med alternative gådefulde fødevarer.”

I undervisningsplanen præsenteres den nye indholdsviden som et oplæg i starten, mens elevaktiviteterne primært bygger på klassiske aktiviteter – fx farveændring ved kogende vand på tang – hvilket kan tolkes som en *kumulativ* rekonstruktion. Forskningspointen om smag *assimileres* i en blindsmagningsaktivitet og *akkommodativt* i en aktivitet med tangpesto, hvor eleverne kobler faglig indholdsviden til hverdagspraksis. Casen viser, hvordan de studerende balancerer mellem ny indholdsviden og fagets traditioner, og hvordan forskningspointerne samlet set assimileres i en eksisterende forståelse af natur/teknologi-undervisning. De studerendes egen jagt på indholdsviden til at understøtte de mangler, de har, og dennes bidrag til at forme sidstnævnte aktivitet bliver her et tydeligt eksempel på didaktisk rekonstruktion og udvikling af personlig lærerfaglighed.

STEM-casen involverer tre studerende med fokus på en forskningspointe om smag. Elementariseringen starter med et begrebskort, hvor krydderier er centralt placeret.

De studerende inddrager naturfaglige perspektiver som sundhed, produktion og molekyleopbygning, og bæredygtighed fremgår også.

Under didaktiseringen udvikles smagsbegrebet fra et hverdagsfokus på krydderier til et mere fagligt begreb om umami. Dette tolkes som en udvikling i de studerendes forståelse af indholdsviden, hvor de studerende skelner mellem aromastoffer og smagsstoffer. De studerende noterer i logbogen, at de søger ny indholdsviden undervejs. De studerende vælger et kemifagligt perspektiv på umami og inddrager nye begreber som nukleotider og glutamat. Der tilføjes også biologifaglige perspektiver på smagsmekanismer, mens bæredygtighed og kultur nedtones. Forskningspointerne formidles i et oplæg, hvilket umiddelbart fremstår *kumulativt*, men hovedpointen om smag og umami integreres tydeligt i aktiviteterne, hvor eleverne smager på forskellige madkombinationer.

Casen viser en dynamisk og iterativ vekselvirkning mellem elementarisering og didaktisering, hvor faglig indholdsviden og elevaktiviteter udvikles i tæt samspil.

Overordnet integreres forskningspointerne stadig *kumulativt* og separat i starten af undervisningen, men de studerendes integration af smag i aktiviteterne kan tolkes som en *akkommodativ* rekonstruktion af den faglige indholdsviden og forskningspointerne i aktiviteterne. Denne case fremstår også som et tydeligt eksempel på en didaktisk rekonstruktionsproces, hvor de studerende både udvider deres egen indholdsviden, og i deres undervisningspraksis, både i refleksion, planlægning og gennemførelse, synes at udvikle deres personlige lærerfaglighed, ved en ændret forståelse af, hvordan man skal undervise i dette indhold.

På hvilken måde bringer studerende forskningspointer og ny viden frem i den didaktiske rekonstruktion på tværs af cases?

På hvilken måde anvender studerende begrebskortet til elementarisering?

De studerende anvender begrebskortlægning på tværs af cases til at synliggøre eksisterende og manglende viden. Generelt formår grupperne at identificere centrale forskningspointer, fx begrebet smag, og placere dem i relation til deres forforståelse. Kortlægningen tydeliggør de studerendes forhold til indholdsviden, hvilket fremgår af kodningen, hvor begreber kobles med semantiske led, men det fremstår mindre tydeligt, om den viden er ny eller fremkommer som en del af deres eksisterende viden. Begrebskortlægningen viser få eksempler på indplacering af metoder, hypoteser og teorier.

De studerende indfanger ikke hele forskningsindholdet fra oplægget. Derfor opstår der tilsyneladende også en elementarisering og favorisering i begrebskortlægningen af den viden, de studerende kan koble til deres eksisterende indholdsviden og eksisterende personlige lærerfaglighed. En konsekvens er, at forskningspointer bortfalder

under begrebskortlægningen, da de ikke kan kobles til eksisterende begreber, som de studerende selv kender eller finder relevante for eleverne at lære. Et eksempel er en fremtrædende forskningspointe om, at der skal være mad nok til alle i verden, som er fraværende i alle kortlægninger – i modsætning til begrebet smag, der er velkendt for de fleste studerende.

Begrebskortet anvendes ikke i den videre rekonstruktion. Ingen studerende genbesøger eller udbygger kortet i planlægningsfasen, og det bruges primært til at bearbejde forskningsoplægget og fastholde de indledende forståelser. Selvom elementariseringen i figur 2 fremstår som grundlag for det videre arbejde, bliver det fravalgt at genbesøge pointerne fra dette. Skal begrebskortlægning anvendes meningsfuldt, bør det indgå som en fast del af et iterativt forløb. Dette kunne understøtte MER's dialektiske forhold mellem indholdsviden og undervisningsperspektiver (jf. figur 1).

Fastholder logbøgerne forskningspointer og ny viden i rekonstruktionen?

Logbøgerne anvendes i hovedtræk som et planlægningsværktøj eller til dokumentation af læringsudbytte. Dermed giver de tydelige eksempler på planlægning og refleksion i undervisningen. De studerende reflekterer over ny indholdsviden og nye forskningspointer – både hvordan denne indholdsviden kan didaktiseres, og hvad der karakteriserer ny viden for eleverne.

Logbøgerne antyder, at de studerende er bevidste om deres egen begrænsning i forhold til indholdsviden, altså hvornår de mangler viden, og aktivt søger at uddybe forskningspointer – enten ved at læse op eller ved at finde supplerende kilder. Dette kan indikere, at et forskningsoplæg og en begrebskortlægning kun udgør begyndelsen af elementariseringen. Fx noterer en gruppe, der arbejder med tang, et behov for viden om ulemper, men søger dette uden for oplægget.

Generelt udtrykker de studerende gennem logbøgerne et behov for enten at genbesøge, eller at udbygge deres indholdsviden. At den nye forskningsviden ikke kun er noget, der kommer fra én kilde, men skal understøttes af andre kilder, hvilket understreger potentialet for iterativt at elementarisere de nye indsigter for at genforhandle, hvilken ny indholdsviden der er tale om, hvem denne viden er ny for, og hvad det elementære heri består af.

Ender den nye forskningsviden i undervisningen?

Undervisningsplanerne og observationerne fra undervisningen, indikerer at flere grupper primært rekonstruerer forskningspointer gennem indledende oplæg. Dette kan beskrives som en *kumulativ* rekonstruktion, hvor indholdsviden tilføjes, men ikke integreres i aktiviteterne. Det kan skyldes en udfordring med at omsætte forskningsviden til praksis eller være et bevidst valg – dog fremgår bevæggrunden sjældent af empirien.

Pointen om smag fra forskerens oplæg, fx “smag er den vigtigste faktor for forbrugernes madvalg”, er særligt fremtrædende i de fleste gruppers rekonstruktion. I flere aktiviteter smager eleverne på maden og arbejder med at opnå velsmag. I natur/teknologi er der fx en aktivitet, hvor eleverne smager på tørret og frisk tang. Efterfølgende fremstiller eleverne tangpesto med det formål at bringe forskningspointen frem. STEM-holdet arbejder med umami, og eleverne vurderer forskellige ingredienser for at finde den bedste smagskombination.

Observationerne af aktiviteter med smag tydeliggør en udfordring, de studerende har, når de vil formidle, at dette er en forskningspointe om alternative fødevarer, og at der forskes meget i, hvordan disse kan komme til at smage godt. Udfordringen opstår her, når den nye indholdsviden integreres ved *akkommodativ* rekonstruktion. Forskningspointen bliver implicit formidlet gennem aktiviteten og fremtræder ikke tydeligt for eleverne som forskning. Muligvis er de studerende i planlægningen selv opmærksomme på, at forskningspointen ikke er tydelig. Dette kunne muligvis bidrage til nogle af gruppernes valg om at formidle forskningspointen separat.

Om eleverne gennem aktiviteten forstår, at smagen er en forskningspointe, eller blot er vigtig, er ikke undersøgt, men det tyder på, at de studerende vurderer måden, hvorpå den nye indholdsviden integreres, som vigtig for at formidle, at det er forskning.

Didaktisk rekonstruktion får ny indholdsviden i dialog med eksisterende fagforståelser og aktiviteter

Begreberne kumulation, assimilation og akkommodation fra tabel 2 anvendes som analytisk blik til at nuancere, hvordan ny naturvidenskabelig forskningsindholdsviden, når ud i undervisningens planlægning, gennemførelse og refleksion. – på både aktivitets- og undervisningsniveau. Fx viser et tangforløb, at en aktivitet med farveskift ved kogning fremstår *kumulativ*, da den ikke direkte inddrager forskningsviden eller -pointer. En efterfølgende smagsaktivitet fremstår *akkommoderet*, idet den kobler sanselig erfaring med forskningsviden om smag. Samlet kan forløbet beskrives som *assimilativt*, hvor tang fungerer som fælles omdrejningspunkt.

Analysen af logbøgerne antyder, at motivation ofte kobles til oplevelser snarere end forskningspointer. Fx fremhæves “sjove” aktiviteter som centrale, hvilket afspejler et personligt lærerfagligt syn, hvor motivation i sig selv vurderes som en måde at undervise i indholdet på. MER-modellen illustrerer det dialektiske forhold mellem elementariseringsprocessen og underviserens den personlige fagrettede lærerfaglighed, men viser ikke nødvendigvis, hvordan dette konkret udspiller sig i aktiviteter. Her kan begreberne fra tabel 2 bidrage til at tydeliggøre, hvordan underviseren vælger, at ny indholdsviden skal integreres – ikke nødvendigvis som en omdannelse af hele

undervisningen, men også at enkelte aktiviteter (*assimileret*) kan tilføjes til underviserens eksisterende erfaring og repertoire.

Når fagforståelse udkonkurrerer den nye indholdsviden

Et vigtigt eksempel på, hvornår elementariseringen er afsluttet, og de studerende har besluttet sig for, hvilken indholdsviden der er elementær, er biologicasen, hvor de studerendes forhandling om aktivitetens forskningsbaserede fokus på smag skifter undervejs mellem de tre iterationer i workshoppen. De studerende noterer selv undervejs, at de i den første iteration fokuserede på smag, men skiftede til tangens indhold, fx fedtsyrer. Dette viser elementariseringen som en ikke afsluttet proces, og deres forståelse af, hvad der er vigtigt i workshoppen, kan ændres hele vejen ud i undervisningens gennemførelse. I dette eksempel virker den personlige forestilling om læringskonteksten som et filter, og forskningspointen, de tidligere havde inddraget, forsvinder efterfølgende. Dette tidlige perspektiv tydeliggør, at studerende kan afvise deres egne hensigter om integrering af ny forskningsviden eller nye forskningspoint gennem en påvirkning af deres etablerede personlige lærerfaglighed. Dette er et eksempel på, at elementerne i MER (figur 1) er til forhandling og er underlagt både filtre og forstærkere, og at denne forhandling foregår helt ud i undervisningens gennemførelse.

Didaktisk rekonstruktion som designproces

Analysen af de fire cases viser i flere tilfælde, at de studerende har behov for at gentage elementariseringen og forhandle den mest centrale indholdsviden i forhold til, hvad eleverne skal lære. Derudover tydeliggør de studerende et behov for at opdatere sig på og dykke ned i ny supplerende indholdsviden, jo mere afklarede de bliver om deres undervisningsproces. Vi tolker de studerendes proces med at designe undervisningsforløb ud fra ny viden som en iterativ proces, hvor de springer mellem flere delelementer i den didaktiske rekonstruktion. Denne proces afspejler MER-modellen ikke, den beskriver blot samspillet af orienteringerne i didaktisk rekonstruktion. Operationaliseringen af de studerendes proces ud fra MER-modellen kunne derfor, af praktiske hensyn, i højere grad afspejle eller integreres i en designmodel for udvikling af undervisningsdesign for lærerstuderende og lærere eller til design af læremidler for læremiddelforfattere.

Konklusion

I denne undersøgelse har vi undersøgt, på hvilken måde naturfagslærerstudierende inddrager ny naturvidenskabelig indholdsviden, under hensyn til elementer af MER's

didaktiske rekonstruktion i deres konkrete planlægning, gennemførelse og refleksion i undervisningen, af grundskoleelever. For at analysere, hvordan indholdsviden integreres i undervisningsaktiviteter, har vi operationaliseret og anvendt begreberne kumulativ, assimileret og akkommoderet rekonstruktion.

Analysen af fire cases om studerendes didaktiske rekonstruktion, som indeholder begrebskortlægning, logbøger og undervisningsplanlægning, viser, at studerende på forskellig måde er i stand til at bringe ny indholdsviden i spil i undervisningssituationen, og at graden af dette kan analyseres gennem ovennævnte begreber.

Ved elementariseringen af ny indholdsviden i forhold til deres egen personlige lærerfaglighed er de studerende i stand til indledningsvis at benytte begrebskortlægning, men resultaterne tyder i denne kontekst på, at de studerende hovedsageligt anvender dette til naturfagligt vidensindhold. Kun i få tilfælde er forskningspraksis anbragt i begrebskortet. Begrebskortlægning fravælges generelt af de studerende som et værktøj til fastholdelse og udvidelse af viden undervejs i planlægningen af aktiviteter. De studerendes personlige indholdsviden synes at sætte en begrænsning for deres mulighed for at indplacere den ny indholdsviden i deres personlige fagrettede lærerfaglighed. Dette er i tråd med Schiering (2022), der beskriver indholdsviden som afgørende for at udvikle PCK.

På aktivitetsniveau ses ofte en kumulativ rekonstruktion, hvor ny viden præsenteres i indledende oplæg. Der er enkelte eksempler på akkommodativ rekonstruktion, hvor forskningspointer omdannes til nye undervisningsaktiviteter. Assimilation af ny indholdsviden i eksisterende aktiviteter forekommer sjældent, men på forløbsniveau ses et samspil mellem forskellige typer af aktiviteter, hvor forskningspointer integreres mere nuanceret.

I analysen af sammenhængen mellem begrebskortlægning, logbøger, undervisningsplaner og observationer fra klasserummet har det været muligt at konkludere, at de studerende kontinuert ændrer på både undervisningens form og undervisningens indhold. Konklusionen er, at didaktisk rekonstruktion ikke kan betegnes som en afsluttet proces, når undervisningen afvikles, men fortsætter helt ud i dialogen med eleverne, hvor de studerende træffer beslutninger om at ændre undervisningens mål.

Resultaterne tyder på, at de studerendes forestilling om læringskonteksten eller fagets identitet, kan fremstå som et filter og kan påvirke hensigten med at inddrage ny indholdsviden i undervisningen. I disse tilfælde returnerer de studerende til deres eksisterende personlige lærerfaglighed eller forestillede den forestillede læringskontekst for undervisningsfaget. Konklusionen må være, at den didaktiske rekonstruktion ikke kun er et samspil, men at der også kan introduceres en modsætning til den eksisterende lærerfaglighed, der kan være relevant at undersøge.

Denne undersøgelse viser ligeledes, at elementariseringen ikke fremstår som en lineær proces, men at selve den didaktiske rekonstruktion i højere grad skal ses som

en dynamisk og iterativ designproces, snarere end en mere fastlagt transposition, der er afsluttet inden undervisningens start.

Carlson et. al. (2019) beskriver indholdsviden som en af lærerens vidensbase, men der mangler måske viden om, hvordan denne viden er i samspil med den nyeste naturvidenskabelige forståelse af verden. Ligeledes hvordan underviserens forestillingen om fagdidaktik kan være integreret i underviserens personlige lærerfaglighed og fungere som et filter eller modstand mod at inddrage ny indholdsviden.

For praksis peger undersøgelsen på et behov for at udvikle værktøjer til at fastholde intentionen om at inddrage ny indholdsviden i den didaktiske rekonstruktion – både for elever og for lærere. Der bør være opmærksomhed på, at de eksisterende fagforståelser kan skabe modstand mod ny viden, og at denne forhandling er central at reflektere over for undervisere i rekonstruktionsprocessen.

Tak til Beth Wehner Andersen, Maiken Rahbek Thyssen, Frank Jensen, Tine Bunk Schrøder og Poul Kristensen for samarbejdet om det indledende analysearbejde og afholdelsen af festivalen.

Referencer

- Achiam, M. & Marandino, M. (2014). A framework for understanding the conditions of science representation and dissemination in museums. *Museum Management and Curatorship*, 29(1), 66-82. <https://doi.org/10.1080/09647775.2013.869855>
- Ahrenkiel, L. & Petersen, M.R. (2016). Didaktisk rekonstruktion og samarbejde i naturfag. I T.R.S. Albrechtsen (red.), *Professionelle læringsfællesskaber og fagdidaktisk viden* (s. 218-232). Dafolo.
- Aiello-Nicosia, M.L. & Sperandio-Mineo, R.M. (2000). Educational reconstruction of physics content to be taught and of pre-service teacher training: A case study. *International Journal of Science Education*, 22(10), 1085-1097. <https://doi.org/10.1080/095006900429457>
- Astra. (u.å.). *Naturvidenskabsfestival*. <https://naturvidenskabsfestival.dk>
- 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. (2022). Toward good practice in thematic analysis: Avoiding common problems and becoming a knowing researcher. *International Journal of Transgender Health*, 24(1), 1-6. <https://doi.org/10.1080/26895269.2022.2129597>
- Braun, V., Clarke, V., Hayfield, N. & Terry, G. (2019). Thematic analysis. I P. Liamputtong (red.), *Handbook of research methods in health social sciences* (s. 843-860). Springer.
- Carlson, J., Daehler, K.R., Alonzo, A.C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., Carpendale, J., Kam Ho Chan, K., Cooper, R., Friedrichsen, P., Gess-Newsome, J., Henze-Rietveld, I., Hume, A., Kirschner, S., Liepertz, S., Loughran, J., Mavhunga, E., Neumann, K., Nilsson, P., ... Wilson, C.D.

- (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. I A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Red.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (s. 77-94). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2
- Chevallard, Y. (1989). On didactic transposition theory: Some introductory notes. I *Proceedings of the international symposium on selected domains of research and development in mathematics education* (s. 51-62). University of Bielefeld og University of Bratislava.
- Duit, R., Gropengiesser, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction: A framework for improving teaching and learning science. I D. Jorde & J. Dillon (red.), *Science education research and practice in Europe* (s. 13-37). Brill.
- Ellebæk, J.J., & Nielsen, B.L. (2016). Pedagogical Content Knowledge (PCK) – et tiltrængt naturfagsdidaktisk forskningsfelt i Danmark? *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, 0(4). <https://doi.org/10.7146/mona.v0i4.36420>
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. I A. Berry, P.J. Friedrichsen & J. Loughran (red.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (s. 28-42). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315735665>
- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2021). Didaktische Rekonstruktion als Planungs- und Forschungsrahmen nutzen: Fachliche Klärung, Gestaltung und Evaluation einer universitären Lehrveranstaltung zum Thema Gehirn und Lernen. *Herausforderung Lehrer*innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion (HLZ)*, 4(2), 165-192. <https://doi.org/10.11576/hlz-2548>
- Hamza, K., Palm, O., Palmqvist, J., Piqueras, J. & Wickman, P.-O. (2018). Hybridization of practices in teacher-researcher collaboration. *European Educational Research Journal*, 17(1), 170-186. <https://doi.org/10.1177/1474904117693850>
- Illeris, K. (2021). *15 aktuelle læringsteorier*. Samfundslitteratur.
- Krørup, M.L., Jensen, L.R., Petersen, N.A.I., Bertel, L.B. & Elmose, S. (2023). *Vidensbaseret praksis i STEM-fagene: Et forskningsbaseret udviklingsprojekt*. Naturfagsakademiet.
- Merriam, S.B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education. Revised and expanded from "Case study research in education"*. ERIC.
- NAFA. (u.å.-a). *Om NAFA*. <https://nafa.nu/om-nafa>
- NAFA. (u.å.-b). *Aktualisering af naturfagsundervisningen gennem didaktisk rekonstruktion*. <https://nafa.nu/cese-varetager-nafas-naturfagsdidaktiske-forskning/forskningsprojekter/aktualisering-af-naturfagsundervisningen-gennem-didaktisk-rekonstruktion/>
- Novak, J.D. & Cañas, A.J. (2006). *The theory underlying concept maps and how to construct them*. Florida Institute for Human and Machine Cognition.

- Rambøll & Københavns Professionshøjskole. (2019). *Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen*. Styrelsen for Undervisning og Kvalitet. <https://uvm.dk/media/vkedhpn/191203-undersogelse-af-kompetencebehov-blandt-naturfagslaerere-i-grundskolen.pdf>
- Remmen, K.B. (2024). En kritisk diskusjon av 'tematisk analyse etter Braun og Clarke (2006)' i naturfagdidaktiske studier. *Nordic Studies in Science Education*, 20(1), 57-71. <https://doi.org/10.5617/nordina.10094>
- Schiering, D., Sorge, S., Keller, M.M. & Neumann, K. (2022). A proficiency model for pre-service physics teachers' pedagogical content knowledge (PCK): What constitutes high-level PCK? *Journal of Research in Science Teaching*, 60(1), 136-163. <https://doi.org/10.1002/tea.21793>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Thisted, J. (2013). *Forskningsmetode i praksis*. Munksgaard.
- Winsløw, C. (2006). *Didaktiske elementer. En indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik*. Biofolia.
- Yazan, B. & Vasconcelos, I. (2015). Three approaches to case study methods in education: Yin, Merriam, and Stake. *The Qualitative Report*, 20(2), 134-152.
- Zabel, J. & Wanitschke, J. (2023). Wie Lehramtsstudierende nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion Unterricht planen – eine explorative Studie. I K. Bliesmer & M. Komorek (red.), *Didaktische Rekonstruktion – fachdidaktischer Ansatz für aktuelle Bildungsaufgaben* (s. 97-110). BIS-Verlag.

English abstract

When new knowledge is introduced in teaching, it is often presented at a level that is not directly accessible to pupils. Teachers must therefore reconstruct the content didactically, so that it becomes meaningful for the target group. This case study examines how preservice science teachers reconstruct new knowledge about alternative foods for teaching in primary school. The study draws on concept mapping, learning logs, lesson plans, and observations from ASTRA's Science Festival. The results show different ways of reconstruction and indicate that the students' preconceptions of the science curriculum sometimes function as a filter for instructional decisions in teaching situations.

Typologi for læremidler og ressourcer, der kan bruges til læring eller undervisning



Stig Toke Gissel, UC
Lillebælt

Abstract: Denne artikel præsenterer et nyt bud på en typologi for midler, der kan anvendes til undervisning og læring på tværs af fag og uddannelser. Den skal imødekomme en række behov: Den skal være forståelig for praktikere og studerende, internationalt gangbar, inklusiv, fx i forhold til naturfagernes læremidler, og konsistent. Typologien skaber en begrebslig plads til virkelighedens fysiske entiteter og reserverer en særlig kategori til tekster af forskellig art, som bruges i undervisningen. Typologien skelner desuden mellem "læremidler", som bærer præg af at være beregnet til undervisningsbrug, og "læringsressourcer", hvor brugeren skal være mere didaktisk kreativ for at anvende dem didaktisk.

Typologi for læremidler og ressourcer, der kan bruges til læring eller undervisning

Læremidler udgør en central komponent i undervisning og læring, men deres mangfoldighed og kompleksitet gør det udfordrende at skabe en fælles forståelse af, hvordan de bedst kan kategoriseres og analyseres. Der er internationalt set ikke et etableret fælles begrebsapparat for læremidler og forskellige undertyper af læremidler (Gissel & Buch, 2020). Fx er "instructional materials", "educational resources", "textbooks" og "learning modules" alle indekserede termer i de internationale databaser for uddannelsesforskning. Denne pluralisme kan gøre det besværligt at lave forskningsreviews om fx lærebøger.

ICILS-undersøgelsen (Fraillon, Ainley, Schulz, Duckworth et al., 2019; Fraillon, Ainley, Schulz, Friedman et al., 2019; Fraillon et al., 2020) opererer i forhold til digitale undervisningsmidler med et skel mellem IT-hjælpeprogrammer og digitale læremidler, som imidlertid hverken defineres eller anvendes med en gennemskuelig konsekvens (Gissel et al., 2021).

Heller ikke i Norden bruger vi et fælles begrebsapparat. Den tredelte typologi med didaktiske, semantiske og funktionelle læremidler, introduceret nogenlunde samtidig i to tekster af hhv. T.I. Hansen (2010) og J.J. Hansen (2010), har haft en vis udbredelse i Danmark. Men som jeg vil vise i gennemgangen af tidligere typologier, har nordiske forskere brugt andre termer end de tre danskproducerede. Internationalt set, altså ud over Norden, er den tredelte typologi heller ikke levedygtig, da man i en angloamerikansk tradition ikke opererer med didaktik-begrebet, og da læremiddel-begrebet ikke umiddelbart har en engelsk pendant.

Hidtidige typologier bærer desuden præg af at være bedre egnet til at karakterisere nogle fag- eller fokusområders læremidler end andre. Dette vil jeg begrunde i min gennemgang af tidligere begrebsapparater. Men et for snævert fokus begrænser mulighederne for at beskrive læremidlers karakteristika, funktion og anvendelse i og på tværs af forskellige undervisningskontekster. Vi har derfor behov for at drøfte, hvordan en mere nuanceret, inklusiv og systematisk typologi kan tage sig ud.

Denne artikel præsenterer en ny typologi for læremidler, der har til formål at tilbyde et begrebsligt fundament, der kan understøtte både forskning, udvikling og didaktisk refleksion vedrørende både ting, der bærer præg af at være egnet til undervisningsbrug og læring, og ting, der ikke umiddelbart er beregnet til undervisningsbrug, men som alligevel kan inddrages i undervisnings- og læreprocesser. En typologi, der er relevant og brugbar for aktører på tværs af uddannelsesniveauer og fagområder, kan skabe et fælles sprog og bidrage til en fælles forståelse af midler til læring, men også af, hvad der er særegent for fagene og uddannelsesniveauer og -retninger i forhold til deres læremidler og de ressourcer, lærerne ynder at anvende i undervisningen.

Artiklen indledes med en gennemgang af eksisterende klassifikationer med fokus på deres relevans og begrænsninger. Dette efterfølges af en præsentation af den nye samlede typologi. Herefter gennemgås typerne hver for sig ledsaget af eksempler. Jeg gør også rede for typologiens teoretiske fundament. Afslutningsvis perspektiverer jeg den nye typologi til de tidligere bud.

Typer af læremidler og typologier for læremidler – et historisk rids

Tabel 1 viser et overblik over udviklingen i og sammenhængen mellem læremiddeleypologier, som jeg med inspiration fra Gilje (2021) har vurderet er relevante at inddrage i denne sammenhæng. Figuren gengiver Giljes (2021) tabel i de første tre rækker, mens jeg har suppleret den med Giljes eget bidrag.

Tabel 1. *Forskellige trin i udviklingen i og sammenhængen mellem læremiddeltypologier. Tabellen bygger videre på Gilje (2021), som var en videreudvikling af tabellen i Skjelbred (2019).*

| | | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Skyum-Nielsen (1995) | – | – | Primary educational texts | Secondary educational texts |
| Hansen (2010) | Funktionelle læremidler | Funktionelle læremidler | Didaktiske læremidler | Semantiske læremidler |
| Skjelbred (2019) | Værktøjer | Genstande | Primære skoletekster | Sekundære skoletekster |
| Gilje (2021) | Primære værktøjer | Sekundære værktøjer | Primære skoletekster | Sekundære skoletekster |
| | Læringsressourcer | | Læremidler | |

Jeg vil i det følgende gennemgå hvert niveau i tabellen.

Peder Skyum-Nielsens skel mellem primære og sekundære pædagogiske tekster

Skyum-Nielsen (1995) formulerede en analytisk skelnen mellem *primære uddannelsestekster*, der er produceret specifikt med henblik på undervisning, og andre tekster, *sekundære uddannelsestekster*, der kan anvendes til undervisning:

“Primære uddannelsestekster er dem, der oprindeligt var tiltænkt at fungere i uddannelse og undervisning [...] I modsætning hertil er sekundære uddannelsestekster dem, som ganske vist kan anvendes i uddannelse og undervisning, men som ikke oprindeligt var tiltænkt dette formål” (Skyum-Nielsen, 1995, s. 172, egen oversættelse).

Både Skyum-Nielsens skel mellem tekster intenderet til undervisningsbrug og tekster, som ikke er det, og brugen af det internationalt gangbare begreb “educational texts” finder jeg brugbare og præcise. Som det ses i tabel 1, ligger Skyum-Nielsens fokus dog kun på tekster, hvorfor vi er nødt til at brede vores fokus ud til at inkludere andre typer midler, der kan inddrages i undervisningen.

Hansen og Hansens tredelte typologi

J.J. Hansen (2006) introducerer i relation til digitale læremidler et skel mellem “didaktiske læremidler” og “kontekstuelle læremidler” og skelner mellem, om læremidlerne er designet “til bestemte pædagogiske formål eller helt er underlagt den pædagogiske rammesætning” (s. 156). Skellet går altså på, om læremidlerne er didaktiserede, dvs. gjort egnede til undervisningsbrug, fra producentens side, eller om didaktiseringen alene er lærerens opgave.

Dette blev senere udvidet til en tredelt typologi for læremidler, der inddeler læremidler i hhv. didaktiske, semantiske og funktionelle læremidler (T.I. Hansen, 2010; J.J. Hansen, 2010; Hansen & Skovmand, 2011).

Didaktiske læremidler

Didaktiske læremidler er læremidler, som “er produceret med henblik på undervisning i et bestemt indhold og derfor har en indlejret didaktik: lærebogssystemer, netbase-rede undervisningsmaterialer, faglige læringsspil [...]” (Hansen & Skovmand, 2011, s. 19). Sammenholder vi Hansens typologi med Skyum-Nielsens begreber, svarer hans *primære pædagogiske tekster*, der er produceret specifikt med henblik på undervisning, til de didaktiske læremidler. At disse tekster udgør en særlig kategori, virker ukontroversielt i alle de undersøgte typologier.

Semantiske læremidler

Kategorien semantiske læremidler vil jeg udfolde grundigt, da der her er en vis uklarhed om, hvad kategorien omfatter. Min antagelse er, at kategorien er bedst egnet til at karakterisere *tekster*, der *ikke* er produceret med henblik på undervisning, men kan inddrages i undervisningen, og at den ikke egner sig så godt til at beskrive den rolle, som fx objekter, der inddrages i undervisningen, kan spille.

I T.I. Hansen (2010) defineres kategorien semantiske læremidler således:

“ting, billeder, film, tekster og andre artefakter, der ikke har en iboende didaktik, men som læreren kan bruge til at bringe et meningsfuldt indhold ind i undervisningen. De er altså semantiske (betydningsmæssige), men ikke didaktiske førend læreren bruger dem i didaktisk øjemed” (s. 108).

Semantik betegner normalt en gren af lingvistikken, der beskæftiger sig med betydning, som er sprogligt kodet. Dette giver særlig god mening i forhold til diverse tekster. Semantiske læremidler omfatter således bl.a. tekster, der ikke er produceret med henblik på anvendelse i undervisningen, men som *kan* bruges i undervisningen. Fx når dansklæreren vælger at bruge en novelle, en kortfilm, en fagtekst eller et maleri i sin undervisning. Det svarer til Skyum-Nielsens *sekundære pædagogiske tekster*, der ikke er skabt til, men *kan* anvendes til undervisning. Teksterne skaber betydning og spiller en rolle som meningsfulde tekster uden for skolesammenhænge, i civilsamfundet. Disse tekster kan *didaktiseres* af læreren, dvs. gøres egnede til undervisning, ved at læreren sætter faglige mål for inddragelsen, tilrettelægger aktiviteter og opgaver til elevernes arbejde med indholdet osv.

Eksemplerne i T.I. Hansen (2010) omfatter imidlertid også “ting” og “andre artefakter” (s. 108), hvilket udvider kategorien markant i forhold til et tekstuel fokus.

Den gængse definition af artefakter er, at det er genstande eller fænomener, “der er frembragt af mennesker” (Sproget.dk, u.å.). De nævnte eksempler på semantiske læremidler hos T.I. Hansen (2010), “ting, billeder, film, tekster og andre artefakter”, er således alle frembragt af mennesker, antager jeg, da de alle kaldes artefakter og bærer på en form for mening. Artefakter er imidlertid ikke alene *tekster*, der er kodet med mening af mennesker, og dette er en grund til, at det kan give anledning til misforståelser at kategorisere alt, der falder inden for begrebet artefakter, som semantiske læremidler.

T.I. Hansen opererer således med et semantikbegreb, der er bredere end det førnævnte, som kun fokuserer på det sproglige (Graf et al., 2012). Hansen er inspireret af Charles Sanders Peirces semiotik (Peirce, 1994), en tegntænkning, der opererer med tre typer tegn: det ikoniske tegn, der ligner objektet (fx et billede eller et kort), det indeksikalske tegn, der har en direkte, fysisk eller kausal forbindelse til objektet (fx røg som indeks for ild, et fodspor, et symptom), samt det symbolske tegn (hvor tegnet er forbundet til objektet gennem en konvention, regel eller vane). Hansen er med sit semantiske fokus optaget af *tegnet*, der henviser til objektet, hos Peirce kaldet *representamen* – repræsentationen, ikke objektet i sig selv.

J.J. Hansens (2010) begreb om semantiske læremidler er snævrere end T.I. Hansens (2010). J.J. Hansen inkluderer også “artefakter”, men skriver samtidig, at kategorien er synonym med “fagtekster” (J.J. Hansen, 2010, s. 20). De semantiske læremidler defineres som “faglige universer, der giver viden form og er betydningsbærende i sig selv. [...] Dermed repræsenterer semantiske læremidler i symbolsk og sproglig form den viden, som skolen formidler” (J.J. Hansen, 2010, s. 20). J.J. Hansen (2010) begrænser i sin fremstilling de semantiske læremidler til at være repræsentationer af verden i en “stiliseret og pædagogisk tilrettelagt form” (s. 51).

J.J. Hansen (2010) skelner mellem tre typer semantiske læremiddel*tekster*, hvor skellet mellem dem går på deres pædagogiske intention:

- *Autentiske tekster*, “der repræsenterer betydningsfuld faglig viden, og som ikke er produceret med faglig formidling som mål”. Denne kategori ligger tættest på T.I. Hansens forståelse af semantiske læremidler, idet de er “autentiske tekster” (s. 53), som ikke er produceret med henblik på brug i undervisning.
- *Adaptive tekster*, “der er produceret med et alment informerende sigte og adapteret til en bestemt modtager, men ikke nødvendigvis til skolebrug” (s. 52). Fx børneromaner, fagbøger, ungdomsfilm, instruktionsbøger og brugsanvisninger.
- *Didaktiske tekster*, “som er produceret direkte til undervisningen med den hensigt at lære eleven noget bestemt” (s. 52). Denne kategori er reserveret til læseteksten i et læseindlæringsystem eller en fagtekst, som indgår i en grundbog og er bearbejdet didaktisk med fx ordforklaringer og opgaver.

Her bliver kategorien semantiske læremidler således både forbundet med *tekster* (og kun tekster), der er produceret med henblik på undervisning og dermed må repræsentere en didaktisk intention, og forbundet med tekster, der ikke er det.

I Hansen og Skovmand (2011) er kategorien semantiske læremidler defineret som “betydningsbærere”, “der bruges betydningsmæssigt (semantisk) til at bringe indhold ind i undervisningen, men uden en indbygget didaktik: film, litteratur, anskuelsesgenstande, webtekster” (s. 19). Her indikerer formuleringen “betydningsbærere”, at de semantiske læremidlers betydning er iboende. Igen passer denne karakteristik godt på tekster, men mindre godt på fx et naturobjekt, vi henter ind i klasselokalet som en anskuelsesgenstand.

Videre skriver Hansen og Skovmand (2011):

“Semantiske læremidler kaldes ofte for tekster eller anskuelsesmaterialer, fordi de bringer viden om verden ind i undervisningen – enten som tekster, der henviser til verden, eller som materialer, der bringer et stykke af verden ind i undervisningen og gør noget anskueligt” (s. 22).

Her skriver de to forfattere om “anskuelsesmaterialer”, som de særligt forbinder med naturfagene. Anskuelsesmaterialer er “indhold fra naturen og naturlige processer. Fossiler, udstoppede dyr, levende dyr, mugnende rugbrød, kogende vand og ekskursioner til anskuelsessteder i naturen” (s. 22). For mig at se skal noget være kodet med mening, for at det kan bringe “viden om verden ind i undervisningen”. Tekster kan formidle viden om verden. Men et fossil eller et levende dyr formidler ikke viden om verden, de er tværtimod de faktiske, oprindelige genstande i eller fra den verden, vi prøver at forstå. Vi kan undersøge dem fagligt og opnå viden om verden. Men det er noget andet. Jeg er dermed enig i, at sådanne materialer kan udgøre et stykke af verden, men ikke i, at de formidler viden eller har en iboende betydning.

Særligt i naturfag, hvor de forskellige objekter, personer eller steder, vi kunne finde på at bruge, besøge og opleve, er en oplagt måde at anskueliggøre fænomener på, får vi brug for en mere præcis og nuanceret definition af disse entiteter i forhold til undervisningsbrug.

Funktionelle læremidler

Hos Hansen og Skovmand (2011) er *funktionelle læremidler* karakteriseret som læremidler, der “bruges som redskab til at håndtere indhold, men som ikke er didaktiske eller semantiske i sig selv: tavler, projektorer, mobiltelefoner, værktøjsprogrammer [...]” (s. 19). Hansen og Skovmand (2011) præciserer yderligere: “Fælles for læremidler af denne type er, at elever og lærere bruger dem til at understøtte læring og undervisning” (s. 21), fx til individuel bearbejdning, kommunikation eller som kompenserende teknologi.

Overvejelser om den tredelte typologi

Tredelingen har haft en vis udbredelse i Danmark, men der skelnes efter min opfattelse ikke klart nok mellem:

- *Materialer, der bærer præg af at være beregnet til undervisning, og materialer, der ikke gør det, men som kan inddrages i undervisningen.*

Kun de didaktiske læremiddeltekster (og hos J.J. Hansen også visse semantiske) synes at være skabt med henblik på undervisnings- og læringsbrug i denne typologi. Men redskaber og fysiske entiteter kan også være skabt til undervisningsbrug. Her vil jeg således gerne udvide dette skel mellem det, der bærer præg af at være beregnet til undervisningsbrug, og det, som ikke gør, til at omfatte alle fysiske entiteter og redskaber, vi kan inddrage som undervisningsmaterialer.

- *Tekster, der skaber betydning gennem konventionaliserede tegnsystemer såsom sprog eller grafik, og fysiske entiteter, som mere eller mindre nemt kan inddrages i undervisningen, men som ikke skaber betydning gennem verbalsprog eller andre konventionaliserede tegnsystemer.*

Teksterne formidler viden, betydning og mening ved at være skabt af mennesker med et kommunikativt formål og ved brug af konventionaliserede tegnsystemer. Entiteter i eller fra verden, derimod, er ikke repræsentationer af verden, men i sig selv oprindelige eksempler på det indhold, vi ønsker at beskæftige os med.

Dagrun Skjelbred: pædagogiske tekster og hjælpemidler

Dagrun Skjelbred (2019) har valgt at videreføre Skyum-Nielsens skelnen mellem primære (eller intenderede) pædagogiske tekster og sekundære (benyttede) pædagogiske tekster. Men Skjelbred (2019, s. 22) skelner også mellem to typer af *hjælpemidler*:

- *Værktøjer*, som bruges til at tolke og skabe tekster, fx skriveredskaber eller tavler
- *Genstande*, som bruges til at konkretisere undervisningen, fx et blad eller et udstoppet dyr.

Det giver i min optik god mening at have de to typer tekster for sig: de primære pædagogiske tekster (eller didaktiske læremidler) på den ene side og de sekundære pædagogiske tekster eller semantiske læremidler på den anden. Dermed undgår vi at indplacere genstande under semantiske læremidler, fordi det netop ikke er tekster, der bærer betydning, som nogen har indkodet, eller er repræsentationer af objektet. De er genstanden *i sig selv*.

Skjelbred er literacy-forsker, og måske er det grunden til, at ovennævnte definition af værktøjer er ret snæver i forhold til at omhandle omgang med tekster. Her er vi

således nødt til at udvide definitionen af værktøjer til at omfatte redskaber, der ikke kun kan bruges til at tolke og skabe tekster, men også bruges til fx at undersøge verden (som et mikroskop eller et termometer).

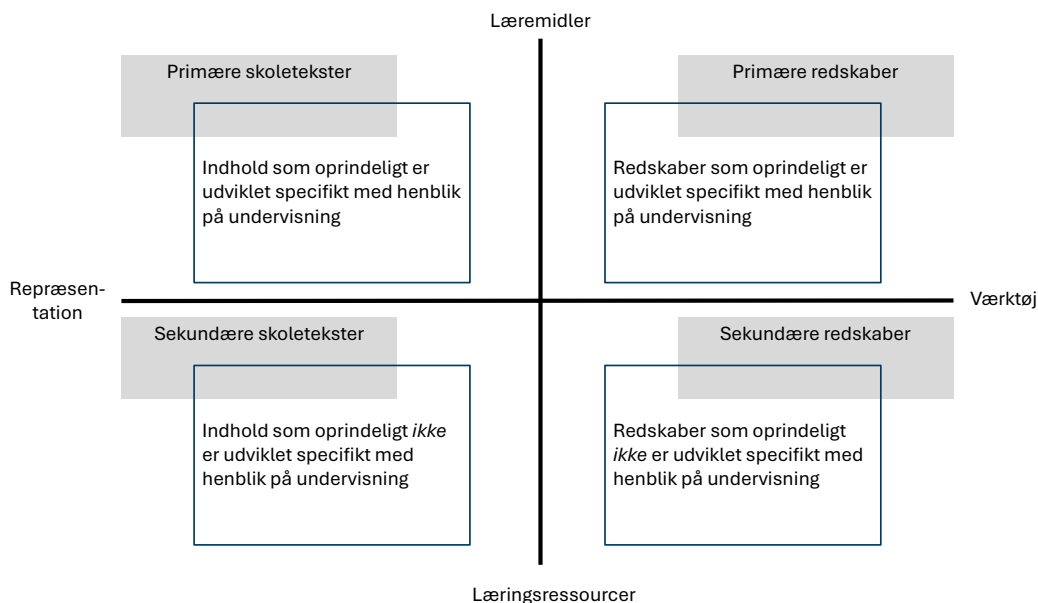
Til gengæld kan vi reservere kategorien sekundære pædagogiske tekster (eller semantiske læremidler, om man vil) til at omfatte tekster, der *repræsenterer* verden og skaber betydning via forskellige tegnsystemer.

Giljes begreb for værktøjer

Gilje (2021) viderefører skellet mellem primære og sekundære skoletekster og udvider det til også at omfatte primære og sekundære værktøjer (figur 1). *De sekundære skoletekster og værktøjer* benævner Gilje med overkategorien *læringsressourcer*. Læringsressourcer er dermed alt, der kan inddrages i undervisningen, men som ikke er skabt med henblik på undervisning.

Fordelen ved Giljes skel er, at vi kan skelne mellem værktøjer, som er skabt med henblik på undervisning, og værktøjer, der ikke er det. Fx er det oplagt at se programmet *GeoGebra* som et værktøj, der er skabt særligt med henblik på undervisning i matematik, selvom der ikke er inkluderet elevopgaver, målangivelser og lignende i programmet. *GeoGebra* ville vi med Giljes terminologi således kalde *et primært værktøj* i forhold til undervisning.

Gilje opsummerer elementerne som i figur 1:



Figur 1. Model over primære og sekundære skoletekster samt værktøjer (fra Gilje, 2021, min oversættelse).

De primære skoletekster og redskaber kalder Gilje *læremidler*. De sekundære skoletekster og redskaber benævner han *læringsressourcer*. På den vandrette akse har vi et kontinuum, der går fra *repræsentation* til *værktøj*. Repræsentation (i venstre side) er det semantiske, de semantiske læremidler, som det er værd at bemærke hos Gilje netop er reserveret til tekster: "Semantiske læremidler medierer et betydningsinnhold innenfor et gitt tegnsystem, for eksempel skrift." (Gilje, 2021, s. 232-233). Det semantiske har dermed hos Gilje en bredde, der minder om J.J. Hansens (2010). I højre side har vi værktøjerne, som svarer til de funktionelle læremidler hos T.I. Hansen (2010) og Hansen og Skovmand (2011).

Det er værd at bemærke, at Gilje ikke i figur 1 arbejder med nuanceringen mellem værktøj og genstande, som Skjelbred præsenterer. Gilje (2021) har mest fokus på digitale værktøjer og beskæftiger sig derfor ikke med det, Skjelbred kalder genstande.

Men i tabel 1 ses, at Gilje kategoriserer Skjelbreds genstande som funktionelle læremidler i Hansen og Hansens typologi. Her vil jeg hævde, at kategorierne funktionelle læremidler og genstande ikke er kompatible med hinanden, men at genstandene som nævnt heller ikke passer godt sammen med de semantiske læremidler. I stedet ønsker jeg at etablere en særskilt kategori til entiteter, som kan være udviklet med henblik på undervisning eller ikke.

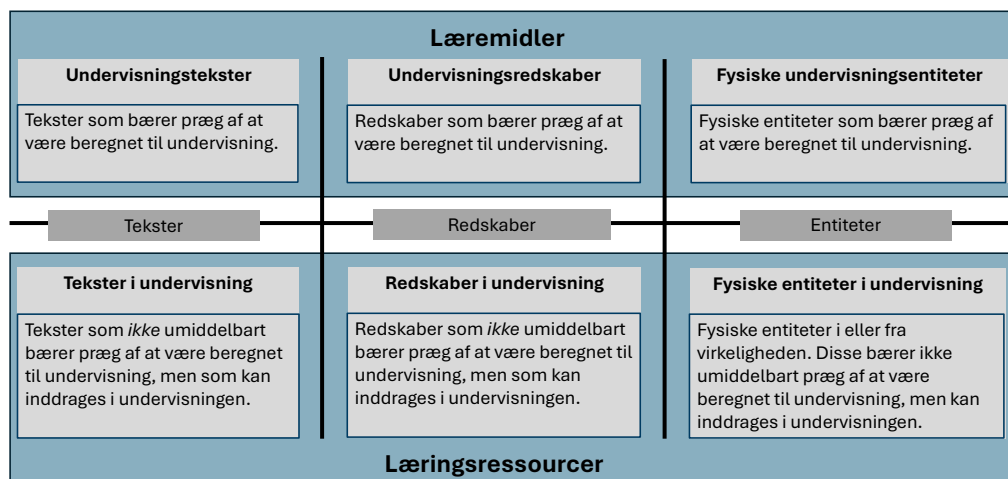
Nyt bud på typologisering af læremidler og ressourcer

Som gennemgangen af de tidligere typologier forhåbentlig har vist, er der gode elementer i disse, som jeg vil bygge videre på.

Jeg vælger at skelne mellem tre grundlæggende kategorier af materialer, der kan bruges som middel til læring og undervisning: tekster, redskaber og fysiske entiteter. Disse kan i højere eller mindre grad være skabt eller egnet til brug i undervisning og læreprocesser. For at tydeliggøre denne forskel skelner jeg, med inspiration fra Gilje (2021), mellem *læremidler* og *læringsressourcer*.

Læremidler definerer jeg som tekster, redskaber eller fysiske entiteter, der bærer præg af at være beregnet til undervisning og/eller læring. Teoretisk læner jeg mig her op ad *affordance*-begrebet, som er introduceret af Gibson (1979). *Affordance*-begrebet retter fokus mod de handlemuligheder, som omgivelserne stiller til rådighed for individet i en bestemt kontekst. *Affordances* forstås ikke som faste, iboende egenskaber ved objekter, men som relationelle – de opstår i mødet mellem genstand og bruger. Hvad en genstand "tilbyder", afhænger derfor både af dens karakteristika og af brugerens erfaringer og intentioner og den konkrete situation.

Fx kan en lærer og en elev – eller forskellige elever – se forskellige anvendelsesmuligheder i samme redskab, genstand eller tekst. Subjektets perspektiv er således afgørende for, hvilke *affordances* der bliver identificeret og aktualiseret. Det er læreren eller eleven,



Figur 2. Typologi over undervisningsmaterialer, der opererer med de tre hovedkategorier – tekster, redskaber og fysiske entiteter – som alle underopdeles i hhv. læremidler og læringsressourcer, så vi ender med i alt seks kategorier.

der identificerer træk ved materialerne, der gør dem særlig egnede til undervisning eller læring. Situationen, fx på hvilket klassetrin eller i hvilket fag læreren ønsker at anvende et materiale, har også betydning for, hvilke affordances læreren bliver opmærksom på. Når vi forsøger at klassificere et læremiddel eller en læringsressource, kan vi blot konstatere, hvilke træk materialet i vores optik tilbyder i forhold til brug i undervisning eller læring – vel vidende at andre kan få øje på andre affordances.

Jeg vælger at fastholde termen “læremidler”, da den betoner elevens læring som målet samt fremhæver brugsperspektivet (Hansen & Skovmand, 2011). Læremidler bliver normalt oversat til “learning materials”, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. Der er ikke mig bekendt en engelsk oversættelse, som fanger betydningen af efterleddet “-midler”. “Learning materials” betyder snarere læringsmaterialer. Vil vi bevare vores danske eller i bedste fald nordiske term, læremidler, foreslår jeg, at vi oversætter den til “instructional materials”. “Instructional materials” betyder direkte oversat undervisningsmaterialer, men er den relevante deskriptor i en database som ERIC (Education Resources Information Center).

Læringsressourcer er tekster, redskaber eller fysiske entiteter, der kan fungere som midler til læring, når de anvendes i forbindelse med undervisning og læring. Ressourcer er i denne sammenhæng kendetegnet ved, at læreren (eller eleven) selv skal opdage det didaktiske potentiale i at anvende teksten, redskabet eller entiteten til at understøtte undervisning og læring. Da de ikke er udviklet særligt med henblik på at indgå i undervisning og læreprocesser, kræver de didaktisk bearbejdning fra lærerens side for at fungere som midler til læring.

For hver af de tre typer materiale, dvs. tekster, redskaber og fysiske entiteter, findes der varianter, der er skabt med henblik på undervisning (læremidler), og varianter, der ikke er det (læringsressourcer). Dette giver følgende skema med seks felter (figur 2).

De tre typer læremidler, der bærer præg af at være beregnet til undervisning og/eller læring, sætter vi forstavelen "undervisnings-" på, så vi får hhv. undervisnings-tekster, undervisningsredskaber og fysiske undervisningsentiteter. De ressourcer, der inddrages i undervisningen eller læreprocessen, benævnes "tekster i undervisning", "redskaber i undervisning" og "fysiske entiteter i undervisning".

Jeg vil i det følgende gennemgå og eksemplificere de seks typer midler til læring. Efterfølgende viser jeg, hvordan konkrete eksempler kan fungere som forskellige læremidler eller ressourcer, alt efter hvordan de bruges.

Tekster i undervisning

En tekst kan forstås som en sammenhængende meningsbærende helhed, der formidles gennem forskellige tegnsystemer og udtryksformer som ord, billeder, lyd eller andre modaliteter – altså forskellige måder at kommunikere på. Tekster kan antage mange former, eksempelvis billeder, TV-indslag, grafiske modeller, populærvidenskabelige artikler, bøger, breve, YouTube-videoer, avisartikler, digte eller computerspil. Fælle for dem er, at de har et kommunikativt formål, såsom at informere, underholde, overbevise, illustrere eller skabe en æstetisk oplevelse hos modtageren. Disse tekster har dermed en betydning i samfundet, uafhængigt af skolen.

Når en tekst bringes ind i undervisningen, sker det med en didaktisk hensigt fra lærerens side – en hensigt, som tekstens oprindelige skaber sandsynligvis ikke har haft for øje. Teksten bærer ikke præg af at være udformet særligt med henblik på undervisningsbrug. I sådanne tilfælde er det lærerens opgave at formulere faglige mål, udvikle opgaver og aktiviteter samt planlægge evaluering og differentiering. Med andre ord står læreren for den didaktiske bearbejdning, der gør teksten fagligt meningsfuld i undervisningen og i elevernes læreproces.

Undervisningstekster

Tekster, der er udviklet med det formål at indgå i undervisning og/eller understøtte elevens læreproces, betegnes som *undervisningstekster*. Disse tekster er rettet direkte mod elever og/eller lærere og har dem som den intenderede målgruppe. Undervisningstekster er produceret med henblik på at indgå i undervisningen og kan fungere som støtte i lærerens forberedelse. Det kan fx være en grundbog til et bestemt fag eller klassetrin, et opgaveark, et digitalt træningsprogram eller et undervisningsforløb på en digital fagportal.

Der er tegn, der viser, at en undervisningstekst er udviklet til at blive brugt i undervisningen. Undervisningsteksten gør typisk lærerens opgave med at tilrettelægge, gennemføre og evaluere undervisningen nemmere. En undervisningstekst kan fx

- indeholde relevant indhold, som forfatteren har udvalgt og forsøgt at tilpasse til målgruppens interesser, behov og forudsætninger
- beskrive faglige mål, elevaktiviteter, og hvordan undervisningen skal organiseres
- understøtte differentiering og evaluering af undervisningen.

Desuden indeholder mange undervisningstekster en lærervejledning, som formidler direkte til læreren, hvordan undervisningsteksten bedst kan bruges, og evt. et teoretisk eller forskningsmæssigt belæg for, at de valg, der er truffet i læremidlet, er hensigtsmæssige.

I en *undervisningstekst* anvendes ofte *tekster*. Når en tekst er indlejret i en undervisningstekst, fx når en illustrationsmodel (Brandt & Johansen, 2014) af morænelandskaber samt et fotografi af samme optræder i en geografigrundbog, vil forfatteren til undervisningsteksten i større eller mindre grad have udført den didaktiske tilpasning. Læremiddelforfatteren udfører altså oftest den didaktiske bearbejdning, som kræves, for at læreren kan inddrage en tekst i undervisningen, som vi så ovenfor.

En model er et godt eksempel på afgrænsningen mellem tekst og undervisningstekst. "Modeller er menneskeskabte repræsentationer af udvalgte dele af virkeligheden og bruges til at forstå eller afprøve bestemte forhold af virkeligheden og til at kommunikere disse forhold til andre" (Brandt & Johansen, 2014, s. 1). Som udgangspunkt vil en illustrationsmodel, dvs. en statisk, grafisk model, kunne bestemmes som en *tekst*, der kommunikerer en repræsentation af virkeligheden til fx naturvidenskabsfolk. Modeller optræder dog ofte i undervisningstekster og inddrages i det hele taget hyppigt i bl.a. naturfagsundervisningen, da de kan anskueliggøre komplekse og abstrakte sammenhænge (Brandt & Johansen, 2014). Der forekommer således særlige "undervisningsmodeller", dvs. *undervisningstekster*, der i pædagogisk øjemed er tilpasset elevgruppens formodede forudsætninger. Disse er oftest simplificerede udgaver af modellerne som *tekster*, altså de modeller, som henvender sig til fx naturvidenskabsfolk (Brandt & Johansen, 2014). Som jeg vil vise, er ikke alle modeller tekster eller undervisningstekster; en model kan også være en fysisk undervisningsentitet.

Redskaber i undervisning

Redskaber kan bruges til en mangfoldighed af funktioner. Redskaber er ikke designet specifikt til undervisning, så her er det (ligesom ved tekster og, som vi skal se, fysiske entiteter i undervisningen) læreren eller eleverne, der skal finde og aktualisere det didaktiske potentiale i redskaberne. Redskaber anvendes i vores hverdag og på

jobbet, men også i undervisningen, fordi de *kan* noget. De kan muliggøre bestemte processer eller gøre dem nemmere, mere effektive, mere motiverende osv. Redskaber kan fx bruges til undersøgelse, produktion, indsamling og analyse af data og materialer, kommunikation, repræsentation og kompensation. Konkrete eksempler er et mikroskop, et regneark, et tekstbehandlingsprogram, en lommeregner, teststrips til nitrat, en kikkert, en hammer eller en app, der måler lydstyrke. Kategorien svarer til Giljes (2021) sekundære redskaber eller Hansen og Hansens funktionelle læremidler.

Undervisningsredskaber

Undervisningsredskaber er værktøjer, som bærer præg af at være skabt med henblik på undervisning og har særlige potentialer i forhold til undervisning og læring. Programmet GeoGebra er et eksempel på et værktøj, der er skabt særligt med henblik på undervisning i matematik. Redskabet tillader visualisering og udforskning af matematiske begreber. Der er ikke indbygget aktiviteter i undervisningsredskabet; dem skal læreren selv finde eller finde på.

Redskabet *Padlet* har også særlige funktioner, der imødekommer en lærers mulige brugssituationer. Andre eksempler på undervisningsredskaber er robotter, der kan programmeres taktilt, en kridttavle eller interaktiv tavle, Micro:bit, centicubes eller interaktive gulvmåtter til læring. Denne kategori svarer til Giljes primære redskaber, men har ikke en pendant i Hansen og Hansens tredelte typologi.

Computeralgebrasystemer (CAS) er redskaber med særlige muligheder i forhold til matematikundervisning qua deres "numeriske, grafiske og symbolske muligheder" (Nabb, 2016, s. 10). CAS-teknologi er også et godt eksempel på de meget forskelligartede brugsscenarier, der åbnes op for, når lærere bruger et undervisningsredskab, som lægger op til, at de selv designer den konkrete undervisning med afsæt i teknologiens muligheder og begrænsninger (Nabb, 2016).

Det er i denne sammenhæng relevant at skelne mellem *EdTech* (educational technology), som er undervisningsredskaber, der er designet med henblik på at forbedre eller facilitere læring og undervisning, og *TechEd* (technical education), hvor målet er, at eleverne lærer at forstå og bruge teknologien.

- Med TechEd bliver teknologien undervisningens indhold, mens EdTech skal muliggøre, at eleverne bedre eller nemmere når frem til de ønskede kundskaber. Det er også klart, at undervisningsredskaber i stor stil finder anvendelse i TechEd, som det fx ses med undervisningsredskaber, der tillader blokprogrammering og dermed kan være en trædesten frem mod tekstbaseret programmering.

Fysiske entiteter i undervisningen

Det er kendetegnende for fysiske entiteter som læringsressourcer, at de *i sig selv er, findes i eller er hentet direkte fra den virkelighed, vi ønsker at forstå*. De er i semiotisk forstand selve objektet, ikke et tegn for objektet.

Det kan være en plante i eller fra skoven, en orm, et forstenet søpindsvin eller en svinelever, der skal dissekeres. Det kan være, når klassen interviewer en fisker, besøger en fabrik, tager på ekskursion i skoven eller går ud for at mærke luftfugtigheden, når det er tåget.

Ordet entitet (fra latin *ens*, "det, som er") betegner alt, som har eksistens, herunder alt levende og ikke-levende, dvs. genstande, personer, tanker, fiktion osv. I forhold til ressourcer er vi interesserede i de entiteter, der har *fysisk* fremtræden, fx en genstand, noget levende eller et sted. Entiteter er det konkrete, vi kan sanse og undersøge for at forstå fænomener. Ordet "entitet" er valgt, fordi det i modsætning til fx "enhed" eller "element" ikke som udgangspunkt har en specifik faglig betydning i et skolefag, der kan forvirre, når det bliver brugt til at karakterisere læremidler og ressourcer brugt til undervisning eller læring.

Kategorien *fysiske entiteter i undervisningen* sigter mod, at vi i undervisningen forsøger at komme så tæt på fænomenets fysiske fremtræden som muligt. Hertil bruger vi genstande og materialer, vi opsøger væsener og miljøer. Arbejder vi med osmose som fænomen, bruger vi kartofler og vand som fysiske entiteter, der i interaktion kan vise fænomenet osmose. Et besøg på et rensningsanlæg eller en fabrik viser eleverne, hvordan vigtige processer foregår i praksis.

Entiteter i undervisningen er *ikke* skabt med undervisning for øje, men kan inddrages i undervisningen. Entiteterne er som udgangspunkt karakteriseret ved at findes (eller være fundet) uden for uddannelsen. Ligesom det er tilfældet for *tekster* og *redskaber i undervisning*, er det lærerens opgave at skabe et didaktisk design omkring entiteten, så elevernes møde med den fysiske entitet bliver fagligt udbytterigt.

Fysisk undervisningsentitet

En *fysisk undervisningsentitet* minder om den oprindelige entitet, men er bearbejdet, så den bliver mere anvendelig i undervisningssammenhæng. Den er taget ud af sin naturlige kontekst og præsenteret i en form, der gør den lettere at bruge i en lærings-situation. Eksempler på undervisningsentiteter er en plastiktorso med udtagelige organer, som har et særligt fagligt og pædagogisk potentiale, eller et plastikskelet, der – ligesom torsomodellen – er mere holdbart og hygiejnisk end en ægte krop. DNA- eller molekylemodeller eller en organiseret samling af bjergarter er andre eksempler.

Et andet eksempel på undervisningsentiteter er brugen af teknologier som virtual eller augmented reality til at vise entiteter, som ellers ikke er synlige (fx sub-mikroskopiske entiteter), eller bringe entiteter ind i klassen, som ellers ikke er mulige (fx

solsystemer eller planeter). En roterende model af solsystemet er således også en fysisk undervisningsentitet, hvor den reducerede størrelse af himmellegemerne og muligheden for at manipulere modellen er et middel til at give eleverne en konkret forståelse af himmellegemernes bevægelser.

Bestemmelse af typen af læremiddel eller ressource

Hos Gilje (2021), Hansen og Skovmand (2011) og T.I. Hansen (2010) defineres hhv. læremidler og didaktiske læremidler som værende udviklet med henblik på undervisning. Det samme gør jeg med mine tre typer læremidler. Det kan imidlertid være svært at vurdere, hvad afsenderen af en tekst eller producenten af et redskab har intenderet.

Vi kan vælge at fokusere på, at vi kan se *træk* ved teksten, redskabet eller den fysiske entitet, som lægger op til, at de er særlig anvendelige til brug i undervisning eller læreprocesser. Disse træk kan fremanalyses, og de kan være mere eller mindre fremtrædende og mangfoldige.


I forhold til undervisningstekster har jeg sammen med kolleger introduceret kontinuummet *didaktisk dækningsgrad* (Gissel et al., 2023). Det handler om, hvor mange af de centrale didaktiske valg, der skal træffes for at afvikle undervisningen, som vi kan finde bud på eller faciliteret i læremidlet. En undervisningstekst med *høj didaktisk dækningsgrad* vil beskæftige sig med mange af de aspekter, vi forbinder med didaktik og undervisning. Det kan fx være målfastsættelse, organisering, differentiering og variation, progression og evaluering af undervisningen.

En undervisningstekst med *lav didaktisk dækningsgrad* vil kun i meget begrænset omfang understøtte eller varetage den didaktiske beslutningsproces. Fx kan det være, at teksten blot præsenterer indhold eller opgaver uden at sætte faglige mål eller demonstrere overvejelser over andre aspekter af undervisningssituationen.

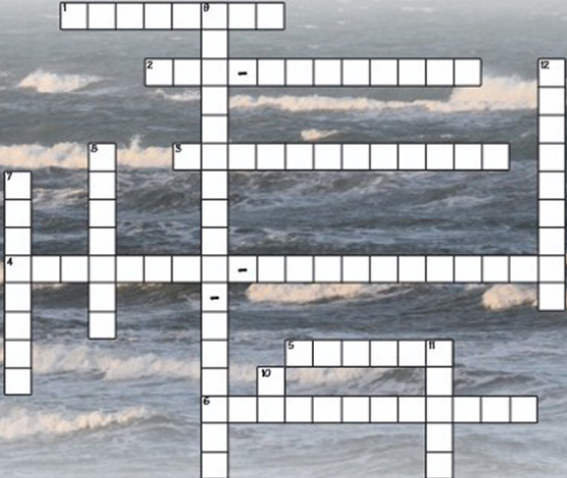
Pointen er, at vi i analysen af det didaktiske potentiale ved en ting kan vurdere, at der er nogle træk, der gør tingen så egnet til undervisnings- eller læringsbrug, at vi vil kalde den et læremiddel. Når vi bevæger os ud over analysen af det didaktiske potentiale ved en ting og kigger mod brugssituationen, afhænger det af læreren, om hun anskuer en tekst som en undervisningstekst.

Det betyder, at hvor den ene lærer kan anskue en krydsord som den i figur 3 som en undervisningstekst, vil den anden lærer se en tekst, der ikke er relevant i skolens undervisning. Anskuer vi den som en undervisningstekst, er arket et eksempel på et lavt didaktiseret læremiddel. Jeg vil personligt vurdere, at arket ikke tilbyder nok oplagte didaktiske anvendelsesmuligheder, til at enhver lærer vil kunne se et didaktisk potentiale. Dette afhænger imidlertid bl.a. af lærernes fagsyn og intentioner med undervisningen.

Figur 3. Krydsord fundet på nettet (Hjørne, u.å.).

Fisk ved kyst og hav  www.naturporten.dk

Krydsord



| | |
|---|---|
| <p>VANDRET:</p> <p>1. Har lekkemad på hovedet</p> <p>2. Fisk som kan "knurre"</p> <p>3. Har alle regnbuens farver</p> <p>4. Lille fisk med ni pigge</p> <p>5. Kaldes også koteletfisk</p> <p>6. Fladfisk, kan blive meget stor</p> | <p>LODRET:</p> <p>7. Fisk med "næb"</p> <p>8. Giftig fisk</p> <p>9. Haj med pletter</p> <p>10. Yngler i Saragossahavet</p> <p>11. Har navn efter en munddel</p> <p>12. Hannen er lille, hunnen er stor</p> |
|---|---|

Må kun kopieres på institutioner og virksomheder, der har indgået aftale med Copydan og kun inden for aftalens rammer.
 © Copyright naturporten.dk, udgivet af StoneCom ApS - Forfatter: Erik Hjørne - Illustration: Kirsten Hjørne

Afrunding og diskussion

Artiklen har beskrevet og begrundet en ny typologi for læremidler og ressourcer brugt til læring eller undervisning, der skelner mellem tre typer ting, nemlig tekster, redskaber og fysiske entiteter, samt skelner mellem, om en ting (i en given aktørs perspektiv, fx en forsker, en lærer eller en elev) bærer præg af at være særlig egnet til brug til undervisning og læring.

I artiklen har jeg forholdt mig til tidligere typologier og fremhævet deres fordele og begrænsninger. Indplacerer vi mit aktuelle bud på en typologi i en revideret udgave af tabel 1, vil det se ud som i tabel 2:

Tabel 2. Opdateret og videreudviklet skematisk oversigt over udviklingen i og sammenhængen mellem læremiddeltypologier, som indplacerer artiklens nye bud.

| | | | | | | |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Skyum-Nielsen (1995) | – | | – | | Primary educational texts | Secondary educational texts |
| Hansen (2010) | Funktionelle læremidler | | Semantiske læremidler | | Didaktiske læremidler | Semantiske læremidler |
| Skjelbred (2019) | Hjælpe midler | | | | Tekster | |
| | Værktøjer | | Genstande | | Primære skoletekster | Sekundære skoletekster |
| Gilje (2021) | Primære værktøjer | Sekundære værktøjer | – | | Primære skoletekster | Sekundære skoletekster |
| | Læremidler | Læringsressourcer | – | – | Læremidler | Læringsressourcer |
| Gissel (2026) | Undervisningsredskaber | Redskaber i undervisning | Fysiske undervisningsentiteter | Fysiske entiteter i undervisning | Undervisningstekster | Tekster i undervisning |
| | Læremidler | Læringsressourcer | Læremidler | Læringsressourcer | Læremidler | Læringsressourcer |

I tabel 2 vælger jeg i modsætning til Gilje (2021) og Skjelbred (2019) (se tabel 1) at kategorisere Skjelbreds "genstande" som værende "semantiske læremidler" i T.I.Hansen (2010) samt Hansen og Skovmands (2011) typologi. Men det er svært at se, hvor de fysiske entiteter naturligt hører hjemme i denne tredelte typologi, hvilket uoverensstemmelsen mellem hhv. min og Skjelbred og Giljes klassificering kan ses som et symptom på.

Ved at introducere denne typologi ønsker jeg at bidrage til en bedre forståelse af midler til læring og deres rolle i undervisnings- og læringsprocesser.

Det er mit håb, at den nye typologi vil:

- Være umiddelbart forståelig og anvendelig for dem, som skal bruge den, dvs. bl.a. undervisere, lærerstuderende og forskere

- Være mere inkluderende i forhold til de mulige entiteter, man kunne forestille sig at inddrage i fx naturfagene
- Skærpe vores opmærksomhed på, hvordan ikke kun tekster, men også redskaber og fysiske entiteter kan have affordances, der indbyder til, at tingen bliver brugt i undervisningen eller læreprocesserne.

Referencer

- Brandt, H. & Johansen, B.L. (2014). *Modeller i naturfagene*. http://astra.dk/sites/default/files/Modeller%20i%20naturfagsundervisningen%20_HB_BJ_0.pdf
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D. & Friedman, T. (2019). *IEA International Computer and Information Literacy Study 2018: Assessment framework*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-19389-8>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T. & Duckworth, D. (2019). *Preparing for life in a digital world: IEA International Computer and Information Literacy Study 2018: International report*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). <https://www.iea.nl/sites/default/files/2019-11/ICILS%202019%20Digital%20final%2004112019.pdf>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T. & Duckworth, D. (red.). (2020). *IEA International Computer and Information Literacy Study 2018: Technical report*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). <https://www.iea.nl/publications/technical-reports/icils-2018-technical-report>
- Gibson, J.J. (1979). *The theory of affordances*. I *The ecological approach to visual perception* (s. 119-136). Psychology Press.
- Gilje, Ø. (2021). På nye veier: læremidler og digitale verktøy fra kunnskapsløftet til fagfornyelsen. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 105(2), 227-241. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-2987-2021-02-10>
- Gissel, S.T. & Buch, B. (2020). A systematic review of research on how students and teachers use didactic learning materials in L1. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, 7, 90-129. <https://doi.org/10.7146/lt.v5i7.117281>
- Gissel, S.T., Buch, B., Oksbjerg, M., Kjeldsen, K. & Lytje, M. (2023). Lærervejledningslandskabet i Danmark. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, 12, 41-74. <https://doi.org/10.7146/lt.v7i12.132029>
- Gissel, S.T., Pettersson, M. & Bundsgaard, J. (2021). Udvikling i lærernes brug af digitale læremidler. I J. Christensen, J. Bundsgaard, C.C. Kjeldsen & M. Pettersson (red.), *It i skolen under coronapandemien* (s. 61-83). Aarhus Universitetsforlag. https://projekter.au.dk/fileadmin/projekter/ICILS/115356_It_i_skolen_indhold_trim_.pdf
- Graf, S.T., Hansen, J.J. & Hansen, T.I. (2012). *Læremidler i didaktikken – didaktikken i læremidler*. Klim.

- Hansen, J.J. (2006). *Mellem design og didaktik: Om digitale læremidler i skolen*. Ph.d.-afhandling ved Syddansk Universitet. https://findresearcher.sdu.dk/ws/portalfiles/portal/278289106/Hansen2007_Mellem_design_og_didaktik_version2_pdf_1_pdf
- Hansen, J.J. (2010). *Læremiddellandskabet: Fra læremiddel til undervisning*. Akademisk Forlag.
- Hansen, T.I. (2010). It og medier i et læremiddelperspektiv. *KvaN*, 30(86), 105-116.
- Hansen, T.I. & Skovmand, K. (2011). *Fælles mål og midler: Læremidler og læreplaner i teori og praksis*. Klim.
- Hjørne, E. (u.å.). *Fisk ved kyst og hav: Krydsord*. StoneCom. https://naturporten.dk/images/aktivitetsark/samlinger/krydsord/krydsord_fisk_kyst_hav/krydsord_fisk_kyst_hav.pdf
- Majgaard, G., Larsen, L.J., Lyk, P. & Lyk, M. (2016). At se det usete – rumlig visualisering af solsystemet med fysiske prototyper og Augmented Reality. *MONA*, 2016(3), 23-40. <https://doi.org/10.7146/mona.v0i3.36405>
- Nabb, K. (2016). CAS som omstruktureringsredskab i matematikundervisningen. *MONA*, 2016(3), 8-22. <https://doi.org/10.7146/mona.v0i3.36404>
- Peirce, C.S. (1994). *Semiotik og pragmatisme* (L. Andersen, overs.). Gyldendal.
- Skjelbred, D. (2019). *Skolens tekster – et udgangspunkt for læring*. Cappelen Damm Akademisk.
- Skyum-Nielsen, P. (1995). Analyzing educational texts. I P. Skyum-Nielsen (red.), *Text and quality: Studies of educational texts* (s. 170-182). Scandinavian University Press.
- Sproget.dk. (u.å.). Artefakt. Hentet 2. marts 2026 fra <https://sproget.dk/lookup/?SearchableText=artefakt&deeplink=true>

English abstract

This article presents a proposal for a typology for resources used for teaching and learning. It should meet the following needs: Be understandable for practitioners and students, internationally applicable, inclusive, for example, in relation to teaching materials in the natural sciences, and consistent. The typology creates a conceptual space for the physical entities of reality and reserves a special category for texts of various kinds used in teaching. The typology distinguishes between 'instructional materials', that show signs of being suitable for teaching use, and 'learning resources', where the user must be more didactically creative to use them for educative purposes.



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.

Køn og anerkendelse i STEM-fag på STX – særligt om karakterer



Brian Krog Christensen,
vicerektor, Silkeborg
Gymnasium

Kommentar til Emilie Gertz: "Hvordan unge kvinder oplever, at køn spiller ind i læring af naturvidenskab og matematik på STX", MONA, 2025(4).

Emilie Gertz (herefter benævnt EG), Institut for Naturfagenes Didaktik, KU, har i forbindelse med sit ph.d.-projekt gennemført et kvalitativt studie, hvor der bl.a. fokuseres på pigers *oplevelse* af kønsnormer og anerkendelsesmønstre i forbindelse med undervisning i naturvidenskab og matematik på STX. EG's empiri består af to runder med individuelle interviews med 32 piger, nemlig midt i henholdsvis 2.g og 3.g. Pigerne er elever på naturvidenskabelige studieretninger på tre forskellige STX-gymnasier.

EG har skrevet en interessant artikel (Gertz, 2025) baseret på ph.d.-projektet, hvor det præsenteres, hvordan faglige og kønnede normer på forskellig vis samskabes af elever og lærere i forbindelse med gymnasieundervisningen. EG fremhæver, at formålet med undersøgelsen ikke har været at afdække en objektiv sandhed eller at opnå generaliserbarhed, men derimod at undersøge og forstå personlige oplevelser og betydningstilskrivninger. Resultatet er tankevækkende og formodentlig (delvist) genkendeligt for mange med et dybere kendskab til matematik- og naturvidenskabsundervisning i gymnasiet. Pigerne tegner nemlig et billede, hvor der bl.a. er højere forventninger til pigernes modenhed og pligtopfyldenhed, og hvor pigerne er mere stille deltagere. Mens drengene af pigerne bl.a. beskrives som mere larmende og fagligt chancetagende, og pigerne har en oplevelse af, at lærerne i højere grad anerkender de for drenge mere karakteristiske adfærdsmønstre.

EG anfører således, at "[u]d fra de unge kvinders oplevelser viste det sig, at anerkendelsesmønstrene i matematik og naturvidenskab ikke forekommer neutrale, men er præget af ulige strukturer, hvor det ofte ikke er den faglige kunnen i sig selv, der belønnes" (Gertz, 2025, s. 20), og EG konstaterer bl.a. på baggrund heraf, at der er behov for "at ændre anerkendelsesmønstrene – de normer og idealer, der hersker i klasserummet, og som definerer, hvordan man 'bør' agere for at opnå faglig anerkendelse. Det er derfor ikke de unge kvinder, der skal ændres, men snarere de strukturer,

der præger, hvordan anerkendelse tildeles, og hvilke adfærdsformer der værdsættes i undervisningen” (Gertz, 2025, s. 21).

På den ene side er det helt sikkert korrekt, når EG beskriver pigernes *oplevelse* af, at der er forskellige forventnings- og anerkendelsesmønstre for drenge og piger. Ligesom der helt givet i et vist omfang eksisterer kønnede forestillinger blandt lærerne om fx “flittige og stille piger” og “dovne og talentfulde drenge”. Men på den anden side må det konstateres, at der ikke i artiklen præsenteres et tilstrækkeligt grundlag for de implikationer af generel karakter vedrørende muligheden for at opnå anerkendelse, som EG anfører. Heller ikke, når der suppleres med henvisninger til international forskning om kønnede mønstre i STEM-undervisningen, bl.a. fordi der er forskel på de nationale mønstre og kulturer i undervisningen.

For det første er det empiriske grundlag i form af interviews med 32 særligt udvalgte piger for spinkelt til en generalisering. Dette giver EG selv indledningsvis udtryk for i sin artikel, men på trods heraf fremføres konkluderende en række forslag til implikationer for den fremtidige praksis i gymnasiet. Der mangler eksempelvis et drengeperspektiv i undersøgelsen. Hvad ville en tilsvarende interviewundersøgelse med drenge som informanter vise? På Silkeborg Gymnasium er der gennemført fokusgruppinterviews med forskellige grupper af 3.g-elever med henblik på en generel evaluering af gymnasieforløbet. Eleverne blev bl.a. med et helt åbent spørgsmål – og uden at der på noget tidspunkt blev spurgt om forhold relateret til køn – bedt om at angive, hvad de syntes kunne forbedres på gymnasiet. Eleverne kunne fremføre kritik af hvad som helst, fx antallet af fester eller kedelig undervisning. I den forbindelse fremhævede flere grupper af drenge som det første og uafhængigt af hinanden en næsten enslydende kritik, der gik på, at pigerne blev tilgodeset ved karaktergivning. At pigerne af lærerne blev honoreret for at holde lav profil, mens drengene blev straffet for en mere åben og måske også nogle gange lidt forstyrrende attitude. Dette nedslag på et enkelt gymnasium kan naturligvis ikke danne grundlag for konklusioner. Men det viser, at det som minimum er relevant at have både et pige- og et drengeperspektiv, før man iværksætter kønsorienterede forandringer i uddannelsessystemet.

For det andet undlader EG i sin undersøgelse at behandle karakterers betydning som anerkendelsesform, idet der fokuseres på “de ofte implicite og skjulte former for anerkendelse, der finder sted i undervisningen” (Gertz, 2025, s. 20). På det grundlag når EG frem til, “at dem, der ikke lever op til idealet, ofte ikke får deres faglige kompetencer anerkendt og derfor kan opleve et behov for at tilpasse sig for at opnå legitimitet som deltagere” (Gertz, 2025, s. 17). Dette eksemplificeres med et par pigers oplevelse: “På trods af deres bevidsthed om egne faglige styrker blev deres præstation usynlig i lærerens øjne, fordi de undlod at agere udadvendt og højtråbende om deres kompetencer” (Gertz, 2025, s. 19). Men lærernes manglende anerkendelse af pigerne gælder altså ikke på et meget væsentligt område. For hvordan er det, at lærerne konklude-

rende tilkendegiver, i hvilken grad en elev har nået de faglige mål? Det er gennem karaktererne i faget. Karaktererne er således en meget væsentlig anerkendelsesform, og pigerne opnår generelt højere karakterer end drengene i naturvidenskab og matematik. Dvs. at før man iværksætter kønsrelaterede forandringer i gymnasiesektoren på baggrund af nogle pigers oplevelse af fx ikke at blive set i tilstrækkelig grad af lærerne, kan man med fordel udvide perspektivet ved at analysere kønsmønstrene i de karakterer, der opnås for hele årgange af STX-studenter.

Karakterer og køn

Elevers adfærd og udsagn, som de opleves i gymnasiet, viser klart, at de opfatter karakterer som en vigtig anerkendelsesform. Karaktererne er også den rå valuta, som studenterne veksler til studiepladser på de videregående uddannelser. Karaktererne og de kønsmæssige forskelle for disse har fx betydning, når 70-75 % af de optagne på medicinuuddannelsen på universiteterne er kvinder.

I det følgende præsenteres karakterer og karakterfordelinger i de naturvidenskabelige fag og matematik for de 71.585 studenter, der afsluttede en treårig STX-uddannelse i perioden 2023-25. De angivne karakterer stammer fra Børne- og Undervisningsministeriets database (uddannelsesstatistik.dk) og er hentet i december 2025.

Skriftlige karakterer

Tabel 1 viser for piger og drenge en sammenligning af de afsluttende skriftlige standpunktskarakterer og skriftlige eksamenskarakterer i matematik på A- og B-niveau samt i de naturvidenskabelige fag på A-niveau i STX.¹ I tabellen er kun medtaget karakterer for elever, der var udtrukket til eksamen i de forskellige fag, hvilket betyder at standpunkts- og eksamenskaraktererne er sammenlignelige. Fx viser tabellen, at der i perioden 2023-25 dimitterede 20.529 piger fra STX, der var til skriftlig eksamen i matematik A, og disse piger havde karaktergennemsnittet 8,0 for de skriftlige standpunktskarakterer, mens de til den skriftlige studentereksamen opnåede 6,6. Dvs. at eksamensresultatet er 1,4 karakterpoint lavere end gennemsnittet af standpunktskaraktererne.

Tabellen viser, at pigerne i samtlige fag opnår højere standpunktskarakterer end drengene, og at både pigerne og drengene opnår lavere eksamenskarakterer end standpunktskarakterer. Det fremgår ligeledes, at i samtlige naturvidenskabelige fag på A-niveau opnår drengene et højere gennemsnit end pigerne ved den skriftlige eksamen. Det er bemærkelsesværdigt, at drengene i alle fag klarer sig bedre end pigerne, når man ser på forskellen mellem standpunktskarakterer og eksamenskarakterer. Fx

¹ Med undtagelse af geovidenskab A, fordi der er ganske få studenter med faget.

Tabel 1. Gennemsnit af de afsluttende skriftlige standpunktskarakterer og skriftlige eksamenskarakterer for dimittender fra treårigt STX i 2023, 2024 og 2025, der var til skriftlig eksamen i de angivne fag.

| Fag | Køn og antal | Afsluttende standpunktskarakterer | Eksamenskarakterer | Forskel på standpunkts- og eksamenskarakterer |
|----------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------|---|
| Matematik A | Piger (20.529) | 8,0 | 6,6 | -1,4 |
| | Drengene (15.378) | 7,5 | 6,6 | -0,9 |
| Matematik B | Piger (16.975) | 5,8 | 5,1 | -0,7 |
| | Drengene (8.582) | 4,9 | 4,7 | -0,2 |
| Biologi A | Piger (8.803) | 7,4 | 5,8 | -1,6 |
| | Drengene (3.308) | 6,8 | 6,2 | -0,6 |
| Bioteknologi A | Piger (3.458) | 7,9 | 6,4 | -1,5 |
| | Drengene (1.541) | 7,4 | 6,6 | -0,8 |
| Fysik A | Piger (1.205) | 8,9 | 7,6 | -1,3 |
| | Drengene (2.335) | 8,8 | 8,2 | -0,6 |
| Kemi A | Piger (1.481) | 8,9 | 7,1 | -1,8 |
| | Drengene (1.154) | 8,8 | 7,6 | -1,2 |

Kilde: *uddannelsesstatistik.dk, BUVM.*

får pigerne i skriftlig biologi A gennemsnitligt 1,6 karakterpoint mindre til eksamen, mens drengene kun falder med 0,6 karakterpoint i forhold til standpunktskaraktergennemsnittet.

Hvis man ser på det vægtede gennemsnit for fagene i tabel 1, er pigernes skriftlige eksamenskarakterer i STEM-fagene samlet gennemsnitligt 1,2 karakterpoint lavere

Tabel 2. Gennemsnit af de afsluttende mundtlige standpunktskarakterer og mundtlige eksamenskarakterer for dimittender fra treårigt STX i 2023, 2024 og 2025, der var til mundtlig eksamen i de angivne fag.

| Fag | Køn og antal | Afsluttende standpunktskarakterer | Eksamenskarakterer | Forskel på standpunkts- og eksamenskarakterer |
|----------------|----------------|-----------------------------------|--------------------|---|
| Matematik A | Piger (7.088) | 8,1 | 7,8 | -0,3 |
| | Drenge (5.508) | 7,6 | 7,0 | -0,6 |
| Matematik B | Piger (10.761) | 5,8 | 5,5 | -0,3 |
| | Drenge (5.493) | 5,1 | 4,5 | -0,6 |
| Matematik C | Piger (114) | 6,1 | 5,8 | -0,3 |
| | Drenge (30) | 6,4 | 5,3 | -1,1 |
| Biologi A | Piger (3.401) | 7,7 | 8,1 | 0,4 |
| | Drenge (1.268) | 7,2 | 7,7 | 0,5 |
| Biologi B | Piger (5.021) | 7,5 | 6,9 | -0,6 |
| | Drenge (2.362) | 6,8 | 6,4 | -0,4 |
| Biologi C | Piger (6.840) | 8,0 | 7,6 | -0,4 |
| | Drenge (5.459) | 7,2 | 7,1 | -0,1 |
| Bioteknologi A | Piger (1.334) | 8,2 | 8,6 | 0,4 |
| | Drenge (612) | 7,7 | 8,2 | 0,5 |
| Fysik A | Piger (434) | 8,9 | 8,2 | -0,7 |
| | Drenge (810) | 8,8 | 8,0 | -0,8 |

| | | | | |
|--------------------|-------------------|-----|-----|------|
| Fysik B | Piger (4.185) | 8,0 | 7,2 | -0,8 |
| | Drenge (3.330) | 7,7 | 6,8 | -0,9 |
| Fysik C | Piger (13.472) | 7,2 | 6,4 | -0,8 |
| | Drenge (6.792) | 6,6 | 6,0 | -0,6 |
| Kemi A | Piger (486) | 8,8 | 8,5 | -0,3 |
| | Drenge (330) | 8,9 | 8,7 | -0,2 |
| Kemi B | Piger (4.760) | 7,6 | 6,8 | -0,8 |
| | Drenge (3.143) | 7,4 | 6,5 | -0,9 |
| Kemi C | Piger (2.856) | 7,3 | 7,0 | -0,3 |
| | Drenge (2.075) | 7,0 | 6,5 | -0,5 |
| Naturgeografi B | Piger (2.770) | 7,6 | 7,2 | -0,4 |
| | Drenge (1.993) | 7,0 | 6,7 | -0,3 |
| Naturgeografi C | Piger (5.212) | 7,7 | 7,3 | -0,4 |
| | Drenge (3.195) | 7,3 | 7,1 | -0,2 |

Kilde: uddannelsesstatistik.dk, BUVM.

end standpunktskaraktererne, mens drengenes skriftlige eksamens karakterer i STEM-fagene samlet er gennemsnitligt 0,7 karakterpoint lavere end standpunktskaraktererne.

Mundtlige karakterer

Tabel 2 viser for piger og drenge en sammenligning af de afsluttende mundtlige standpunktskarakterer og mundtlige eksamens karakterer i matematik og langt de fleste naturvidenskabelige fag på alle niveauer i STX. I tabellen er kun medtaget karakterer

for elever, der var udtrukket til mundtlig eksamen i de forskellige fag og niveauer, hvilket gør standpunkts- og eksamenskaraktererne sammenlignelige.

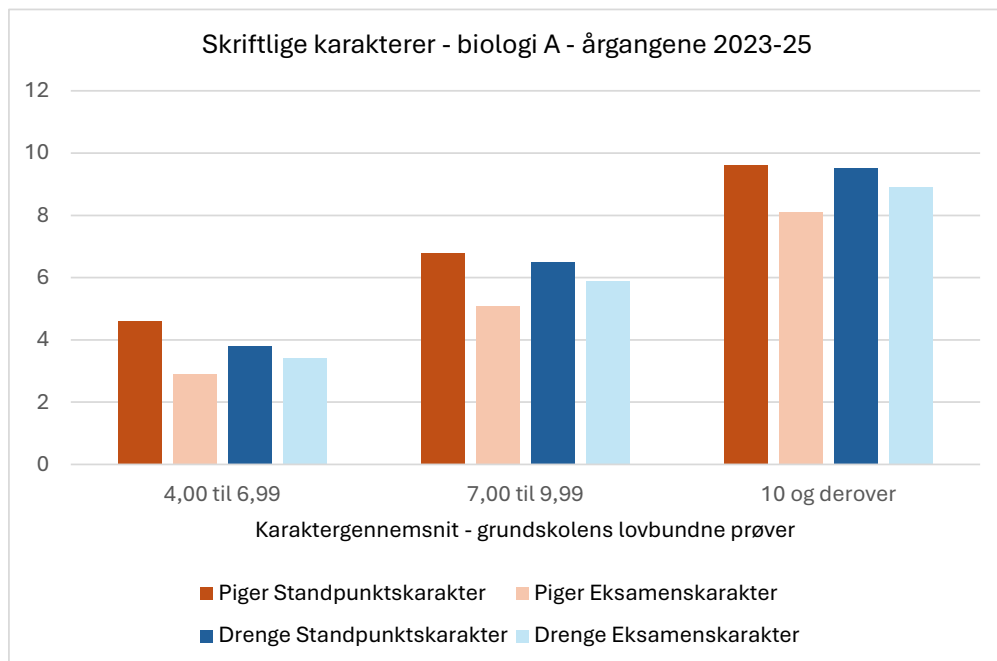
Det fremgår af tabel 2, at med undtagelse af to fag med relativt få elever, nemlig matematik C og kemi A, opnår pigerne en større grad af faglig anerkendelse i form af højere mundtlige standpunktskarakterer end drengene i alle STEM-fagene og på alle niveauer. Ligesom ved de skriftlige eksamener gælder det for de mundtlige eksamener, at karaktererne generelt ligger under standpunktskaraktererne, men biologi A og bioteknologi A dog er undtagelser. Forskellen mellem standpunktskaraktererne og eksamenskaraktererne er meget mere ens for piger og drenge end ved skriftlig eksamen, og der er ikke en systematisk kønsforskel, når det gælder forskellen mellem standpunktskarakterer og eksamenskarakterer. For både pigernes og drengenes mundtlige eksamenskarakterer i STEM-fagene i tabel 2 er det vægtede gennemsnit 0,5 karakterpoint lavere end standpunktskaraktererne.

Karakterer i STEM-fag sammenholdt med grundskolekarakterer

De statistiske analyser, der udarbejdes af Børne- og Undervisningsministeriet i forbindelse med beregningen af de socioøkonomiske referencer for gymnasiet – altså de forventede karakterer på gymnasiet – viser, at grundskolekaraktererne er den mest betydende komponent, når det handler om at forudsige, hvordan eleverne vil klare sig på gymnasiet. På baggrund heraf kunne man have den hypotese, at årsagen til, at pigerne får højere karakterer end drengene i gymnasiet, primært er, at de har bedre forudsætninger fra grundskolen. Men helt overordnet er der for STX-dimittenderne fra årgangene 2023-25 ikke markant forskel på de faglige forudsætninger fra grundskolen for piger og drenge, hvis man sammenligner elevernes karakterfordeling og karaktergennemsnit i de obligatoriske prøver fra grundskolen. Pigerne opnår altså samlet blot lidt bedre karakterer ved de obligatoriske prøver i grundskolen end drengene.

Man kan imidlertid kompensere for den lille forskel i de faglige forudsætninger for drenge og piger ved at sammenligne grupper af drenge og piger, der har nogenlunde samme karakterer fra grundskolen. Ved en sådan sammenligning opnår pigerne for langt de fleste karaktergrupperinger og i de fleste fag højere standpunktskarakterer end de drenge, der har samme karakterniveau fra grundskolen.

Det fremgår fx ved at se nærmere på de knap 12.000 STX-dimittender fra årgangene 2023-25, der var til skriftlig eksamen i biologi A. Figur 1 viser sammenhængen mellem elevernes karaktergennemsnit ved de obligatoriske prøver i grundskolen og de skriftlige karakterer i biologi A på STX. Det overordnede mønster for begge køn er ikke overraskende, at jo højere karaktergennemsnit fra grundskolen, des højere karakter opnås ved skriftlig eksamen på STX. Men det fremgår ligeledes, at inden for de enkelte karaktergrupper opnår pigerne lidt højere standpunktskarakterer end drengene. Fx har de 4.664 piger, der i grundskolen havde et karaktergennemsnit i intervallet [7,00;9,99],

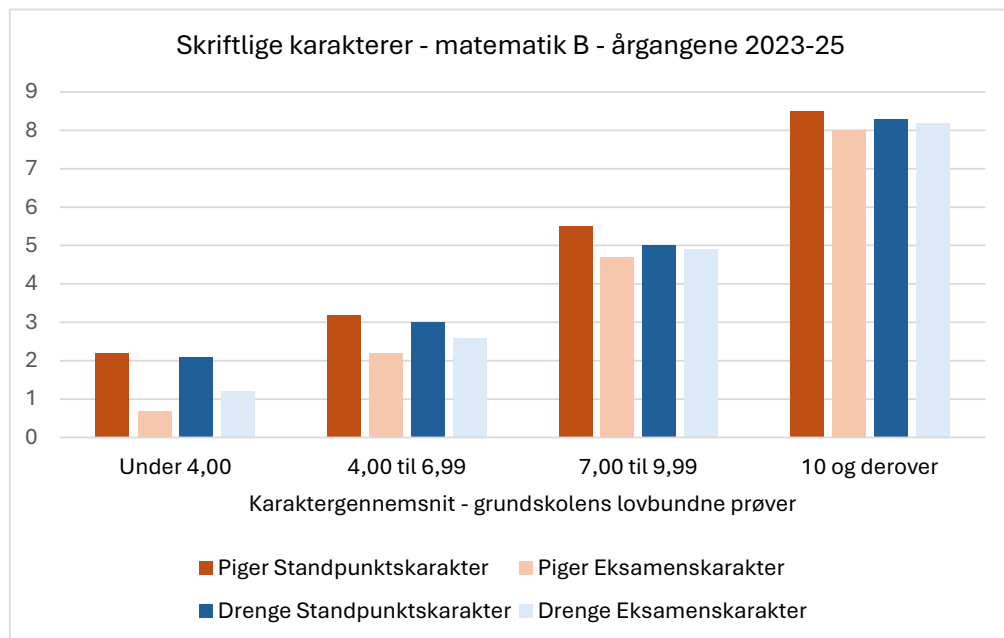


Figur 1. Skriftlige standpunktskarakterer og skriftlige eksamenskarakterer i biologi A for de ca. 12.000 STX-dimittender fra årgangene 2023-25, der var til skriftlig eksamen i biologi A. Eleverne er grupperet efter gennemsnittet opnået ved de obligatoriske prøver i grundskolen. Kilde: uddannelsesstatistik.dk, BUVM.

gennemsnittet 6,8 for standpunktskaraktererne, mens de 1.887 drenge med samme karakterniveau fra grundskolen opnår karaktergennemsnittet 6,5.

Figur 1 illustrerer også en tidligere nævnt og central observation – nemlig at drengene klarer sig relativt bedre til den skriftlige eksamen. Det gælder for alle tre karaktergrupper, der indgår i figur 1.

For matematik gælder et tilsvarende mønster. Figur 2 viser de skriftlige karakterer for de ca. 25.000 dimittender fra årgangene 2023-25, der var til skriftlig eksamen i matematik B. Figur 2 illustrerer bl.a., at de 150 elever, der har et karaktergennemsnit på under 4,0 fra grundskolens lovbundne prøver, gennemsnitligt lige akkurat består matematik B (jf. 02 som bestå-grænse), når det gælder standpunktskarakterer, men at de gennemsnitligt dumper ved den skriftlige eksamen med et karaktergennemsnit på omkring 1,0. Desuden viser figur 2 fx, at de 9.867 piger, der i grundskolen havde et karaktergennemsnit i intervallet $[7,00;9,99[$, har gennemsnittet 5,5 for standpunktskaraktererne, mens de 4.990 drenge med samme karakterniveau fra grundskolen opnår karaktergennemsnittet 5,0.

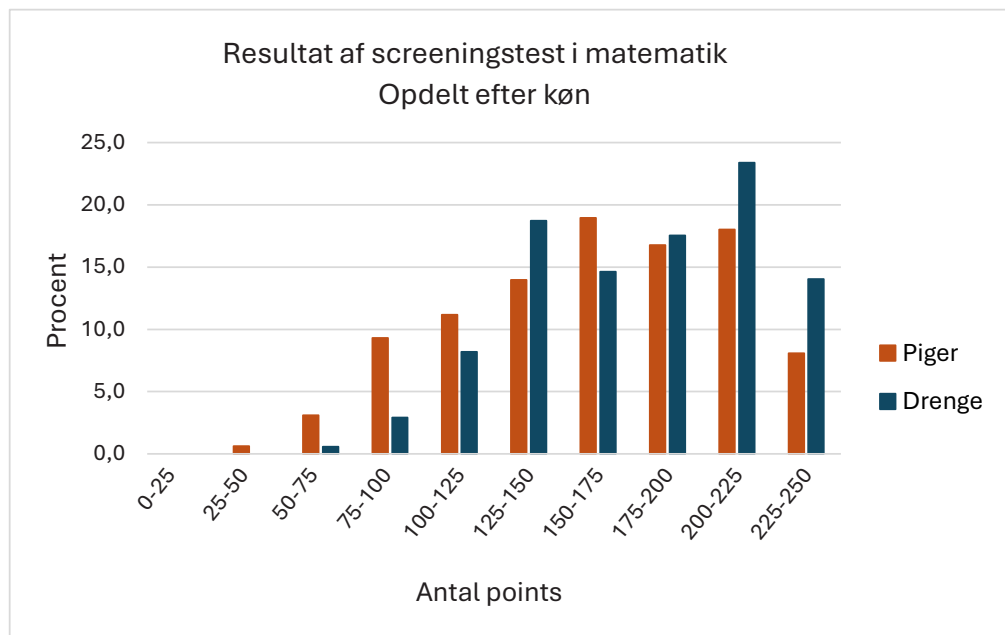


Figur 2. Skriftlige standpunktskarakterer og skriftlige eksamenskarakterer i biologi A for de ca. 12.000 STX-dimittender fra årgangene 2023-25, der var til skriftlig eksamen i biologi A. Eleverne er grupperet efter gennemsnittet opnået ved de obligatoriske prøver i grundskolen. Kilde: uddannelsesstatistik.dk, BUVM.

Forskel i elevernes udvikling i matematikforløb på STX

Figur 2 illustrerer, at pigerne generelt opnår højere standpunktskarakterer end drengene i skriftlig matematik B. Det samme gælder i mundtlig matematik B samt i både skriftlig og mundtlig matematik på A-niveau. I figur 2 sammenholdes grupper af elever ud fra deres generelle akademiske niveau udtrykt ved karaktergennemsnittet opnået ved grundskolens lovbundne prøver. Det kan være interessant at zoom ind på de mere specifikke matematikfaglige kompetencer. For selvom pigerne generelt klarer sig bedst karaktermæssigt i grundskolen, har drengene lige siden den første PISA-test med dansk deltagelse i år 2000 klaret sig bedre end pigerne i faget matematik, og forskellen har med undtagelse af testen i 2018 været statistisk signifikant. PISA-testen er interessant, fordi testen foretages på 15-årige, og den afspejler således kompetencemønstre blandt eleverne, lige før de bliver optaget på ungdomsuddannelserne.

Umiddelbart kan man med baggrund i PISA-testresultaterne i matematik forvente, at drengene klarer sig bedre end pigerne i matematik på gymnasiet, men det er altså ikke tilfældet. Det kan måske forklares med, at ikke kun kommende STX-elever deltagere i PISA-testen. Lad os derfor kigge nærmere på matematikfærdighederne og den

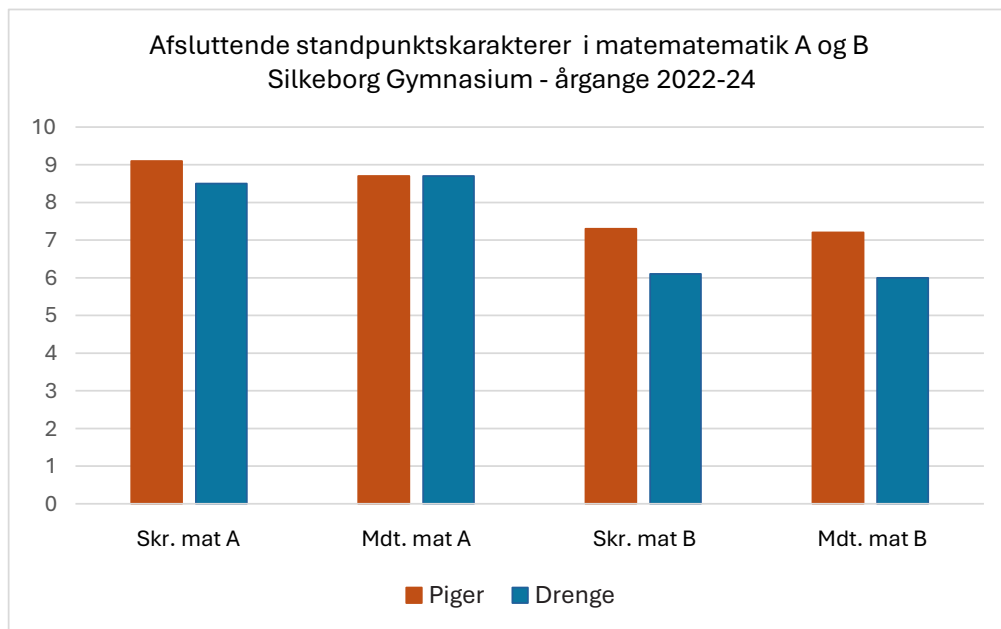


Figur 3. Pointfordeling ved screeningstest for henholdsvis piger og drenge for ca. 500 1.g-elever på en årgang på Silkeborg Gymnasium.

faglige udvikling for de mere end 500 elever (18-19 klasser), der udgør en årgang på Silkeborg Gymnasium (herefter benævnt SG).

Samtlige 1.g-elever på SG gennemfører en screeningstest i den første matematik- lektion på gymnasiet. Det er en test helt uden hjælpemidler og med fokus på basale matematikkompetencer. Eleverne skal fx løse simple ligninger, aflæse hældnings- koefficienten for en lineær sammenhæng på en graf og tolke forløbet af en kurve, der viser den elektriske effekt leveret af en vindmølle som funktion af vindhastig- heden. Eleverne får tilsendt opgaverne i god tid før skolestart og bliver opfordret til at forberede sig til screeningstesten. Der laves på SG årligt en anonym evaluering af matematik med fokus på overgangen mellem grundskole og gymnasium i form af et spørgeskema til samtlige ca. 500 1.g-elever. Undersøgelsen viser hvert år, at drengene bruger mindre tid end pigerne på forberedelse til screeningstesten. Typisk forbereder 40 % af drengene sig slet ikke til testen, mens det tilsvarende tal for pigerne er 20 %. Eleverne kan maksimalt opnå 250 point i testen, og figur 3 viser testresultatet for et typisk år.

Fordelingen viser, at drengene på trods af mindre forberedelse klarer screenings- testen bedst. Fx får 25 % af pigerne i ovenstående eksempel mindre end halvdelen af det mulige pointtal (125 point), mens det for drengene er 12 %. I den anden ende af skalaen opnår 37 % af drengene mere end 200 point, mens det blandt pigerne er 26 %.



Figur 4. Skriftlige og mundtlige standpunktskarakterer i matematik på A- og B-niveau for ca. 1.400 elever fra Silkeborg Gymnasium på de tre studenterårsgange 2022-24. Kilde: uddannelsesstatistik.dk, BUVM.

Langt hovedparten af en studenterårgang fra SG, nemlig ca. 95 %, dimitterer med matematik på B- eller A-niveau. Figur 4 viser de afsluttende standpunktskarakterer, som eleverne opnår efter henholdsvis to (B-niveau) og tre (A-niveau) års matematikundervisning på gymnasiet. Det viser sig, at pigerne generelt opnår højere standpunktskarakterer end drengene, og det er særlig markant for matematik på B-niveau, der typisk inkluderer en væsentlig del af de piger, der fik mindre end halvdelen af de mulige point i den indledende screeningstest.

Sammen illustrerer figur 3 og 4, at eleverne på SG tilsyneladende gennemgår en to- eller treårig proces, hvor pigerne mht. matematikkompetencer overhaler drengene. Eller en proces, hvor pigerne i hvert fald ender med i højere grad end drengene at blive anerkendt for at have nået de faglige mål i matematik. Det nationale mønster i PISA-testen og i matematikkaraktererne i gymnasiet for de to køn antyder, at en tilsvarende udvikling findes på (en del) andre gymnasier. Det må i øvrigt konstateres, at forskellene i pigers og drenges karakterer ikke skyldes mindre god matematikundervisning på SG. Matematiklærerne på SG er særdeles kompetente, hvilket fx kommer til udtryk ved, at SG-eleverne ved skriftlig eksamen i matematik B lige siden 2019 har opnået et eksamensresultat, der gennemsnitligt er 1,4 karakterpoint højere end den socioøkonomiske reference, som er det forventede eksamensresultat for den specifikke elevgruppe.

Implikationer

Undersøgelsen foretaget af Emilie Gertz, der baserer sig på interviews med 32 piger fra STX, giver ifølge EG anledning til refleksioner over kønnede anerkendelsesmønstre, hvor anerkendelse af pigerne skal styrkes, og til overvejelser om, hvorvidt lærernes vekselvirkning med eleverne resulterer i en manglende lyst hos pigerne til videreuddannelse inden for STEM-fagene.

Men karakterfordelingen for titusindvis af elever i STEM-fagene på STX viser tydeligvis, at der er brug for at supplere med et drengeperspektiv, når der skal reflekteres over kønsrelaterede forhold og udviklingstiltag i gymnasiets STEM-fag:

- Hvorfor opnår pigerne konsekvent højere skriftlige standpunktskarakterer end drengene i STEM-fagene?
- Hvorfor klarer drengene sig i samtlige STEM-fag bedre end pigerne til skriftlig eksamen relativt til standpunktskaraktererne?
- Hvorfor opnår pigerne i stort set alle STEM-fag og på alle niveauer højere mundtlige standpunktskarakterer end drengene?
- Hvorfor er forskellen på pigernes og drengenes mundtlige eksamenskarakterer og mundtlige standpunktskarakterer ens, når der er markant forskel på de skriftlige karakterer?
- Har det betydning for kønsforskellene, at de skriftlige eksamenskarakterer fastsættes af to censorer, der ikke kender eleverne, mens elevernes egne lærere er med til at fastlægge de mundtlige eksamenskarakterer?
- Hvilke (utilsigtede) forhold i matematikundervisningen – og måske også i andre STEM-fag – medvirker til, at pigernes faglige kompetencer på gymnasiet tilsyneladende udvikler sig mere end drengenes i forhold til det faglige indgangsniveau?

Der er en mangfoldighed af svarmuligheder og forklaringsmodeller i forhold til ovenstående spørgsmål. Høster pigerne frugten af en større modenhed end drengene, så de bedre kan organisere studierne, lave lektier osv.? Har pigerne en fordel af de højere forventninger fra lærernes side, som EG finder i sin undersøgelse og mest præsenterer som noget negativt, selvom det er velkendt fra læringsforskningen, at høje lærerforventninger giver øget læring (Rosenthal, 1968)? Er drengene i højere grad socialiseret til at have en afslappet tilgang til skolearbejdet i det daglige og til at tage sig sammen til eksamen? Er de valgte undervisningstemaer og undervisningsformer mere motiverende for pigerne med deraf følgende øget læring? Har piger og drenge forskellige adfærdsformer, der ikke direkte handler om faglige præstationer, men som subtilt påvirker karaktergivningen? Mødes nogle af drengene i en vis udstrækning med negative og kønsstereotype forventninger?

“Ja” er svaret på det sidste spørgsmål ifølge en ekspertgruppe om køn nedsat af Børne- og Undervisningsministeriet (BUVM, 2024, s. 5). Ekspertgruppen om køn fremhæver i øvrigt, at selvom man naturligvis skal tage kønsproblematikken alvorligt, er der ulighedsskabende elementer i uddannelsessystemet med langt større effekt end køn: “Det er værd at bemærke, at elevernes socioøkonomiske baggrund har stor betydning for elevernes faglige resultater og har væsentligt større betydning end elevernes køn. Drengene med svag socioøkonomisk baggrund oplever ‘dobbelts udsathed’, når det kommer til at præstere godt i skolen både grundet de kønsspecifikke forventninger fra lærere og tilsvarende grundet [...] deres socioøkonomiske baggrund” (BUVM, 2024, s. 11). Rockwool Fonden har ligeledes fundet, at den sociale arv gennem en lang årrække har været voksende, og at det bl.a. kommer til udtryk ved, at stigningen i andelen af en årgang, der får en lang videregående uddannelse, særligt skyldes uddannelsesmønsteret for unge med højtuddannede forældre (Landersø, 2023).

Så lad os med inddragelse af både pige- og drengespæktiver reflektere grundigt over kønnethed i både børnehave, grundskole og gymnasium, mens vi husker, at socioøkonomiske forhold skaber betydeligt mere ulighed end køn, når det gælder muligheder i uddannelsessystemet!

Referencer

- BUVM. (2024). *Rapport fra ekspertgruppen om køn – anbefalinger fra ekspertgruppen om betydningen af køn for faglig udvikling og trivsel i dagtilbud, folkeskole og på ungdomsuddannelser*. Børne- og Undervisningsministeriet.
- Gertz, E. (2025). Hvordan unge kvinder oplever, at køn spiller ind i læring af naturvidenskab og matematik på STX. *MONA*, 2025(4), 13-32. <https://doi.org/10.7146/mona.v25i4.161375>
- Landersø, R. (2023). Social arv og offentlige udgifter til uddannelse. *Samfundsøkonomen*, 2023(2), 64-73. <https://doi.org/10.7146/samfundsokonomien.v2023i2.136921>
- Rosenthal, R. & Jacobson, L. (1968). *Pygmalion in the classroom: Teacher expectation and pupils' intellectual development*. Holt, Rinehart & Winston.