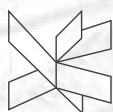


MONIA

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



VIA University
College



PROFESSIONS-
HØJSKOLEN
ABSALON



SYDDANSK UNIVERSITET

DTU



Erhvervsakademi og
Professionshøjskole



Danske Science Gymnasier

KØBENHAVNS
PROFESSIONS
HØJSKOLE



AARHUS
UNIVERSITET



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2022-1

MONA

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

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet, Det 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)
Ole Goldbeck, Københavns Professionshøjskole
Sebastian Horst, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Kjeld Bagger Laursen, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole
Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier
Jette Reuss Schmidt, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland
Karin Lilius, Center for Skole og Læring, Professionshøjskolen Absalon
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Martin Niss, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet
Morten Rask Petersen, Anvendt forskning i pædagogik og samfund, UCL
Tinne Hoff Kjeldsen, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

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

Manuskripter

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

Abonnement

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

Produktionsplan og deadlines for indsendelse af bidrag til MONA

MONA udkommer fire gange om året, normalt på onsdagen nærmest 5. marts, 5. juni, 5. september og 5. december.

Artikelmanuskripter og forslag til aktuelle analyser modtages løbende og behandles så hurtigt som muligt. Den redaktionelle proces (inkl. peer-review) tager mindst tre måneder. Deadlines aftales individuelt.

For kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder er deadline normalt 2 måneder før officiel udgivelsesdag.

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU
Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2022

Citat kun med tydelig kildeangivelse

Indhold

4 Fra redaktionen

Artikler

6 STEM-didaktik – et internationalt, systematisk review om STEM-undervisningens didaktik

Dorte Moeskær Larsen, Mette Lindharth Als Kristensen, Michael Fabrin Hjort og Lars Seidelin

23 Ledelse af naturfaglig kulturudvikling – Trioer med skoleledelse, naturfagsvejledere og kommunale naturfagskoordinatorer

Birgitte Lund Nielsen, Elzebeth Berg Wøhlk og Ole Kronvald

42 STEM-læreres udvikling af en IT-medieret undervisningspraksis analyseret ved hjælp af TPACK – Flipped learning som case

Henrik Levinsen og Mette Hesselholt Henne Hansen

Aktuel analyse

65 Praktik og praksiskontakt i ny læreruddannelse med fokus på naturfagene

Jens Aarby

Kommentarer

86 Overser vi de mest oplagte udfordringer?

Jan Sølberg

90 Udvikling af kompetencer

Lisbeth Alnor

96 Hvad kan vi gøre ved overgangsproblemer i matematik?

Dorte Elisabeth Rasmussen

Fra vores egen verden

100 MONA brugerundersøgelse 2021

Sebastian Horst og Andrea Gregersen

Fra redaktionen

Så er det marts, og foråret står for døren, med blidere vejr og mere udendørs aktiviteter. I skrivende stund ser vi på MONA-redaktionen meget frem til BigBang-konferencen 6. og 7. april som heldigvis igen kan afholdes fysisk. Årets tema på MONA-sporet er "Matematik i STEM – hvorfor og hvordan?" Med temaet sætter vi fokus på formål og potentialer ved M'et i STEM. Sporet præsenterer oplæg og workshopper om de gode erfaringer og om håndtering af udfordringerne. Vi håber at det også kan føre til artikler i MONA senere på året.

BigBang-konferencen indeholder også meget andet indhold, i alt ca. 170 program-punkter fordelt på 11 faglige spor samt stor messe med mange værksteder. MONA deltager i arrangørgruppen, og her forsøger vi i år at tage nogle af de gode ting fra sidste års digital gennemførelse med. Så er det ikke lykkedes dig at få en billet til den fysiske deltagelse, kan du på www.bigbangkonferencen.dk se mere om hvordan du kan deltage i den digitale del af konferencen.

I dette nummer er der tre artikler. Den første har titlen *STEM-didaktik – et internationalt, systematisk review om STEM-undervisningens didaktik*. Den er udarbejdet af Dorte Moeskær Larsen, Mette Lindharth Als Kristensen, Michael Fabrin Hjort og Lars Seidelin, alle fra SDU's Laboratorium for STEM Uddannelse og Læring. STEM, der er en samlebetegnelse for fagbuketten Science, Teknologi, engineering og matematik, er genstand for en del opmærksomhed i naturfagsuddanneres kredse, og en såkaldt STEM-tilgang til undervisningen beskrives ofte som af stort potentiale. Men denne nye tilgang er ikke ligetil, bl.a. fordi der mangler konsensus om hvordan STEM defineres, og om der overhovedet er noget man kan kalde en STEM-didaktik. Denne artikel bidrager til at belyse disse pointer ved at beskrive et litteraturstudie med udgangspunkt i 62 relevante og udvalgte studier. Resultaterne peger på forskellige perspektiver på både begrundelser, indhold/kontekst, metoder og integrationen.

Den næste artikel, *Ledelse af naturfaglig kulturudvikling: Trioer med skoleledelse, naturfagsvejledere og kommunale naturfagskoordinatorer*, er forfattet af Birgitte Lund Nielsen, VIA University College, og Elzebeth Berg Wøhlk og Ole Kronvald, Astra. Artiklen diskuterer en række "Ledelse der løfter naturfagsundervisningen"-arrangementer (LDLN) med deltagelse af trioer af naturfagsvejledere, skoleledere og kommunale naturfagskoordinatorer. Udfordringer og muligheder i udvikling af lokal naturfaglig kultur diskuteres under overskrifterne: 1) det organisatoriske niveau, 2) det kollegiale samarbejde og 3) undervisningen. Analyserne viser stor variation mellem skoler og kommuner, fx mangler der mange steder en uddannelse til naturfagsvejlederne, og det giver udfordringer ift. mandat og legitimitet. Erfaringerne viser at LDLN-arrangementernes tilgang, med en handleplan og konkret rammesætning, kan fremhæves positivt.

Den tredje artikel, *STEM-læreres udvikling af en IT-medieret undervisningspraksis analyseret ved hjælp af TPACK: Flipped learning som case* er forfattet af Henrik Levinsen, KP, og Mette Hesselholt Henne Hansen, VIA. Artiklen beskriver en efteruddannelsesindsats for grundskolelærere, hvis formål var at mediere øget fokus på elevcentrerede læreprocesser i naturfag og matematik vha. den såkaldte *flipped learning*-tilgang. Undervejs undersøgte lærernes intenderede og realiserede undervisning vha. en analyseramme om *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK). Analyserne afdækkede et lavere TPACK-niveau end i lærernes selvevaluerede TPACK. Forskellen gælder især de pædagogiske vidensdomæner; det ser ud til at succesfuld praksisudvikling via IT-medierede undervisningsformer afhænger mere af lærernes pædagogiske (almendidaktiske) kompetencer end fx af deres IT-kompetencer, men indsatsen viser, at flipped learning *kan* operationalisere læreres TPACK.

Den aktuelle analyse er denne gang udarbejdet af Jens Aarby, KP. Dens titel er *Praktik og praksiskontakt i ny læreruddannelse med fokus på naturfagene*. En faglig udviklingsgruppe har udarbejdet forslag til ny læreruddannelse. I dette forslag omlægges og udvides praktik på væsentlige punkter: praktik på alle fire årgange, integreret i fagene og udviklet i samspil mellem undervisningsfagene og praktiklærerne. Artiklen beskriver udfordringer i denne omlægning og peger bl.a. på behovet for et fælles sprog om praktik og formålet med praktik, samt på at udvidet samarbejde kræver organisatorisk støtte for at lykkes.

I vores kommentarafsnit får to af artiklerne i sidste nummer af MONA interessante hilsener fra læsere, den ene endda to. Lilius og Thynebjergs *Målet er en kompetenceorienteret matematik- og naturfagsundervisning i grundskolen – hvad er midlet?* bliver kommenteret af Jan Sølberg der i *Overser vi de mest oplagte udfordringer?* anlægger et ret bredt perspektiv på situationen for kompetenceløft-aktiviteter, og tilsvarende aspekter er behandlet i VIAs Lisbeth Alnors *Udvikling af kompetencer*. Endvidere har vi en kommentar til sidste nummers aktuelle analyse, Brian Krog Christensens *Lad os gøre overgangsproblemer i matematik til et overgangsfænomen!*, fra Dorte Rasmussen, Bagsværd Gymnasium, som i *Hvad kan vi gøre ved overgangsproblemer i matematik?* beretter om hvad der er blevet gjort dér.

Vi slutter dette nummer af med en lille beretning fra vores egen verden om den brugerundersøgelse som MONA-redaktionen gennemførte i efteråret 2021. Sebastian Horst og Andrea Gregersen fortæller hvad deltagerne i undersøgelsen lægger vægt på, hvordan de bruger MONA, og hvad de gerne vil have mere af. Undersøgelsen har givet værdifulde input til redaktionen som nu arbejder videre med at implementere flere aspekter.

MONA-redaktionen vil gerne takke alle dem der har bidraget med input. Vinderne af de udlovede billetter til BigBang-konferencen 2022 er i øvrigt fundet. Vi glæder os til at se dem dér.

STEM-didaktik

– et internationalt, systematisk review om
STEM-undervisningens didaktik



Dorte Moeskær
Larsen, Syddansk
Universitet, LSUL



Mette Lindharth
Als Kristensen,
Syddansk
Universitet, LSUL



Michael Fabrin
Hjort, Syddansk
Universitet, LSUL



Lars Seidelin,
Syddansk
Universitet, LSUL

Abstract: *En STEM-tilgang til undervisningen er efterhånden velkendt, og den beskrives ofte til at have stort potentiale. Ikke desto mindre er implementeringen af denne nye tilgang ikke ligetil på grund af den manglende konsensus omkring, hvordan STEM defineres, og om der er en tilgang, som vi kan kalde en STEM-didaktik. Denne artikel bidrager ved at beskrive et litteraturstudie med udgangspunkt i 62 udvalgte studier. Disse er gennemlæst, analyseret og efterfølgende syntetiseret. Resultaterne peger på forskellige perspektiver på både begrundelser, indhold/kontekst, metoder og integrationen. Afslutningsvis perspektiveres reviewets resultater med det danske udviklings- og forskningsprojekt LabSTEM.*

Indledning

Et større fokus på styrkelse af STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) i uddannelsessystemet i Danmark har efterhånden gjort sit indtog på alle uddannelsesniveauer. STEM-akronymet er blevet velkendt, og der arbejdes med STEM-strategier i en lang række regioner, kommuner, skoler osv. Begrebet STEM blev præsenteret af National Science Foundation (NSF) i 90'erne (Bybee, 2013) med ambitionen om at skabe bedre sammenhæng imellem de naturvidenskabelige fag og som en mulighed for at arbejde med bredere naturvidenskabelige problemstillinger. Brugen af en integreret læseplan/læreplan har vist sig at forbedre ikke blot elevernes faglige præsentationer, men også deres ikkekognitive læringsresultater, såsom interesse for STEM-områderne (Mustafa et al., 2016; Riskowski et al., 2009) og motivation for at fordybe sig i STEM-

områderne (Wang et al., 2016) hvilket måske også kan føre til et stigende antal STEM-kandidater (National Academy of Engineering and National Research Council, 2014).

Der forestår dog udfordringer med at undervise ud fra en STEM-tilgang. I et århundrede har undervisere i matematik og forskellige sciencefag institutionaliseret og urokkeligt forsvaret deres suverænitet over (fag)områderne, og det kræver både stor tilvæning og kompetence at ændre dette billede (Sillasen & Linderoth, 2017). I Danmark forestår der en opgave med hvordan og af hvem STEM skal defineres (Schmidt, 2019), og hvilket indhold og hvilke tilgange et STEM-forløb bør eller skal have, og hvordan forskellige udfordringer med at gennemføre STEM-undervisning skal løses. Nærværende artikel sigter mod at adressere disse områder.

I takt med at STEM-undervisning går fra at være en politisk målsætning til også at være en større og tydeligere del af klasserummene, skal der afklares nogle didaktiske aspekter omkring hvordan forskellige fagprofessionelle – pædagoger, lærere og undervisere – kan begrebssette, men også rent praktisk gribe undervisningen an (Seidelin & Larsen, 2021). STEM-undervisningen har siden sin begyndelse været under kontinuerlig udvikling, og der er stadig mange forskellige definitioner af hvad STEM-undervisning er, hvilket er en indikation på at der ikke er konsensus om hvad STEM-undervisningen indebærer. I sagens natur er STEM tværfagligt da det består af forskellige fag og discipliner, og ofte fremhæves en holistisk tilgang til STEM, men selv inden for denne tilgang er der ikke konsensus om definitionen. Shaughnessy (2013) definerer for eksempel STEM-undervisning som løsning af problemer baseret på science- og matematikbegreber og metoder der inkorporerer anvendte engineeringstrategier og anvendelse af teknologi. I denne definition er de enkelte fag og discipliner og deres karakteristika centrale. Omvendt definerer Sanders (2009) og Bybee (2013) det fra et andet perspektiv der forsøger at forstå alle STEM-discipliner som en sammenhængende enhed hvis undervisning er integreret og koordineret via løsningen af problemer i den virkelige verden.

Forskningsspørgsmål og tidlige reviews

Forskningsartikler omkring STEM-undervisning har fået en stigende opmærksomhed inden for de sidste år (Bozkurt et al., 2019), og der foreligger allerede en del forskellige litteraturreviews omkring emnet. Disse reviews har haft mange forskellige foki og undersøgelsesområder. Eksempelvis findes der en del undersøgelser omkring hvordan forskning i STEM-undervisning er udført, herunder fx forskningsmetoder, dataindsamlingsmetoder, samplestørrelse osv. (Kaleci & Korkmaz, 2018 samt Decker & McGill, 2019). Der er også reviews med fokus på STEM i forhold til diversitet og minoritetsgrupper. Eksempelvis beskriver Caldwell et al. (2018) vigtigheden af at skræddersy målene i STEM-undervisningen til behovene hos de underrepræsenterede grupper, fx for at få piger til at få en større interesse for STEM-fagene. I et litteraturreview af

McDonald (2016) fokuseres der på hvad der skal til for at udvikle STEM-undervisning i forhold til de enkelte fag, og her identificeres tre nøglefaktorer:

1. Vigtigheden af at fokusere på STEM allerede på mellemtrinnet for at opretholde elevernes interesse og motivation for at deltage i STEM
2. Implementering af en effektiv pædagogisk og didaktisk praksis for at øge elevernes interesse og motivation for at deltage i STEM
3. Udvikling af dygtige og kompetente lærere.

I søgningen på allerede udførte reviews med fokus på STEM-uddannelse fandt vi i alt 22 reviews, men ingen af disse har specifikt fokus på hvilken didaktik der er i spil i de beskrevne STEM-forløb. Hensigten med denne artikel er derfor at få et overblik over hvad den nyeste internationale litteratur anvender af definitioner af STEM, og om der kan identificeres en STEM-didaktik. For at gøre dette har vi foretaget en systematisk gennemgang af den nyeste internationale forskningslitteratur om STEM-undervisning. Baseret på resultaterne af den systematiske gennemgang beskrives en model med elementer i en STEM-didaktik der kan understøtte fremtidig STEM-undervisning.

De specifikke forskningsspørgsmål der er behandlet i den systematiske gennemgang, er:

- Hvilke definitioner af STEM-undervisning finder vi i den nyeste forskningslitteratur?
- Hvilken didaktik danner grundlaget for den beskrevne STEM-undervisning?
- Hvilke udfordringer beskrives der i den nyeste forskningslitteratur omkring STEM-undervisning?

Metode

Metoden indeholder først en systematisk søgning, udvælgelse og gennemlæsning af artikler. Det systematiske review er baseret på syv trin, foreslået af Petticrew og Roberts (2008). Denne tilgang hjælper med at systematisere processen: 1) Formulering af et tydeligt forskningsspørgsmål; 2) Bestemmelse af hvilke typer undersøgelser der skal inkluderes; 3) Udførelse af selve litteratursøgningen; 4) Screening af resultaterne af denne søgning; 5) Kritisk vurdering af de inkluderede studier; 6) Syntese af undersøgelserne og vurdering af heterogenitet blandt undersøgelsesresultaterne; 7) Formidling af resultaterne.

Først blev fem databaser udvalgt til søgningen for at sikre at resultaterne repræsenterede forskellige videnskabelige områder, såsom psykologi (psycinfo), videnskab (web of science) og pædagogik (EBSCO). I EBSCO udvalgte vi søgning i databaserne

Academic Search Premier: ERIC, MathSciNet og Teacher Reference Center. Derudover var Scopus og Proquest inkluderet fordi de giver et bredt og globalt overblik over litteratur inden for mange forskellige grene af forskningen. Derefter blev der i databaserne lavet en bloksøgning så ordene "STEM literacy", "STEM education", "STEM learn*", "STEM competen*" eller "STEM teach*" skulle indgå i titel eller abstract, mens ordet mathemati* skulle indgå i enten titel, abstract eller selve teksten. Matematik blev fremhævet i denne søgning idet det var vigtigt for os at matematik var en del af STEM-forløbene¹. Søgeordene blev valgt ved at screene abstracts i specielle udgaver af tidsskrifter med fokus på STEM-undervisning.

Tidsintervallet for artiklerne var fra 1. januar 2015 til 1. marts 2020 således at reviewet bygger på den nyeste forskning. Sproget i artiklerne var engelsk. I de databaser der tillod det, blev der kun søgt i peer-reviewede artikler. Efter dubletterne var taget ud af søgningen, resulterede dette i 4812 artikler. Disse artikler blev først sorteret ved gennemlæsning af titel/abstract af tre forskere, og kriterierne for at en artikel blev ekskluderet, var som følger:

1. Artiklen omhandler kun en af disciplinerne i akronymet STEM.
2. Artiklen omhandler ikke dagtilbud, grundskole eller ungdomsuddannelser, dvs. artikler med fokus på videregående uddannelser ekskluderes.
3. Artiklen omhandler STEM i uformelle undervisningsmiljøer, dvs. sommerskole, ungdomsskole, museum eller lignende ekskluderes.
4. Artiklen omhandler undervisning, der kræver særligt udstyr eller software der ikke er tilgængeligt på en almindelig institution, herunder specifikke eksklusive robotter.
5. Artiklen har fokus på STEAM (med Art) eller andre akronymer som ikke er STEM.
6. Artiklen har fokus på en specifik gruppe af elever, herunder køn, etniske minoriteter, særligt intelligente børn eller børn med særlige behov.
7. Artiklen handler om et specifikt lands uddannelsespolitik/styringsdokumenter.
8. Artiklen omhandler specifikt uddannelse eller efteruddannelse af lærere.
9. Artiklen fokuserer ensidigt på elevers eller læreres holdninger og forventninger til STEM-undervisning.

For at styrke reliabiliteten i udvælgelsen af artikler blev de første 100 artikler drøftet og sorteret i fællesskab. Derefter blev artiklerne delt i tre, dvs. ca. 1600 artikler til hver forsker. I gennemlæsningen af overskrifter og abstracts var intentionen at hvis der var tvivl om eksklusion, skulle artiklen forblive inkluderet. De artikler der blev udvalgt af én forsker, blev derefter genlæst af en af de andre forskere. Forsker 1

¹ LabSTEM projektet, som dette review er udarbejdet i, har fokus på matematik som omdrejningspunkt for STEM-undervisningen. Denne specifikke søgning på "matematik" gav dog ikke anderledes resultater idet matematik næsten altid indgår når STEM bliver forklaret med ordene Science, Teknologi, Engineering og Matematik.

udvalgte fx 147 artikler ud af de læste abstracts/overskrifter, og forsker 2 genlæste disse overskrifter/abstracts, og der blev fjernet yderligere 60 artikler efter en kort drøftelse med forsker 1.

Efter denne sortering var der i alt $n=172$ artikler tilbage. Herefter blev alle reviews, metastudier og proceedings også sorteret fra hvilket resulterede i $n=151$ artikler. Alle tre forskere læste nu i fællesskab disse artiklers titler og abstracts, og inklusion af den enkelte artikel blev diskuteret på baggrund af de ni eksklusionskriterier. Dette resulterende i 84 artikler. Herudover blev der lavet en specifik søgning i NorDiNa, NOMAD og MONA for også at give mulighed for at inkludere nordisksprogede artikler hvilket resulterede i otte ekstra artikler hvoraf tre blev udvalgt til gennemlæsning. Det samlede tal blev dermed 87 artikler. De inkluderede artikler blev nu hver især gennemlæst, analyseret og sammenfattet i en indskrivningstabel bestående af 12 kategorier. Under gennemlæsningen blev yderligere 25 artikler ekskluderet på baggrund af eksklusionskriterierne, og det endelige antal artikler blev således 62.

De 12 kategorier blev udvalgt til at klarlægge nogle overordnede tilgange i de inkluderede artikler: hvilket *skoleniveau* artiklen omhandlede, fx dagtilbud eller udskoling, hvilket *forskningsdesign* der blev anvendt, herunder anvendte *metoder og data*, hvilket *land* artiklen stammede fra, hvilket *formål* artiklen havde, hvilke *teorier* der blev anvendt i artiklen, men også hvilke fund artiklen fremkom med. Derudover havde vi fokus på at undersøge (jf. vores forskningsspørgsmål) hvilke fag i *S/T/E/M* der er i spil i artiklen, hvad der beskrives som *målet* for at lave STEM-undervisning, eventuelle beskrevne *udfordringer* med STEM-undervisning, specifikke beskrivelser af hvordan STEM *defineres* i artiklerne, og hvilken STEM-didaktik der eksplicit beskrives.

Metodisk kan et litteraturreview laves på flere måder, og det er klart at de valg der bliver taget i starten af processen, får indflydelse på resultaterne. Især søgeordene har indflydelse, men også inklusionskriterierne har betydning. Andre valg kunne have givet andre inkluderede artikler og dermed måske have påvirket resultaterne.

Inkluderede artikler og deres fund

De 12 forskellige kategorier i indskrivningstabellen blev efterfølgende syntetiseret hver for sig. I det følgende vil der være en kort beskrivelse af hvilke forskellige artikler der var inkluderet i reviewet. Artiklerne er opstillet og nummereret i følgende link: <http://kortlink.dk/2dewa>. I det efterfølgende vil de inkluderede artikler blive refereret til ud fra deres nummer.

De inkluderede artikler er trykt i 42 forskellige tidsskrifter hvilket viser hvor bredt dette felt er. Der er artikler publiceret i specifikke STEM-tidsskrifter, men der er også artikler fra mere almenpædagogiske tidsskrifter, fx *Journal of Educational Research* og fra mere fagspecifikke tidsskrifter, fx *Journal of Microbiology & Biology Education*. De

62 artikler stammer fra 16 forskellige lande hvor USA og til dels Australien er stærkt repræsenterede med henholdsvis 26 artikler og ni artikler.

39 % af studierne var kvalitative undersøgelser, og i disse var der en nogenlunde lige fordeling af studier der anvendte interviews (n=11) og/eller observationer (n=13). Lidt færre analyserede forskellige dokumenter (n=8), heraf fx analyser af elevprodukter/elevlogbøger eller læreplaner. I de kvantitative undersøgelser var hovedparten eksperimenter (n=14) som blev undersøgt enten ved test og/eller spørgeskemaer hvoraf enkelte tilføjede observationer. I de undersøgelser vi beskriver som 'mixed methods', var der ligeledes oftest eksperimenter (n=9) der alle blev undersøgt både kvalitativt (fx med observationer og/eller interviews) og kvantitativt med test og/eller spørgeskemaer. Dog var der et studie der ikke blev karakteriseret som eksperiment da det handlede om at undersøge lektionsplaner og logbøger med både kvantitative og kvalitative tilgange. De artikler som vi har kategoriseret som "teoretiske artikler", indeholdt alle diskussioner og refleksioner omkring hvordan STEM-undervisning skal udvikles eller udføres, uden decideret at have udført kvalitativ eller kvantitativ forskning.

De inkluderede artikler indeholder alle forskellige typer af fund der overordnet kan kategoriseres i fire forskellige områder:

1. Fund der beskriver hvad STEM-undervisning udvikler hos eleverne. Der blev blandt andet beskrevet at der udvikles scientific literacy eller problemløsningskompetencer (fx 2, 27, 59), computational thinking (fx 25, 60), holdninger til STEM-faget (fx 32, 33, 49, 50, 62), kritiske, kreative og analytiske kompetencer (fx 9, 35, 45) eller overordnet 21. århundredes- kompetencer (42, 48).
2. Fund med kritiske perspektiver i forbindelse med at gennemføre STEM-undervisning i en traditionel skolekultur, fx at det kan være svært for eleverne at overføre det de har lært i STEM-forløb, til de individuelle fag (32), samt problematikker omkring at der sjældent måles på STEM-kompetencer i afsluttende test (43).
3. Fund der handler om hvad der skal tages hensyn til når der skal planlægges STEM-forløb (6, 58). Herunder fx at det er vigtigt at inddrage eleverne (38, 39), at undervisningen skal være dialogisk (41), at undervisningen skal være elevcentreret, fx inquiry-based undervisning, playful learning, projektbaseret undervisning eller lignende (fx 10, 11, 33, 44) eller evt. at have fokus på fx big ideas (24), bæredygtighed (46), produktudvikling (33), design (28, 53, 61), matematisk modellering (12, 55), engineering (13, 14, 15, 21) eller virtuelle eller interaktive teknologier (3, 26).
4. Fund omkring strukturelle ting, fx vigtigheden af opbakning fra ledelsen og styrkede samarbejdsstrukturer (30, 55, 56) og vigtigheden af efteruddannelse af STEM-lærere (48).

Didaktik, fagdidaktik og STEM-didaktik

Der findes forskellige beskrivelser af hvad didaktik er og handler om, ligesom der findes definitioner af fagdidaktik, fx matematikdidaktik eller fysikdidaktik, men spørgsmålet er om vi kan komme nærmere på hvad der definerer og indgår i en integreret STEM-didaktik? Allerede i 1964 beskriver Høgh Larsen didaktik som en række tekniske overvejelser over:

1. Mål og midler samt beslutninger vedrørende stofvalg og undervisningsformer
2. Formidlingen af det stof der er valgt som middel til at opfylde de stillede mål
3. Lærerens tilrettelæggelse af sin undervisning
4. Undervisningssituationen (Larsen, 1964, s. 100).

Frede V. Nielsen skelner mellem to hovedopfattelser af hvad didaktik skal omfatte. Den ene kalder han didaktik i en relativt snæver eller specifik betydning som omfatter spørgsmål vedrørende "*undervisningens begrundelse og formål, dens mål og indhold samt kriterier for indholdsudvælgelse*" (Nielsen, 1998, s. 19). Den anden opfattelse vedrører undervisning i bredere forstand da den også indeholder spørgsmål om "*undervisningens metode, rammer og elevdeltagelse*" (Nielsen, 1998, s. 21).

Når vi diskuterer fagdidaktik angår det eksplicit et bestemt fag. Fx omfatter matematikdidaktik det komplekse didaktikfelt der eksplicit angår matematik, fx overvejelser og refleksioner i forhold til det faglige indhold i matematikundervisningen, praksis i matematikundervisningen og undervisningsmetoder samt begrundelser for indholdet – hele matematikundervisningens virksomhedsform (Blomhøj, 2016).

Svein Sjøberg (2005) afgrænser naturfagernes didaktik til at være "*alle de overvejelser, der er knyttet til den indholdsmæssige side af skolens undervisning i naturfag*" (s. 35) og til besvarelsen af naturfagsundervisningens *hvad, hvorfor og hvordan*.

Sillasen et al. (2018) lægger også vægt på disse tre spørgsmål i deres beskrivelse af hvad engineeringdidaktik er, men denne didaktik handler mindre om indhold og karakteriseres snarere som en arbejdsmetode i skolen. Denne metode inspireres af ingeniørers arbejdsmetode og engineeringdidaktikken forholder sig således til hvordan denne metode kan didaktiseres (Sillasen et al., 2018). Teknologiforståelse er måske snart et fag i grundskolen, og derfor er dette fags fagdidaktik med målbeskrivelser, læseplan/vejledning og formater ved at blive defineret (Teknologiforståelse i folkeskolen, 2021). En STEM-didaktik indeholder altså flere forskellige overlap af eksisterende fagdidaktikker, måske kommende fags didaktikker og ikkefags didaktikker som gør det meget komplekst at diskutere en samlet integrationsdidaktik.

For at komme tæt på didaktikken i de inkluderede artikler vil vi i det følgende anvende Niensens (1998) brede didaktikforståelse i forhold til hvordan en STEM-didaktik er defineret, men vi har tilføjet punktet "STEM-definitioner" for at tydeliggøre at vi

ikke har et præcist afgrænset fag, og at vi ikke har fokus på almindidaktik. Sidste punkt omkring integration er ligeledes tilføjet fordi vi her har flere "fag"-didaktikker der skal virke sammen:

- STEM-definitioner
- Begrundelser og mål for STEM-undervisning
- Indholdselementer eller kontekster i STEM-undervisning
- Metoder, rammer og elevdeltagelse
- Integrationselementer.

I det følgende vil vi først ud fra kategorierne "*Definitioner for STEM*" og "*Mål/begrundelser for STEM*" samt "*didaktik*" fra vores indskrivningstabel beskrive hvad der karakteriserer elementer i en STEM-didaktik. Desuden vil vi afslutningsvis medtage en beskrivelse af de udfordringer i at undervise med STEM-tilgange der er beskrevet i vores indskrivningstabel, da dette kan have implikationer for hvordan man griber den beskrevne didaktik an.

STEM-definitioner

I størstedelen af de inkluderede artikler er der slet ikke beskrevet nogen definition af STEM-undervisning (n=40). Oftest er der blot skrevet hvad STEM-akronymet står for (fx 30, 32). De resterende artikler samler sig nogenlunde i to forskellige kategorier:

Flere artikler (6, 8, 15, 28, 31, 33, 36, 40, 50) beskriver at STEM kan defineres som **integrationen af de forskellige fagområder (STEM)** ud fra enten en specifik kontekst eller opgave eller et specifikt projekt med det formål at udvikle elevernes kompetencer i de enkelte discipliner, men også at udvikle kompetencer på tværs (20) eller at forstå, innovere og løse komplekse problemstillinger (19), at udvikle STEM-literacy (23) eller at gøre undervisningen mere relevant, anvendelsesorienteret og motiverende (9).

I andre artikler beskrives STEM som en aktivitet (2, 24) der kan defineres som en bestemt **måde at trække på begreber og arbejdsmåder** fra videnskabsfagene matematik og science samtidig med at engineering inddrages, og passende teknologi anvendes (14).

Der er i de inkluderede artikler ikke enighed om hvad der skal til for at man kan definere undervisningen som STEM-undervisning. I nogle artikler (4, 37, 49) er det STEM-undervisning hvis minimum to af de fire discipliner indgår, mens en enkelt er tydelig omkring at matematik som minimum skal indgå (12).

Begrundelser og mål for STEM-undervisning

I de inkluderede artikler skrives der mange forskellige begrundelser for at arbejde tværfagligt i undervisningen. Klausen (2011) opdeler begrundelser for at udføre

tværfagligt samspil i interne og eksterne begrundelser. De skoleinterne begrundelser handler fx om udvikling i de enkelte fag. De skoleeksterne begrundelser handler mere overordnet om fx samfundsudviklingen. I STEM-litteraturen beskrives det specifikt at arbejdet med STEM-undervisning hjælper på stoftrængselsproblemerne i forhold til synergieffekter, men det beskrives også som mere motiverende for eleverne (Bybee, 2018). I forhold til samfundsudviklingen bliver STEM-undervisning specifikt beskrevet som kvalificerende både i forhold til en arbejdsmarkedsvinkel, men også kvalificerende i forhold til at blive kritiske borgere (Bybee, 2018). Disse beskrivelser vendes ofte til både at være begrundelser for og årsager til overhovedet at udføre STEM-undervisning.

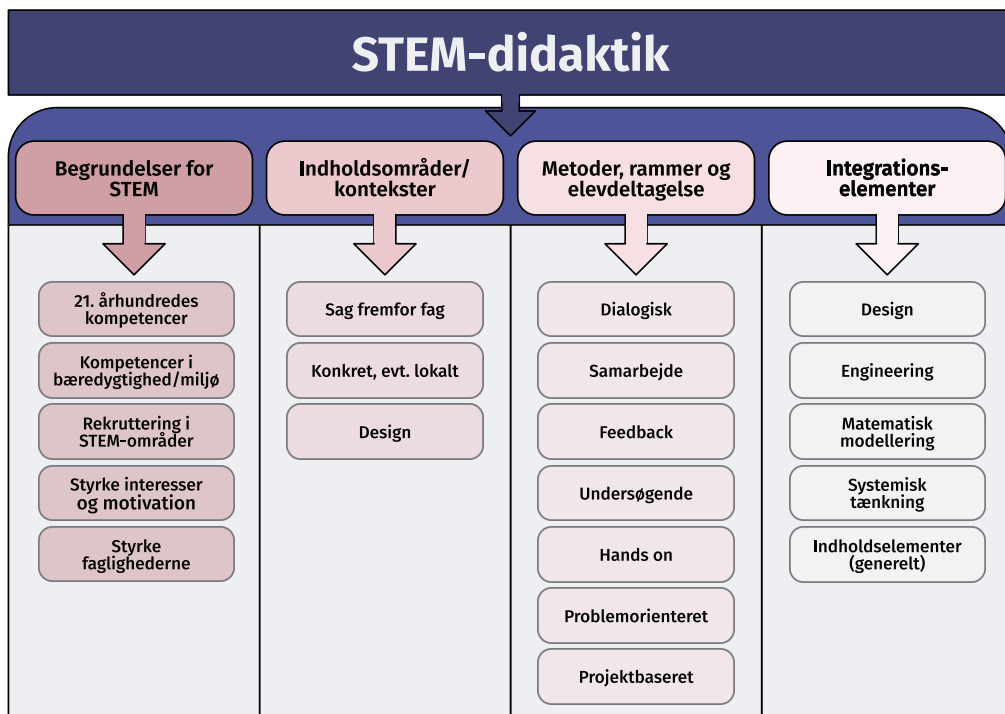
I de inkluderede artikler beskrives der både skoleinterne og skoleeksterne begrundelser for at arbejde med STEM-undervisning. I de skoleeksterne er der især fokus på hvordan STEM-undervisning vil styrke elevernes kompetencer i det 21. århundrede (2, 4, 13, 30, 31, 43, 44), herunder bliver der specifikt beskrevet områder som innovation (40, 42), samarbejdsfærdigheder, kommunikationsfærdigheder (42) og kreativitet (45, 52), men også kompetencer inden for miljø og bæredygtighed er inkluderet som områder der er mål for STEM-undervisning (33, 46). Samfundsmæssigt nævnes der både økonomiske fordele (41), men også et bedre globalt udsyn nævnes (23). Der er også en del artikler der peger på elevernes fremtidige rekruttering, jobs og karriere inden for STEM-fagene (27, 29, 36, 42, 48, 50).

I forhold til de skoleinterne begrundelser beskrives det ofte at målet er at styrke elevernes faglige kompetence på de enkelte fagområder og opnå synergieffekter (39, 50), men der er også fokus på at styrke interesser for STEM-fagene mere overordnet (11). Dette kan også ske ved at undervisningen bliver mere kvalificeret når der anvendes STEM-strategier fordi dette i så fald vil styrke sammenhængen i undervisningen og gøre den mere meningsfuld (49, 60) og dermed mere motiverende (50). Endelig handler flere begrundelser også om at få begge køn (40) samt alle minoritetsgrupper med i udviklingen i skolen, herunder de socialt udsatte (21). Generelt går begrundelserne for STEM-undervisning i mange forskellige retninger, men overordnet set beskrives ofte det 21. århundredes kompetencer (fx kreativitet, kollaboration, kritisk tænkning og kommunikation) og den fremtidige rekruttering som begrundelser for at lave STEM-undervisning, mens de skoleinterne begrundelser er mere sjældne.

Indholdselementer eller kontekster i STEM-undervisning

Tværfaglighed kræver ofte mere komplekse og vanskeligt håndterbare emner. Klausen (2011) beskriver at disse emner gerne skal være "sociale konstruktioner" (s. 82), men de skal samtidig "udgøre en enhed" (s. 83) da det skal være et sammenhængende emne. En del af de inkluderede artikler har i deres beskrevne forløb fokus på design eller engineeringdesign som et indholdselement, fx at designe en hjelm (38) eller

kreativitet i designprocessen (45, 52). I disse forløb er tanken at det skal være sagen der er i fokus, og ikke de enkelte fag. Overordnet beskrives konteksten for problemet ofte at spille en nøglerolle i STEM-undervisningen (20). Konkrete STEM-emner som fx vand, energi og robotter (54) eller fokus på sammenfaldende “big ideas” inden for matematik, science, teknologi og engineering (24) eller “real-world scenarios” (12,18) beskrives her som gode kontekster for elevernes STEM-arbejde. Dette kunne fx være bæredygtighed og medborgerskab (31). Overordnet beskrives det at der kan være fokus på konteksten i stedet for begrebsindholdet (11). Her er der flere artikler der påpeger at konteksten og indholdet skal være noget fra elevernes hverdag – noget eleverne kan relatere til (41), og som er lokalt (44). Det kunne fx være materialer der kan hentes i elevernes køkken eller i det nærliggende supermarked (39).



Figur 1. Overordnet model viser elementer i en STEM-didaktik baseret på de inkluderede artiklers didaktik

Metoder, rammer og elevdeltagelse

Lærerens metoder og tilrettelæggelse af undervisningen anses som en vigtig faktor for hvorledes undervisningen udfoldes i klasserummet (Hiim & Hippe, 2007), og der er mange forskellige perspektiver på hvordan fx en elevcentreret undervisning kan tilrettelægges. Larsen & Lindhart (2019) beskriver blandt andet hvordan undersøgende

matematikundervisning med fordel kan tilrettelægges i forskellige faser (iscenesættelsen, aktivitetsfasen og fællesgørelsen).

STEM-undervisningens metoder beskrives også i flere af de inkluderede artikler. Her beskrives flere steder vigtigheden af at undervisningen tilrettelægges således at eleven kan være deltagende i dialoger og diskussioner (18, 51), mens undervisning tilrettelagt med gruppearbejde (20, 50) samt peerfeedback beskrives som styrker i en STEM-undervisning (48, 51).

Der har i både matematik- og sciencedidaktisk forskning været fokus på vigtigheden af at eleverne tager del i læringsprocessen og bliver den aktive medspiller i undervisningen ved fx selv at opstille de problemer de efterfølgende skal undersøge osv. Det medvirker fx til at eleverne får et større ejerskab og dermed større motivation for at involvere sig (Artigue and Blomhøj, 2013).

Elevcentrerede tilgange er også den oftest beskrevne tilgang til elevernes deltagelse i STEM-undervisningen i de inkluderede artikler (fx i 20, 52). Denne tilgang kan udforme sig i mange forskellige tilgange, herunder fx elevernes "hands-on activities" (18, 39, 61), undersøgende undervisning (11, 41, 44, 50, 53, 59), projektbaseret undervisning (2, 18, 28, 35, 44, 45) eller problemorienteret undervisning (29, 30, 42, 43, 49, 50, 53, 54, 60). Elevernes nysgerrighed (11) og en legende tilgang (10, 51) til undervisningen beskrives også som havende potentiale og vigtige i en STEM-didaktik. Endelig beskrives også en kropslig læring (embodied learning) som meget passende til at involvere eleverne i en STEM-undervisning (57, 61).

Integrationselementer

Spørgsmålet om hvordan de forskellige områder i STEM skal kobles til et fælles forløb, har typisk ikke noget bestemt eller entydigt svar da en sådan integration kan foregå på flere forskellige overlappende måder, fx ved at koordinere, komplementere, korrelere, koble eller kombinere områderne (Bybee, 2013). Bybee (2013) gør opmærksom på at der ikke er én rigtig vej at gå, men at det er mere komplekst.

I flere af de inkluderede artikler beskrives det hvordan nogle forskellige elementer kan være med til at styrke det tværfaglige i undervisningen og netop få integreret fagene på en konstruktiv måde. Designprocesser er et af de områder som flere gange nævnes som potentielt til at hjælpe eleverne med at lære STEM-indhold ud fra en integreret tilgang ligesom det styrker elevernes engagement i deres læringsproces (13, 28, 45, 53, 61). I forhold til design nævnes specifikt engineeringdesign som et godt udgangspunkt for integrationen (15, 16, 21) eller engineeringudfordringer (6). Men flere beskriver også engineering som værende det element der netop formår at binde de andre S-T-M-områder sammen (20, 37). Matematisk modellering beskrives ligeledes som en måde at integrere fagene på. Ved at anvende matematisk modellering som et tværfagligt element vil eleverne samtidig bedre kunne se matematikken som

relevant og værdifuld (5, 12, 31, 59, 69). Endelig beskrives også andre områder som fx spatial ræsonnering (34), systemisk tænkning (21, 32) eller specifikke kontekster som fx bæredygtighed og energi (31, 36) der kan være elementer der integrerer STEM-områderne.

Ovenstående beskrivelser af de inkluderede artikler er her samlet i figur 1.

Modellen synliggør de inkluderede artiklers didaktik, herunder hvilke begrundelser de giver for at anvende STEM, hvilke indholdsområder de peger på, hvilke metoder de fremhæver, og endelig hvilke forskellige tilgange der nævnes for at integrere fagene. Modellen her kan eventuelt tænkes anvendt i planlægningen af nye STEM-forløb, eller som et redskab til at analysere og kvalificere en STEM-undervisning.

Udfordringer med at udføre STEM-undervisningen i traditionel skolekontekst

Udfordringer med at undervise med en STEM-tilgang beskrives på forskellige niveauer i de inkluderede artikler. Overordnet set beskrives det som en udfordring at STEM-begreberne ikke er tydeligt defineret i hverken politiske uddannelsesdokumenter eller i mere didaktiske tilgange (40), og at relationerne mellem fagene og deres roller i STEM-undervisningen er uklar og udefineret (31). På undervisningsniveau beskrives der udfordringer i at undervise i områder/fag der ikke nødvendigvis er lærernes kompetenceområde/undervisningsfag (31), fx at anvende matematik som redskab i STEM-undervisningen (54, 55), og hvad der skal lægges i de mere udefinerede områder "engineering" og "teknologi" (37). Desuden beskrives der generelt en udfordring i at lærernes mindset skal ændres så de kan være mere opmærksomme på sammenhængen mellem fagområderne (24).

Der peges på at der er behov for efteruddannelse og kompetenceudvikling af lærerne så de lærer hvordan de operationaliserer og implementerer STEM-undervisning i et ofte tæt pakket curriculum (30). Herunder nævnes også udfordringer med at eleverne skal indgå i dette nye område – og kunne mestre at koble de forskellige fag (5), og at elever med særlige behov ofte er ekstra udfordrede (6). Det beskrives også som ekstra tidskrævende for eleverne (22, 26). Endelig beskrives det som en udfordring for STEM-tilgange at skolen, læreruddannelsen, eksamener, test og faglokaler på skolen er struktureret i og tilpasset fag (19).

Diskussion og konklusion

I ovenstående review kunne vi konstatere at der ikke var mange forfattere der tydeligt beskrev hvordan de definerer STEM-undervisning. Eksempelvis kan det være problematisk at undervisningen kaldes STEM-undervisning når der blot er to fagområder der integreres som fx matematik og fysik som måske ofte naturligt integreres

uden det inkluderer teknologi og engineering. Men spørgsmålet er om vi kan sætte et minimum op for at kunne anvende begrebet *integreret STEM-undervisning*: Skal vi som minimum have tre bogstaver med? Eller skal matematik være med som et minimum? Eller er det muligt at opretholde en vis diversitet i akronymets definition for at skabe forskellige og flere muligheder for STEM i skolen? Væsentligt er det muligvis at eleverne arbejder hen imod at opnå STEM-literacy, eksempelvis som Bybee (2018) beskriver det i fire punkter:

- Viden, holdninger og færdigheder til at identificere spørgsmål og problemer i virkelighedens verden, herunder at forklare og drage evidensbaserede konklusioner inden for STEM-relaterede områder.
- Forståelse for hvad der er karakteristiske træk ved STEM-disciplinerne.
- Opmærksomhed i forhold til hvordan STEM-disciplinerne former vores verden (materielt, intellektuelt og kulturelt).
- Villighed til at engagere sig i STEM-relaterede udfordringer som konstruktiv, vedkommende og reflekterende borger. (Vores oversættelse, Bybee, 2018, s. 10).

Samtidig kan vi dog opfordre til at man altid beskriver hvilken definition af STEM der anvendes i forskellige STEM-beskrivelser, så det er tydeligt for modtageren.

Det er måske ikke overraskende at mange lærere føler sig udfordret når de skal planlægge, gennemføre og evaluere STEM-undervisning. Dette kan være på grund af den manglende enighed omkring definitionen, men det drejer sig nok primært om spørgsmål som: Hvordan gennemføres STEM-forløb? Hvilke metoder skal der anvendes? Og til dels: Hvad skal STEM-indholdet være? Men også spørgsmål om hvorfor overhovedet at anvende en STEM-tilgang og ikke bare STE eller MT osv.

I disse dage er teknologiforståelse på dagsordenen rundt omkring i Danmark, og spørgsmål som hvordan dette evt. nye fag skal integreres i grundskolen, er aktuelle, så at sætte T sammen med SEM gør kompleksiteten endnu større for lærerne.

Overordnet set er det en udfordrende opgave læreren står over for, så det er ikke så underligt at der beskrives mange forskellige udfordringer i litteraturen som vi bliver nødt til at tage højde for i udviklingen af en STEM-didaktik.

Den beskrevne STEM-didaktik indeholder flere aspekter som har rod i forskellige tilgange. Elevcentrerede metoder arbejdes der allerede med i både matematik- og scienceundervisningen, fx i den undersøgende tilgang (IBME og IBSE), men den beskrives og tænkes ofte lidt forskelligt i henholdsvis matematik og science. Så spørgsmålet er: Hvordan ser en undersøgende tilgang ud i en STEM-undervisning? Er den anderledes? I STEM-undervisningen har vi altså nogle didaktik-begreber der anvendes og defineres forskelligt i de forskellige (fag)didaktikker – og de skal samtidig sættes ind i en ny tværfaglig sammenhæng. Det der gør didaktikken speciel i denne model, er

at den her ikke beskriver en fagdidaktik idet STEM ikke er et fag, men en integration af fire forskellige områder hvoraf to områder endnu ikke er fag, og hvoraf det ene område, science, faktisk er mange fag.

Vores model bidrager her til at få et overblik over allerede anvendte og beskrevne begreber og metoder, men modellen indeholder også nogle grundlæggende helt klare særegne træk idet den indeholder integrationselementer. Den indeholder elementer hvor der typisk kommer andre indholdsområder og kontekster i spil som netop har fokus på det tværfaglige og ikke nødvendigvis de enkelte fag. Modellens begreber (figur 1) skal altså tænkes ind i en STEM-tilgang, og de didaktiske områder skal ses som nye STEM-didaktiske genstandsområder som vi nu skal udfolde og udforske for at kvalificere STEM-undervisningen. Det kræver at både praksis og forskning medtager, undersøger, analyserer og reflekterer over disse nye genstandsområder når der i fremtiden udvikles STEM-forløb og STEM-didaktik. Figur 1 sætter således fokus på væsentlige perspektiver både i forhold til hvorfor, hvad og hvordan, og den kan ses som et udgangspunkt for at diskutere elementer i en fremtidig STEM-didaktik.

Perspektivering – LabSTEM og STEM-didaktik

Ovenstående review er gennemført som en del af det treårige projekt “Laboratorium for integreret STEM-undervisning og læring” (LabSTEM) med start januar 2020 (www.sdu.dk/da/forskning/labstem). Projektets formål er at udvikle en STEM-didaktik i en dansk kontekst og stille den til rådighed for undervisnings- og læringspraksis med henblik på at understøtte en samfundsforankret, bæredygtig og tværfaglig STEM-undervisning på alle uddannelsesplaner. Reviewet viser at der er mange vinkler på hvordan det faglige samspil kan udføres inden for STEM-undervisning, og det synliggør behovet for at dagsordensætte udvikling af kvalitet i STEM-didaktik i en dansk kontekst.

Igennem det første år i LabSTEM-projektet er der udviklet undervisningsforløb og diskuteret STEM-didaktik i forskellige laboratorier i Region Syddanmark. Dette har medført at der er arbejdet hen imod en række principper for STEM-undervisning. Disse principper har både grobund i de enkelte laboratorier hvor fagprofessionelle har diskuteret og udviklet STEM-didaktikprincipper, men principperne er også udsprunget af dette review som en mere teoretisk tilgang, og de er udviklet i arbejdet i den faglige gruppe i LabSTEM som indeholder læreruddannere, pædagoguddannere og forskere. I vores foreløbige proces har vi opskrevet følgende didaktiske principper for LabSTEM:

STEM-undervisningen har til formål at udvikle demokratisk dannelse og handlekompetence inden for STEM:

- STEM-undervisningen skal have en omverdensorientering. Det kan være en konkret og evt. lokal problemstilling som skal indeholde en vis grad af kompleksitet (jf. kolonne 2 i figur 1).
- STEM-undervisningen skal være elevcentreret, dvs. at undervisningen tager udgangspunkt i elevernes egne undersøgelser, egne problemstillinger, eksperimenter eller projekter (jf. kolonne 3 i figur 1).
- STEM-undervisningen skal integrere alle fire fag (STEM) på en naturlig måde. Dette kan ske ved fx kontekstintegration, ved hjælp af tværgående STEM-begreber eller ved fx at sætte et af fagene i fokus (fx engineering eller matematisk modellering) (jf. kolonne 4 i figur 1).
- STEM-undervisningen skal støtte den læring og undervisning der i øvrigt arbejdes med på det pågældende trin, jf. de eksisterende læreplaner.

Næste skridt er nu at undersøge hvordan og om STEM-lærerne på trods af diverse udfordringer formår at gennemføre STEM-forløb ud fra disse principper.

LabSTEM er udviklet af professor MSO Claus Michelsen, Syddansk Universitet. Projektet er støttet med seks millioner af Novo Nordisk Fonden og tre millioner fra Region Syddanmarks uddannelsespulje, og disse midler er tilvejebragt af Claus Michelsen. Vi takker desuden Claus Michelsen for at have været med til at diskutere og vejlede i literatursøgningsprocessen og for hans hjælp til gennemlæsning af udvalgte artikler.

Endelig vil vi sige tak til Jens Dolin, professor emeritus ved KU for konstruktiv vejledning.

Referencer

- Artigue, M. and M. Blomhøj (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797-810.
- Blomhøj, M. (2016). *Fagdidaktik i matematik*. Frederiksberg, Frydenlund Academic.
- Bozkurt, A., Ucar, H., Durak, G. & Idin, S. (2019). The Current State of the Art in STEM Research: A Systematic Review Study. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 14(3), 374-383. DOI: 10.18844/cjes.v14i3.3447.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, National Science, Teachers Association press.
- Bybee, R. W. (2018). *STEM education now more than ever*. Arlington, National Science Teachers Association press
- Caldwell, L., Garcia, R., Cagle, N. (2018). K-12 diversity pathway programs in the E-STEM fields: A review of existing programs and summary of unmet needs. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 19(4).

- Decker, A. & McGill, M. M. (2019). A systematic review exploring the differences in reported data for pre-college educational activities for computer science, engineering, and other STEM disciplines. *Education Sciences*, 9(2), 69. DOI: 10.3390/educsci9020069.
- Hiim, H. & Hippe, E. (2007). *Læring gennem oplevelse, forståelse og handling*. København, Gyldendalske boghandel.
- Høeg Larsen, C. (1964). Didaktikkens emne. *Dansk pædagogisk Tidsskrift*, 12, 401-414.
- Klausen, S. H. (2011). *På tværs af fag: Fagligt samspil i undervisning, forskning og teamarbejde*. København, Akademisk Forlag.
- Kaleci, D., Korkmaz, Ö. (2018). STEM Education Research: Content Analysis. *Universal Journal of Educational Research*, 6(11), 2404-2412. DOI: 10.13189/ujer.2018.061102.
- Larsen, D. M., Lindhart, B. K. (2019). Undersøgende aktiviteter og ræsonnementer i matematikundervisningen på mellemtrinnet. *MONA: Matematik Og Naturfagsdidaktik*, (1), 7-21.
- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569.
- Mustafa, N., Ismail, Z., Tasir, Z., Said, M., Haruzuan, M. N. (2016). A meta-analysis on effective strategies for integrated STEM education. *Advanced Science Letters*, 22(12), 4225-4228. DOI: 10.1166/asl.2016.8111.
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM Integration in K 12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nielsen, Frede (1998). *Almen Musikdidaktik*. 2. rev. udg., opr. 1994. København, Akademisk Forlag.
- Petticrew, M., Roberts, H. (2008). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons.
- Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M., Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 181-195.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Schmidt, J. R. (2019). Hvem definerer STEM i skolen og skoleforskning? *MONA: Matematik-og Naturfagsdidaktik* (2), 70-88.
- Seidelin, L., Larsen, D. M. (2021). STEM-integration – mere end en målsætning for grundskolen? *EMU*, Danmark Læringsportal.
- Shaughnessy, M. (2013). Mathematics in a STEM Context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 324-324. DOI:10.5951/mathteacmidscho.18.6.0324.
- Sillasen, M. K., Daugbjerg, P., Krogh, L. B. & Nielsen, K. (2018). *Engineering i skolen: Vidensgrundlag*. VIA University College.
- Sillasen, M. K. & Linderoth, U. H. (2017). Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (3) 19-38.
- Sjøberg, S. (2005). *Naturfag som almindelse, En kritisk fagdidaktik*. Aarhus, Klim.

Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. and Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College, Engineering Education Research*, 1(2), 113. DOI: 10.5703/1288284314636.

Teknologiforståelse i folkeskolen (2021) *Didaktiske prototyper, format og vejledning*. Lokaliseret d. 5. november 2021 på: <https://tekforsøget.dk/forlob/didaktiske-principper/>.

English abstract

A STEM approach in teaching is gradually becoming a well-known strategy, and is often described as having great potential. Nevertheless, implementation of this new strategy is not straightforward because of a lack of consensus both on how STEM is defined and on whether there can be a special approach called a STEM education approach. This article contributes to this challenge by describing a literature study based on 62 published studies. These have been read, analyzed and synthesized. The results point to different perspectives on justifications, content, methods and integration. Finally, the results are put into perspective with the Danish project called LabSTEM.

Ledelse af naturfaglig kulturudvikling

– Trioer med skoleledelse, naturfagsvejledere og kommunale naturfagskoordinatorer



Birgitte Lund Nielsen, VIA University College



Elzebeth Berg Wøhlk, Astra



Ole Kronvald, Astra

Abstract: I artiklen diskuteres en række “Ledelse der løfter naturfagsundervisningen”-arrangementer (LDLN) med deltagelse af trioer af naturfagsvejledere, skoleledere og kommunale naturfagskoordinatorer. Data består af evaluering og fokusgruppeinterviews med trioer fra to kommuner. Udfordringer og muligheder i udvikling af lokal naturfaglig kultur diskuteres under overskrifterne: 1) det organisatoriske niveau, 2) det kollegiale samarbejde og 3) undervisningen. Analyserne viser en stor variation mellem skoler og kommuner. Mange steder mangler uddannelse til naturfagsvejlederne hvilket giver udfordringer ift. mandat og legitimitet. Desuden berøres lærernes ejerskab. Rammesætning af handleplan og samarbejde på LDLN-arrangementerne fremhæves positivt. Diskussionen peger bl.a. på modstridende diskurser om ledelse og lærersamarbejde.

Introduktion

For at støtte arbejdet med handleplaner for udvikling af naturfaglig kultur (Sølberg, 2007) på danske grundskoler har Astra gennemført en række arrangementer kaldet “Ledelse der løfter naturfagsundervisningen” (LDLN). Her har naturfagsvejledere eller tilsvarende ressourcepersoner deltaget sammen med en repræsentant fra skoleledelsen og den kommunale naturfagskoordinator (benævnt trioer nedenfor). I artiklen beskrives baggrunden for at igangsætte LDLN. Desuden præsenteres en undersøgelse

af aktørernes erfaringer fra LDLN-arrangementerne og fra arbejdet med naturfaglig kultur i den lokale ledelse. 'Ledelse' er her ikke kun skoleledere selvom de forventes at spille en central rolle. Formålet er at analysere og diskutere muligheder og udfordringer relateret til lokal kulturudvikling med fokus på den rolle naturfagsvejledere og koordinatore spiller sammen med skoleledelsen. I den efterhånden omfattende litteratur om professionelle læringsfællesskaber fremhæves betydningen af ledelse og koordinering i dette komplekse felt med samspil mellem flere aktører (Albrecht, 2020). Data fra LDLN-indsatsen giver pga. deltagelsesformen (trioerne) og organisationsformen hvor de lokale naturfagshandleplaner er i fokus, god mulighed for dybere indsigt i disse samspil. Artiklen, der er et resultat af et samarbejde mellem to udviklere og konsulenter fra Astra og en ekstern forsker, starter med en beskrivelse af LDLN efterfulgt af en teoretisk rammesætning. Derefter redegøres der for det empiriske materiale, og diskussion af erfaringerne leder frem til anbefalinger målrettet skolernes fortsatte arbejde med naturfaglig kultur og den fortsatte indsats i Astra.

Ledelse der løfter naturfagsundervisningen (LDLN)

Indførelsen af en fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi blev fulgt af forskning, og i denne fremhæves skoleledelsens rolle og betydning for lærernes arbejde med fælles undervisningsforløb og prøve samt for organiseringen af naturfagsområdet og udvikling af naturfaglig kultur (UVM/Rambøll, 2018). Det anbefales fra politisk hold at skoleledelsen sætter fokus på ledelse, organisering og kompetencer, herunder samarbejdet med skolens naturfagsvejleder (UVM, 2018b; UVM, 2018c; BUVM, 2021). Som udløb af regeringens naturvidenskabsstrategi (UVM, 2018a) var én af opgaverne for Astra at oprette og vedligeholde et nationalt netværk for naturfagsvejledere og tilsvarende ressourcepersoner. Baseret på erfaring også fra samarbejde med de kommunale naturfagskoordinatorer (se boks 1 om de to grupper) blev der fra Astras side sat initiativer i gang med fokus på skoleledelsens betydning for udvikling af naturfagsområdet. Dette førte til de første tre LDLN-arrangementer i 2019 tre forskellige steder i landet. Målgruppen var ideelt set trioer bestående af en repræsentant for skoleledelsen, en naturfagsvejleder eller tilsvarende ressourceperson og en kommunal naturfagskoordinator.

Naturfagsskoordinatorer er den eller de personer i en kommune som har ansvaret for at udvikle og styrke kommunens naturfaglige kultur. En naturfagsskoordinator er som regel formelt forankret i eller har relation til en kommunal forvaltning, men kan samtidig have sin daglige gang på en skole. Dermed befinder de sig i styringskæden mellem det forvaltningsmæssige, strategiske, politiske niveau og skolernes praksis.

Naturfagsskoordinatorer arbejder blandt andet med at:

- drive naturfaglige netværk og sikre formål, rammer og indhold
- sikre en prioriteret, strategisk og forankret naturfagsindsats i samarbejde med relevante aktører
- sikre udvikling og anvendelse af kommunens fysiske rammer for naturfag – både inde og ude
- sikre synergier og samarbejde på tværs af forvaltninger, uformelle læringsmiljøer, virksomheder og andre medspillere på naturfagsområdet
- sikre kompetenceløft af naturfagslærere og andet pædagogisk personale og skabe sammenhæng mellem behov og indsats
- have fokus på overgange og brobygning mellem institutioner og sikre kontinuitet i den naturfaglige læring og samarbejde på langs af uddannelseskæden
- igangsætte, udvikle og koordinere særlige initiativer på naturfagsområdet.

Naturfagsvejledere er aktører for arbejdet med at styrke den naturfaglige kultur på grundskolerne og spiller en central rolle i facilitering af fagteamsamarbejde og den faglige udvikling. Naturfagsvejlederens opgaver varierer afhængigt af hvilket mandat den enkelte naturfagsvejleder har på egen skole.

Opgaverne kan fx være:

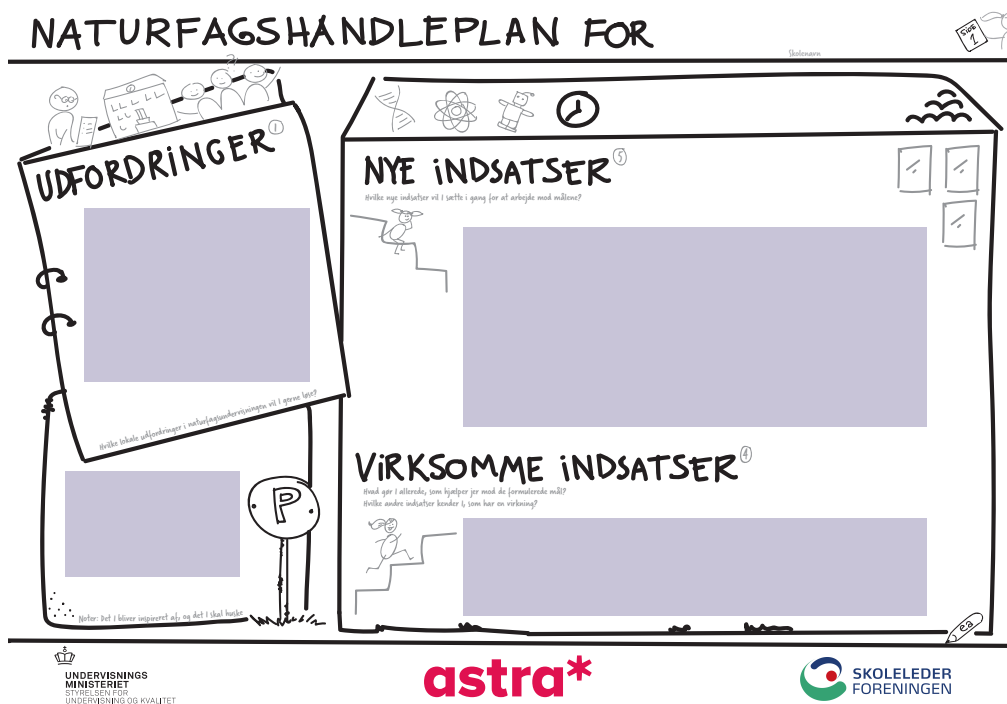
- organisering og udvikling af vidensdeling og kapacitetsopbygning gennem skolens naturfagsteam eller andre relevante læringsfællesskaber
- systematisk vejledning af skolens naturfagslærere
- udvikling af faglige praksisfællesskaber
- at være naturfaglig vidensperson og sparringspartner til skolens ledelse.

Se mere på <https://astra.dk/forankring>.

Mål med LDLN-arrangementerne var:

- at skabe et fælles vidensgrundlag om naturfagsundervisning blandt skoleledere, naturfagsskoordinatorer og lokale ressourcepersoner
- at tydeliggøre sammenhæng mellem nationale og kommunale strategier, herunder mål og indsatser, med lokale udfordringer og lokal skoleudvikling
- at skolen kom hjem med et udkast til en lokal handleplan i naturfag som kan understøtte en systematisk udvikling af den naturfaglige kultur lokalt.

Sidstnævnte mål resulterede i udvikling af en skabelon til at arbejde med lokale naturfagshandleplaner (fig. 1). I arbejdet med handleplanen går trioer trinvist frem med udgangspunkt i udfordringer på naturfagsområdet. Herefter prioriteres og formuleres mål, og det aftales hvilke tegn der skal holdes øje med for at afgøre om der arbejdes mod målet. Afslutningsvis identificeres eksisterende aktiviteter på skolen der anses for virksomme ift. de opstillede mål, og der indgås aftaler om nye aktiviteter. I tandhjulene noteres aftaler for det løbende arbejde med handleplanen. Se mere om den lokale naturfagshandleplan på: <https://astra.dk/tema-om-naturfagshandleplanen>.



Figur 1. Model til lokal naturfagshandleplan.

I 2020 blev der også afholdt tre arrangementer der pga. COVID-19-situationen blev afviklet online som et samspil mellem broadcastede oplæg og faciliterede gruppe-drøftelser i trioerne. Dette gav mulighed for samtidig at udvikle en 'praksispakke' som kommuner/skoler senere kunne anvende efter lokale behov.

I alt har 618 skoleledere, naturfagsvejledere/ressourcepersoner og kommunale naturfagskoordinatorer været tilmeldt de seks LDLN-arrangementer, og efterfølgende har materialer fra 2019- og 2020-arrangementet indgået i forskellige sammenhænge, fx netværksmøder, Big Bang-oplæg, artikler og sparrings- og udviklingssamtaler med de kommunale naturfagskoordinatorer (Wøhlk, Kronvald & Buch-Illing, 2018).

Begrebsmæssig rammesætning

Naturfaglig kultur

I en tidligere artikel om Astras arbejde med understøttelse af naturfaglig kultur på skoler og i kommuner (Wøhlk et al., 2018) henvises til definition fra Sølberg (2006; 2007), som er yderligere udfoldet og diskuteret af Jensen og Sølberg (2012). Sølberg definerer lokal naturfaglig kultur således:

“de normer, værdier, overbevisninger, forventninger og konventionelle handlinger som præger de aktører, der beskæftiger sig med naturfagene på den enkelte skole” (Sølberg, 2006).

Selvom selve undervisningen og elevernes læring ikke er et hovedfokus i nærværende artikel, skal det understreges at interessen i at arbejde med naturfaglig kultur og forskellige aktørers samarbejde i sidste ende handler om at kvalificere naturfagsundervisningen. Der er, både baseret på international forskning (se fx litteraturstudium: Nielsen, 2017) og de danske projekter vi nedenfor henviser til, meget der tyder på at den naturfaglige kultur på skolerne kan være afgørende for dette.

Danske udviklingsprojekter med fokus på naturfaglig kultur

Der er gennem de seneste ti år gennemført er række større naturfagsprojekter hvor organisatoriske og strukturelle forhold har været undersøgt, afprøvet og forsket i, set sammen med lærerfaglig og naturfagsdidaktisk udvikling og konkret naturfagsundervisning. Det gælder især projekterne om Science-kommuner (Jensen & Sølberg, 2012), QUEST (Nielsen et al., 2013; Mogensen et al., 2015; Nielsen, 2021a) og NaTeKu (Sillasen & Valero, 2011). Fælles for projekterne er at de både centrerer sig om udvikling af naturfaglig kultur på de enkelte institutioner gennem lokalt fagteamsamarbejde og om netværk mellem skolerne, herunder etablering af en koordinerende naturfagsfunktion i kommunen.

Kapacitetsopbygning og samskabelse

I argumentationen om QUEST-projektet blev der bl.a. henvist til Darling-Hammond (2005) og pointen om i organisatorisk udvikling at have fokus på kapacitetsudvikling i stedet for top-down-implementering og medfølgende kontrol. Det beskrives som at lade top-down mødes med bottom-up. Kompetenceudviklingen var organiseret i netværk og med en rytme hvor lokale fagteams arbejdede med faglige og fagdidaktiske problemstillinger som undersøgende naturfagsundervisning, progression i skolens undervisning, fællesfaglighed og undersøgelser af elevernes læring gennem lektionsstudier o.l. (Mogensen et al., 2015). QUEST-rytmen implicerede konkrete afprøvninger på skolerne og deling af erfaringer med naturfagsundervisning og understøttelse af

elevernes motivation og læring fx gennem undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. Denne tilgang til kapacitetsudvikling ser ud til at være veltilpasset til den komplekse kontekst med ønsket om udbytte på flere niveauer, kultur, fagteam, læreres professionelle læring, lærernes undervisning og elevernes udbytte, men tilgangen udfordres i nogle tilfælde ved national udrulning af diverse top-down-tiltag. Der er meget forskning der tyder på vigtigheden af at inddrage lokale ressourcer og fokusere på forandringskapacitet og agency blandt praktikerne (se fx Calvert, 2016). Med agency-begrebet henviser Calvert (2016) til lærernes individuelle og fælles kapacitet til aktivt at bidrage til og være med til at træffe beslutninger om lokal udvikling. Baseret på erfaringer fra QUEST kan det anbefales at arbejde systemisk og med koblede indsatser. I indsatser i Astra fremhæves i den forbindelse samskabelsesprocesser, bl.a. med reference til Torfing (2016), der peger på "*multi-actor collaboration as a superior innovation driver*". Målet er at udvikle kvaliteten af naturfagsundervisningen ved at understøtte kapacitetsopbygning på skoler og i kommuner i en indsats med forandringsagenter i de enkelte systemer – på kommunalt niveau naturfagskoordinatorer og på institutionelt niveau naturfagsvejledere (Wøhlk et al., 2018). Men der er, som det uddybes i næste afsnit, også baseret på den internationale litteratur gode grunde til at tænke skoleledelsen ind i central trio, som det er hensigten med LDLN.

Professionelle læringsfællesskaber og ledelse af og i disse

Den afgørende betydning af ledelse fremhæves både i internationale og danske udgivelser om professionelle læringsfællesskaber (Albrechtsen, 2020). Som nævnt fortolkes ledelse her bredt. Albrechtsen (2020, s. 130) henviser til at ledelse overordnet set handler om at vejlede andre, og både skoleledelse og ressourcepersoner (lærere, vejledere, konsulenter) er med til ledelse *af* og *i* professionelle læringsfællesskaber i forbindelse med arbejdet med naturfaglig kultur. Ledelse *af* handler bl.a. om at skabe rammer for og fremme samarbejde om udvikling, mens ledelse *i* typisk er deltagelsesbaseret. Albrechtsen (2020) skelner som det fremgår, mellem ledelse og ledere, han fremhæver den betydning en god skoleleder kan have, men understreger at der frem for alt er brug for mere viden om hvordan ledelse kan tænkes distribueret (Albrechtsen, 2020, s. 135). Timperley (2018) fremhæver ligeledes ledelse som "fordelt på mange spillere" og peger bl.a. på ledelse der fremmer undersøgende tankesæt som afgørende i professionelle læringsmiljøer, hvilket korrelerer med den ovenfor nævnte tænkning om samskabelse, agency og den lokale undervisning og elevernes læring som omdrejningspunkt i samarbejdet. Der er udgivet meget litteratur om professionelle læringsfællesskaber gennem de seneste 20 år, i nogle nyere udgivelser (Fox & Poultney, 2020; Harris, Jones & Huffman, 2018) bl.a. med en nuancering af hvordan man kan forstå ledelse i læringsfællesskaber som i højere grad distribueret. Harris et al. (2018) henviser ligesom Albrechtsen (2020) til lærerledelse, der lidt simplificeret

handler om at lærere tager ansvar for at lede i de kollaborative udviklingsprocesser. Harris et al. (2018) begrundet bl.a. dette fokus med reference til Hargraves og Fullans (2012) begreber om professionel kapital. Ikke alt det der de seneste år er implementeret under overskriften om professionelle læringsfællesskaber, har haft dette fokus; i nogle kontekster er der i højere grad tale om ledelse gennem kontrol af at lærerne leverer når det gælder fælles udvikling der giver resultater på elevniveau (Nielsen, 2021b). Harris et al. (2018) fremhæver nogle faktorer der på tværs af lande ser ud til at være afgørende for succesfulde professionelle læringsfællesskaber:

“De centrale kendetegn – på tværs af kulturer – ved succesfulde PLC'er er lærer-agency, lærerledelse, lærernes stemmer i centrum, og desuden, at en kombination af system- og skoleledere plus kolleger fra læreruddannelsen [universitetet] spiller en central faciliterende rolle – som professionelle, der arbejder i mødestedet mellem policy og praksis” (oversat fra Harris et al., 2018, s. 21).

Kompleksiteten i forbindelse med ledelse af lokal kulturudvikling er tydelig, og da samarbejde om de lokale indsatser mellem skoleledere, naturfagsvejledere og kommunale koordinatorene nogle steder kun forventes at være i den spæde start og med lokale fortolkninger, anlægges der i undersøgelsen en eksplorativ tilgang med afsæt i “aktørernes stemmer” fra den konkrete indsats i ramme af LDLN og det dertil relaterede arbejde på skolerne.

Undersøgelsesspørgsmål

- Hvilke erfaringer fra LDLN-aktiviteterne og fra det lokale arbejde med naturfagshandleplaner på skolerne og ledelse af og i dette arbejde fremhæves af skoleledere, naturfagsvejledere og kommunale naturfagskoordinatorer?
 - Hvilke problemer/udfordringer peger deltagerne på ift. udvikling af lokal naturfaglig kultur?
 - Hvilken betydning opleves involvering af skoleledelsen at have, og hvordan opleves samarbejde i trikonstellationen med naturfagsvejledere og kommunal koordinator?

Metode

Der er i artiklens analyser anvendt et miks af forskellige data, både procesdokumenter med deltagerrefleksioner, evalueringer og to gruppeinterviews (tabel 1).

	Datatype	Datakilde	Omfang af data
1.	Procesdokumenter	Deltagerrefleksioner udfyldt <i>under</i> LDLN arrangementet. Refleksionerne handlede om oplevede udfordringer i det lokale arbejde med naturfaglig kultur.	Data fra 42 skoler der deltog på de tre onlinearrangementer i 2020.
2.	Evalueringskemaer	Online spørgeskema med både likertskalakategorier og åbne refleksioner udfyldt <i>lige efter</i> arrangementets gennemførelse.	2019-arrangementer: Svar fra 55 skoleledere, 61 naturfagsvejledere/ressourcelærere, 12 kommunale koordinatore og 8 andet. 2020-arrangementer: Svar fra 24 skoleledere, 15 naturfagsvejledere, 23 der betegner sig selv som lærere, 7 kommunale koordinatore, 2 fra kommunal forvaltning og 2 andet.
3.	Gruppeinterviews	Interviews blev gennemført online på Zoom ud fra interviewguide der var udviklet efter analyse af de øvrige data (sekventielt design). Så interviews blev gennemført ca. <i>½ år efter</i> det sidste arrangement.	To gruppeinterviews af ca. en times varighed. De to grupper fra hver sin kommune (den ene Sjælland og den anden Jylland) bestod hver af tre personer med forskellige roller i det lokale arbejde med naturfaglig kultur.

Tabel 1. *Overblik over data*

Når det gælder den første datakilde (tabel 1), arbejdede deltagergruppen fra hver skole under LDLN-arrangementet i skabelon til handleplan (figur 1) hvor identificering af udfordringer var et første skridt. Evalueringskemaer blev som det fremgår af tabel 1, udfyldt ved afslutning, og forår 2021 blev der som opfølgning gennemført to gruppeinterviews. Samplingen til gruppeinterviews foregik ud fra kriteriet om at de to grupper skulle være fra hver sin landsdel, og at hver af grupperne skulle være en trio med naturfagsvejleder/ressourcelærer fra en skole, en repræsentant fra skoleledelsen på samme skole og den kommunale naturfagskoordinator (som det fremgår nedenfor, endte det i den ene gruppe hvor en skoleleder er kommunal koordinator, med at være vedkommende plus ressource lærer fra samme skole og en skoleleder fra en anden skole i kommunen). Samplingen var i høj grad det muligste princip, dvs. de første to kommuner hvor det ved forespørgsel blandt deltagerne kunne lade sig gøre at samle trioen juni 2021, hvor interviewene blev gennemført.

Materiale der har dannet basis for deltagerrefleksioner og evalueringer, er udviklet af Astrakonsulenter. Analysen (tematisering, frekvensanalyse m.m.) er foregået i

samarbejde med ekstern forsker, der derudover har været ansvarlig for operationalisering i de efterfølgende interviews, den tematiske analyse (Braun & Clarke, 2006) og fremstilling af disse data i artiklen.

Resultater og analyse

Den første del af analysen handler om de udfordringer LDLN-deltagerne oplever i det lokale arbejde med naturfaglig kultur. Først præsenteres data fra en refleksionsøvelse der blev anvendt i intro til handleplaner. Man skal her være opmærksom på at deltagerne specifikt blev bedt om at identificere udfordringer. I de følgende afsnit hvor tematiserede data fra fokusgruppeinterviews inddrages, kommer flere eksempler også på noget aktøerne oplever som produktivt i relation til samarbejde og udvikling lokalt. Temaer anvendes som overskrift på afsnittene, der for gennemsigtighed er rigt illustreret med citater. Skriftlige refleksioner fremstår med kommaer m.m. som de er skrevet. I citater fra interviews markerer to prikker en tænkepause, mens [...] i både interviews og skriftlige refleksioner markerer at citatet er forkortet på dette sted.

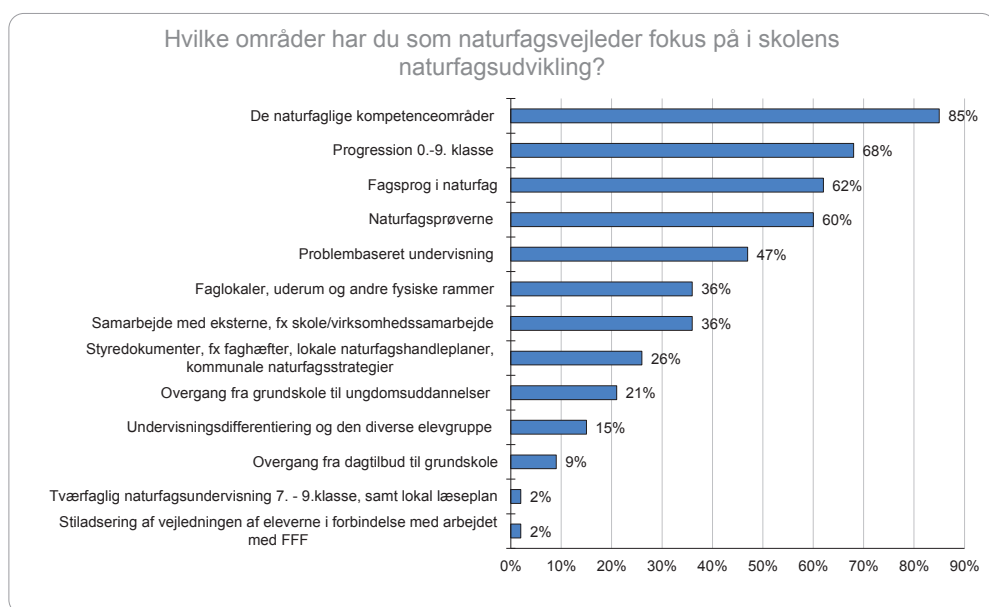
Refleksioner relateres til tre niveauer: organisatorisk, samarbejde og undervisning

En første pointe er at der er markant variation i hvilke udfordringer der ses som mest påtrængende. Refleksionerne er i analysen blevet samlet under tre overskrifter. Nogle refleksioner går på struktur og rammesætning af det lokale arbejde. Det man kan kalde: 1) *Det organisatoriske niveau*. Her er der fx informanter der nævner at de (stadig) mangler en lokal naturfagsvejleder og/eller en kommunal konsulent. Andre har en vejleder, men fremhæver udfordringer med rollen:

“Naturfagsvejledere har en flot titel, men ingen rammer til at bruge den. Vi er ikke gode til at udnytte de ressourcer og muligheder, som ligger i vejlederrollen.”

Derudover er der informanter der refererer til: 2) *Det kollegiale samarbejde*. Det handler om det de samarbejder om i fagteamet, og udfordringer i den forbindelse. Det kan fx være udfordringer med manglende progression fra natur/teknologi til naturfagene i udskolingen. Man har måske formuleret nogle principper om en rød tråd, men det halter med at give dette liv i det konkrete (sam)arbejde i dagligdagen. Og endelig er der deltagere der i deres refleksioner refererer til: 3) *Undervisningen*. De fremhæver at det der giver udfordringer relateret til lokal naturfaglig kultur, handler om hvordan man kan fremme elevernes engagement, hvordan man kan håndtere undervisning i uderummet, og lignende aspekter.

De tre niveauer som identificeres i refleksionerne, kan genfindes i de områder som deltagerne i det første nationale netværksmøde for naturfagsvejledere i sept. 2020 angav som foki i skolernes naturfagsudvikling (figur 2). Det organisatoriske niveau er dog i disse data relateret til faktorer som (manglende) faglokaler o.l. da spørgsmålet var stillet lidt anderledes og handlede om fokus i arbejdet og ikke specifikke udfordringer som i data fra LDLN. De naturfaglige kompetenceområder var topscorer når det gjaldt fokus i den lokale udvikling (85 % pegede på dette), og progression fra 0. til 9. klasse blev også her fremhævet som et centralt tema i det kollegiale samarbejde (68 %). Desuden pegede mange på fagsprog i naturfag (62 %) og problembaseret undervisning (47 %).



Figur 2. Input i onlineevaluering fra deltagere i det nationale netværksmøde for naturfagsvejledere, september 2020. Hver respondent pegede på flere områder, her opgjort i % efter hvor mange der pegede på det pågældende område.

Problemstillingen med manglende naturfagsvejledere på nogle skoler og udfordringer med formel uddannelse, råderum og legitimitet for dem der er uddannet, som indikeres i det første citat, blev også rejst i begge interviews og uddybes nedenfor.

Evaluering af LDLN-arrangementerne

Refleksionerne fra den indledende øvelse ifm. LDLN anskueliggør at der fortsat er mange ting at tage fat på i arbejdet med lokal naturfaglig kultur. Med intentionen om at understøtte empowerment i trioerne arbejdede de under arrangementet videre med

den lokale naturfagshandleplan (figur 1). Det bliver for omfattende her at gå i detaljer med de forskellige indsatser der blev diskuteret i grupperne, men ved afslutning af arrangementerne var deltagerne overordnet set godt tilfredse. I 2019-evalueringerne fremgik det fx at 36 % var meget enige, og 58 % enige i at temadagen levede op til deres forventninger, og på spørgsmål om hvorvidt de var blevet præsenteret for relevante tiltag og materialer der kan bidrage til at udvikle naturfagsundervisningen, svarede 20 % i meget høj grad, 46 % i høj grad, og 27 % i nogen grad i 2020-evalueringerne.

Markant variation mellem skoler i arbejdet med handleplaner

De åbne refleksioner i evalueringerne understøtter pointen om en markant variation mellem kommuner og skoler. Der er stor forskel på hvor langt de er i arbejdet med naturfaglig kultur, og det har betydning for udbyttet af LDLN-arrangementerne.

Generelt er der enighed om at arbejdet med en naturfaglig handleplan er vigtigt, og at skabelonen var en hjælp:

“Kommunen har været igang med lokale naturfagshandleplaner de sidste par år, men modellen i dag gav anledning til øget refleksion og stillen skarpt på eksisterende handleplaner.” (kommunal koordinator i evaluering).

Men der er et stort spænd mellem deltagerne hvor nogle skriver at de er i gang med (sam)arbejdet når det gælder naturfaglige handleplaner, og at de har fået god inspiration til det videre arbejde fra LDLN-arrangementet. Men der er også en der i et åbent felt i evalueringen skriver at de slet ikke har sådan en plan. Deltagerne har selv lagt mærke til den store variation, som det fremgår af følgende lange refleksion, der er forkortet og anonymiseret, hvor oplevelsen af diversiteten har fået en deltagende skoleleder til at konkludere at de er nået langt sammenlignet med andre:

“Jeg blev bekræftet i, at vi er nået langt allerede. Vi er Danmarks første [forf: bestemt benævnelse] skole, hvor science har øget fokus [...]. Vi har udarbejdet den røde tråd i naturfag, som vi er i fuld gang med at implementere. Vi har i indeværende skoleår haft to store udstillings-aftener for forældre, søskende og det omkringliggende samfund [...]. Vi har de sidste tre år haft elevstyrede samtaler [...] i indeværende skoleår skal eleverne også lave elevberetninger over årets læring for hinanden. Alle skolens lærere og skolens ledelse laver hvert år lærings-beretninger for hinanden, dette for at give hinanden konstruktiv feedback samt vidensdeling.” (skoleleder i evaluering).

Den store variation mellem skoler (og kommuner) blev også tydelig gennem interviews med de to trioer. I de følgende afsnit uddybes nogle pointer der fortsat kan relateres til de tre niveauer.

Organisatorisk niveau vedrørende trioerne

Triosamarbejdet i LDLN-arrangementerne og i den lokale udvikling fremhæves generelt positivt, men der er lokale forskelle i organisering og i hvem der spiller hvilke roller.

Det deltagerne fremhæver positivt i triosamarbejdet, er det helt konkrete – at trioerne er med til at understøtte at nye idéer til undervisning i naturfagene kommer i spil på skolen.

“Det er godt for det videre samarbejde at være afsted sammen med sin leder og sammen få drøftet hvad vi ønsker med vores naturfaglige kultur på skolen.” (naturfagsvejleder i evaluering).

“at vi har et samarbejde så vi sammen kan få nogle af de her ideer ud og faktisk være i spil.” (naturfagsvejleder i interview).

Men der er også lærere der skriver i evalueringen at de var afsted uden leder og derfor manglede sparring i det konkrete arbejde. Interviews i de to kommuner tydeliggør at der er grundlæggende forskelle på organiseringen. I den ene kommune er den kommunale naturfagskoordinator i en kombiansættelse og er også lærer og naturfagsvejleder på en af kommunens skoler, mens rollen som kommunal koordinator i den anden kommune varetages af en skoleleder. Det kan selvsagt give udfordringer på LDLN, hvor trio-samarbejdet danner grundlag for organisering og rammesætning på kurset. I kommunen med vejleder fra en af skolerne som kommunal koordinator sad vedkommende sammen med leder fra egen skole, og i den anden kommune sad skoleleder/kommunal koordinator sammen med en lærer fra egen skole (de sidste to deltog i interviews sammen med en skoleleder fra en anden skole i kommunen).

Organisatorisk niveau: Mandat og legitimitet til den lokale vejleder

Der er ingen af de to ressourcelærere der deltog i interviews, der har uddannelsen som naturfagsvejleder (benævnelsen anvendes dog da de begge agerer i rollen). Den manglende formelle uddannelse problematiseres dels af lærerne selv, men også af en kommunal naturfagskoordinator, der fremhæver en række udfordringer:

“Det ser utroligt forskelligt ud på skolerne i kommunen ... hvad det er for et mandat man sidder med [...] ting som kan skabe en barriere for at højne naturfagskulturen [...] kommunikation mellem vejleder og leder [...] funktionsbeskrivelse af vejlederen [...] ledelsesopbakning når man skal ud som vejleder til sine kolleger [...] og en anden af tingene [...] en hel masse naturfagsvejledere, der ikke er uddannede.”

Den manglende vejlederuddannelse problematiseres altså ift. mandat, og begrebet legitimitet anvendes både med reference til samarbejdet med lærerkolleger og sko-

leledelse. Vejlederrollen problematiseres ligeledes i citat ovenfor fra evalueringerne: “... titel men ingen rammer til at bruge den ...”, og selvom der på de skoler der deltog i interviews, var indikationer på et godt og anerkendende lokalt samarbejde, må dette overordnet set siges at være en stor udfordring i arbejdet med naturfaglig kultur. At tage rollen på sig som ansvarlig for det man med reference til Harris et al. (2018) kan kalde kollegial faglig *læreredelse*, er absolut ikke enkelt. Her citat fra en af vejlederne:

“pludselig står man jo i en anden position og det kan være ret svært at skulle lave noget feedback til sine kolleger ... fordi man har sådan lidt en dobbeltrolle.”

Man kan let blive klemmt i sandwich mellem skoleledelse og kolleger. En leder henviser til at man kan ende som “*et stykke mellemklægsblad mellem ledelse og kolleger*”. Derfor kan den anerkendelse og formelle legitimitet der følger med en formel vejlederuddannelse, være afgørende, ligesom det kan være afgørende med eksplicit dialog om vejlederrollen på og på tværs af skoler i netværket.

Samarbejde og distribueret ledelse, men er der fælles forståelse af rollerne?

Alle informanter i interviews fremhævede samarbejdet blandt de forskellige (typer af) aktører som afgørende for udvikling af naturfaglig kultur, her citat fra en skoleleder:

“nogle forskellige kapaciteter der arbejder på at komme i samme retning.”

En naturfagsvejleder taler også om at komme i samme retning og om de forskellige roller:

“hvis [...] kultur skal ledes ordentligt så skal vejlederen også være i stand til det ... jeg ser også [...] leder har et stort ansvar for noget kommunikation til vejlederen ... men også for at være synlig [...] det er jo ikke alle ens kolleger der er nemme at lede i en bestemt retning og man har brug for [...] leder til at skubbe lidt på i den rigtige retning.”

I dialogen under interviewet henviste aktørerne altså implicit til en distribueret ledelse af arbejdet med naturfaglig kultur. Ingen af dem brugte imidlertid dette eller andre begreber for hvordan de forstår samspillet om ledelse af kulturudvikling, men de bekræftede ved interviewerens verificerende spørgsmål om distribueret ledelse. De forskellige roller blev således ikke uddybet, og det er uklart hvordan/hvorvidt vejlederens rolle med faglig ledelse er blevet diskuteret på skolen – om der er en fælles forståelse af denne rolle. I citaterne lige ovenfor henvises til at lede i en bestemt retning, og at det ikke altid er nemt at få skubbet kollegerne i denne retning. Det at lærerne positioneres som nogle der er svære at flytte – nogle der skal trækkes og skubbes – kunne tyde på udfordringer med ejerskab. Repræsentanterne fra skolerne virker dog som nævnt i deres fælles refleksioner til at have et samarbejde med aner-

kendende og åben dialog. Åben dialog med lærerne og deres mulighed for at bidrage kan være afgørende for ejerskab (mere herom i næste afsnit).

De forskellige roller adresseres også på kommunalt plan hvor en koordinator referer til udfordringer når nogle skoler så at sige 'melder sig ud':

“det gør det også enormt svært at være kommunal koordinator på det her fordi nogle [af skolelederne] siger at de desværre ikke har nogen lærere der skal afsted i år for de har valgt at prioritere anderledes.”

Der kan, som det rejses i diskussionen nedenfor, være skoler hvor de seneste års øgede centrering af ledelse omkring den enkelte skoleleder kan skabe spændinger i forhold til en anden diskurs om kollaboration og distribueret ledelse af kulturudvikling lokalt og kommunalt.

Samarbejdsniveau: Ejerskab blandt lærerne?

Det fælles LDLN-arrangement opleves som en god støtte i det lokale arbejde med naturfaglig kultur, men en mulig udfordring kan som antydnet handle om ejerskab bredt i lærerkollegiet. En overvejelse kan gå på hvem der bliver hovedaktører i det vigtige arbejde med de lokale naturfagshandleplaner, som på flere skoler er startet på LDLN-arrangementet – hvorvidt ejerskab forbliver primært hos leder og naturfagsvejleder, eller om lærerne får aktivt ejerskab. Et spørgsmål i interviewene var hvorvidt deltagerne vurderede at den gennemsnitlige naturfagslærer kendte til handleplanen. En leder kommenterede det således:

“Det ved de i eftermiddag [med henvisning til fagteam møde senere samme dag]. Da vi i sin tid udfyldte det her var det sammen med to af mine lærere ude på skolen [...] håbede på at vi i januar kunne sætte processen i gang [...] nedlukning [...] forskudt et halvt år.”

En vejleder tilføjede:

“handleplans-slides hænger i vores forberedelsesrum [...] sådan at naturfagslærerne kikker på dem ... men jeg er ikke sikker på at de vil kunne huske minutiøst.”

For de skoler hvor LDLN-arrangementet har været startskud til arbejdet med handleplanen, er det meget forståeligt hvis naturfagsteamet endnu ikke er blevet involveret pga. nedlukninger i 2020-21. Men den fremadrettede involvering af alle naturfagslærere på skolerne kan blive afgørende for det fælles ejerskab, hvilket også fremhæves af en naturfagsvejleder:

“var godt i gang i efteråret og af gode årsager så stoppede det da vi kom til jul [...] lagt op til nye indsatser vi skal sørge for at holde styr på og forventningsafstemt i naturfagslærergruppen.”

I relation til ejerskab blandt en bredere gruppe af naturfagslærere kan man også have citatet ovenfor fra skoleleder i afsnit om 'markant variation' i mente: Vedkommende henviser i refleksionen om at de er langt fremme, til at *alle* skolens lærere og ledelsen hvert år laver læringsberetninger for hinanden for at give hinanden konstruktiv feedback og vidensdele. I interviewene er der indikationer af udfordringer med aktivt at engagere hele lærerkollegiet, fx også når en af lederne henviser til samarbejde med eksterne ressourcepersoner og – miljøer og bruger formuleringen at der er brug for 'at ruske op':

“samarbejder med nogen som jeg tror kan være med til at gavne vores daglige kommunikation omkring naturfag her på skolen [...] form for sparring som jeg tror er nødvendig for at ruske i det her, for en ting er at der står en leder og bræger ud at han synes det er det vigtigste fag i hele verden og så går de jo tilbage i hulen og har 8 andre fag som de skal koncentrere sig om.”

Der kan være mange grunde til naturfagslærernes 'delte opmærksomhed' når det gælder faglig kulturudvikling, men uanset den lokale kontekst kunne det give mening med lokal forberedelse hvor lærerne inddrages inden et LDLN-arrangement (mere herom i diskussion nedenfor). Det skal endvidere understreges at der også deles gode erfaringer med at engagere alle naturfagslærere og/eller hele lærerkollegiet, og der henvises fx til en fælles udskolingsdag på en skole hvor der bl.a. med oplægsholder udefra skal arbejdes med science-kapitalbegrebet.

Indsatsområder samarbejde og undervisning

Når det gælder de indsatsområder der samarbejdes om lokalt, går temaer som de ovenfor nævnte om progression i naturfagsundervisning, udeundervisning m.m. igen. Men der er også særlige lokale foki, som fx udvikling med datalogging på én skole, problembaseret læring på en anden, hvor naturfagsområdet med den centrale undersøgelsesbaserede tilgang positioneres som inspiratorer for øvrige kolleger på skolen i en generisk indsats. Når det gælder naturfaglig kultur, er det et afgørende spørgsmål hvorvidt den organisatoriske og samarbejds-mæssige indsats også ender med at smitte af på undervisningen. Det fremgår i interviews at trioerne som udgangspunkt tænker indsatserne sammen, og der er fx en kommune der relateret til et stort behov for udvikling af natur/teknologi-undervisningen har startet systematisk efteruddannelse. En skoleleder fremhæver den direkte kobling fra efteruddannelse til lærernes arbejde med årsplaner via dette kommunale tiltag som noget der kan "få tingene til at rykke" i undervisningen, men ikke alle kommunens skoler støtter op om tiltaget.

Fra tidligere indsatser fx i QUEST er lærernes deling, analyse og diskussion i fagteams af konkrete eksempler fra undervisningen fremhævet, hvilket der dog ikke er systematisk praksis med på skolerne, if. de interviewede.

Opsamling og diskussion

I analysen er der, baseret på deltagernes refleksioner over LDLN-aktiviteter og (ledelse af) det lokale arbejde med naturfagshandleplaner, fremhævet både nogle udfordringer og nogle muligheder når det gælder udvikling af lokal naturfaglig kultur. Overordnet set må det anses som en udfordring at der fortsat er meget stor variation mellem skoler og kommuner i relation til i hvor høj grad området dagsordensættes. Desuden mangler der mange steder formel uddannelse til naturfagsvejlederne, noget der fremhæves som afgørende for mandat og legitimitet i denne ikke helt enkle rolle. En anden udfordring der kan fremhæves baseret på analysen, gælder arbejdet med den naturfaglige handleplan og ejerskab blandt alle naturfagslærere. If. Timperley (2018, s. 96) findes der ikke nogen enkle løsninger, det "*opnås ikke ved at udfylde tjeklister og følge drejebøger*", det er de fælles processer der bliver afgørende. Her ser procesværktøjet der er anvendt på LDLN-arrangementerne (figur 1), ud til at have åbnet mulighedsrum og understøttet det lokale arbejde, i hvert tilfælde på skoler hvor den formelle organisation har været på plads. Det er dog baseret på analysen vigtigt at være opmærksom på ejerskab i hele gruppen af lærere og fremadrettet involvere procesværktøjer der kan anvendes både i en FØR-, UNDER- og EFTER-rammesætning af arbejdet med handleplanerne. Inspireret af Harris et al. (2018), der henviser til at få lærernes stemme i spil, kunne man som forberedelse til LDLN arrangere et lokalt møde med åben diskussion af oplevede udfordringer/naturfaglig kultur, eller leder/naturfagsvejleder kunne interviewe nogle kolleger. Dette kunne give et godt indspil til trioernes arbejde med handleplanen og en tråd og muligvis større motivation og ejerskab til det fortsatte arbejde på skolen efter arrangementet.

Det sidste undersøgelsesspørgsmål går på betydningen af involvering af skoleledelsen og samarbejdet i trikonstellationen. Det ser ud til at det eksplicite fokus og rammesætningen på LDLN-arrangementerne har givet et positivt oplevet udbytte blandt aktørerne. Det er dog en pointe at selvom der implicit henvises til distribueret ledelse (Albrechtsen, 2020), sker det uden en præcisering af hvordan de forskellige roller kan spille sammen, og uden at rollerne ser ud til at have været specifikt diskuteret lokalt. Som opsamling kan man sige at målet om (distribueret) ledelse af professionelle læringsfællesskaber, der fremhæves i litteraturen (Albrechtsen, 2020), med fordel kan understøttes gennem arrangementer som LDLN med forbehold for de udfordringer det giver for skoler hvor den formelle struktur ikke er på plads. Mht. ledelse i professionelle læringsfællesskaber, hvor Albrechtsen 2020 skelner, ser der dog ikke ud til at være en udbredt og fælles forståelse af hvordan man som lærer og vejleder kan understøtte ("lede") kollaborative udviklingsprocesser (lærerledelse: Harris et al., 2018), og hvordan skolelederen kan sætte retning og rammesætte/muliggøre dette. Der kunne være behov for en fælles italesættelse af hvordan man forstår de forskellige roller, og hvordan de kan spille sammen. Dette

kan både være i dialog på og på tværs af skoler, og det er vigtigt at det sker med inddragelse af lærerne.

En særlig udfordring, der blev nævnt i interviews, er skoler der melder sig ud af det fælles kommunale arbejde med naturfaglig kultur. Her har den lokale skoleledelse fået øget mandat gennem de seneste år, hvilket kan forstærke sådanne udfordringer. Hvis man følger den offentlige debat og mere specifikt debatten i skoleverdenen, bliver det tydeligt at der er modsatrettede diskurser på spil når det gælder ledelse på skoler. Blot som et eksempel problematiseres den øgede magt den enkelte skoleleder har fået, i en artikel i *Folkeskolen* om arbejdsmiljø på en skole (Stanek, 2021), mens det i en anden artikel baseret på interview med Bjarne Corydon fremhæves at skole-reformen aldrig blev implementeret fordi politikerne ikke i længden turde forsvare det ledelsesrum der blev åbnet med reformen (Bjerril, 2021). På sigt kan udviklingen i disse diskurser på makroplan blive afgørende for initiativer med understøttelse af lokal (naturfaglig) skolekultur og ledelse af denne. Det er ikke bare i dansk (politisk) debat der er modstridende diskurser, det fremhæves også i den internationale litteratur om professionelle læringsfællesskaber (opsamling fra forskning om PLC i Nielsen, 2021b). I den nyeste litteratur er der fx teoretikere og forskere der var en del af de første initiativer i 1990'erne, der nu understreger at nogle initiativer under overskrift af PLC har bevæget sig i en instrumentel retning modsat den oprindelige 'bottom-up møder top-down'-tilgang (Darling-Hammond, 2005). I relation til udsagn om at der skal ruskes op i lærerne, og at de skal skubbes i en retning, er det afgørende at have agency-understøttende tilgange (Calvert, 2016) for øje. Det er velkendt at diskursen der førte op til og fulgte lige efter skolereformen, af mange lærere blev oplevet som en manglende anerkendelse af deres professionalitet. Men måske er der en udvikling i gang i den fremherskende diskurs?

Vi ved fra QUEST (fx Nielsen, 2021a) at samarbejds- og undervisningsniveauerne er forbundet, og kulturudvikling på en skole kan sættes i gang på flere måder, at en positiv udvikling på undervisnings- og samarbejdsniveau kan have gensidig afsmitning (en positiv spiral), og at netværk mellem skoler kan være en vigtig kilde til nye idéer til det lokale læringsfællesskab. Dette systemiske blik på naturfaglig kulturudvikling må også understreges baseret på analyserne ovenfor. Samspillet mellem indsats relateret til det organisatoriske niveau (fx pointe om formel vejlederuddannelse), samarbejdsniveauet (fx pointe om FØR-, UNDER-, EFTER-inddragelse) og undervisningen (fx den særlige natur/teknologi-indsats) er afgørende. Som opsamling kan man sige at der baseret på datamateriale fra LDLN er grund til (forsigtig) optimisme. Der er tydeligvis mange både lokale og nationale initiativer i gang hvor Astras indsats samler og fremmer udviklingen af en stærkere naturfagskultur. Det forsigtige handler om den enkelte naturfagslærers mulighed for at være aktør og dagsordensættende i samarbejde og udvikling og også om de modstridende diskurser på makroniveau.

Referencer

- Albrechtsen, T. (2020). Professionelle læringsfællesskaber – teamsamarbejde og undervisningsudvikling. Dafolo.
- Astra (2019). Materialer til "Ledelse, der løfter naturfagsundervisningen 2019". <https://astra.dk/naturfagsvejledere/materialer-fra-ledelse-loeffer-naturfagsundervisningen> (lokaliseret 18/6 2021).
- Astra (2020). Praksispakke til "Ledelse, der løfter naturfagsundervisningen 2020". <https://astra.dk/materialer-fra-ledelse-loeffer-naturfagsundervisningen-2020> (lokaliseret 18/6 2021).
- Børne- og undervisningsministeriet (2021). Udviklingsredskab målrettet ledelse https://emu.dk/sites/default/files/2021-02/gsk_naturvidenskabsstrategien_ny%20viden_VidenOm_Udviklingsredskab.pdf (lokaliseret 18/6 2021).
- Bjerril, S. (2021). Corydon: Skolereformen skuffer, fordi den aldrig blev implementeret. *Folkeskolen* (lokaliseret 23/8 2021). <https://www.folkeskolen.dk/1876381/corydon-skolereformen-skuffer-fordi-den-aldrig-blev-implementeret>
- Calvert, L. (2016). Moving from compliance to agency: What teachers need to make professional learning work. Learning Forward and NCTAF.
- Darling-Hammond, L. (2005). Policy and Change: Getting Beyond Bureaucracy. I: A. Hargreaves (red.), *Extending Educational Change* (s. 362-387). Springer.
- Fox, A. & Poultney, V. (2020). Professional Learning Communities and Teacher Enquiry. Critical Publishing.
- Harris, A., Jones, M. & Huffman, J.B. (Red.) (2018). Teachers Leading Educational Reform – the Power of Professional Learning Communities. Routledge.
- Hargreaves, A. & Fullan, M. (2012). Professional capital: Transforming teaching in every school. Teachers College Press.
- Jensen, A. & Sølberg, J.(2012). Hvad Kan Vi lære Af Sciencekommune- Projektet?. *MONA* 2012(1), 66-83.
- Kronvald, O., & Buch-illing, H (2018). Kommunernes naturfagsindsatser er forskellige og unikke. *MONA* 2018(1), 71-75.
- Loumann, M. (2021). Naturfag er også blevet skolelederens ærinde. *Plenum* 2021(2). 62-65.
- Mogensen, A., Nielsen, B.L. & Sillasen, M. (2015). Processer der forandrer – fagteamsamarbejde efter QUEST-modellen. *MONA* 2015(1), 24-48.
- Nielsen, B.L. (2021a). Læreres kompetenceudvikling gennem kollegialt samarbejde i team og netværk. I H. Duch (red). Professionelle lærings-samarbejder på ungdomsuddannelser, 131-142. Dafolo.
- Nielsen, B.L. (2021b). Professionelle læringsfællesskaber internationalt. I H. Duch (red). Professionelle lærings-samarbejder på ungdomsuddannelser, 33-45. Dafolo.
- Nielsen, B.L., Pontoppidan, B., Sillasen, M., Mogensen, A. & Nielsen, K. (2013). QUEST – et stor-skalaprojekt til udvikling af naturfagsundervisning. *MONA* 2013(2), 49-66.

- Nielsen, J.A. (red) (2017). *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*. Institut for Naturfagernes Didaktik.
- Sillasen, M.K. & Valero, P. (2011). Natur/teknik og den naturfaglige kultur i folkeskolen: Evalueringsrapport.
- Stanek, H. (2021). Svendborgs skolechef: Vi skal blive bedre til at lytte til det, der bliver sagt mellem linjerne. *Folkeskolen*. (lokaliseret 23/8 2021). <https://www.folkeskolen.dk/1876626/svendborgs-skolechef-vi-skal-blive-bedre-til-at-lytte-til-det-der-bliver-sagt-mellem-linjerne>
- Sølberg, J. (2006). Den lokale naturfaglige kultur – et fokus for udvikling. *MONA* 2006(1), 7-22.
- Sølberg, J. (2007). Udvikling af lokale naturfaglige kulturer: barrierer og muligheder for skoleudvikling i forbindelse med Science Team K projektet. Ph.d. afhandling. Danmarks Pædagogiske Universitetsskole.
- Timperley, H. (2018). Styrken ved professionel læring. Dafolo.
- Torring, J. (2016). Collaborative innovation in the public sector. Georgetown University Press.
- Undervisningsministeriet. (2018a). National naturvidenskabsstrategi. <https://www.uvm.dk/publikationer/folkeskolen/2018-national-naturvidenskabsstrategi> (lokaliseret d. 18/6 2021)
- Undervisningsministeriet. (2018b). Tydelig ledelse løfter naturfagsundervisningen. <https://www.uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-proever/udvikling-af-skolens-naturfagsundervisning> (lokaliseret d. 18/6 2021)
- Undervisningsministeriet. (2018c). Fælles om løft af naturfagsundervisningen. <https://www.uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-proever/udvikling-af-skolens-naturfagsundervisning> (lokaliseret d. 18/6 2021)
- Wøhlk, E. (2018). Skoleledere i front for naturfag. Plenum 2018 (nov/dec.). 6-8.
- Wøhlk, E., Kronvald, O., & Buch-illing, H. (2018). Naturfagskompasset som middel til udvikling af kommunale naturfaglige kulturer. *MONA* 2018(1), 57-69.

English abstract

Activities under the headline of "Leadership developing science teaching" (LDLN), with school leaders, local resource teachers and municipal consultants are discussed in the article. Data is from evaluation of the activities and focus-group interview in two municipalities. Possibilities and challenges related to local science culture are discussed under the headlines of 1) the organizational level, 2) collegial collaboration, and 3) classroom teaching. The analyses indicate variation across schools and municipalities, as well as a lack of formal education of resource teachers resulting in challenges with mandate and legitimacy. Furthermore teacher ownership is discussed. Positive outcomes from the collaboration at LDLN are highlighted. The discussion also points to conflicting discourses about leadership and teacher collaboration.

STEM-læreres udvikling af en IT-medieret undervisningspraksis analyseret ved hjælp af TPACK

– Flipped learning som case



Henrik Levinsen,
Københavns
Professionshøjskole



Mette Hesselholt
Henne Hansen,
VIA University
College

Abstract: IT-medieret undervisning har potentiale til at transformere læreprocesser. Artiklen rapporterer en efteruddannelsesindsats for grundskolelærere med øget fokus på elevcentrerede læreprocesser i naturfag og matematik vha. flipped learning (FL). Vedr. lærernes evne til at anvende FL til praksisudvikling analyseredes deres intenderede og realiserede undervisning vha. analyserammen Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). Analyserne viser lavere TPACK-niveau end lærernes selvevaluerede TPACK, mest udtalt i de pædagogiske vidensdomæner; realisering af den præsenterede FLIP-model finder kun sted i det omfang lærerne evner at omsætte teknologien så deres praksis reelt forandres. Det indikerer at succesfuld praksisudvikling via IT-medierede undervisningsformer afhænger mere af læreres pædagogiske (almendidaktiske) kompetencer end fx af deres IT-kompetencer, men indsatsen viser at FL kan operationalisere læreres TPACK.

Introduktion

Spørgsmål om hvordan man i efteruddannelsesindsatser kan arbejde med at integrere digitale læringsteknologier i STEM-læreres pædagogiske repertoire, har i de senere år fået stor opmærksomhed (Chai, 2019). IT-teknologier er spået en omkalfatrende rolle for undervisning, men empiriske undersøgelser viser at lærere har svært ved at designe teknologimedieret undervisning med fokus på elevcentrerede læringsformer hvis de ikke stilladseres (Koh, 2019).

I denne artikel viser vi hvordan teknologimedieret undervisning kan stilladseres vha. flipped learning, og vi introducerer Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK; Mishra & Koehler, 2006) i dansk grundskolekontekst som analyseramme til at vurdere i hvilken grad det sker.

De fleste studier af TPACK er baseret på læreres egne evalueringer (Pareto & Willermark, 2019). I en indsats der sigter på løbende at udvikle læreres TPACK, kan sådanne selvevalueringer imidlertid ikke stå alene. Vi følger derfor Pareto & Willermark's anbefalinger om at undersøge TPACK vha. designbaserede analyser af praksis.

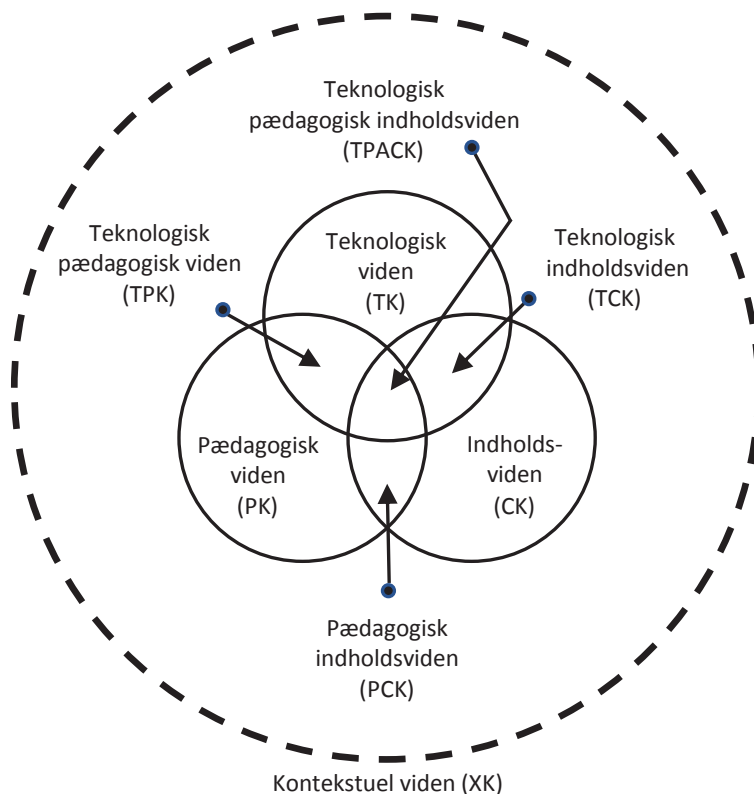
Formålet er at undersøge hvorvidt TPACK-rammen kan anvendes til at analysere matematik- og naturfagslæreres kompetenceudvikling med afsæt i spørgsmålet: Hvordan kan vi vha. TPACK vurdere matematik- og naturfagslæreres evne til at integrere digitale teknologier i undervisningen gennem en designbaseret analyse af deres flipped learning-undervisning?

Teoretisk baggrund

TPACK – integrering af teknologi i PCK

Med Mishra & Koehler (2006) introduceredes et begrebsapparat til at vurdere læreres evne til at integrere digitale læringsteknologier i deres undervisning. Tilføjelsen af det teknologiske vidensdomæne (T'et) til PCK udvider forståelsesrammen med et fokus på hvordan læreres viden om digitale teknologier integreres med de øvrige vidensdomæner (Voithofer et al., 2019). I alt fører T'et til yderligere fire vidensdomæner ud over de tre grundlæggende PCK-vidensdomæner PK, CK og PCK. Disse er 1) teknologisk viden (TK), 2) teknologisk indholdsviden (TCK), 3) teknologisk pædagogisk viden (TPK) samt 4) teknologisk pædagogisk indholdsviden (TPACK; se figur 1). Vi benytter senere i artiklen den gængse TPACK-terminologi for kombinationen af vidensdomænerne: De tre grundlæggende vidensdomæner, CK, PK og TK, kaldes førsteordensdomæner af TPACK; overlappet mellem to af disse vidensdomæner kaldes andenordensdomæner mens den ægte delmængde mellem CK, PK og TK, som integrerer alle tre domæner, kaldes tredieordensdomænet (sensu Mishra & Koehler, 2006).

T'et skal ikke forstås som et ekstra "lag" til CK og PK, men snarere som at TK må integreres meningsfuldt i/med disse vidensdomæner fordi: "*merely knowing how to use technology is not the same as knowing how to teach with it*" (Mishra & Koehler, 2006 p. 1033). Netop dette forhold mellem TK og de øvrige TPACK-vidensdomæner er sidenhen blevet underbygget af empiriske undersøgelser (Dong et al., 2015; Koh et al., 2013; Pamuk et al., 2013). De viser at andenordens vidensdomænerne TPK og TCK er stærke prædiktorer for TPACK, men at PCK er svagere korreleret med TPACK. Sidstnævnte tyder på at erfarne lærere ikke nødvendigvis er i stand til at overføre deres pædagogiske viden og færdigheder til en teknologimedieret undervisningspraksis (do.).



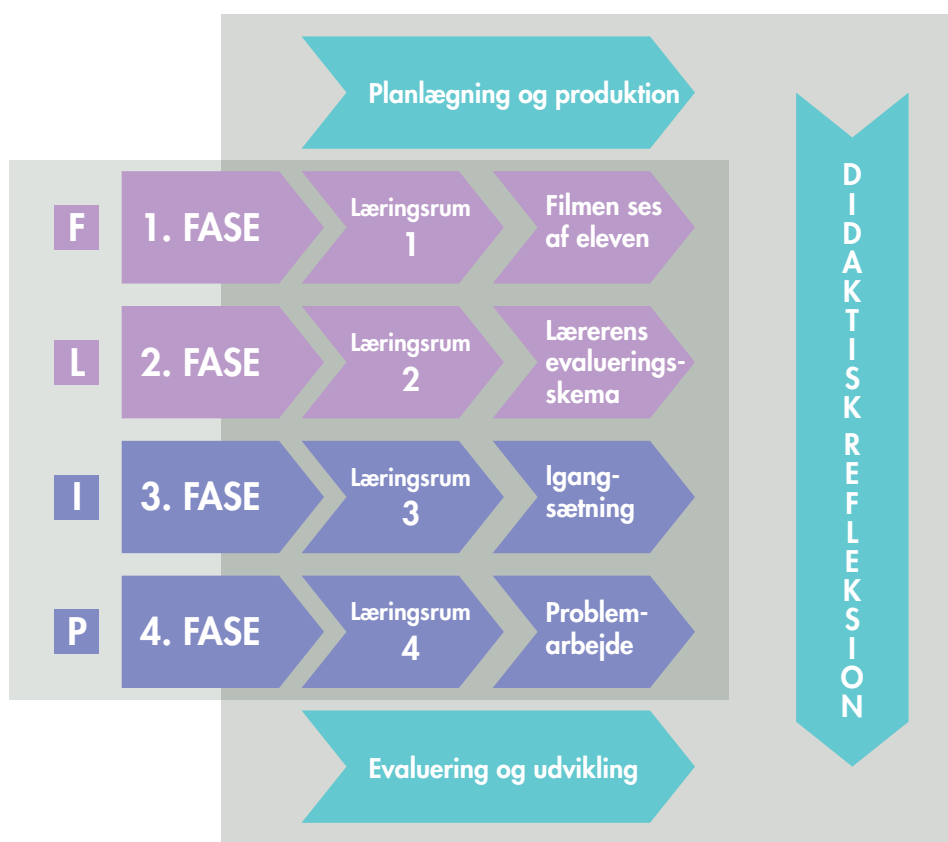
Figur 1. TPACK-rammens vidensdomæner, der er en udbygning af Shulman's oprindelige formulering af "pedagogical content knowledge" (PCK). Efter Mishra & Koehler (2006) og Mishra (2019).

Som det fremgår, konceptualiserer TPACK lærerens "det hele", dvs. lærerens fulde undervisningsmæssige repertoire hvilket kan formuleres som: "TPACK can be perceived as a teacher's intuitive understanding for teaching subject-specific content with appropriate pedagogical methods and selected technologies." (Wang et al., 2018). Som citatet antyder, indeholder TPACK en situerethed. Desuden udøver læreren sin undervisningspraksis indlejret i en konkret kontekst. I overensstemmelse hermed har TPACK-forskningen parallelt med PCK-forskningen (Carlson et al., 2019) udviklet rammen så den omfatter viden om de organisatoriske og situationelle faktorer der rammesætter lærerens arbejde (Mishra, 2019).

Operationalisering af TPACK via flipped learning

I det beskrevne efteruddannelsesforløb agerer Flipped Learning (FL) case på en IT-medieret undervisningsform der hvis den praktiseres jf. figur 2, kalder på lærerens fulde TPACK. Opdraget til de deltagende lærere var at de skulle anvende flipped lea-

ring i deres undervisning der hvor de ønskede at udvikle egen praksis hen imod en specifik pædagogisk intention. Det vil sige at inddragelse af skulle finde sted hvor det ud fra en pædagogisk-didaktisk vurdering gav mening. Selvom teknologien var forudbestemt, skulle lærerne således kunne identificere et pædagogisk-didaktisk formål med FL-anvendelsen jf. Wang-citatet ovenfor om at teknologiinddragelsen skal være "appropriate". Fuld valgfrihed omfattede om videoerne blev produceret med smartphones som optagelser af lærerens forsøgsopstillinger, som gennemgang ved tavlen eller via skærmoptagelser fx med udgangspunkt i en model. Der var også frit valg i forhold til hvilke platforme FL-materialerne blev distribueret på.



Figur 2. FLIP-modellen udviklet med udgangspunkt i Levinsen et al. (2016). Video(er) og digitale spørgeskema(er) produceres og distribueres inden de lektioner de understøtter og/eller forbedrer; de bruges af eleverne som forberedelse (fase 1 og 2). Videoerne giver eleverne et fagligt grundlag; de peger ind i de senere faser (feedforward), så de fungerer som stillads for elevcentreret undervisning (fase 3 og 4). Modellen har indlejret progression med krav om et stigende kognitivt taksonomisk forståelsesniveau hos eleverne bl.a. understøttet af den formative evaluering (fase 2) og lærerens støtte og vejledning i de to sidste faser.

Vurdering af TPACK

For at TPACK kan bruges som et analyseværktøj har Pareto & Willermark (2019) foreslået en designbaseret tilgang, som de kalder "TPACK in situ" (tabel 1). Værktøjet er en omformuleret version af de generiske TPACK-beskrivelser så de udtrykker konkrete analytiske enheder i undervisningens planlægningsfase og/eller afspejler observerbare handlinger i praksissituationer. En fordel ved at betragte undervisning som en designaktivitet er at kompleksiteten reduceres. Undervisningen opdeles i håndterbare analytiske størrelser der lettere kan vurderes. FL-metoden kan således når den overføres på TPACK in situ-rammen, bruges til at vurdere FL-undervisning i forhold til de 7 forskellige TPACK-vidensdomæner beskrevet konkret for FL i tabel 1. To andre metoder til at vurdere lærernes TPACK-niveau udfoldes i metodeafsnittet.

TPACK in situ		FL in situ	
Vurdering af didaktisk design (demonstration af anvendt TPACK)		Design af FL-materialer	Realiseret FL-undervisning
CK	<i>Vurderer hvilke fagspecifikke mål det didaktiske design adresserer, og hvorvidt disse er vigtige i den konkrete sammenhæng.</i>	Relevant stofudvælgelse med udgangspunkt i fælles mål, som egner sig til FL-materialer, og som er central for arbejdet med emnet.	Det faglige indhold integreres i den didaktiske FL- undervisningsstruktur.
PK	<i>Vurderer hvilke pædagogiske strategier det didaktiske design adresserer, og hvorvidt disse er vigtige i den konkrete sammenhæng.</i>	Relevante pædagogiske overvejelser, som sikrer sammenhæng mellem FL-læringsrummene.	Der anvendes pædagogiske strategier, som kobler læreprocesserne i FL- læringsrummene.
TK	<i>Vurderer anvendelsen af teknologi (f.eks. aktiviteter understøttet af teknologi), som er til stede i det didaktiske design, og deres egnethed til den konkrete sammenhæng.</i>	Relevant anvendelse af den teknologiske ramme i FL.	Den teknologiske ramme understøtter elevernes forberedelse og danner afsæt for elevcentrerede aktiviteter.

TPACK in situ		FL in situ	
Vurdering af didaktisk design (demonstration af anvendt TPACK)		Design af FL-materialer	Realiseret FL-undervisning
PCK	<i>Vurderer hvordan de valgte pædagogiske strategier understøtter de faglige mål i det didaktiske design.</i>	Relevante pædagogiske valg, som kobler centrale undervisningsmål og faglige elementer med læreprocesserne i læringsrummene.	Situeret styring af læreprocesserne, så de understøtter aktiviteterne og den faglige læring.
TCK	<i>Vurderer hvordan teknologianvendelsen understøtter de faglige mål i det didaktiske design.</i>	Anvendelse af teknologi til udarbejdelse af FL-materialerne, som understøtter undervisningsmål og/eller faglige elementer.	Situeret inddragelse af de teknologiske elementer, så de understøtter undervisningsmål og/eller faglige elementer.
TPK	<i>Vurderer hvordan teknologianvendelsen understøtter de pædagogiske strategier i det didaktiske design.</i>	Pædagogiske overvejelser ved valg af teknologiske elementer, som sikrer sammenhæng mellem de to læringsrum i FL.	De pædagogiske og teknologiske elementer sikrer sammenhæng mellem læringsrum og danner afsæt for elevcentrerede aktiviteter.
TPACK	<i>Vurderer samspillet mellem de valgte pædagogiske strategier, teknologianvendelsen og de udvalgte faglige mål i det didaktiske design, som grundlag for udbytterige og situationstilpassede læringsarenaer i den konkrete sammenhæng.</i>	Relevante pædagogiske valg, som kobler centrale undervisningsmål og/eller faglige elementer med læreprocesserne i læringsrummene, medieret af relevant teknologi.	Situeret anvendelse af pædagogiske og teknologiske elementer sikrer sammenhæng mellem læringsrummene og understøtter undervisningsmål og/eller faglige elementer.

Tabel 1. Pareto & Willermark's TPACK in situ-beskrivelse overført til FL-metoden. Venstre kolonne gengiver in situ vidensdomænerne fra deres tabel 1 (forfatternes oversættelse). FL in situ bruges både til at vurdere designet af FL-materialer og til at vurdere den realiserede FL-undervisning (hvh. den intenderede teknologimedierede undervisning og udmøntningen af den didaktiske hensigt i undervisningen. Se "Metode").

Designbaseret analyse af lærernes TPACK

Med et designperspektiv på operationalisering af TPACK kan læreres undervisning ses som et flow af didaktiske designaktiviteter i form af forløb de planlægger, afholder og evaluerer. Betragtes FL endvidere som en undervisningsmetode der integrerer alle TPACK-rammens vidensdomæner, kan metoden opfattes som et design-stillads; FLIP-modellen stilladserer lærernes forestillinger om teknologimedieret undervisning såvel som deres konkrete planlægning og implementering. Vi betragter således FL-materialer (video indlejret i spørgeskema) som undervisningens *designobjekter* der udtrykker *intenderet* TPACK. FL-undervisningen der gennemføres på baggrund af disse designobjekter, betragter vi som *realiseret* TPACK.

Metode

Undersøgelsen er informeret af data fra en intervention gennemført fra 2016 til 2018. Interventionen var inspireret af QUEST-projektets Q-rytme (Nielsen et al. 2013) og designet efter en kursusmodel hvor kursisterne med udgangspunkt i FL-modellen (figur 2) skiftevis arbejdede med design og produktion af FL-materialer på kursus (3+1+1 dage) og efterfølgende afprøvede materialerne i egen undervisning i perioderne mellem og efter de i alt fem kursusdage.

Kurset fokuserede særligt på:

- videoers formål og evne til at igangsætte elevaktiviteter
- videoers og spørgeskemaers kobling til aktiviteter i klassen samt den generelle sammenhæng og progression mellem FL-faserne
- spørgeskema som formativt evalueringsredskab
- elevers naturfaglige kompetencer (særligt undersøgelseskompetencen).

Et tilbagevendende element i og efter kurset var struktureret og individuelt tilpasset sparring og feedback på det didaktiske design af FL-materialerne.

Samlet set var målet at styrke kursisters didaktiske refleksionsproces på en måde så TK blev udviklet i en integreret pædagogisk og indholdsmæssig kontekst (TPACK).

Nedenfor beskrives det metodiske grundlag for TPACK-analyserne på en måde så det afspejler trinvis mere nuancerede data: fra surveys over vurderinger af FL-designobjekter til observationer af FL-undervisning. Denne struktur genfindes i resultatafsnittet.

Lærernes selvevaluering af TPACK

For at kortlægge kursisters egen vurdering af deres TPACK gennemførte vi i projektets begyndelse et survey baseret på et spørgeskema af Schmidt et al. (2009). Som

et yderligere proxymål for deltagernes TPACK bad vi kursisterne om løbende at selv-rapportere en vurdering af deres undervisning efter forløb hvor de havde anvendt FL.

Kursisternes TPACK afspejles indirekte i planlægningsfasen hvorfor det er muligt at differentiere mellem intenderet og realiseret TPACK ved at vurdere både planlagte og gennemførte undervisningsforløb.

Lærernes intenderede TPACK

Intenderet TPACK blev bestemt vha. to metoder. Den første, *planlægningsmetoden*, tager afsæt i FLIP-modellen (figur 2). Kursisterne formulerer aktionslæringsmål for egen praksisudvikling samt mål for indhold og aktiviteter i forløbet der anvendes til at planlægge og producere video og spørgeskema. Den anden, *vurderingsmetoden*, følger rationalet bag de tre vurderingstrin komponentnedbrydning, komponentinteraktioner og kvalitetsvurdering af FL-materialet (Pareto & Willermark, 2019). Vi dekonstruerede således først kursisternes kompetencer ud fra vurderingskriterierne i tabel 2. Derefter foretog vi en analyse af designelementernes sammensætning og interaktioner vha. tabel 1.

FL-materialer til analyse blev udvalgt i to iterationer. I første iteration opstillede vi minimumskriterier for designet som FL-materialerne skulle opfylde. De skulle således indeholde alle førsteordensdomæner i TPACK idet vurderingsmetodens to næste skridt (komponentinteraktioner og kvalitetsvurdering) ellers ikke ville give mening. I "Resultater" nedenfor præsenteres tre analyser for hvert naturfag samt for matematik. Anden iteration havde til formål at vise illustrative eksempler på kursisternes forskellige TPACK-niveau – især repræsentative styrker og svagheder i forhold til højereordens TPACK-domæner.

Didaktisk design		Titel 1	Titel 2	Titel 3	
	Fag				
Content (CK)	Tydelig og hensigtsmæssig afgrænsning				
	Fokuserer på nye fagbegreber og/eller fænomener				
	Bringer modelleringskompetencen i spil				
	Bringer perspektiveringskompetencen i spil				
	Bringer undersøgelseskompetencen i spil				
Pedagogy (PK)	Introducerer formål og/eller læringsmål				
	Tydelig formidling (af indhold)				
	Kobler læringsrummene				
	Evalueringskemaet tilgodeser elevens selvregulering				
	Evalueringskemaet giver læreren mulighed for indsigt i elevernes forståelse				
Technology (TK)	Videoens script er forståelig				
	Brug af relevant formidlingssoftware/teknologi				
	Varighed af video tilpas				
	Kvalitet (lyd og lys) tilfredsstillende				
	TPACK in situ vurdering pba. tabel 1				

Tabel 2. De elementer der anvendes til analyse og vurdering af FL-materialernes intenderede didaktiske design sammen med tabel 1 (FL-in situ).

Lærernes realiserede TPACK

En delmængde på tre af designvurderingerne af intenderet TPACK blev udvalgt og analyseret vha. tabel 1 og 2 ud fra et ønske om eksemplarisk at demonstrere kursisternes udfordringer i forhold til højereordens interaktioner i TPACK-modellen og for at vise at sammenhæng mellem intenderet og realiseret TPACK ikke er simpel.

Resultater og analyse

Lærernes selvevaluering af TPACK

Selvevalueret TPACK-niveau blev målt i et survey ved interventionens begyndelse (tabel 3). Dette survey viste at:

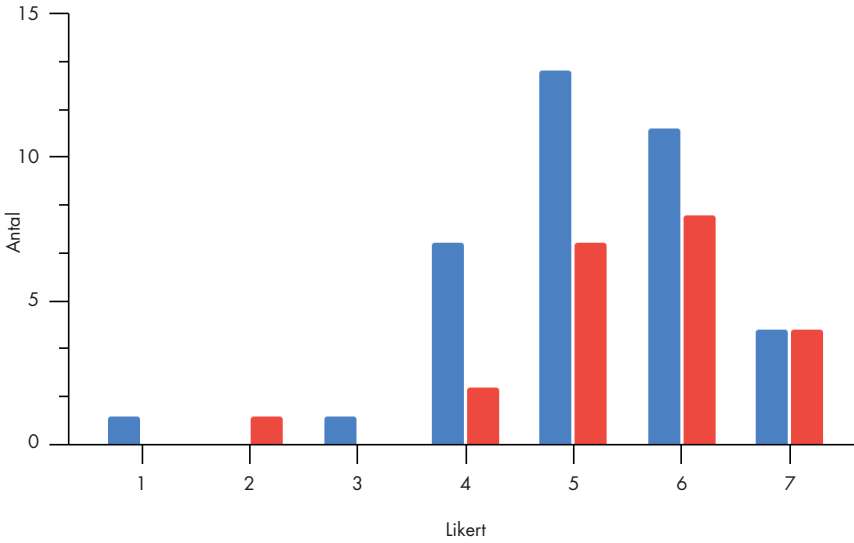
- De faglige videnskategorier scorer lavest.
- PK scorer højest og alle kombinationer med "P" scorer højt.
- TK og kombinationer med T scorer middel (TCK) eller lidt over middel (TK & TPK).
- TPACK scorer middel.

Lærerne ser øjensynligt primært sig selv som pædagogiske (didaktiske) specialister. Desuden har de forholdsvis stor tiltro til egne evner inden for det teknologiske felt. Det springer i øvrigt i øjnene at natur/teknologi scorer markant lavere end de andre naturfag i kategorien faglig viden (CK).

TK	CK (biologi)	CK (geografi)	CK (fysik/kemi)	CK (natur/teknologi)	PK	PCK	TCK	TPK	TPCK
37	31	33	31	26	41	39	36	38	36

Tabel 3. TPACK-survey baseret på Schmidt et al. (2009) med 46 spørgsmål om lærernes selvevaluerede TPACK ($n = 47$; svarprocent = 72). Surveyet består af seks spørgsmål til hvert vidensdomæne og benytter en 5-punkts Likert-skala fra "meget uenig" (1) til "meget enig" (5). For hvert spørgsmål er en samlet score beregnet som summen af svarenes værdi på Likert-skalaen. Tabellen viser gennemsnit af denne værdi for hvert vidensdomæne. Surveyet kan tilgås via dette link. Matematik indgik først senere i efteruddannelsesforløbet hvorfor der ikke findes en TPACK-score for dette fag i tabellen.

Målt i forhold til kvaliteten af "normal" undervisning viser lærernes løbende selvevalueringer af deres teknologimedierede undervisning en tydelig højrefordeling i forhold til middelværdien (figur 3). Mønsteret gælder både for naturfag og matematik.



Figur 3. Læreres oplevede kvalitet af deres FL-undervisning: 1 = lav kvalitet, 4 = normal kvalitet, 7 = høj kvalitet. Blå (naturfag; n = 37); Rød (matematik; n = 22).

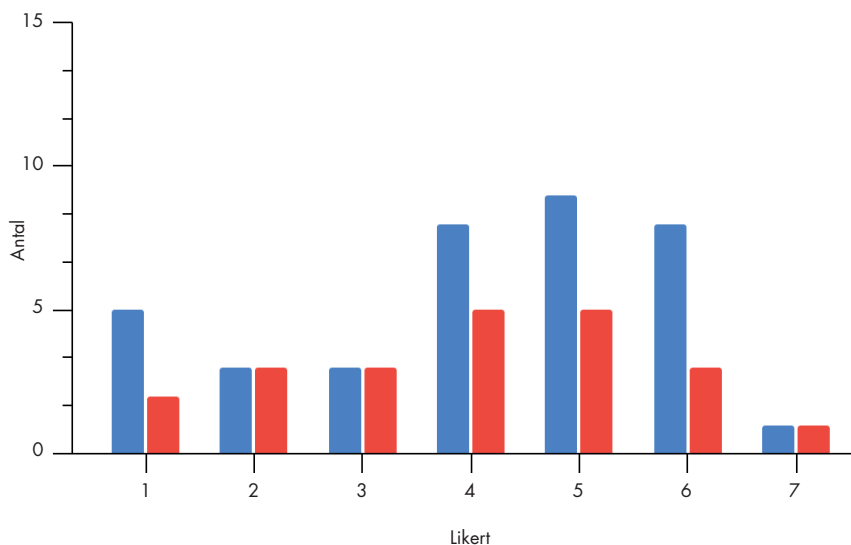
For at vurdere om den høje selvvaluerede kvalitet af undervisningen skyldes at lærerne forberedte sig mere til de teknologimedierede forløb, blev de spurgt til deres arbejdsbyrde ud fra en antagelse om proportionalitet mellem forberedelsestid og undervisningskvalitet (figur 4). Her ses stor variation i lærernes oplevede arbejdsbyrde og en tendens til oplevet merarbejde. Tendensen kan være underestimeret idet tidsforbruget også gælder undervisningsforløb som ikke udelukkende består af FL-undervisning.

Lærernes intenderede TPACK

Der blev i alt produceret 142 designprodukter i form af FL-materialer fordelt med 16 på matematik og 136 på naturfag (biologi 26, fysik/kemi 60, geografi 33 og N/T 7).

Vurderet ud fra *planlægningsmetoden* producerede stort set alle lærere digitale FL-materialer, som de gjorde tilgængelige online. Næsten alle koblede desuden spørgeskema og video(-er) der muliggjorde formativ evaluering af eleverne inden undervisningen. Hermed demonstrerede deltagerne at de beherskede den nødvendige teknologiske viden (TK).

Mange designs viser imidlertid mangelfuld realisering af FLIP-modellens didaktik. Overordnet giver FL-materialerne indtryk af at lærernes udfordringer i planlægningsfasen var at målsætte og designe indholdet på en måde der knytter læringsrummene sammen. Selvom lærerne mestrede TK, koblede de ofte ikke dette vidensdomæne med de øvrige PCK-domæner, særligt PK.



Figur 4. Lærernes oplevede arbejdsbyrde ved FL-undervisning: 1 = lav arbejdsbyrde, 4 = normal arbejdsbyrde, 7 = høj arbejdsbyrde. Blå (naturfag; n = 37); Rød (matematik; n = 22).

Bedømmelsen ud fra vurderingsmetoden og den idealiserede FL in situ-beskrivelse viser med større detaljeringsgrad de samme mangler som vi fandt via planlægningsmetoden. Som det fremgår af komponentnedbrydningen (tabel 4), var TK isoleret set indeholdt i næsten alle udvalgte FL-materialer, men til trods for dette vurderer vi med afsæt i tabel 1 at mange af FL-materialernes in situ-designkvalitet ligger langt fra det højeste niveau på TPACK in situ-skalaen idet lærerens teknologiske mestring ikke blev omsat til et forandret indhold og udbytte af undervisningen.

Oftest mangler FL-materialerne at kommunikere forklaringer og begrundelser hvorfor lærernes PK generelt fremstår svagt (få krydser i PK-domænet). Andre omvend mindre væsentlige faktorer der bidrager til en lav vurdering af lærernes TPACK-niveau, skyldes vanskeligheder ved enten "Tydelig og hensigtsmæssig afgrænsning" af indholdet (CK) og/eller aktivering af for mange kompetencer på en gang som i eksemplet "Vandets kredsløb – en billedintro" (geografi) hvor indholds- og kompetencevalg er diffust.

Blandt de mange designobjekter findes ingen der tydeligt formidler et formål om at lære nye begreber. Det er tankevækkende idet det er et grundlæggende princip i FL at henlægge de kognitivt lavtaksonomiske dele af undervisningen til hjemmearbejdet. Vi kan ikke ud fra videoerne afgøre hvorvidt der indgik nye ord i FL-materialerne, men nye begreber blev i så fald ikke introduceret og formidlet eksplicit som nye over for eleverne hvilket vi ville forvente i en begrebsintroducerende video.

Endelig skal fremhæves lærere der bevidst producerede designobjekter der ikke følger FLIP-modellen, men som stadig vurderes at have intenderet TPACK. Det gælder fx en N/T-lærer der bruger video uden spørgeark til indskolingselever og ikke anvender

Didaktisk design		Din klatrø mobiltelefon	Hvad er der inde i en høne?	Fotosyntesen	Elektricitet derhjemme	Hvordan virker en vindmølle?	Ioniserende stråling (case)	
		Biologi			Fysik/kemi			
Content (CK)	Tydlig og hensigtsmæssig afgrænsning	X	(X)	X	(X)	(X)	X	
	Fokuserer på nye fagbegreber og/eller fænomener		X					
	Bringere modelleringskompetencen i spil		X	X				
	Bringere perspektiveringskompetencen i spil		X			X		
	Bringere undersøgelseskompetencen i spil	X			(X)		X	
Pedagogy (PK)	Introducerer formål og/eller læringsmål	X		(X)			X	
	Tydlig formidling (af indhold)	X	X	X		(X)	X	
	Kobler læringsrummene	X		X			X	
	Evalueringskemaet tilgodeser elevens selvregulering	X	(X)	X	(X)	X	X	
	Evalueringskemaet giver læreren mulighed for indsigt i elevernes forståelse	X	X	X	(X)	X		
Technology (TK)	Videoens script er forståelig	X	(X)	X	X	X	X	
	Brug af relevant formidlingssoftware/teknologi	X	(X)	X	X	X	X	
	Varighed af video tilpas	X	X	X	X	X	X	
	Kvalitet (lyd og lys) tilfredsstillende	X	X	(X)	X	X	X	
TPACK in situ vurdering pba. krydslæsning med tabel 1		TPACK	TCK	TPACK	TK/TCK	TK/TCK	TPACK	

Tabel 4. Matrix til brug for den designbaserede analyse af tre FL-materialer pr. fag. Et "x" angiver tilstedeværelse, et "(x)" angiver delvis tilstedeværelse, og et tomt felt angiver ikke-tilstedeværelse.

	Klima- og plantebælter samt hydrotermfigurer	Vandets kredsløb – en billedintro	Hvor kommer vinden fra? (case)	Lav model af øjet med linse	Instruerende forsøgsvejledning	Sanser	Ligedannede trekanter	Funktioner	Brøker (case)
	Geografi			Natur/teknologi			Matematik		
	X	(X)	X	X	X	X	X	X	X
	X	(X)	X			X			X
	X	(X)		X				X	
		(X)					X		
		(X)			(X)				
	X			(X)	X	X		X	
	X	(X)	X	X	X	X	X	X	X
	(X)					X		X	
							X		
	X	X	X			X	X	X	
	X	(X)	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	(X)	(X)	X	X	(X)	X	(X)	(X)	(X)
	X	X	X	X	X	X	X		X
	TPACK	TK/ TCK	TCK	TPACK	PCK	TPACK	TCK	TPACK	CK

værelse af en række didaktiske designelementer. Kolonner hvor disse angivelser er skrevet med rødt er didaktiske designs der også er genstand for analyse af realiseret TPACK.

Case 1: Geografi, 9. klasse (Hvor kommer vinden fra?)

Lærerens aktionslæringsmål: *Hvordan kan vi producere videoer, der muliggør hurtig igangsættelse af undersøgelser i begyndelsen af timen? Hvordan kan vi inddrage videoforberedelsen i begyndelsen af timen, så den lægger godt op til undervisningsaktiviteterne?*

9. D samles i naturfagslokalet til en dobbeltlektion om vind. Der er 26 elever i klassen, som har forberedt sig til emnet vha. FL-materiale, der består af en animationsvideo indlejret i en Google Analyse med spørgsmål.

Lektionen begynder med en fælles gennemgang af elevernes svar. Naturfagsteamet har arbejdet med denne forberedelses- og igangsætningsstruktur i alle tre naturfag, så eleverne kender arbejdsgangen.

Efter gennemgangen genser klassen sammen en kort video fra National Geographic, som modellerer coreolis-effekten vha. en karrusel med fire personer og en bold. Læreren stiller spørgsmål, som kobler videoens model til det materiale, eleverne har arbejdet med hjemme.

Nu går klassen ud i atrium-gården uden for naturfagslokalet, og læreren stiller eleverne op på række. De første 13 elever har ansigtet i én retning, og de næste 13 har ansigtet i modsat retning. I dialog med eleverne kobler læreren geografifaglige begreber som nordpol, ækvator, rotationshastighed og døgn på modellen, før bevægelsen sættes i gang: eleverne skal dreje nogle omgange for at simulere jordens rotation. De yderste elever må løbe hurtigt, og alligevel afbøjes kæden til en s-form.

Tilbage i klassen spørger læreren til elevernes oplevelse af modelleringsøvelsen. Eleverne genkender den s-formede afbøjningskurve i deres model fra videomaterialet om coreolis-kraften.

Herefter laver eleverne i grupper undersøgende modellering af densitet ved hjælp af vand. Læreren udleverer frugtfarve og salt, og rammesætter undersøgelserne ved at bede eleverne finde ud af, hvordan vandets densitet påvirkes af temperatur og saltindhold. Grupperne får til opgave at diskutere, hvordan forsøget viser elementer fra videoen, og de får at vide, at forsøget også forbereder næste uges emne, der skal handle om havstrømme.

Case 2: Matematik, 5. klasse (Brøker)

Lærerens aktionslæringsmål: *Hvordan kan vi skabe en positiv fejlkultur? Hvordan kan vi igangsætte undersøgende processer? Hvordan kan vi tilpasse FL-forløb til specifikke klassers behov og kompetencer?*

5. klasse er begyndt på et forløb om brøker. Der er 21 elever i klassen. Som forberedelse til lektionen har de fået et link til en video, hvor matematiklærerne bestiller pizza. Videoen er en dialog mellem to matematiklærere, som sætter fokus på, hvad brøker betyder, samtidig med at de rammesætter en almindelig fejlforståelse i brøkgregning: de må hellere bede om at få pizzaen skåret i fire stykker, da de ikke kan spise otte stykker. Videoen er rammesat som en opgave (Hvordan kan eleverne bruge brøker til at forklare lærernes "pizzaproblem"?).

Lektionen begynder med en fælles diskussion af videoen. Fire elever har ikke forberedt sig, og bliver instrueret i at se videoen uden for klassen og

derefter vende tilbage. De vender tilbage under gruppedannelsen, og læreren fordeler dem blandt de otte grupper. Hver gruppe skal optage en video med deres løsning på lærernes "pizzaproblem" og bruge brøker og fagord til at forklare hvorfor matematiklærerne beslutning om at bestille fire i stedet for otte stykker ikke giver matematisk mening.

Inden grupperne går i gang med at producere deres film snakker læreren med dem om deres planer: hvordan vil de forklare problemet? hvilke fagord vil de bruge? hvordan vil de illustrere deres pointe? Et par af grupperne har brug for hjælp med rollefordeling for at blive enige om, hvem der speaker, tegner, filmer osv. Undervejs i processen sætter læreren deadlines for planlægning af indhold, klargøring af visuelt materiale til videoerne, optagelser og upload af videoer.

Grupperne går forskelligt til opgaven. Nogle modellerer pizzaen omhyggeligt med farver og fyld, skærer deres model ud i slices og viser dem frem. Andre tegner modellen mens de filmer. Flere

grupper bruger aktivt begreberne "fjerdedele" og "ottendedele". Til sidst samles klassen, og læreren tjekker, at alle grupper har uploadet deres video.

I den efterfølgende lektion ser klassen videoerne.

Eleverne giver hinanden feedback ud fra rammen: Hvad fungerede godt? Hvad kunne man gøre anderledes næste gang? Til sidst evaluerer klassen forløbet sammen i forhold til samarbejde og udbytte.

Case 3: Fysik/kemi, 9. klasse (Ioniserende stråling)

Lærerens aktionslæringsmål: *Hvordan kan jeg bruge FL-forløb til at frigøre undervisningstid til forsøg og få fokus på elevforsøg i stedet for demonstrationsforsøg?*

9. klasse er ved at afslutte et forløb om ioniserende stråling. Klassens 12 elever har fået et link til en fire minutter lang YouTube-video som forberedelse til lektionen. I videoen opsummerer læreren kernebegreber fra forløbet, og kommer med eksempler på, hvordan ioniserende stråling bruges i vores omverden. Eleverne skal bruge eksemplerne som inspiration til at designe en undersøgelse.

I begyndelsen af lektionen spørger læreren, om eleverne har set videoen. Først er der tavshed. To piger svarer lidt efter bekræftende. En tredje elev rækker hånden op, og siger, at han ikke har set den. Læreren siger, at hvis der er flere, som ikke har set videoen, kan de sætte sig ved bordet udenfor naturfagslokalet og se den sammen, mens han vejleder de andre elever i deres undersøgelser.

En gruppe på fire elever sætter sig udenfor og begynder at se videoen. De øvrige elever finder sammen i grupper på to og tre. To piger går med læreren til madkundskabslokalet, da de vil undersøge, om de kan måle forskel på økologiske og ikke-økologiske krydderier. De sidste to grupper sidder sammen i naturfagslokalet og ser videoen.

Da læreren kommer tilbage, går han en runde blandt grupperne. Efter vejledning beslutter den ene gruppe i naturfagslokalet samt firemandsgruppen, der har set video udenfor, begge at undersøge bestrålet mad. De forlader lokalet for at hente kartofler og tomater. Krydderigruppen er i gang med at lave forsøgsopstilling. Den sidste gruppe er færdige med at se videoen. De pjatter lidt og en elev ser YouTube-videoer på sin telefon. Adspurgt af læreren svarer gruppen, at de ikke har idéer til undersøgelser. Læreren finder en forsøgsvejledning

til, hvordan ioniserende stråling kan bruges til at automatisere påfyldning af dåser, og beder dem om at udføre forsøget efter vejledningen.

Da eleverne har ryddet forsøgsopstillingerne op, har de et kvarter til at dele resultater fra deres undersøgelser. Læreren spørger grupperne efter tur, hvad deres forsøg har vist dem. Gruppen som har udført forsøgsopstillingen med påfyldning af coladåsen fremlægger først. De fortæller, at alfastrålingen falder i løbet af forsøget, efterhånden som dåsen bliver fyldt, og at gammastrålingen ikke ændrer sig. Derefter fremlægger krydderi-gruppen. De har lavet målinger på henholdsvis økologisk og konventionel rosmarin og karry. "Vi kan ikke rigtig drage nogen konklusioner ud af det, sådan at det normale har taget skade af stråling", siger den ene elev. "Ja, det var bare baggrundsstrålingen, som var lidt forskellig. Så vi kan ikke sådan rigtig sige så meget", supplerer den anden. Læreren foreslår, at de netop kan konkludere, at krydderierne ikke blev radioaktive af bestråling.

Da turen kommer til den gruppe, der har bestrålet tomater, fortæller eleverne, at de udsatte tomaterne for alfa- beta- og gamma-bestråling, hvorefter tomaterne blev radioaktive. "De blev mest radioaktive af gammastråling" siger en af eleverne. Læreren spørger, hvordan de kan konkludere det, og eleverne svarer, at tallene steg i forhold til deres målinger af baggrundsstråling. Læreren stiller spørgsmålstegn ved målingerne: "[Tomaterne] kan ikke blive radioaktive. Altså, de kan ikke komme til at udskille ioniserende stråling ved selv at blive påvirket af ioniserende stråling. De kan blive ioniserede, altså, der kan ske nogle ændringer inde i molekylet med elektroner, der bliver skudt ud, men de kan ikke selv blive ioniserende". En elev svarer: "Uenig". Turen går videre til sidste gruppe, der har bestrålet kartofler, og som nu vil se om de fordærves anderledes end ubestrålede kartofler frem mod fysiktimen i næste uge.

	Vurderingskriterier	Case 1: geografi 9. kl.	
CK	Der er kobling mellem det undervisningsfaglige indhold og den didaktiske FL- struktur i undervisningen.	Den fælles gennemgang af FL- materialer bringer centrale fagord i spil fra eleveres egne besvarelser.	
PK	Der anvendes pædagogiske strategier, som kobler og udnytter læreprocesser og -rum i FL.	Den etablerede kultur omkring fælles gennemgang af FL-forberedelsen skaber et trygt læringsmiljø, hvor mange elever bidrager aktivt.	
TK	Den teknologiske ramme understøtter elevernes forberedelse og danner afsæt for elevcentrerede aktiviteter.	Video rammesætter lektionens aktiviteter, og elever navigerer hjemmevant igennem indhold.	
PCK	Situeret styring af læreprocesserne, så de understøtter aktiviteterne og den faglige læring.	Forløb bærer præg af en tydelig og velkendt didaktisk struktur. Der skabes en høj grad af dialog med inddragelse af fagbegreber både i lærer-elev og elev-elev samtaler.	
TCK	Situeret inddragelse af de teknologiske elementer, så de understøtter undervisningsmål og faglige elementer.	De teknologiske elementer inddrages aktivt i forberedelses- og igangsætningsfase, og under aktiviteter refereres løbende til undervisningsmål og faglige elementer.	
TPK	De pædagogiske og teknologiske elementer sikrer sammenhæng mellem læringsrummene og danner afsæt for elevcentrerede aktiviteter.	De teknologiske elementer er indtænkt i den didaktiske struktur, så elever hurtigt bliver aktivt deltagende.	
TPACK	Situeret anvendelse af pædagogiske og teknologiske elementer sikrer sammenhæng mellem læringsrummene og understøtter undervisningsmål og faglige elementer.	Elever kender sammenhængen mellem de teknologiske elementer i forberedelse og aktiviteter i klassen. Aktivitetsniveau er højt gennem hele lektionen, og der er en høj grad af aktiveret fagsprog.	

Tabel 5. Vurdering af dekonstruerede TPACK-kompetencer i de realiserede forløb (grøn = i høj grad; gul = i nogen grad; rød = i lav grad).

Case 2: matematik 5. kl.	Case 3: fysik/kemi 9. kl.
Kobling sikres gennem et konsekvent rammesat fokus på udvalgte fagbegreber i forberedelsesvideo, gruppearbejde, produkt og den fælles evaluering.	Forløbet er bygget op om en video, der fremhæver centrale typer af ioniserende stråling og deres anvendelse i hverdagen.
FL-materiale rammesætter tydeligt det elevprodukt, som forløb munder ud i, og aktiviteter inddrager aktivt sammenhængen mellem læringsrummene.	Lærerens reelle mulighed for formativ evaluering af elevers forberedelse er begrænset. Elevers selvregulering bliver i ringe grad aktiveret, og de anvender videoen i begrænset omfang.
Video fungerer både som ramme om aktiviteter og som afsæt for elevers eget videoprodukt. Elever inddrages som producenter.	Video afgrænser dagens emne tydeligt og præcist, men leder ikke til høj grad af anvendelse i aktiviteter.
Elever stilladseres i alle faser af forløbet, og uforberedte elever inddrages på en måde, der giver plads til et differentieret udbytte. Fokus på fagord fastholdes i alle faser.	Elevers selvregulering er ikke tilstrækkeligt aktiveret, og flere grupper deltager ikke i læreprocesser i store dele af lektionen. Der er lille inddragelse af fagbegreber i aktiviteter.
Inddragelse af elever som videoproducenter sætter ramme om en aktiv demonstration af elevers begrebsforståelse og aktive anvendelse af matematikfaglige begreber.	Det kompakte videoformat med afgrænsning af fagbegreber sikrer elevers mulighed for at referere til det faglige indhold under aktiviteter. Situeret inddragelse mangler og videoens fagbegreber går i ringe grad igen i klassens dialog om aktiviteter.
Sammenhæng mellem videoforberedelse og -produkt gør, at elever følger en tydelig læringssti gennem forløbet.	Der er en lav grad af realiseret sammenhæng mellem video og aktiviteter.
Elever bliver motiveret af de teknologiske elementer, og bruger forberedelsesvideo som inspiration og afsæt til egen videoproduktion. Videoproduktion bruges som differentieringsredskab gennem rollefordeling, og elevers fagsprog aktiveres i produkt og -evaluering.	Lektionens mål om at styrke elevers undersøgelseskompetence realiseres kun i nogen grad. De teknologiske elementer bidrager i ringe grad til aktiviteter. De centrale fagbegreber bliver ikke bearbejdet under aktiviteter – i flere tilfælde blev elevers fejlforståelser fastholdt.

tale, men kun fagter og få, meget enkle tekstinstruktioner til at demonstrere hvordan man klipper og klistrer et øje i karton (FL-materialet "Lav model af øjet med linse"). Dette FL-materiale giver ikke læreren mulighed for at evaluere sine elever formativt, men den instruerende video kobler læringsrummene jf. figur 2 fordi den viser hvad der skal ske i undervisningen. Her kan læreren tilmed henvide eleverne til videoen efter behov (siteret) så videoen fungerer som en slags hjælpelærer. Denne måde at bruge videoen på betød at de fleste elever selvstændigt kunne udarbejde øje-modellen. Dermed var der tid til de elever der havde brug for ekstra hjælp til aktiviteten.

Karakteristisk for lærere der opfylder TPACK in situ-beskrivelsen (jf. tabel 1), er at deres FL-materialer eksplicit guider eleverne, og at de mål- og rammesætter undervisningen. Disse lærere begrundet og iscenesætter også de læringsaktiviteter der foregår online hhv. i klassen, og forbinder dem med hinanden. Nogle anvender endvidere spørgsmål til elevernes selvvaluerede forståelse og/eller motivation fx på en 5-punktsskala ("Hvor klar føler du dig til selv at lave undersøgelsen?"). I det didaktiske fysik/kemi-design "Ioniserende stråling" suppleres designkomponenten "Tydelig og hensigtsmæssig afgrænsning" (content) oven i købet med en opsummering af hvad klassen allerede har beskæftiget sig med, og hvad de mangler. Desuden bringer læreren undersøgelseskompetencen i spil både konkret i form af inspiration til en undersøgelse eleverne selv skal designe, og på et overordnet niveau hvor læreren kort repeterer undersøgelseskompetencen. I disse (sjældne) tilfælde udgør det didaktiske design en selvforklarende pakke der gør at undervisningen nærmest bliver "selvbærende". Læreren kan således anvende tiden i klassen på at yde differentieret støtte og udfordre eleverne hvilket er en af de grundtankerne i FL.

Lærernes realiserede TPACK

De tre cases markeret med rødt i tabel 4 og beskrevet i tekstboksen s. 56-57 demonstrerer typiske udfordringer i forhold til at realisere TPACK i undervisningen. Dekonstruktion og vurdering af de dekonstruerede elementer i de tre cases ses i tabel 5. Som det fremgår, skyldes forskellen mellem forløb især koblingen mellem domænerne. Case 1 og 2 repræsenterer forløb hvor lærerne med to forskellige tilgange opnår en høj grad af realiseret TPACK. I den sidste case formår læreren kun i mindre grad at koble vidensdomænerne hvorfor FL næppe bidrager til elevernes udbytte af undervisningen.

De to sidste cases viser hvordan sammenhæng mellem intenderet og realiseret TPACK ikke altid er simpel. Case 2 blev jf. tabel 4 vurderet lavt i den *intenderede* (CK), men højt i den *realiserede* TPACK (tabel 5) fordi læreren i høj grad formår at realisere FL's potentialer i selve undervisningen. Case 3 opnår omvendt en højt vurderet *intenderet* TPACK, men en forholdsvis lav *realiseret* TPACK fordi videoforberedelsen ikke er indlejret i et spørgeskema, og videoen i sig selv (uden den formative evaluering) kun i ringe grad kobler læringsrum 1 og 2.

Diskussion

Vores resultater bekræfter ikke overraskende pointen om at designbaserede undersøgelser giver et mere retvisende billede af læreres evne til at implementere teknologi succesfuldt i undervisningen end selvevaluering via surveys (Pareto & Willermark, 2019). Hvad der til gengæld er overraskende, er at lærernes forestillinger om sig selv som "pædagogiske eksperter" udfordres af vurderinger af både deres intenderede og realiserede TPACK. Hvor lærernes selvevaluering lå højest inden for det pædagogiske domæne (PK) og generelt scorer højt i alle kombinationer med "P", viser både planlægnings- og vurderingsmetoden at lærernes pædagogisk-didaktiske kompetencer generelt set blev vurderet lavest.

Ifølge Koh (2019) er det netop forandringer af grundlæggende pædagogisk-didaktisk praksis (PK) der er det vanskeligste aspekt i udvikling af læreres TPACK, og angiver to hovedårsager til dette. For det første at praksis i høj grad fastholdes i situerede kontekster, dvs. den lokale skolekultur der udøver indflydelse på det valgte indhold, samt lærerens personlige erfaringer, fagsyn og rutiner. For det andet at der ofte mangler en tydelig vision for *hvordan* den pædagogiske praksis fornys når den medieres af teknologi. Koh foreslår at udfordringerne med at ændre praksis imødegås ved at der på samme tid inddrages flere niveauer af TPACK-stilladsering, og at det foregår i professionelle læringsfællesskaber.

Vores intervention havde fokus på begge dele. Dels synliggjorde vi via FLIP-modellen eksplicit de nye pædagogiske strategier og læreprocesser i FL, og dels fulgte kursusstrukturen anbefalinger fra Mogensen et al. (2015) om hvordan man engagerer lærere i professionelle læringsfællesskaber. Hvad angår sidstnævnte er de to cases der demonstrerer et højt niveau af realiseret TPACK, netop eksempler hentet fra faggrupper som i løbet af interventionen oparbejdede aktive læringsfællesskaber med en tydelig vision for hvordan FL skal transformere eleveres læreprocesser i klasserummet.

I den første case afspejlede aktionslæringsmål og vision nøje hhv. stilladsering vha. FLIP-modellen og kursets målsætninger. Resultatet var FL-materialer der opnåede en høj evaluering af både intenderet og realiseret TPACK.

I den anden case afspejlede aktionsmål og vision hhv. en mindre grad af stilladsering vha. FLIP-modellen samt personlige visioner frem for visioner knyttet tæt til kursets målsætninger). Lærernes designprodukter flugtede i mindre grad med de designkriterier vi benyttede i vurderingen af intenderet TPACK, og vurderingen var derfor relativt lav. Det skyldes for eksempel at elevernes evaluering af videoforberedelsen udelukkende var mundtlig og foregik i begyndelsen af læringsrum 2 (klassen). Dermed var koblingen mellem læringsrummene, de formative processer og elevernes selvevaluering ikke synlig i designobjekterne (intenderet TPACK). Til gengæld formåede disse lærere i høj grad at realisere koblingen mellem læringsrummene i deres undervisning hvorfor den realiserede TPACK blev vurderet som høj. I dette tilfælde var personlige

visioner og det lokale læringsfællesskab "vigtigere" end at følge FL-modellen tæt, men fælles for de to cases er at lærerne arbejdede målrettet med udvikling af deres undervisning i professionelle læringsfællesskaber. De udarbejdede ikke kun deres FL-materialer på basis af kursuserfaringer, men indpassede deres FL-materialer i en lokal kontekst.

I den tredje case er situationen derimod en anden. Læreren opnåede en høj TPACK-vurdering på det intenderede niveau, men realiserede i ringere grad TPACK i den observerede undervisning. Aktionsmålene fulgte FLIP-modellen, men visionen for hvordan FL-materialerne kunne understøtte læreprocesserne i klassen, var ikke tydelig. Kursisten var eneste repræsentant for sin skole og fik dermed ikke mulighed for at udvikle sin praksis i et lokalt læringsfællesskab.

Uanset årsagen til et ofte lavt TPACK-niveau hos kursusedtagerne viser undersøgelsen at selvom kvalitative designanalyser er vanskelige, så kan de tydeliggøre tendenser og mønstre i undervisningspraksis. TPACK-rammen har været kritiseret for sin kompleksitet og for upræcise eller diffuse vidensdomæner der ikke er brugbare og/eller operationaliserbare i praksis (referencer citeret i Willermark & Pareto, 2019). Ved at anvende en designbaseret tilgang med et begrænset antal designkategorier kan rammens kompleksitet reduceres, og fordi lærernes TPACK manifesterer sig i konkrete anvendelser af vidensdomænerne, kan de observeres (Koehler et al., 2007).

Undersøgelsen viser også at FL kan udvikle lærernes TPACK inden for en ramme der – trods alt – virker mindre kompleks og mere konkret. Dette er i tråd med erfaringer der viser at det er *brugen* af digitale værktøjer i praksis der udvikler læreres TPACK (Chuang et al., 2015, citeret i Voithofer et al., 2019). FLIP-modellen fungerede som stillads for både planlægning og evaluering, og den egnede sig til at facilitere strukturerede refleksioner over hvordan man kan designe kvalificeret TPACK-undervisning. FL er således jf. tabel 1 eksemplarisk i forhold til at vise hvordan TPACK operationaliseres i en situeret og kontekstafhængig praksis, og FLIP-modellen kan føjes til de stilladseringsmetoder hvis formål det er at understøtte den pædagogisk-didaktiske forandring, som T'et i TPACK fordrer (Koh, 2019).

Det realiserede TPACK-niveau, som det kommer til udtryk i de tre cases, kan bruges til at understrege fire faktorer der øger integrationen af teknologimedierede elementer i naturfagsundervisningen, og som naturfagsteams med fordel kan fokusere på: 1) pædagogisk-didaktisk innovation kan bremses af den situerede kontekst som praksis udspiller sig i. Derfor kræver innovation forankring og stilladsering i den lokale praksiskontekst; 2) høj selvevaluering og mestring af teknologisk kompetence er ikke en god prædikator for virkningsfuld teknologiinddragelse; 3) opnåelse af et højt TPACK-niveau kræver en tydelig pædagogisk-didaktisk vision for hvad teknologimedieringen skal innovere i undervisningen; 4) udviklingen fra vision til realisering skal stilladseres omhyggeligt.

Den sidste pointe er særlig vigtig i betragtning af hvor store krav naturfag stiller

til både lærere og elever: kompetencefokus, inquiry og engineering, problembaseret undervisning og mål om teknologisk dannelse. Alt dette har potentiale til at løfte naturfagernes relevans og dannelsesudbytte for eleverne, men det kræver udvikling baseret på klare didaktiske visioner og intentioner samt evnen til at indtage nye lærerroller. Vores resultater bekræfter at denne opgave er svær at løfte. Det kræver derfor ikke mindst at skolens professionelle læringsfællesskaber bringes i spil hvis de senere års reformer i naturfagene skal bære frugt.

Taksigelser

Forfatterne ønsker at takke deltagende lærere samt nuværende og tidligere kolleger for samarbejdet om kompetenceudviklingsprojektet "Styrket læring med flipped learning i naturfagene": Thomas Dyreborg Andersen, Kristian Kildemoes Foss, Morten Philipps og Morten Barasinski. Projektet blev finansieret af A. P. Møller Fonden.

Referencer

- Carlson, J.; Daehler, K.R.; Alonza, A.C.; Barendsen, E.; Berry, A.; Borowski, A.; Carpendale, J.; Chan, K.K.H.; Cooper, R.; Friedrichsen, P.; Gess-Newsome, J.; Ineke, H.-R.; Hume, A.; Kirschner, S.; Liepertz, S.; Loughran, J.; Mavhunga, E.; Neumann, K.; Nilsson, P.; Park, S.; Rollnick, M.; Sickel, A.; Suh, J.K.; Schneider, R.; Driel, J.V. & Wilson, C. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In: Hume, A.; Cooper, R.; Borowski, A. (eds). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2.
- Chai, C.S. (2019). Teacher Professional Development for Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education: A Review from the Perspectives of Technological Pedagogical Content (TPACK). *Asia-Pacific Edu Res* 28(1), 5-13. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0400-7>.
- Dong, Y.; Chai, C.; Sang, G.; Koh, J. & Tsai, C. (2015). Exploring the profiles and interplays of pre-service and in-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) in China. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(1), 158-169.
- Levensen, H.; Foss, K.K.; Andersen, T.D.; Philipps, M.; Jespersen, P. & Nissen, S.K. (2016). En didaktisk model for flipped classroom. I: Schunk, A (ed). *Flip din undervisning – en antologi om flipped classroom og flipped learning*. Turbine Akademisk.
- Koehler, M.J.; Mishra, P. & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.012>.
- Koh, J.; Chai, C. & Tsai, C. (2013). Examining practicing teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: A structural equation modeling approach. *Instructional Science*, 41(4), 793-809.

- Koh, J.H.L. (2019). TPACK design scaffolds for supporting teacher pedagogical change. *Educational Technology Research and Development*, 67, 577 – 595.
- Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers' College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mishra, P. (2019) Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade, *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35:2, 76-78, DOI: 10.1080/21532974.2019.1588611.
- Mogensen, A.; Nielsen, B.L. & Sillasen, M.K. (2015). Processer der forandrer: fagteamsamarbejde efter QUEST-modellen. *MONA*, 1, 24-48.
- Nielsen, B.L.; Pontoppidan, B.S.; Sillasen, M.K.; Mogensen, A. & Nielsen, K. (2013). "QUEST: Et storskalaprojekt til udvikling af naturfagsundervisning. *MONA*, 2, 49-66.
- Pamuk, S.; Ergun, M.; Cakir, R.; Yilmaz, H.B. & Ayas, C. (2013). Exploring relationships among TPACK components and development of the TPACK instrument. *Education and Information Technologies*, 20(2), 241-263. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9278-4>.
- Pareto, L. & Willermark, S. (2019). TPACK In Situ: A Design-Based Approach Supporting Professional Development in Practice. *Journal of Educational Computing Research* 57(5), 1186-1226.
- Schmidt, D.A.; Baran, E.; Thompson, A.D.; Mishra, P.; Koehler, M. & Shin, T.S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) the development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Voithofer, R.; Nelson, M.J.; Han, G. & Caines, A. (2019). Factors that influence TPACK adoption by teacher educators in the US. *Education Tech Research Dev* (2019) 67:1427-1453. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09652-9>.
- Wang, W.; Schmidt-Crawford, D. & Jin, Y. (2018). Preservice Teachers' TPACK Development: A Review of Literature. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34:4, 234-258, DOI: 10.1080/21532974.2018.1498039.

English abstract

IT-mediated teaching methods have the potential to transform learning processes. This paper describes an in-service teacher training program, aiming at increased focus on the use of flipped learning (FL) in student-centered learning in science and mathematics. To evaluate implementation of FL, we used the TPACK analysis framework (Technological Pedagogical Content Knowledge) to analyze planned and implemented teaching designs. Our results indicate a lower level of TPACK than self-evaluated TPACK. The difference mainly involves the pedagogical knowledge domains. The degree to which the FLIP-model for FL is realized depends on the ability of teachers to process technology into actual transformations of practice. This indicates that successful implementation of new IT-mediated teaching methods depends more on teachers' pedagogical competencies than, e.g. on their IT competencies. However, the project shows that FL potentially can operationalize teachers' TPACK.

Praktik og praksiskontakt i ny læreruddannelse med fokus på naturfagene



Jens Aarby,
Københavns
Professionshøjskole

Abstract: *En faglig udviklingsgruppe har udarbejdet forslag til ny læreruddannelse. I dette forslag omlægges og udvides praktik på væsentlige punkter. Praktik på alle fire årgange og en praktik – eller et skoleforløb som det omdøbes til – der er integreret i fagene og udvikles i samspil mellem undervisningsfag, LG og praktiklærerne. Med et overvejende positivt syn på dette forslag påpeger artiklen udfordringer i forbindelse med denne omlægning. Blandt andet peges der på at der er behov for at udvikle opmærksomhed på et fælles sprog om praktik og formålet med praktik. Der peges også på at udvidet samarbejde kræver organisatorisk støtte for at lykkes.*

Indledning

I de studerendes eksamensoplæg i undervisningsfaget biologi har jeg i de sidste år set en stigende instrumentalisering af de studerendes opfattelse af undervisning. Det ytrer sig ved at de følger en teoretisk planlægningsmodel – som regel 5E-modellen – og så forventer at når de følger teorien, så bliver det også god undervisning – ofte uden at fundere over om det nu også kan være sådan altid. Og når en kollega beretter om at have hørt en nyudklækket lærer sige: “Vi lærer ikke noget på læreruddannelsen – det er i praktikken vi lærer noget”, peger det på at det teoretiske indhold i læreruddannelsen ikke af de studerende transformeres ud i praksis. F.A.J. Korthagen er blevet refereret for at sige at “meget af den konceptuelle viden, som de studerende opbygger i lærerstudiet, bliver glemt (“washed out”), når de kommer ud i professionen.” (Her fra Oettingen & Thorgård, 2019 side 73). I min tolkning er læreruddannelsen ikke “relevant” for de studerende, blandt andet fordi forventningerne om forbindelse mellem teori og praksis ikke er tydelige i uddannelsen og opfattes forskelligt alt efter om man er studerende, underviser på læreruddannelsen eller praktiklærer.

I min optik er der derfor brug for at udvikle en didaktik der bedre forbinder den teoretiske og den praktiske del af læreruddannelsen, og at skabe gode samarbejds-metoder mellem praktislærere, læreruddannere og studerende.

Der er en ny læreruddannelse på vej. En udviklingsgruppe foreslår øget praktik og øget samarbejde mellem skoler og læreruddannelse og nye roller til deltagerne. Derfor indledes her med en gennemgang af disse forslag, og resten af artiklen skal ses i relation til disse forslag. Det må gerne opfattes som en "brugstekst" i forhold til udvikling af praktik og praksistilknytning i den kommende læreruddannelse.

Udviklingsgruppens anbefalinger

En udviklingsgruppe nedsat af regeringen i 2020 og bestående af Uddannelses- og Forskningsstyrelsen, Danske Professionshøjskoler, KL, Danmarks Lærerforening og Lærerstuderendes Landskreds har udarbejdet anbefalinger til en ny læreruddannelse. (UDVGa, 2021). Det er intentionen at den nye uddannelse træder i kraft allerede fra efteråret 2022. I foråret 2022 foregår der en politisk behandling inden lovgrundlaget for den endelige læreruddannelse er formuleret. Uanset om udviklingsgruppens anbefalinger følges eller ej, så indeholder gruppens arbejde tanker som efter min mening kan forbedre praksisdelen i læreruddannelsen, både i forhold til praktikdelen og øvrige praksistilknytninger. I det følgende vil udviklingsgruppens forslag blive præsenteret i et perspektiv fra en underviser i et naturfagligt undervisningsfag på læreruddannelsen.

Udviklingsgruppens fem temaer:

Udviklingsgruppens anbefalinger samles i fem temaer:

- En mere ambitiøs og fagligt krævende læreruddannelse.
- En styrket praktik og en mere øvelsesbaseret undervisning som styrker sammenhængen med folkeskolen.
- Øget fokus på dannelse i læreruddannelsen så de studerende formes til at varetage alle de opgaver man har som lærer i folkeskolen.
- En uddannelse med tydelig progression og sammenhæng der sikrer flere dygtige lærere.
- Færre og andre typer mål så der kommer friere rammer for lokalt engagement og udvikling af forskellige profiler. (UDVGa, 2021).

Vi bemærker straks at der peges på "tydelig sammenhæng". En diskussion af dette begreb bliver udfoldet nedenfor i afsnittet *Sammenhæng som begreb i læreruddannelsen*.

Artiklen her fokuserer på praktikdelen. Både som praktik og som anden praksistilknytning i grunduddannelsen. I "*Udviklingsgruppens notater med uddybning af forslag*

til *nytænkt læreruddannelse november 2021*” har især følgende udpluk fra afsnittet om praktik interesse (side 27):

“Udviklingsgruppen anbefaler, at læreruddannelsen tilrettelægges på en ny måde, så de studerende oplever en tæt kobling mellem teori og praksis gennem hele uddannelsen” (...).“Udviklingsgruppen anbefaler, at ambitionen om en tæt teori-praksis-kobling blandt andet understøttes ved, at praktikken udvides og integreres i undervisningen.” (UVDG21a, side 27.).

Som nævnt i indledningen har de studerende svært ved netop at skabe denne kobling. Nærværende artikel vil derfor søge at give inspiration til at skabe denne kobling. Af udviklingsgruppens forslag til lærernes grundfaglighed (LG) (se figur 1) fremgår det at de studerende går på **“faste hold”** i LG så vidt muligt igennem hele uddannelsen; dette er det progressionsbærende element i uddannelsen. Det foreslås at praktik ikke mere er et selvstændigt fag. Praktikken afvikles som **integreret praktik** planlagt i et samarbejde mellem undervisningsfag, LG-fag og uddannelseslærere fra skolerne. Så der indføres termen **“skoleforløb”** i stedet for “praktikforløb” for at understrege at det er et integreret forløb i hele uddannelsen og ikke et selvstændigt og uafhængigt forløb. “Praktikskole” foreslås ændret til **“uddannelsesskole”** for at understrege praktikdelens integration i hele uddannelsen.

Begrundelsen for disse praksisrelaterede forslag er:

“Tværgående praksiselementer understøtter, at de studerende kan koble den pædagogiske faglighed med undervisningsfagene og praksis – med fokus på udøvende kompetencer.”

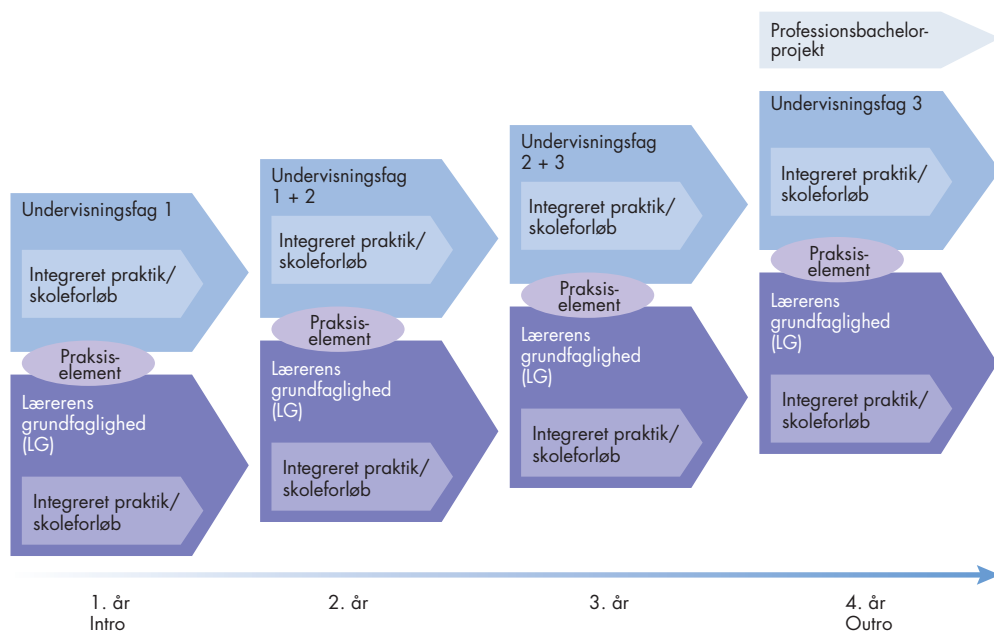
Og:

“Udøvende kompetencer kan både være analytiske og handlerettede ift. lærerens praksis i skolen, fx klasseledelse, differentieret undervisning og tværprofessionelt samarbejde.”

Om disse praksiselementer siges blandt andet.

“Praksissamarbejdet handler om den kontakt, de lærerstuderende har til skolerne ud over praktikken, fx så de har løbende adgang til at afprøve undervisningsforløb, observere og indsamle viden fra praksis på skolerne ifm. opgaver mv.”

“Praksissamarbejdet omfatter også, når lærere fra skolerne optræder som medundervisere på læreruddannelsen, eller når hele skoleklasser kommer på besøg.” (UDVGb, slide 9).



Figur 1. Uddannelsens struktur – praktik og praksiselementer på alle fire studieår. (UDVGB, 2021, slide 7).

Som jeg nævnte i indledningen, ser det ud til at netop disse koblinger ikke foregår i tilstrækkelig grad i den nuværende læreruddannelse. Ganske vist anføres der et beskedent omfang (2 ECTS) i samarbejde mellem undervisningsfag og LG-fag, men praksiselementer kan også indgå i undervisningsfaget alene. Senere i artiklen vil et eksempel på et praksissamarbejde (“fugleværksteder”) blive præsenteret. Og hvad angår de forhold ved eksamen i undervisningsfaget biologi som jeg også nævnte i indledningen, kunne der være krav om/mulighed for inddragelse af praksiselementer i eksamensoplægget så vi som eksaminatorer kunne få bedre indtryk af de studerendes formåen i forhold til andet end gengivelse af teori. Sat lidt på spidsen.

Udviklingsgruppen foreslår også at LU-lærerne er med ude på skolerne, og at **uddannelseslærerne** (nuværende praktiklærere) fra skolerne kan have undervisningsopgaver på campusdelen. Der lægges således op til et tæt samarbejde mellem alle parter og nye roller i samarbejdet. Det bliver så blandt andet opgaven at opbygge et fælles begrebsapparat og en fælles formålsforståelse hos alle parter i samarbejdet:

“Professionshøjskolernes undervisere skal tage initiativ til at planlægge og koordinere indholdet af de studerendes skoleforløb med de involverede (uddannelses-)lærere på skolerne, og de skal komme på besøg på skolerne i forløbet.” (UDVGB, 2021, side 9).

Der intenderes en tæt kobling mellem dels arenaerne (campus og skoler) og dels internt mellem fagene i campusdelen. Igennem uddannelsen udarbejdes produkter der indgår i en portfolio. Skoleforløbene afsluttes ikke hver især med en prøve/eksamen. Efter 7. semester foreslås der afholdt en **professionsprøve** hvor portfolioen indgår.

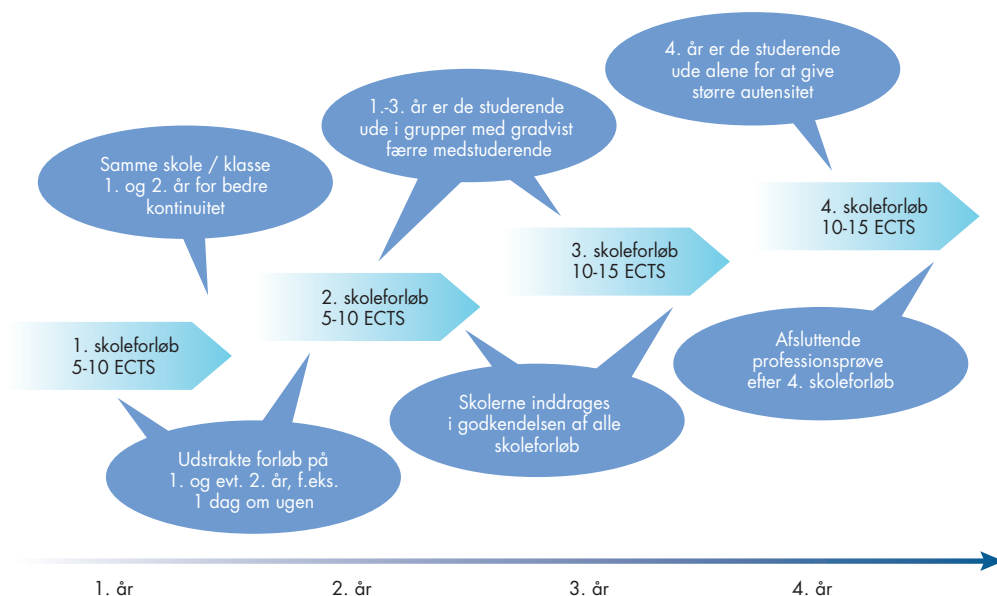
Uddannelsesskoler

Uddannelsesskolerne hvor skoleforløbene foregår (UDVGa 2021, side 33), defineres som tre typer alt efter hvor tæt tilknytning der er mellem professionshøjskolen og skolen. Det tætteste er type 3 som indebærer samarbejde om udviklings- og forskningsarbejde. Det kunne fx være en universitetsskole som jeg præsenterer senere. De tre typer beskrives således:

- *Type 1 indebærer et professionelt samarbejde om skoleforløb/praktik og praksissamarbejde. Det adskiller sig fra de nuværende partnerskabsaftaler ved at der er større forventninger til graden af systematisering af samarbejdsrelationen og uddannelsesrollen.*
- *Type 2 indebærer et udvidet samarbejde om skoleforløb/praktik og ikke mindst et udvidet praksissamarbejde der fx også kan omfatte udveksling af medarbejdere så lærerne på uddannelsesskolerne bidrager til undervisningen på læreruddannelsen, og undervisere fra læreruddannelsen deltager i skoleforløb og samarbejde mv. på skolen, fx gennem delestillinger.*
- *Type 3 vil indebære et tæt og langsigtet samarbejde om skoleforløb, udvidet praksissamarbejde og et løbende forsknings- og udviklingssamarbejde.*
(UDVGa 2021, side 33).

De tre beskrivelser har store forskelle. Det kunne være ideelt hvis alle undervisningsfag var tilknyttet en type 3-skole i dele af eller hele skoleforløbet. Det kan også tænkes at en kobling til type 2 eller 3 kan være et praksiselement i undervisningsfaget uafhængigt af skoleforløbet. I figur 2 ses udviklingsgruppens formuleringer og omfanget af de fire skoleforløb. Bemærk at der øges på 3. og 4. årgang. Bemærk også tanker om gruppestørrelse.

Det anføres i udviklingsgruppens notater side 28 at de studerende overordnet set er tilfredse med praktikken i den nuværende læreruddannelse, og at de gerne vil have mere praktik med bedre mulighed for at "gå ind i lærerrollen" (side 28). Efter min erfaring er netop det at afprøve sig selv i lærerrollen, det at lære og træne at være sammen med eleverne det der optager de studerende – ikke så meget refleksioner over læreprocesser, men mere om hvordan man skal agere som lærer. Så gerne mere praktik, men også en anden praktik/praksis-kobling der bedre skaber en helhed i læreruddannelsen.



Figur 2. De fire skoleforløb.

Som det citeres i en undersøgelse af hvordan nye lærere oplever mødet med jobbet:

“Netop fordi hverdagen er så presset, synes de, at læreruddannelsen godt kunne have “klædt dem bedre på” til den virkelighed, de møder ude i skolen. De efterspørger bl.a. konkrete redskaber, man kan “tage med i lommen og bruge direkte i undervisningen”. En af lærerne siger det sådan: “Det er lidt som at blive kastet i vandet uden at kunne svømme”. (Böwadt & Vaaben, 2021, side 1).

Altså mere “øvetid” i at klare dagligdagen i skolen. Men:

“(…) en mere praksisnær læreruddannelse [opnås] ikke nødvendigvis (...) gennem mere praktik, men gennem en kvalificering af praktikken. Ønsket om praksisnærhed kan ikke stå alene. En praksisnær læreruddannelse, hvor der ikke også indgår praksisfjernhed, vil gøre praksis foreskrivende. Faren ved dette er, at såvel læreruddannelsen som lærerprofessionen kan komme til at basere sig på vaner, implicite normer og indforståetheder. Hvis de lærerstuderende udelukkende socialiseres ind i lærerjobbet, er der en fare for, at det går ud over den kritiske dømmekraft og refleksionen og går ud over lærerprofessionens vidensgrundlag. Det kan medføre, at lærerprofessionen svækkes, da en profession er kendetegnet ved at basere sig på en særlig teoretisk viden, og det kan svække ambitionen om en forskningsbaseret læreruddannelse. Vejen frem er derfor formentlig ikke mere praktik og mere praksisnærhed, men bedre praktik og bedre praksisnærhed.” (Böwadt, 2021, side 1).

Holdes disse to citater sammen, ses et behov for en fælles bevidstgørelse af formålet med praksistilknytningen. Der er åbenbart en diskrepans mellem det læreruddannelsen som institution lægger til grund, og det de studerende efterspørger og forventer. Hvis ovenstående er sandt, så er det ikke så underligt, som refereret i indledningen, hvis de studerende ikke synes at de lærer noget i læreruddannelsen, men kun i praktikken. Der er ikke fælles forståelse af hvad det er der skal læres. Vi sender og modtager på forskellige bølgelængder. Ved arbejde med skoleforløb indgår uddannelseslærerne også, og det kræver at alle parter er enige om og har indsigt i disse grundlæggende vilkår.

Det skal nævnes at udviklingsgruppen påpeger at disse forslag ikke er udgiftsneutrale. Det kræver både ressourcer i afvikling og fx uddannelse af uddannelseslærere så de bliver mentorer. Det kan betyde at tankerne ikke realiseres i den politiske proces. Men uanset om de realiseres eller ej, er der god inspiration at hente i udviklingsgruppens notat der anbefales læst i sin helhed. (UDVGa 2021).

Sammenhæng som begreb i læreruddannelsen

Dette og det næste afsnit vil forsøge at give hjælp til at afklare to forhold. Hvad betyder det når vi efterlyser "sammenhæng" i læreruddannelsen, og hvordan kan vi få en fælles forståelse af forhold mellem teori og praksis i uddannelsen? Læreruddannelsen er kompleks og består af mange dele med meget forskelligt indhold. Noget er teorier om undervisning, udviklingspsykologi, kemi, fysik, eller/og andre fag samt det at kunne agere i en klasse og i et lærerjob på en skole. Ret komplekst og erfaringen viser at det ikke kommer til at hænge sammen for de studerende uden hjælp. Alle der er deltagere i dette – studerende, LU-undervisere, praktislærere, skoleledere – taler derfor gerne om sammenhæng som noget meget positivt og ofte normativt (Lund & Nielsen, 2018, side 96). Desværre viser det sig ofte at når vi taler sammen om "sammenhæng", taler vi forbi hinanden og netop ikke sammen til trods for at vi tillægger det stor betydning. I Lund & Nielsen (2018) afdækkes der via en empirisk og teoretisk analyse af styrende dokumenter samt hvordan læreruddannere anvender begrebet "sammenhæng" og tilskriver det opmærksomhed i kollegiale drøftelser, seks kategorisk forskellige betydninger. De præsenteres i tabel 1.

De enkelte typer drøftes og uddybes i (Lund & Nielsen, *ibid.*). Kun udvalgte dele gengives og kommenteres her.

I type A handler det om at de studerende kan finde "mening med og i uddannelsen". Problemer her kan skyldes manglende forbindelse mellem arenaerne eller mellem fagene i læreruddannelsen. En øget inddragelse af praksis/praksisnære eksempler i læreruddannelsen kunne være meningskabende. Universitetsskoler – som præsenteres senere – er et godt bud. Måske skal læreruddannelsens konkrete kendskab til praksis øges.

Type	Beskrivelse
A	Sammenhæng som et psykologisk og læringsmæssigt begreb. Her knyttes ofte an til et studenterperspektiv og de studerendes arbejde med at etablere mening med og i uddannelsen.
B	Sammenhæng som et didaktisk begreb. Her knyttes ofte implicit an til didaktiske begreber såsom kontinuitet, progression og rækkefølge samt det engelske begreb alignment, som her kan oversættes til målaflødt forbindelse.
C	Sammenhæng som et uddannelsesstrukturelt begreb. Her knyttes ofte an til uddannelsens indholdsmæssige organisering og struktur.
D	Sammenhæng som et arenaforbindende begreb. Her knyttes ofte an til optikker på forbindelserne mellem uddannelsen og professionspraksis og forbindelser mellem forskning og uddannelse.
E	Sammenhæng som et epistemologisk begreb. Her knyttes hovedsageligt an til forholdet mellem teori og praksis
F	Sammenhæng som en indre oplevelse af mening blandt medarbejderne, særligt knyttet an til et positivt oplevet udbytte gennem vedvarende og stabile kollegiale samarbejdsrelationer.

Tabel 1. *Sammenhængsbegreber i læreruddanneres uddannelsesforståelse – en første systematisering (Lund og Nielsen, 2018, side 98).*

Type B handler fx om progression. Den nuværende, modulopdelte læreruddannelse – hvor visse af modulerne kan tages i vilkårlig rækkefølge – udfordrer sammenhængsoplevelsen i denne progressionsforstand. I udviklingsgruppens anbefalinger bortfalder den udprægede modulisering. I praksisdelen i naturfagene kan progression opbygges ved at praksiselementerne bliver mere og mere omfattende og mere og mere selvstændige. Naturfagene modtager typisk de studerende sent i studiet. På det tidspunkt er en del teori på plads, og de studerende har været i skoleforløb. Det stiller krav til naturfagene om at kende til og bygge videre på det som de studerende har med. En form for pædagogisk kobling mellem underviser og studerende. (Scott 2011).

Type C indeholder konfliktmuligheder, fx tiden der tildeles henholdsvis undervisningsfag og LG-fag i uddannelsen, eller vægtningen af det dannelsesmæssige hhv. det kernefaglige. De opfattelser af disse forhold som de studerende møder, skal gerne være sammenhængende og ikke konfliktende.

Type D er interessant, fx i forhold til hvordan vi knytter vores forskning til grunduddannelsen. Senere vil universitetsskolen blive præsenteret; den peger på en mulig sammenhæng mellem forskning, grunduddannelse og praksis.

Type E vender vi tilbage til i næste afsnit, Teori-praksis-relation.

Type F's sammenhængsforståelse har nok været udfordret i overgangen fra lokale, mindre "lærerseminarier" til store professionshøjskoler fordelt på flere matrikler. Denne sammenhængsoplevelse kan opnås gennem strukturelt konstruerede samarbejdsrelationer, fx faglige udviklingsfællesskaber eller som det foreslås i udviklingsgruppens forslag at LG og undervisningsfag sammen forpligtes på udvikling af skoleforløb og samarbejde med uddannelsesskole.

Alle sammenhængsforståelser er gyldige og vigtige. Vi skal bare være tydelige når vi taler sammen om hvilken type sammenhæng vi nu refererer til.

Teori-praksis-relation

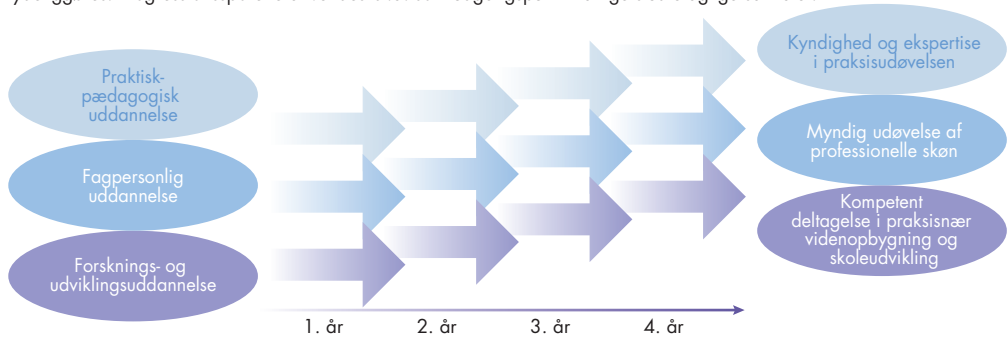
Som nævnt tidligere efterlyser de lærerstuderende mere praktik og gerne en mesterlærepraktik. De lærerstuderende giver udtryk for at det er i praktikken de lærer noget, og de efterlyser en mere praksisnær uddannelse. Gerne med "værktøjskasser". (Böwadt 2021, side 9). Det er et langt stykke ad vejen et rimeligt og naturligt ønske i forhold til den kompleksitet de studerende kommer til at møde i klasserummet og i skolen. En indføring i disse mekanismer gennem mesterlære ligger lige for og vil hjælpe den nye underviser i gang med at komme ind i professionen. Det skal der være plads til, og det skal have sin vægtning i skoleforløb og anden praksiskontakt. Af mine egne interviewundersøgelser af lærerstuderende efter praktik fremgik det at det er afprøvning af dem selv som lærere der er i fokus, uanset hvad der står i studieordningen.

Men det er ikke nok lige at kunne klare dagen og vejen. En underviser har også brug for at komme på afstand af sin praksis. Så man fra dette "udenfor-punkt" kan se ind i egen praksis med et refleksivt og analytisk blik. Ellers overtager de nye lærere blot den eksisterende praksis og indlejres i den. Det ville jo også være fint hvis alt var statisk, men det er det langt fra. Aktuelt er overgangen til kompetencebaseret undervisning og indførelse af den fællesfaglige undervisning i naturfagene i udskolingen en krævende omstilling, der stadig pågår og er meget vanskelig for mange lærere. For så vidt både i skolen og på læreruddannelserne.

Udviklingsgruppen viser tre progressionsspor i figur 3:

Forslag: Tre progressionsspor på tværs af fag og fagområder

Progressionssporene er et værktøj til at støtte den studerendes dannelse som lærer, samtidig med at forventningerne til den studerende gradvist bliver højere og handlingskompetence og refleksionsniveau tydeliggøres. Progressionssporene anvendes bl.a. som udgangspunkt i årlige studiefaglige samtaler.



Figur 3. UDVGB 2021, slide 12.

Læreruddannelsen skal udruste de kommende lærere til at kunne indgå i og varetage professionelt udviklingsarbejde. Gerne gennem indarbejdelse af forskellige formater som fx lektionsstudier og casestudier. Denne udviklingsdimension skal hele tiden være til stede i naturfagsundervisningen på læreruddannelsen. Gerne ved at de studerende indgår i konkrete udviklings- og forskningsprojekter som del af uddannelsen. Det de studerende lærer ved disse processer, vil samtidig være en forberedelse til arbejdet med bacheloropgaven. I evalueringsrapporten om læreruddannelsen af 2013 hedder det: *“Systematikken i samarbejdet er afgørende, da praksissamarbejde dermed bliver en tilbagevendende øvelse for undervisere og studerende i at forholde sig analyserende og reflekterende til egen praksis.”* (Fra SFU 2018, side 64). Og i erkendelse af at praksiskon-takt ofte er logistisk krævende foreslås faste organiseringer: *“Det er ekspertgruppens oplevelse, at læringsrum som fx “Teaching Labs” (VIA) og “Innovationslaboratorier” (Absalon) fungerer som en god ramme for praksissamarbejder. Disse er kendetegnede ved, at de studerende først undersøger et givent forhold med afsæt i deres teoretiske viden, og derefter udvikler og planlægger forløb eller produkter i fællesskab med skolerne.”* (Ibid.).

Teoriens mening for de studerende. Integreret praktik

Når de lærerstudierende udtaler at det er i praktikken de lærer noget, så må det vække til eftertænkning hos læreruddannelsen. De studerende har jo tilbragt fire år på læreruddannelsen – en læreruddannelse der er søgt udviklet i en akademisk retning. De studerende kan åbenbart ikke se forbindelsen mellem det teoretiske og det praktiske i den form som uddannelsen har nu. Og det er det praktiske der optager dem – at gøre en forskel for børn (Böwadt, 2021, side 9). Så når de møder praksis, så er det teoretiske ikke til stede i en form så det giver mening. Det er selvfølgelig en grov generalisering – jeg har jo selv haft studerende der på forbilledlig vis har gjort brug af teori i praksis. Men det vil dog alligevel være den præmis der ligger til grund for denne tekst.

Udviklingsgruppen anbefaler en mere praksisnær læreruddannelse. Men måske er det ikke mere praktik, men en bedre praktik der er brug for. En praktik og praksistilknytning der kvalitativt udvikler de studerende så de både kan klare det praktiske, men også har redskaber til refleksiv udvikling i deres praksis. Praksistilknytningen skal kunne begge dele.

Her i artiklen tager jeg et pragmatisk udgangspunkt og uddyber ikke naturen af relationen mellem praksis og teori. Der kan henvises fx til Böwadt, 2021; Oettingen, 2019 eller Haastrup, 2013 for mere om dette forhold.

Mit udgangspunkt er at både teori og praksis bør indgå i læreruddannelsen, og at det handler om at få de to områder til at berige hinanden. Når jeg i indledningen skriver at de studerende fx tager 5E-modellen og forventer at hvis de følger den så fører det til den ønskede læring hos eleverne, så er det udtryk for en forståelse af teori som foreskrivende for praksis. At man direkte kan overføre teorien til praksis. Det er ofte en fejlslutning idet en teori for at blive en teori nødvendigvis må eksternalisere meget variation og mange forhold som ligger på teoriens område. Fx at eleverne larmer og hellere vil ud fordi det er den første forårsdag. Teori uden professionel dømmekraft er ikke tilstrækkeligt.

Læreruddannelsens opgave bliver at hjælpe de studerende til at transformere den teoretiske viden i mødet med praksis og at åbne de studerendes øjne for behovet for teori – give teorien mening. Midlet kan være en dialektik mellem de teoretiske dele af uddannelsen og de praktiske dele. Ikke kun i afmålte perioder, men ved løbende kontakt mellem uddannelsen og professionen.

De studerende skal have en relevant værktøjskasse med ud, men også viden om hvilke værktøjer man bruger til hvad, hvornår og hvordan.

Udviklingsgruppen foreslår foruden mere tid til praktik og et øget samarbejde mellem praktiklærere og læreruddannere *“at styrke koblingen mellem teori og praksis ved at integrere det hidtidige praktikfag i undervisningsfagene og Lærerens Grundfaglighed (LG).”* (UDVG21a, side 30).

Ud over integrering af undervisningsfag og LG peges på et øget samarbejde med uddannelseslærere på skolerne. Det foreslås at læreruddannere er mere ude på skolerne, og at uddannelseslærerne (tidligere “praktiklærere”) deltager i undervisningen i fagene på læreruddannelsen. Altså et tæt og udvidet samarbejde i forhold til nuværende praksis.

Set fra naturfagene er et sådant samarbejde velkomment. Blandt andet meget lavpraktisk fordi den naturfagsundervisning der undervises frem mod i læreruddannelsen, ofte møder strukturelle barrierer på skolerne. Fx at andre fag modsætter sig at man tager eleverne med til eksterne læringsmiljøer en hel dag, eller der mangler arbejdstid til at få det praktiske arbejde med i undervisningen.

Et tættere samarbejde ville kunne inkludere en forholden sig til disse barrierer i

undervisningen i læreruddannelsen. Enten i form af tilpasning af metoder eller frem mod en strategi der kan ændre disse strukturelle barrierer. I forbindelse med egen praksis som efteruddannelsesunderviser har jeg gode erfaringer med begge strategier. Det som anses for umuligt, kan ofte alligevel godt lade sig gøre hvis man ændrer i præmisserne. Fx går fra fast ugeskema til fleksskemaer. Altså at man kigger på praksis udefra og spørger "kunne det ikke være anderledes?"

Ved øget praksiskontakt vil der også være bedre mulighed for at de studerende får indsigt i elevernes faglige og personlige forudsætninger. Fx gennem elevinterview, evaluering af skriftlige arbejder og lignende. Det er "bare lige" at skabe kontakten. Faste samarbejdspartnere er i den sammenhæng meget tidsbesparende og givende.

Der er teori og praksis både i læreruddannelsen og i skolen

Det er ikke sådan at læreruddannelsen er teori, og skolen er praksis. Der er masser af teori i den udøvende lærergerning, og der er masser af praksis i læreruddannelsen. Når jeg underviser i mit fag biologi på læreruddannelsen, redegør jeg for det meste for de tanker/teorier jeg har lagt til grund for den undervisningsplanlægning jeg har valgt. Så – hvis det lykkes – undervises der både i det biologifaglige og den didaktiske teori på samme tid. Det er jo ofte et sammensurium af mange teoretiske forhold der udmøntes i den konkrete undervisning. I rummet er der således på samme tid et konkret lag og et metalag.

En pragmatisk tilgang

"[L]ærerne [er] ikke (...) vant til at udtrykke sig i mere generelle fagdidaktiske termer. Den fagdidaktiske diskurs er med andre ord begrænset af lærernes uddannelse eller mangel på samme såvel i henseende til faglige som fagdidaktiske begreber og termer som i henseende til deres muligheder for i deres daglige arbejde overhovedet at udvikle deres praksis og føre en fagdidaktisk diskurs. Skolernes arbejdsmiljø, herunder lærernes arbejdstid levner ifølge de interviewede lærere ikke tid til at dyrke en kollegial og fagdidaktisk diskurs." (Goldbech & Holm, 2011, side 82).

Ovenstående citat har jo nogle år på bagen, og forholdene er måske anderledes nu. Men hvis samarbejdet mellem læreruddannelse og skole skal lykkes, kræver det blandt andet vilje til at indgå i en fagdidaktisk diskurs på baggrund af et fælles sprog og begrebsapparat.

Fx er det vigtigt at have klarhed over hvilken sammenhæng mellem teori og praksis der aktuelt abonneres på. Det kan som nævnt defineres på mange måder, men for at gøre det pragmatisk og operationelt kan man eventuelt benytte nedenstående tabel 2 over forskellige relationer. Pointen er at de allesammen er gyldige, men i forskellige situationer eller med forskellige hensigter. Hvis man samarbejder uden at præcisere

hvordan man forestiller sig at teori og praksis relaterer sig til hinanden, vil man ofte tale forbi hinanden.

Tilgang	Teori	Praksis	Teori/praksis-relation	Den gode relation
Common sense	Teori er drevet af praksis og kan udledes fra prakti- kernes forståelse og indsigt.	Praksis ses som udtrykket af prakti- kernes overbevis- ning, begreber og forståelser.	Teorien, der udle- des fra god praksis, bruges til at guide praksis. $P \rightarrow T$	Praktikeren mestrer færdigheder fra den allerede eksis- terende praktiske viden.
Anvendt videnskab	Teori er ab- strakte princip- per og gene- raliseringer baseret på empi- risk forsk- ning.	Praksis er en tek- nisk akti- vitet, hvor på forhånd define- rede mål skal op- nås.	Teorien anvendes i praksis som objek- tiv evidens fra em- piriske undersøgel- ser og heraf udledte abstrakte princip- per, der guider og regulerer praksis. $T \rightarrow P$	Praktikeren anven- der de videnskabe- ligt akkrediterede tekni- ske regler i praksis. Det givne mål opfyl- des ved hjælp af det an- vendte middel.
Den filosofiske tilgang	Teori udgøres af en filosofisk forståelse af meningen og formålet med prak- sis i form af begre- ber og indsigter formu- leret af teo- retiker- en.	Praksis er en re- fleksiv praksis baseret på idea- ler formuleret i forhold til en teori.	Teorien forsyner prak- tikerens med begreber og indsig- ter, som kan formu- lere en forståel- se af praktikerens rolle og formålet med prak- sis. $T \downarrow P$	Praktikeren kan forsvare moralske principper om prak- sis. Praktikeren fore- tager valg i praksis, som er i overens- stemmelse med teoretiske principper, værdier og ideer.
Den praktiske tilgang	Teori er en form for viden, der er uddraget fra en kompleks so- cial praksis. En praktisk viden, som aldrig er komplet og altid usikker.	Praksis er en kom- plex so- cial aktivi- tet.	Teori informerer prak- tikerens for- ståelse af hvad god praksis er og tilby- der dermed hand- lemåder i praksis, som er "rigtige" og "retfær- dige". $T \leftrightarrow PP_1 \rightarrow T_1 \rightarrow P_2 \rightarrow T_2 \rightarrow$	"Defensible deci- sions". Praktikeren kan forsvare sine hand- linger i prak- sis mo- ralsk.

Tilgang	Teori	Praksis	Teori/praksis-relation	Den gode relation
Den kritiske tilgang	Teori forstås som ideologikritisk selvrefleksion. Indsigter i og forståelse for kontekstuelle og ideologiske faktorer, der påvirker praksis.	Praksis er en moralsk og social praksis, som er kulturelt og historisk indlejret. Praksis er problematisk.	Teori/praksis-relationen handler om ideologikritik, hvor praktikerne engagerer sig i kritisk selvrefleksion og dermed øger deres selvbevidsthed og rationelle autonomi. $P_{1(\text{ufri})} \rightarrow T_1 \rightarrow P_{2(\text{fri})}$	Praktikeren reflekterer ved hjælp af teori over praksis i relation til kontekstuelle faktorer, vaner, traditioner og ideologier og bliver derved bevidstgjort og frigjort.

Tabel 2. Relationer mellem teori og praksis. (Carr, 1990).

I det forhåbentlig forestående samarbejde mellem prakticlærere, LG-lærere og naturfagslærere vil der måske vise sig forskelle i de tre gruppers tilgange. Jævnfør det indledende citat om lærere i skolen vil man forvente at common sense-tilgange er dominerende i en skolesammenhæng (der opleves strukturelle barrierer for at bruge de andre tilgange). Som underviser i et undervisningsfag på læreruddannelsen har jeg nok en fordom om at LG-lærere abonnerer på den filosofiske tilgang (almendidaktiske problemstillinger). Som faglærer hælder jeg måske nok til den praktiske tilgang eller den kritiske tilgang. Nok alt for normativt når jeg er i den praktiske tilgang – men det efterlyser de studerende: “Kan I ikke bare sige hvordan vi skal undervise?” Eller den negative: “I siger noget forskelligt om hvad god undervisning er – taler I aldrig sammen?”

Ovenstående bud på hvem der abonnerer på hvad, er jo ikke dækkende. Men det antyder at vi alle befinder os i en eller anden position, og hvis vi i samarbejdet ikke er tydelige om hvilken position vi taler og handler ud fra, kan vi ikke tale frugtbart sammen, ej heller argumentere for den position vi faktisk agerer ud fra.

Udviklingsgruppen understreger at hvis lærerne på skolerne (nu uddannelseslærere) skal gå ind i disse nære og udbyggede samarbejder som en aktiv del af læreruddannelsen, så kræver det at de er uddannede til det. (forslag H, side 33 i UDVGa 2021). Samtidig kunne det anføres at en tilsvarende fælles begrebsanvendelse burde være i læreruddannelsens praksis – fx som led i adjunktforløb for undervisere i professionsuddannelserne, der jo for det meste er vekseluddannelser.

Giver det som læreruddannelsen underviser i, mening i praksis?

Når de studerende på læreruddannelsen siger at de ikke lærer noget på læreruddannelsen, kan det i naturfagene være fordi undervisningen i disse undervisningsfag på læreruddannelsen ikke tager udgangspunkt i hvad der er praktisk muligt i skolen. Der er ganske givet meget undervisning på læreruddannelsen der har indlejret kendskab og hensyn til de praktiske forhold i skolen, men de studerendes udsagn kunne tyde på at denne dimension kunne forbedres.

Tidligere blev den faglige undervisning delvist varetaget af undervisere med en folkeskolebaggrund, men i læreruddannelsen er underviserne nu ofte kandidatuddannede fra universiteter (Böwadt, 2021, side 7) og i stigende grad med en ph.d.-grad efter deres kandidatuddannelse. Det kan derfor forventes at underviserens kendskab til praksisfeltet er begrænset og måske derfor ikke indlejret i undervisningen. Binau (Binau, 2021) fortæller gennem dagsbogsnotater fra en lærers perspektiv om forhold der vanskeliggør gennemførelse af undervisning som den "doceres" fra læreruddannelsen. Et dagsbogsnotat er fx: "*Shit, der er ikke blevet indkøbt CO₂-indikator, og jeg skal have reagensglas til 86 elever.*" Her udfordres de gode intentioner om rigtig meget praktisk arbejde i naturfagsundervisningen.

Jeg har selv set skoler hvor mange naturfagstimer ikke læses i et faglokale med udstyr, eller der er kun meget begrænset udstyr til rådighed. Til trods herfor skal læreruddannelsen naturligvis fastholde det praktiske arbejde som nyttigt i undervisningen. Men hvis ikke de studerende også forberedes på den faktiske situation, og hvis ikke vi drøfter hvad man så gør, så er det ikke underligt at de studerende synes det er i praktikken de lærer noget – brugbart.

Udvikling som del af læreruddannelsen

Foruden mangel på udstyr og materialer peger Binau på det lærertidsforbrug der er i forbindelse med det praktiske arbejde. Tidsbehovet overstiger ofte, og ofte meget, den tid der faktisk er afsat i lærernes arbejdstid. Hvis læreren fastholder at gennemføre praktisk arbejde, bliver det ofte med brug af fritid. På lang sigt skal der selvfølgelig kæmpes for at lærerne får den nødvendige tid. Indtil det er sket, kunne man i naturfagsundervisningen i læreruddannelsen tage højde for dette tidsproblem og udvikle aktiviteter og arbejdsformer der mindsker lærerens tidsforbrug. Jeg har set lærergrupper der har forsøgt at opbygge faste "kasser" til faste aktiviteter, men det system risikerer at bryde hurtigt sammen fordi der heller ikke er tid til at vedligeholde kasserne. Ikke desto mindre ville det være en god idé, også af disse praktiske grunde, at pege på naturfagsteamets rolle i denne proces. På læreruddannelsen kunne der udvikles elementer i naturfagsundervisningen så de studerende er forberedte på deres fremtidige rolle i naturfagsteamet. Det må ikke ende med at der ikke indgår praktisk arbejde i naturfagsundervisningen.

Det kunne være en aktivitet i læreruddannelsen at de studerende skulle udvikle aktiviteter der også indbygger kravet til realistisk tidsforbrug eller andre konkrete krav fra "virkeligheden" på skolerne. Og meget gerne gennem praksiskontakt afprøve og evaluere løsningsmodellerne sammen med elever. Enten på en skole eller ved at eleverne kommer til læreruddannelsen.

Et andet eksempel er fra min egen biologiundervisning her i foråret 2022. Vi planlægger at en stor del af biotoparbejdet i "felten" skal ske i nærområdet. Jeg arbejder i Carlsberg Byen, så det er parker, blomsterbede osv. Når vi gør det, er det fordi virkeligheden på skolerne er at fagene "kæmper" om elevernes tid. Tager man klassen med på ekskursionen en hel dag til et eksternt læringsmiljø, så brokker de andre fags lærere sig. Hvis ikke man tager højde for det, så inddrages eksterne læringsmiljøer kun i begrænset omfang selvom man på læreruddannelsen har lært hvor godt det er.

Hvordan får læreruddanneren kendskab til professionen?

Når nu læreruddanneren ikke har arbejdet i folkeskolen hvordan får man så kendskab til skolen? Udviklingsgruppen foreslår at læreruddanneren er med ude på skolerne i skoleforløbene. Det kan være med til at give indsigt. Alt efter hvordan samarbejdet mellem læreruddannere og uddannelseslærere udvikles. Uanset om udviklingsgruppens idéer følges, vil det under alle omstændigheder være godt at knytte læreruddannerne tættere på de studerendes aktiviteter i praksisfeltet. For at det skal kunne lykkes i større målestok, skal der opbygges strukturer der understøtter disse processer. Flere professionshøjskoler har arbejdet med modeller i den nuværende læreruddannelse. Mest for dansk og matematik. Det var ønskeligt om disse modeller også kommer til at omfatte naturfagene. Nedenfor vil universitetsskoler bliver præsenteret som en konstruktion der på radikal vis knytter arenaer sammen.

Det kan også være uddannelseslærere der "bærer folkeskolen ind i læreruddannelsen". I udviklingsgruppens notater foreslås at uddannelseslærerne fra uddannelses-skolerne indgår i undervisningen på læreruddannelsen. Det kan jo både være som direkte undervisere, men også som deltagere i planlægningen af undervisningen og skoleforløbene.

For mit eget vedkommende har deltagelse i efter-/videreuddannelse været en vigtig informationskilde i forhold til skolens virkelighed. Både ved at lærerne på kurserne fortæller om deres arbejde, men også i deres respons på den konkrete undervisning i kursusforløbene. Især længerevarende forløb hvor kursisterne skal inddrage eller afprøve fra/i egen praksis, er nyttige.

Forskningsaktiviteter på professionshøjskolerne er i udvikling, og deltagelse i disse aktiviteter vil formodentlig blive en større og større informationskilde i læreruddannelsen. Enten som ph.d.-projekter eller som løbende forskning.

For at der skal ske transfer fra forskningsaktiviteter og efter-/videreuddannelsesaktiviteter til grunduddannelsen er det vigtigt at disse arbejdsfelter ikke adskilles på professionshøjskolerne. I afsnittet om universitetsskoler præsenteres en model der kobler grunduddannelse og forskning.

Pragmatisk eller teoretisk analytisk?

Elever har svært ved at læse naturfaglige tekster. I læreruddannelsen arbejder vi med det under overskriften "faglig læsning". Der deler vi begreber op i forskellige analytiske klasser: fagord, førfaglige ord, hverdagsord osv. Vi taler om multimodalitet, nominaliseringer, læsestier mv. Målet er selvfølgelig at eleverne skal lære at læse de fagbøger vi skriver til dem, og de skal selv kunne anvende et fagsprog.

Jeg mindes et foredrag hvor en erfaren lærer fortalte om hvordan hun underviste eleverne i ordkendskab i naturfag. Først kommer alle ord op på væggen på et skilt der kan flyttes. Der er to kolonner. En til ord eleverne kender, og en til de ord eleverne siger er svære. Så bliver der arbejdet med de svære ord, og når eleverne forstår dem, bliver de flyttet over i kolonnen med ord de kender. Det var bare en lille del af foredraget, men meget inspirerende.

Jeg er overbevist om at denne pragmatiske tilgang hjælper eleverne både til at læse naturfagsteksterne og at bruge fagordene. I læreruddannelsen ville kolonnerne jo hedde noget helt andet, og der ville være flere af dem. Men teoriernes kolonner ville være svære i sig selv for eleverne og ikke nødvendigvis hjælpe dem i læreprocessen. Jeg argumenterer ikke for at vi kun skal være pragmatiske på læreruddannelsen, men snarere at vi skal inkludere transformationen fra det teoretisk-analytiske til klasserumssituationen. Som nævnt i afsnittet om forholdet teori-praksis kan teorien ikke umiddelbart appliceres på praksis. Der skal ske en transformation. Teori kan ses som et analytisk redskab der anvendes ved refleksion over praksis, og er ikke i sig selv foreskrivende for praksis.

I øvrigt skulle vi måske skrive naturfagsbøgerne i et mere mundret sprog som eleverne kan læse. Og i andre sammenhænge og gerne i samarbejde med fx danskfaget arbejde med betydningen af fagsprog generelt. Jeg kender til det synspunkt at det at lære et fag er at tilegne sig dets sprog. Men ofte vil det nok være sådan at sproget står i vejen for læringen i skolen. Det er tankevækkende at naturfag er populært i medier og andre steder, men oplever en dalende interesse i løbet af skoleforløbet.

En case med fugleværksteder og faglig dialog som praksistilknytning

Sammen med en god kollega har jeg gennemført undervisningsforløb i biologi på læreruddannelsen med udgangspunkt i fugleværksteder.

Fokus var på dialogen mellem eleverne og de lærerstuderende under praktisk arbejde. Af to omgange med nogle dages mellemrum underviste de studerende elever der kom til os på læreruddannelsen.

Teoriundervisningen forud var dels sprogteoretisk om den faglige dialog i forbindelse med det praktiske arbejde og dels faglig om fugle. På denne baggrund udviklede de studerende et antal "fugleværksteder" hvor der gennem praktisk arbejde med eleverne blev gennemgået og lært forskellige forhold om fugle. Det var fx om fjer og om tilpasninger.

I denne forberedelsesfase indgik således både biologifaglige og fagdidaktiske teori- og praksisforhold.

Besøgene blev videofilmnet, og vi gennemså sammen filmene med fokus på en vurdering af om de antagelser de studerende havde planlagt ud fra, holdt stik. Fokus var på dialogens indhold og form. På baggrund af denne evaluering tilrettede de studerende værkstederne og deres samtalestrategi over for eleverne. Derpå kom en anden klasse til fugleværkstederne.

For de studerede betød forløbet at de teoretiske begreber for den faglige samtale fik et konkret indhold, og de studerende blev trænet i at tilpasse dem til den aktuelle situation. Altså en refleksiv tilgang til en teoretisk forskrift med et empirisk materiale fra videofilmene.

Biologifagligt skete et løft idet de studerende skulle tilegne sig den faglige indsigt på et niveau hvor de selvstændigt kunne definere de faglige områder der skulle indgå i værkstederne. I mødet med eleverne i værkstederne opnåede de studerende indsigt i elevernes forudsætninger og begrebsverden og trænede den udviklende samtale.

Vi vurderede at dette studieforløb både løftede det biologifaglige niveau og det fagdidaktiske niveau og gav et realistisk billede af det at undervise i skolen. Og i forhold til praktikkompetencer udvikledes klasserumsledelse og kompetence til at klare det "bøvl" der er med at skaffe og arrangere materialer og udstyr. Forhold der ifølge Binau (Binau, 2020) ofte bremser inddragelse af det praktiske arbejde i undervisningen.

Videsequenser og det at bruge dem til evaluering og udvikling af praksis var en vigtig del af indholdet. En del af evalueringen foregik som peer-to-peer. Peer-to-peer har mange gode funktioner, men indebærer også en risiko for at fælles common sense-(mis)forståelser ikke udfordres og dermed kan fastlåse de studerende i ikke hensigtsmæssige mønstre. Derfor suppleredes peer-to-peer-evaluering, med LU-undervisernes evaluering. Blandt andet gennem respons på opgaveaflevering.

Det der ikke var realistisk, var at kompleksiteten var mindsket, fx ved at klassens lærere var med til at "holde styr" på eleverne, og at hver studerende kun skulle varetage en del af undervisningen og med en lille elevgruppe ad gangen. Denne kompleksitetsbegrænsning var helt bevidst indlejret som et grundlæggende princip i praksistilknytninger i uddannelsessituationen. Alt efter hvilke elementer der skal

være fokus på, kan man på forskellig vis søge at reducere kompleksiteten fra andre elementer.

I samtalerne med de studerende erfarede vi at vi i noget tid havde talt forbi hinanden om hvad forholdet mellem teori og praksis er. For os lærere var det forholdet mellem undervisningsteori og undervisningspraksis. For de studerende var det forholdet mellem det faglige de læste i biologibøgerne, og de praktiske arbejder man knyttede til det. Det er tankevækkende at der faktisk gik lang tid før vi blev opmærksomme på at vi talte ud fra forskellige definitioner. Det peger på at det er vigtigt at begrebsafklare i sådanne situationer.

Vi fik evalueringer fra eleverne, og de havde været meget glade for at være hos de studerende, og lærerne tilbød os alle de klasser vi ville have. For lærerne på skolen var det en hjælp i deres daglige arbejde da vi på læreruddannelsen har udstyr og materialer som ikke fandtes på skolen, og så var der jo mange velforberejede "hænder" til at undervise eleverne.

Projektet afsluttedes med at de studerende brugte erfaringerne i en skriftlig opgave hvor de med inddragelse af videosekvenser analyserede deres dialog med eleverne.

Noget tid efter var de studerende i praktik, og vi bad dem inddrage elementer fra "fugleværkstederne" i deres praktik. I deres praktikopgaver optrådte teoribegreber om faglig dialog i høj grad, og der var en tydelig linje fra "fugleværkstederne" til praktikken.

Universitetsskoler

Den følgende beskrivelse er medtaget for at præsentere et eksempel på en type 3-skole. Det er langt fra en udtømmende beskrivelse af hvad universitetsskoler er, og hvad de kan. Den er medtaget for at vise en organisatorisk ramme der faktisk kan imødekomme mange af de gode tanker som ligger i udviklingsgruppens notater, og de problemstillinger der er præsenteret i det foregående. For en mere uddybende gennemgang af universitetsskoler se fx Oettingen og Thorgaard, 2019. I universitetsskoler er der en tæt kobling mellem læreruddannelse, forskning og praksis. Formatet har været afprøvet både i Norge og i Danmark på UC Syd (Oettingen & Thorgård, 2019). Aktørerne i et projekt deltager i det samme projekt, men ud fra hver deres præmisser og hensigter. De tager ikke de samme ting med ud, men tager det med ud som er relevant for deres position: *"Forskeren producerer forskningsviden, der valideres i forskersamfundet, læreruddanneren producerer viden, der inddrages i undervisningen i læreruddannelsen, læreren producerer viden, han eller hun anvender i sin praksis, og endelig gennemfører den lærerstuderende sit bachelorprojekt"* (Carlsen & Oettingen, 2020, side 4).

Der er tale om et meget tæt samarbejde mellem alle aktører. I dette samarbejde er fælles begrebsforståelse og viden om egen og andres position afgørende. Ud fra norske erfaringer peger Sandvik på nødvendigheden af enighed om rollefordeling,

rettigheder og ansvar og at samarbejdet skal bygge på ligeværd. (Sandvik, 2020, side 3).

Hvis sådanne tætte og udvidede samarbejder skal realiseres i større målestok, skal de hjælpes på vej af understøttende organisatoriske rammer. Det er for vanskeligt for den enkelte medarbejder at knytte alle kontakter.

Universitetsskolekonceptet vil støtte at de lærerstuderende udvikler forsknings- eller udviklingskompetence som en central del af uddannelsen

Kompleksitet eller mening?

Både i universitetsskolen og i de andre forslag om integration og samarbejde kan man umiddelbart synes at kompleksiteten stiger, og det bare er noget der lægges oveni og tager tid fra grundfagligheden. Hvis det bliver gjort ufornuftigt, kan det jo sagtens blive resultatet. Men gøres det godt, vil det kunne skabe bedre sammenhæng og mere mening. Det som mangler mening, opleves som komplekst.

For naturfagslærerne er det en mulighed for at indarbejde grundfagligheden i processerne, både i den fælles planlægning, i gennemførelsen og ved udformningen af udviklings- og forskningstemaer. Sammen med de studerende, lærere og os selv i et ligeværdigt samarbejde. Mere praktik er ikke svaret, men derimod bedre praktik.

Ekspertgruppen der evaluerede læreruddannelsen i 2013, skrev bl.a.: *“Endelig ser ekspertgruppen også et potentiale i i højere grad at bruge praksissamarbejde til indsamling af empiri til udviklingsprojekter forankret i læreruddannelsen. Det vil sige, at udviklingsprojekter ikke kun kan fungere som praksissamarbejde som supplement til uddannelsen, men i højere grad tænkes ind i læreruddannelsen til at styrke vidensbaseringen.”* (SFU, 2018, side 65).

Lad det være det sidste ord!

Referencer

- Binau, C.F. (2020): “Naturfagslærernes tid er en mistelten der skal tages i ed.” *MONA*, 2020-3.
- Bjørndal, K.E.W.; Antonsen, Y. & Jakhelln, R. (2020): “FoU-kompetansen til nyuddannede grundskolelærere – grundlag for skoleudvikling?” *Acta Didactica Norden*, 14(2), 2020.
- Böwadt, P.R. (2021): *En mere praksisnær læreruddannelse? udkast til en forskningsoversigt*. Københavns Professionshøjskole, 2021.
- Böwadt, P.R. & Vaaben, N.K. (2021): *Ny i professionen: de første år som lærer*. Københavns Professionshøjskole, 2021.
- Carlsen, D. & Oettingen, A.V. (2020): “Universitetsskolen – et bud på en didaktisk orienteret forskningsbaseret af læreruddannelsen.” *Acta Didactica Norden*, vol. 14, nr. 2, art.1, 2020.

- Carr W. (1990): "Educational Theory and Its Relation to Educational Practice." I: Entwistle, N.J. (ed.): *Handbook of Educational Ideas and Practices*. London: Routledge, 1990. Her fra: Hastrup et al., 2013, s. 15.
- Goldbeck, O. & Holm, C. (2010): "Evalueringsrapport – partnerskabsprojektet, Praktik og natur/teknik 2007-2009." København: UCC, 2010. Her fra: *MONA*, 2011/4.
- Haastrup, L., Hasse, C., Jensen, T.P., Knudsen, L.E.D., Laursen, P.F. og Nielsen, T.K. (2013): Brobygning mellem teori og praksis i professionsuddannelserne, Lokaliseret den 19. januar 2022 på: https://projekter.au.dk/fileadmin/projekter/Brobygning/10267_sammenfattende_rapport.pdf.
- Korthagen, F.A.J. (2001): *Linking practice and theory. The pedagogy of realistic teacher education*. Mahwah, N.J.: Lawrence Earlbaum Associates, inc., 2001. Her fra: Oettingen & Thorgård, 2019.
- Lund, J.H. & Nielsen, B.L. (2018): "Sammenhæng i læreruddannelsen – Hvad hvorfor og i erkendelse af kompleksitet?" *Tidsskrift for professionsstudier* 27, 2018.
- Oettingen, V.A. & Thorhård, K. (2019) (red.): *Universitetsskolen – mellem forskning, uddannelse og skoleudvikling*. Dafolo, 2019.
- Sandvik, L.V., Emstad, A.B. og Fougst, S.S. (2020): "Forberedelse til lærerprofesjonen, partnerskap og relevans i lærerutdanningen." *Acta Didactica Norden*, 14 (2, art. 0).
- Scott, P.; Mortimer, E. & Ametller, J. (2011): "Pedagogical link – making: a fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge." *Studies in Science Education*, 47:1, 3-36, DOI: 10.1080/03057267.2011.549619.
- SFU (2018): "Kvalitet og relevans i læreruddannelsen. Ekspertgruppens evaluering og vurdering af læreruddannelsen af 2013." Styrelsen for Forskning og Uddannelse, 2018. ISBN: 978-87-93706-34-7.
- UDVGa, (2021): Udviklingsgruppens notater med uddybning af forslag til en nytænkt læreruddannelse. November 2021. Lokaliseret den 12. januar 2022 på: <https://ufm.dk/uddannelse/videregaende-uddannelse/professionshojskoler/professionsbacheloruddannelser/laereruddannelsen/faglige-anbefalinger-til-ny-laereruddannelse/slides-fagligt-udviklingsarbejde-lu.pdf>.
- UDVGB, (2021): Løsningsforslag til nytænkt læreruddannelse. Fagligt udviklingsarbejde 2020-2021. November 2021. Lokaliseret den 2. februar 2022 på: <https://ufm.dk/uddannelse/videregaende-uddannelse/professionshojskoler/professionsbacheloruddannelser/laereruddannelsen/faglige-anbefalinger-til-ny-laereruddannelse/slides-fagligt-udviklingsarbejde-lu.pdf>
- UFM (2021): Lokaliseret den 31. januar 2022 på: <https://ufm.dk/aktuelt/pressemeddelelser/2021/anbefalinger-fra-udviklingsgruppe-sadan-bor-fremtidens-laerere-uddannes>.

Overser vi de mest oplagte udfordringer?



Jan Sølberg, Institut
for Naturfagenes
Didaktik,
Københavns
Universitet

Kommentar til Karin Lilius og Kari Thynebjerg, Målet er kompetenceorienteret matematik- og naturfagsundervisning i grundskolen – hvad er midlet? MONA, 2021-4.

En central og gammel udfordring

Lilius og Thynebjergs artikel “Målet er en kompetenceorienteret matematik- og naturfagsundervisning i grundskolen – hvad er midlet?” handler om en central og gammel udfordring: Hvordan kan man designe kompetenceudvikling som fører til reelt kompetenceløft i praksis? Det er der rigtig mange der interesserer sig for.

Kigger man til større internationale konferencer inden for naturfagsdidaktik som en indikation af områdets betydning, kan man konstatere at fra 2007 har der været et fast spor på den nordamerikanske konference NARST omkring in-service science teacher education. Siden 2011 har der tilsvarende været et spor på den store europæiske konference ESERA. Så forfatterne er i godt selskab.

Artiklen omhandler tre konkrete eksempler på kompetenceudviklingsindsatser og fremlægger anbefalinger til andre som ønsker at bedrive kompetenceudvikling blandt lærere. Dette er i og for sig et relevant og velkomment bidrag, men der er flere aspekter ved undersøgelsen som jeg kunne tænke mig at diskutere med forfatterne. Det gælder fx valget og sammenligneligheden af de tre cases, det begrænsede datagrundlag, manglen på data om opnået kompetence og fraværet af matematik i eksemplerne. Men i denne kommentar vil jeg fokusere på nogle af de faktorer som forfatterne fravælger at inddrage i deres undersøgelse, men som måske er nogle af de væsentligste for udvikling af praksis.

Snævert fokus på forløbsstrukturen

På s. 29 kommer forfatterne med et forbehold hvor de fraskriver sig at forholde sig til lærernes grundvilkår på deres skoler. De skriver at de ikke ønsker at forholde sig til “teorier om professionelle læringsfællesskaber”, hvilket betoner artiklens fokus på efter-/ videreuddannelsesaktiviteter frem for opbygning af kapacitet til selv at fremme løbende professionel udvikling blandt lærerne. Dette understreges yderligere når undersøgelsen afgrænses til ikke at inddrage faktorer af “administrativ (vejledning, manglende jobbeskrivelser etc.) [eller] økonomisk karakter”. Forfatterne gør dette med begrundelsen at disse forhold ikke umiddelbart kan ændres da de “skal løses længere oppe i systemet”. Forfatterne koncentrerer sig i stedet om noget af det som de kan påvirke i deres kapacitet som udbydere af læreruddannelse. De undersøger derfor forløbsstrukturen i tre udvalgte eksempler på efter-/videreuddannelse af lærere for at se i hvilken udstrækning det bidrager til lærernes kompetenceudvikling. Her mener jeg at forfatterne har valgt for snævert et fokus.

Forfatterne bruger otte betingelser for læreres succesfulde professionelle udvikling i tabel 1 (Simon & Campbells, 2012) samt fem “konsensuskriterier for vellykket kompetenceløft” i tabel 4 (tilsyneladende inspireret af Nielsen & Krogh, 2017) i deres analyse. Samlet set overlapper disse meget med seks kerneegenskaber som van Driel et al. (2012) har fundet som gennemgående vigtige i designet af indsatser til professionel udvikling. Disse egenskaber er (efter let omskrivning):

- Klart fokus på udfaldet for lærerne såvel som eleverne
- Muligheder for aktiv deltagelse og afprøvning i praksis
- Brug af kollaborativ læring
- Indsats af tilstrækkelig længde og med passende opfølgning
- Tæt sammenhæng med eksisterende problemstillinger
- Overensstemmelse med de organisatoriske rammer på skolen.

Sammenligner man denne liste med forfatternes valgte fokus, så er det især de sidste tre forhold som ikke afdækkes i artiklen. Vi mangler information om hvilke muligheder for opfølgning der findes på den enkelte skole, hvorledes de indsatser som kurserne lægger op til, stemmer overens med eksisterende problemstillinger, og hvorvidt de organisatoriske forhold på skolen støtter eller forhindrer en ny praksis. Ved at ignorere disse forhold overses potentielt afgørende faktorer for lærernes kompetenceudvikling.

Forfatterens fravalg synes heller ikke at passe med nyere forståelser af læreres professionelle kompetenceudvikling. I en artikel fra 2018 sammenlignes fem udbredte modeller for professionel udvikling (Boylan et al., 2018). Heriblandt var kendte modeller fra Guskey (2002), Desimone (2009) og Clarke & Hollingsworth (2002), som alle er citeret mere end 2500 gange. Boylan et al. påpeger i deres analyse at det er problema-

tisk at kigge for isoleret på betydningen af en konkret indsats rettet mod at udvikle den enkelte lærers kompetence. Dels er enhver indsats situeret i en skolevirkelighed og ikke en statisk eller entydig påvirkning af systemet. Eleverne, kollegerne, de fysiske og praktiske rammer, skolekulturen, lederne, forældrene m.m. har alle betydning for lærernes muligheder for at lære af deres undervisningseksperimenter. Og dels er der ikke tale om reel kompetenceudvikling hvis lærere ikke er i stand til at bygge videre på de erfaringer de får gennem undervisningseksperimenterne, hvilket er det samme som van Driel et al. (2012) antyder. Boylan et al. skriver desuden at en afgørende faktor er den sociale dimension med hvilken de refererer til professionelle læringsfællesskaber og ikke afgrænsede kurser. Dermed ikke sagt at kurser ikke kan fungere som platform for kompetenceudvikling. Men vi er nødt til at anerkende at praksisændringer i sidste ende sker i den sociale kontekst som lærerne arbejder i til daglig.

Risiko for forsimpning

Jeg har kort forsøgt at argumentere for at lærernes kompetenceudvikling er stærkt påvirket af forholdene på deres skole. Herunder de administrative, økonomiske, sociale, fysiske forhold m.m. Ved at vælge at ignorere disse forhold kan vi ikke vide i hvilken udstrækning lærernes kompetenceudvikling kan føre til ændring i praksis. I rapporten *Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen* (Rambøll, 2019) som refereres til i artiklen, citeres en lærer for følgende: "Det er nemt at blive inspireret af kurser, og vi har også en masse konsulenter, der kommer ud og fortæller. Det svære er at sætte det i spil i praksis. Jeg ville godt have mere planlægning af, hvordan vi kan bringe tingene i spil i undervisningen. Den systematiske omsætning af inspiration til konkret undervisning." (Rambøll, 2019, s. 32). Selv hvis lærerne oplever at de er i stand til at omsætte det de lærer i forbindelse med et kompetenceudviklingsforløb, er det ingen garanti for at den nye praksis kan fastholdes. Hvis ikke forholdene på skolen understøtter den nye praksis, vil den efter al sandsynlighed forsvinde (King & Newmann, 2001).

Grunden til at jeg understreger behovet for at medtænke lærernes daglige vilkår for undervisningen i denne kommentar, er at alt for mange indsatser forsøger at afgrænse sig fra disse mere besværlige aspekter ved kompetenceudvikling. Vi kan muligvis ikke forvente at et efter-/videreuddannelsesstilbud – uanset hvor godt designet – i sig selv kan gøre noget ved dårlig ledelse, modstand mod forandring eller mange af de andre forhold som kan forhindre god viden i at blive god praksis. Deri har forfatterne god grund til at afgrænse deres undersøgelse. Men hvis vi ignorerer disse afgørende faktorer, forsimples vi udfordringen med at ændre praksis til at handle om at designe gode kompetenceudviklingstilbud til lærerne. Dermed overlades det sværeste arbejde til lærerne i vid udstrækning når de efterfølgende skal omsætte de tilegnede kompetencer til en blivende og bedre praksis.

Heldigvis er der gode eksempler på indsatser der forsøger at opbygge kapaciteten til at understøtte udvikling på skolerne som et integreret led i lærernes kompetenceudvikling. Artiklen omtaler bl.a. QUEST som et eksempel. I september 2020 blev Naturfagsakademiet (også kaldet NAFA) lanceret. Det er en kæmpe satsning, som løber frem til 2028, rettet mod at kvalificere naturfagsundervisningen ved at styrke uddannelse af kommende og nuværende naturfagslærere. En stor del af denne satsning kommer til at handle om udvikling af modeller for kompetenceudvikling, og forhåbentlig tager disse modeller udfordringen op på en måde som inddrager lokale skoleforhold systematisk. Indtil da er det værd at huske på at vi ikke opnår eksempelvis mere kompetenceorienteret undervisning uden at vi aktivt bidrager til at lærerne har fornuftige forhold til at gennemføre og fastholde en sådan form for undervisning.

Referencer

- Clarke, D.J. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967.
- Desimone, L.M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199.
- Guskey, T.R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and teaching*, 8(3), 381-391.
- King, M.B. and Newmann, F.M. (2001), Building school capacity through professional development: conceptual and empirical considerations, *International Journal of Educational Management*, Vol. 15 No. 2, pp. 86-94.
- Mark Boylan; Mike Coldwell; Bronwen Maxwell & Julie Jordan (2018) Rethinking models of professional learning as tools: a conceptual analysis to inform research and practice, *Professional Development in Education*, 44(1), 120-139.
- Nielsen, B.L.; Krogh, L.B. (2017). Professionel udvikling for naturfagslærere – tematiseret med data fra KiU og QUEST, *MONA*(4).
- Rambøll, Københavns Professionshøjskole (2019), Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen, Børne- og Undervisningsministeriet. Lokaliseret 16. januar, 2022 på: <https://www.uvm.dk/publikationer/2019/191106-undersogelse-af-kompetencebvehov-blandt-naturfagslaerere-i-grundskolen>.
- Simon, S.; Campbell, S. (2012) Teacher Learning and Professional Development in Science Education. I Fraser B.; Tobin K.; McRobbie C. (red.) *Second international handbook of science education* (pp. 307-321). Springer, Dordrecht.
- Van Driel, J.H.; Meirink, J.A.; van Veen, K. & Zwart, R.C. (2012). Current trends and missing links in studies on teacher professional development in science education: a review of design features and quality of research. *Studies in science education*, 48(2), 129-160.

Udvikling af kompetencer



Lisbeth Alnor,
læreruddannelsen,
Aarhus, VIA

Kommentar til Karin Lilius og Kari Thynebjerg, Målet er kompetenceorienteret matematik- og naturfagsundervisning i grundskolen – hvad er midlet? MONA, 2021-4.

I MONA 2021-4 undersøger Kari Thynebjerg og Karin Lilius påstanden at deltageres udbytte af kompetenceløft er mangelfuldt i kompetenceløft hvor målet for deltagerne er at kunne generalisere mål på tværs af kontekster og aktiviteter til egen praksis. Gennem interviews og spørgeskemaer til deltagere på kompetenceløftsforløb identificeres mulige årsager hertil. Med afsæt i forfatterens eget datamateriale formuleres fem transformationskriterier for udvikling af kompetenceløftsforløb som i højere grad kan understøtte deltagerens generalisering af målsatte kompetencer.

Artiklen argumenterer for sin relevans med henvisninger til undersøgelser (TIMMS, 2019; Rambøll, 2018, 2019, 2020) som fortæller om hhv. overgangsproblemer mellem matematik fra grundskolen til gymnasierne, elevernes manglende naturfagskompetencer, konflikter i lærernes fagsyn og lærernes manglende kompetencer inden for naturfag. Artiklens tema og formål er samfundsrelevant og fordrer at alle os der beskæftiger os med undervisning og kompetenceudvikling, indgår i forpligtende samarbejder internt og eksternt.

Siden skolereformen 2014 har vi ansatte på professionshøjskolerne samarbejdet nationalt, regionalt og i egne organisationer om det element i reformen som omhandler kompetenceløft. Som et led i aftalen om kommunernes økonomi i 2014 blev der aftalt en målsætning om at 95 pct. af timerne i folkeskolen skulle varetages af lærere med undervisningskompetence (undervisningsfag) i faget eller tilsvarende kompetencer¹. Dette afstedkom udvikling og udbud af en mængde forskellige kompetenceforløb hvoraf artiklens empiriske materiale, tre forskellige kompetenceforløb, kan være eksempler. Artiklen beskriver nemlig i sit formål at *forskellige interessenter har iværksat kompetenceløftsforløb for at imødekomme*

behovet for at løfte lærernes kompetencer til at undervise kompetenceorienteret.

¹ Ifølge Aftale om kommunernes økonomi for 2020 er målsætningen om fuld kompetencedækning udskudt fra 2020 til 2025.

Artiklen fremhæver undersøgelser der viser at kompetenceudvikling ofte ikke når i mål med sine intentioner. Spørgsmålet om hvorvidt kompetenceforløb bidrager med den ønskede nytte og gavn, er et spørgsmål som alle os der er ansat til at medvirke til kompetenceudvikling, til stadighed skal være optagede af. Andre undersøgelser kommer dog med andre resultater på samme spørgsmål. Jeg vil her tage fat på undersøgelsen *Betydningen af kompetencedækning og læreruddannelsesbaggrund* (VIVE, 2019)². Resultaterne i undersøgelsen varierer, men overordnet set løftes folkeskoleelevernes karaktergennemsnit og resultater i nationale test når de bliver undervist af en lærer med kompetencer i det pågældende fag. Lærernes undervisningskompetencer inden for det enkelte fag er dog kun én af flere faktorer som har betydning for undervisningens kvalitet. Andre vigtige faktorer er lærerens generelle didaktiske færdigheder, klasseledelses- og relationskompetencer. De nævnte faktorer har alle indflydelse på elevernes faglige kompetencer (VIVE, 2019). Med afsæt i de nævnte undersøgelsesresultater kan der argumenteres for at kompetenceforløb tilrettelægges med et indhold der ud over det fagfaglige indhold også indeholder fag- og almen didaktiske elementer. Forfatterne til artiklen argumenterer for at kompetenceforløb skal beskæftige sig med kernefaglighed som, fremgår det af artiklen, er fagfaglig teori. Og forfatterne bruger et interviewcitater fra en deltager på kommuneforløbet som forholder sig kritisk over for kompetenceforløbets indhold af didaktisk teori. Jeg vil dog med afsæt i ovennævnte undersøgelse (VIVE, 2019) og med egne professionelle erfaringer med tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering af kompetenceforløb argumentere for at didaktisk teori er essentielt grundstof i kombination med fagfaglig teori i al kompetenceudvikling for lærere. Didaktikken er lærerens grundfaglighed. Når en lærer planlægger et forløb der skal udvikle fx problemløsningskompetencer hos eleverne, sætter læreren mål, bestemmer indhold, undervisningsformer, arbejdsformer, evaluering og skaber sammenhæng i forløbet. Al uddannelse bør indeholde både fagfaglige og fagdidaktiske elementer for at deltageren kan udvikle fagdidaktisk bevidsthed og refleksionskompetence, som er den professionelle lærers vigtigste grundstof.

Kari Thynebjerg og Karin Lilius tager afsæt i litteratur der har fokus på modeller for læring, motivation og forandringsprocesser hos lærere som deltager i kompetenceforløb. Jeg vil særligt fremhæve artiklens brug af selvbestemmelsesteorien (Ryan og Deci, 2008) hvor teoriens centrale områder *tilhørsforhold*, *autonomi* og *kompetence* hænger uløseligt sammen med læreres udvikling af professionelle kompetencer. At føle tilknytning til en gruppe kollegaer, at have råderum og indflydelse på egen arbejdsituation og endelig at kunne mestre og håndtere arbejdsopgaver er centralt for

2 Data i undersøgelsen bygger på resultater af nationale test og folkeskolens afgangsprøver i årene 2013 til 2017, som sammenholdes med data om lærernes undervisningskompetencer som Styrelsen for IT og Læring påbegyndte indsamling af i 2013.

alle lærere. Og er dermed også aktuelt for lærere som deltager i kompetenceforløb. Særligt er den lærendes motivation og erkendte læringsbehov vigtigt for at mobilisere den energi det kræver at tilegne sig viden, omsætte den til praksis og rekonstruere/justere egen underviserpraksis og egen professionelle identitet. Artiklen kalder dette *frivillighed*. Som artiklen også gentagne gange peger på, så foregår denne proces bedst i samspil med fagfæller. I artiklens valg af litteratur er der fokus på individuel kompetenceudvikling og begrundet fravalg af den litteratur som handler om professionelle læringsfællesskaber: *Vi inddrager ikke teorier om professionelle læringsfællesskaber, som de er beskrevet hos bl.a. Albrechtsen et al (2016), da vi i denne artikel kun beskæftiger os med den enkelte lærers tilegnelse af kompetence gennem den personlige kvalificering af færdigheder*. De professionelle læringsfællesskaber og arenaer er dog uhyre vigtige for udvikling af kompetencer hos lærere i nutidens grundskole hvor store dele af professionsudviklingen foregår i fagprofessionelle fællesskaber. Og artiklen henter da også flere vægtige motiver og argumenter fra teorier som har læring i netop professionelle fællesskaber i fokus. Det drejer sig om domæneteorier (Simon og Campbell, 2012) og modellen fra Quest og KiU (Nielsen & Krogh, 2017). Artiklen kunne med fordel have ekspliciteret betydningen af professionelle læringsfællesskaber frem for at underspile betydningen af disse. Professionelle læringsfællesskaber, at arbejde i forpligtende fællesskaber med at tilrettelægge og evaluere undervisning og elevernes læring, kendetegner arbejdspladskulturen på mange af landets skoler. Og er ligeledes beskrevet i Danmarks Lærerforenings Professionsideal nr. 10: *Læreren vil indgå ligeværdigt og loyalt i samarbejde med kolleger og påtage sig medansvar for fælles faglig og pædagogisk refleksion og udvikling*. Der er derfor god grund til at inddrage professionelle læringsfællesskaber i analyser og ambitioner for fortsat udvikling af kompetenceforløb for lærere.

Lærerfaggruppen er som andre faggrupper karakteriseret ved at være en faggruppe med specialiseret teoretisk viden samt en faggruppe med interne, faglige normer (Jakobsen & Thorsvik, 2014). Faglige og professionelle normer beskrives for lærere og for andre faggrupper som gruppens interne forskrifter for hvad der er passende eller acceptabel adfærd i bestemte (arbejds-mæssige) situationer. Disse normer tilegnes dels gennem uddannelse og efteruddannelse og dels gennem deltagelse i faglige fællesskaber. Faglige normer er adfærdsregulerende for professionens udøvere, og udviklingen sker dels gennem socialisering og dels gennem sanktionering. Kompetenceløft og -udvikling hos lærere sigter på at forbedre, ændre og udvikle fag, forståelser og didaktiske handlinger. Disse forandringer og udviklinger hos fagprofessionelle er tæt forbundet med gruppeprocesser, normer og tilknytninger til fællesskab. På alle niveauer af tilrettelæggelse af kompetenceudvikling er viden om gruppedynamikker væsentlig. Det være sig for eksempel viden om hvordan grupper udvikler sig, og viden om hvad der er på spil i grupper når gruppeidentiteten ændrer sig, fx ved normer for

nye og anderledes faglige og didaktiske måder at undervise på. Hvis viden ikke er til stede og ikke bliver taget med i modtagelsen af nye kompetencer hos læreren, kan den kompetenceløftede lærer risikere at bliver sanktioneret af faggruppen for sine nye måder at undervise på.

Gennem artiklen bliver jeg på interessant og velformuleret måde guidet ind i fire interessante modeller for kompetenceudvikling som fokuserer på *betingelser, undervisningstilgange, kursusmodeller og konsensuskriterier* for kompetenceforløb. Jeg læser med interesse hvordan artiklen bruger modellerne til at sige noget om artiklens empiriske materiale, de tre kompetenceforløb der analyseres ud fra en af de fire modeller. Begreberne som modellerne stiller til rådighed, er vigtige for vores forpligtende og nødvendige samtaler om indhold, udvikling og kritik af kompetenceforløb.

Jeg vil knytte nogle få kommentarer til særligt en af modellerne, tabel 3, Spektrum over *kursusmodeller efter undervisningstilgang* (Kennedy, 2005, bearbejdet af forfatterne). Når modellen anvendes til analyse i år 2022, repræsenterer den for mig et for forenklet syn på modellens element *sociale relationer*. I år 2022 findes der utallige måder at sammensætte kursusmodeller på som svært lader sig indfange af en så simpel karakteristik som modellen repræsenterer. (I artiklen bruges modellen til at kritisere 'kommuneprojektet' og til at understøtte forfatterens resultater og kritik af kommuneprojektet). Fx tilrettelægges efteruddannelse på diplomniveau (*diplommodel*) på mange professionshøjskoler med både træningselementer, deltagelse i læringsgrupper/praksisfællesskaber og med aktionslæring indbygget. *Praksisfællesskabsmodellen* er indført på mange skoler som en teambaseret måde af arbejde cyklisk med både teamets og elevernes læring på. Der gennemføres analyser af indsamlet data, tilrettelægges aktioner hvor nye indsatser afprøves, og sluttelig reflekteres i teamet. Hvorefter cyklussen kan starte forfra. Indsatserne kan være forskningsbaserede eller baserede på observerede mangler/ikkeresultater i elevernes læring eller på ønsket om udvikling. Kompetenceudvikling i år 2022 indeholder ofte et repertoire af læringens sociale dimension hvor modeller indeholder både individuelle, hierarkiske og ligeværdige relationer.

Samarbejde er væsentligt i tilrettelæggelse af kompetenceforløb

Samarbejdet skal dels foregå internt hos kompetenceudbyderne, hos rekvirenter, deltagere og mellem disse parter. Alle parter har interesser i forløbene og er vigtige i samarbejdet omkring udvikling af kompetenceløft. Dette samarbejde beskæftiger artiklen sig ikke med. Og jeg bliver nysgerrig efter at få indblik i hvem der har udviklet og aftalt forløbene? Hvilke uddannelses- og dannelsesbehov skal forløbene indhente? Hvordan er der arbejdet med inddragelse og feedbackmekanismer i forhold til indhold, progression, relevans, evaluering?

Artiklens empiriske analysegrundlag består af tre kompetenceforløb som gennem artiklen betegnes som *FK* (fysik-kemi), *NT* (natur/teknologi) og *Kommuneprojekt* (fysik-kemi). Betegnelserne, *FK NT* og *Kommuneprojektet* bringer nogle betydninger og værdier ind i læsningen som kan påvirke læserens mulighed for upartisk at følge forfatterens analyse og konklusioner idet *FK* og *NT* associerer til fag og dermed til faglige normer, og *Kommuneprojektet* associerer til styring og forvaltning. Gennem mine år som tilrettelægger af kompetenceudvikling har spørgsmålet om *frivillighed*, *indsigt i egne læringsbehov* og *medindflydelse på tilrettelæggelse af praktiske træningsbaner* været afgørende issues for graden af succes med forløbene. Tiden efter 2014 har været præget af dels skolereformens fordringer og dels lærerprofessionens erfaringer med lov 409 om arbejdstidsaftale. Lærerprofessionen har fået erfaringer med forvaltning og styring som har skabt en årvågen og solid kritisk opmærksomhed på tiltag fra styringspositionerne i vores samfund. Denne årvågenhed kan gøre sig gældende i læsningen af artiklen og gøre at *Kommuneprojektet* blot i kraft af titlen har fået tillagt andre værdier og muligheder end de forløb med fagfaglige titler. Jeg er helt på det rene med at forfatterens analytiske resultater er frembragt med solide forskningsmæssige metoder hvor resultatet af analysen taler sit eget tydelige sprog som fortæller at *Kommuneprojektet* har en ringe værdi i forhold til målet med forløbet. Min kommentar går udelukkende på at navngivning af forløbene kan medføre en læserbias.

Artiklens analyse foretaget ud fra Simon og Campbells beskrivelse af nødvendige betingelser for læring (2012) er interessant og lærerig læsning som understøtter udvikling af fremtidige kompetenceforløb. Artiklens diskussionsafsnit gentager og understreger vigtige teoretiske pointer hentet særligt fra domæneteorien og selvbestemmelsesteorien. Artiklens diskussion og konklusion understreger på fin vis artiklens budskaber som afslutningsvis bliver perspektiveret i forfatterens anbefalinger til kompetenceudvikling. Artiklen sammenskriver pointer til fem transformationskriterier: frivillighed, lange kompetenceløftsforløb, høj mødefrekvens, inddragelse af cases og fælles refleksion, som alle fremhæves som betydningsfulde faktorer. Jeg er enig i anbefalingerne, som alle medvirker til at repræsentere et solidt og traditionelt syn på uddannelse og efteruddannelse.

Jeg vil afslutningsvis supplere dette traditionelle og fine syn på uddannelse med lidt andre perspektiver. Jeg tror på at vi i fremtiden kommer til at arbejde med at udfordre vores egen og vores organisationers tænkning om kompetenceudvikling. Arbejdsmarkedet og skolen forandrer sig hastigt, og vi oplever en stigende efterspørgsel efter kompetenceløft der tilpasses både organisatoriske niveauer og individuelle læreres kompetencebehov. I mange af vores traditionelle tilgange til kompetenceudvikling sætter vi faget og uddannelsen i centrum for kompetenceforløbet. Jeg tror vi kommer til at arbejde med alternativer der sætter den studerendes og organisationens lærings-

behov i centrum for fremtidige kompetenceforløb. Et eksempel på dette kan være kompetenceforløb hvor det er den studerende/uddannede lærer som selv formulerer sit læringsbehov repræsenteret gennem en praksisudfordring, fx *hvordan kan jeg (som forberedelse til den fælles prøve i naturfagene) arbejde med grundlæggende naturvidenskabelige tankegange og metoder som gør eleverne i stand til at belyse forskellige naturfaglige problemstillinger?* Eller *hvordan arbejder jeg didaktisk med modellering i biologi?* Denne tilgang, at sætte den studerendes/deltagerens læringsbehov i centrum, er fint i tråd med artiklens anbefalinger om frivillighed, inddragelse af cases og flere andre betydningsfulde faktorer.

Arbejdet med livslang læring fordrer livslangt samarbejde mellem arbejdsmarked, professionshøjskoler og de studerende. Jeg ser med glæde ind i en fremtid der indeholder både traditionel uddannelsestænkning og agil tilrettelæggelse af efter-/videreuddannelse.

Referencer

- Danmarks Lærerforening (2013), Professionsideal for Danmarks Lærerforening, lokaliseret 18. januar 2022 på <https://www.dlf.org/medlem/laererprofessionen/professionsidealet>.
- Jacobsen, Dag Ingvar & Thorsvik, Jan (2014) Hvordan organisationer fungerer: en indføring i organisation og ledelse.
- Kennedy, A. (2005) Models of Continuing Professional Development: a framework for analysis, *Journal of In-Service Education*, 31:2, 235-250.
- Nielsen, B.L. Krogh, L.B. (2017), Professionel udvikling for naturfagslærere – tematiseret med data fra KiU og QUEST, *MONA-4-2017*.
- Ryan, E.L. & Deci, R.M. (2008), Self-Determination Theory: A Macrotheory of Human Motivation, Development, and Health, *Canadian Psychology* 2008, Vol. 49, No. 3, 182-185.
- Simon, S., Campbell, (2012) Teacher Learning and Professional Development in Science Education. In: Fraser B., Tobin K. McRobbie C. (eds) *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, vol. 24. Springer, Dordrecht.
- VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd (2019), Betydningen af kompetencedækning og læreruddannelsesbaggrund, lokaliseret 18. januar 2022 på <https://www.vive.dk/media/pure/14564/3642423>.

Hvad kan vi gøre ved overgangsproblemer i matematik?



Dorte Elisabeth
Rasmussen,
Bagsværd Kostskole
og Gymnasium

Kommentar til Brian Krogh Christensen: "Lad os gøre overgangsproblemer i matematik til et overgangsproblem", MONA 2021-4.

I "Lad os gøre overgangsproblemer i matematik til et overgangsproblem" analyserer Brian Krogh Christensen overgangsproblemer i matematikundervisningen i Danmark. Analysen kredser om to grundlæggende forskellige problemstillinger, nemlig at eleverne oplever overgangsvanskeligheder når de starter i gymnasiet, og at aftagerinstitutioner oplever at elever/studerende ikke har tilstrækkelige kompetencer i matematik. Artiklen kommer med en lang række gode bud på hvordan de to problemstillinger kan afhjælpes. Jeg finder det frugtbart at skelne mere skarpt mellem de to problemstillinger, der både i årsag og afhjælpning er væsensforskellige, og jeg vil i nedenstående præsentere nogle konkrete erfaringer og ideer til afhjælpning af overgangsproblemer.

Elevernes oplevede overgangsvanskeligheder

BKCs tidligere artikel "Overgangsproblemer i matematik" (Christensen, 2021) kortlægger erfaringer med valgfagsundervisning i matematik som middel mod overgangsproblemer i skole-gymnasie-overgangen, og analysen fremdrager den tidligere artikels konklusion.

På min skole – Bagsværd Kostskole og Gymnasium (BK) – har vi også haft gode erfaringer med undervisning i gymnasimatematik i grundskolen. Igennem de sidste 15 år har vi haft tilbud om valgfagsundervisning af nogenlunde samme omfang som i Silkeborg, men dog med en to-lærer-ordning, der sikrede at eleverne både følte sig trygge i mødet med grundskolens lærers formidling af gymnasiepensum og udfordret af gymnasielærerens universitetsdiskurs. Omfanget var i 00-erne 15 undervisningsgange af 1,5 time, altså tilsvarende omfang som i Silkeborg, men i de senere år har vi oplevet dalende interesse for valgfaget. Vi har prøvet at skære i omfanget for at

få flere til at tage imod tilbuddet om gymnasie matematik. Ordningen har primært været rettet mod elever der ønskede sig ekstra udfordringer i matematik, og specielt dem der gerne ville afklare om de kunne klare et A-niveau i gymnasiet. De elever vi har fået videre på vores gymnasieafdeling med valgfagsundervisningen i bagagen, har været mærkbart stærkere og mere udadvendte i undervisningen. Problemet med dette tiltag er at det er meget ressourcekrævende, og det er sandsynligvis kun de særligt interesserede stærke elever der vil være motiverede i at tage sådan et ekstraslag.

På BK har vi stadig et tilbud om gymnasie matematik for skoleelever, men det er nu en del af vores talentpleje hvor vi har 5 ganges Masterclass-forløb med et pensum særligt designet til at forberede selv de dygtige elever på hvor skoleelever typisk oplever snublesten i gymnasie matematikken. Som matematikvejleder har jeg ved såkaldte detektionstest af vores 1.g-elever set at specielt variabel- og funktionsforståelse udfordrer selv vores dygtige elever (Jankvist og Niss, 2017; Jankvist og Niss, 2018). På grund af denne målretning oplever vi at vi selv med det begrænsede omfang kan løfte eleverne der hvor der er allermest behov. Jeg er sikker på at sådanne Masterclass-forløb absolut er en mulighed bredt rundt omkring på de danske gymnasier.

Problemet er dog at vi i disse forløb kun letter overgangsproblemerne for de dygtigste og mest interesserede elever og ikke for de svage og middelstærke elever som tager B-niveau og har flest overgangsproblemer. For denne gruppe er det specielt brugen af symboler der er den helt afgørende snublesten når de begynder i gymnasiet. At netop brug af symboler giver overgangsproblemer, er bredt beskrevet i litteraturen, og jeg har selv under uddannelsen til matematikvejleder arbejdet indgående med denne overgangsproblematik (Rasmussen, 2020, s. 35 ff). Et fascinerende empirisk indblik i forskellen i brugen af symboler i matematikundervisningen i grundskolen og gymnasiet kan man få ved at læse Marit Hvalsøe Schous artikel "Hvad sker der i matematikundervisningen?" (Schou, 2019). Undersøgelsen dokumenterer meget forskellige tilgange til brugen af symboler hvilket jeg mener kan forklares med forskelle i læreridentitet hvor specielt den uddannelsesmæssige baggrund af de to lærergrupper skaber store forskelle (Lindhardt, 2021).

Det er dog sværere at komme med gode bud på løsningen af disse overgangsproblemer. Der findes mange spændende og konkrete forslag til interventioner der hjælper, i bogserien fra Frydenlund om matematikvejlederveduddannelsen til gymnasiet (Niss og Jankvist, 2016; Niss og Jankvist, 2017, Niss og Jankvist 2020). For gymnasielærerne handler det i høj grad om at være mere bevidste om symbolbrug og være meget opmærksomme på hvordan man italesætter symbolerne, og hvad de repræsenterer. Man skal være meget eksplicit i sin forklaring af forskellene imellem konstanter, ubekendte og variable når man underviser typiske B-niveau-elever, der ofte døjer med et svagt talbegreb, en forståelse af lighedstegn som havende en retning og ikke som en ækvivalensrelation, en gryende variabelforståelse og endnu intet funktionsbegreb.

BKCs analyse nævner at der er et behov for at skole- og gymnasielærerne i højere grad kender hinandens praksis og sprog, og foreslår etablering af netværk til at opnå dette, dog uden at blive ret konkret. På BK har vi gode erfaringer med sådanne tiltag:

- Som matematikvejleder fortæller jeg mine grundskolekollegaer hvilke typiske snublesten og fejlindlæringer vi ser i screeninger, ved prøver og i hverdagens undervisning i gymnasiet. Denne empiriske tilgang er et godt fundament for efterfølgende samarbejde, især når skolematematiklærerne har mulighed for at efterprøve observationerne i egne klasser.
- Matematikkollegaerne kommer på besøg hos hinanden i prøvesituationer. Gymnasielærerne kommer med til den mundtlige prøve i grundskolen (hvis censor og elever er indforstået med at der er gæster), og grundskolelærerne kommer med til mundtlig årsprøve både på A- og B-niveau.

Specielt det sidste har vist sig særdeles udbytterigt. Man kunne derfor foreslå at det blev en obligatorisk del af pædagogikum at man skulle med til en grundskoleeksamen. Hvis dette ikke kan lade sig gøre, kunne man som alternativ se og analysere optagelser fra de mundtlige eksamener. Grundskoler kunne evt. "udlåne" udskolingsmatematiklærere til landets gymnasier som censorer til årsprøver, og gymnasielærerne kunne lave masterclasses som modydelse. Herved kan alle få et større indblik i elevernes faktiske matematikkunnen på et tidspunkt hvor eleverne er maksimalt motiverede og maksimalt forberedte med et realistisk ressourceforbrug.

Aftagerinstitutionernes oplevelse af manglende grundlæggende matematiske kompetencer hos elever og studerende

Som BKC nævner, er det ønskeligt at Fælles Mål ændres fra at være vejledende til at være bindende idet det givetvis vil gøre elevernes færdigheder mere ensartede, og det dermed bliver enklere for aftagerinstitutionerne at starte undervisningen på det rette niveau.

Et andet og mere gennemgribende tiltag i samme genre er at ændre den skriftlige eksamensform i gymnasiet. Sat på spidsen tester 2. delprøve i dag primært hjælpemiddelkompetencen (Niss, M. & Jensen, T.H. (2002)). Dette er relevant og nyttigt, men jeg mener at vægtningen er skæv. CAS og elektroniske hjælpemidler har sin klare berettigelse i et moderne gymnasium, og aftagerinstitutioner har brug for at de studerende kan lave regression, plote 3D-objekter, løse differentia ligninger og lave statistiske analyser. Men der en del opgaver som i dag findes i 2. delprøve, som med fordel kunne formuleres som 1. delprøveopgaver og dermed øge fokus på de videregående regnetekniske færdigheder. Et forslag kunne være en 3-timers 1. delprøve med formelsamling

og 2-timers 2. delprøve med hjælpemidler. Hermed ville 1. delprøve have bedre plads til opgaver inden for de mere klassiske dyder som universiteterne efterspørger: f.eks. partiel integration, separation af de variable, krydsprodukter, faktorisering og måske endda polynomiumsdivision.

På B-niveauet kunne man gøre noget lignende, og her vil en ligelig vægtning mellem delprøverne være passende da det i undervisningen for denne gruppe elever fylder forholdsvis mere at opnå hjælpemiddelkompetence.

Referencer

- Christensen, B.K. (2021). Overgangsproblemer i matematik. *MONA 2021-2*.
- Jankvist, U.T. & Niss, M. (2017): The notion and role of “detection test” in the Danish upper secondary “math counsellor” programme, I T. Dooley and G. Gueudet (red.): *Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, s. 3825-3832. University of Dublin/ERME.
- Jankvist, U.T. & Niss, M. (2018): Counteracting destructive student misconceptions of mathematics. *Education Sciences*, 8(2), (53), s. 1-17.
- Lindhardt, L. (2021). Lærernes betydning for overgangsproblemer i matematik. *Mona 2021-3*.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). Kompetencer og matematiklæring: *Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisningen i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18 – 2002. Undervisningsministeriet.
- Niss, M og Jankvist, U.T (2016). *Fra Snublesten til byggesten*, Frydenlund.
- Niss, M og Jankvist, U.T. (2017). *Læringsvanskeligheder i matematik*, Frydenlund.
- Niss, M og Jankvist, U.T. (2020). *Matematikvejledning i gymnasiet*, Frydenlund.
- Rasmussen, D.E. (2020). Indre og ydre problemer med konstanter, ubekendte og variable. I Niss, M og Jankvist, U.T. (red.), *Matematikvejledning i gymnasiet*, Frydenlund.
- Schou, M. H. (2018). Hvad sker der i matematikundervisningen? Om overgangen fra grundskole til gymnasium. *MONA – 2018-2*.

MONA

brugerundersøgelse 2021



Sebastian Horst,
IND, Københavns
Universitet



Andrea Gregersen,
IND, Københavns
Universitet

Abstract: Denne tekst samler op på MONA's brugerundersøgelse gennemført efteråret 2021. Vi beskriver hvad læserne lægger vægt på, hvordan de bruger MONA, og hvad de gerne vil have mere af. Undersøgelsen har givet værdifulde input til redaktionen som nu arbejder videre med at implementere flere aspekter, herunder at arbejde for bedre anvisninger på hvad forskningsresultater peger på af implikationer i praksis, samt at give flere indgange til teksternes pointer.

Hvad mener læsere, forfattere og bedømmere om MONA?

Med overskriftens spørgsmål i baghovedet iværksatte MONA-redaktionen i 2021 en brugerundersøgelse som skulle hjælpe os med at udvikle tidsskriftet. Vi ville gerne have input til hvad vi i redaktionen skal fokusere på i den fortsatte udvikling af MONA der nu er gået ind i sit 17. leveår. I denne tekst gennemgår vi de vigtigste pointer fra undersøgelsen som vi vil bruge fremover i redaktionen.

MONA brugerundersøgelse 2021

Undersøgelsen består af et spørgeskema og ti interviews med respondenter:

- 91 besvarelser af spørgeskema (109 påbegyndte) svarende til ca. ti % af abonnenterne. Skemaet og efterfølgende kvantitative optællinger blev lavet i SurveyXact af Karina Magnussøn Andresen, IND.
- Ti interviews på 13-45 minutter med respondenter udvalgt ud fra at skabe mest mulig variation mht. arbejdssituation og 'erfaring' med MONA. Interviewene blev gennemført af Andrea Gregersen, der også på baggrund af noter og lydoptagelser skrev et internt notat som denne tekst i høj grad bygger på.

Den første hovedpointe vi har lyst til at skrive om, er den generelle tilfredshed som et stort flertal af respondenterne giver udtryk for. En hel del giver udtryk for at det er lidt svært at finde på forbedringsforslag. Det er vi jo på den ene side meget glade for. På den anden side peger det måske på at de brugere vi har fået i tale i spørgeskemaundersøgelsen, tilhører en særlig gruppe. I hvert fald kan vi se at det store flertal af dem er erfarne *MONA*-brugere og mange også skribenter i *MONA*. Vi tænker derfor at der meget vel kan være læsere derude der har andre forslag til udviklingen af *MONA* – og I skal være meget velkomne til at sende jeres forslag til os på mona@ind.ku.dk!

Men selvom vi forventer at respondenterne nok hører til de mere venligt stemte over for *MONA*, så kan vi dog stadig se at gruppen er meget blandet. Og det afspejler jo at *MONA* har en meget blandet læsergruppe: fra studerende til professor, fra at arbejde i dagtilbud over grundskole og ungdomsuddannelser til professionshøjskoler og universiteter, fra at have interesser gående fra matematik over fysik, biologi, geografi, kemi og til teknologi og engineering. Det er vores tolkning af svarene at læserne har forståelse for at med en bred læsergruppe vil der være tekster man ikke finder interessante – men derfor ønsker man selvfølgelig stadig at der er noget til lige ens eget felt!

MONA spænder bredt i både institutionsniveau og i hele spektret inden for matematik og naturfagene, og der er mange forskellige fokusområder og tilgange. Det er både positivt og udfordrende med det miks. Positivt fordi det giver forskellige perspektiver og vinkler (både på artikelniveau og i forhold til at få reviews på artikler som både har en praksis- og en forskningsvinkel). Men også udfordrende fordi det som forfatter der modtager nogle meget forskellige reviews, kan være svært at finde ud af hvad man skal stille op. Her fremhæves redaktøren som en vigtig nøgleperson til at oversætte og hjælpe med at navigere i det territorium.

Det bringer os til anden hovedpointe, nemlig at langt de fleste (kun) læser efter interesse og med relation til det de arbejder med. Man går først efter det som er tættest på ens egen praksis/arbejde – derefter læser man andet som kan være relevant. *MONA* er et tidsskrift for professionelle og bliver brugt sådan.

Der er også stor opbakning til og ønske om at det er ny viden og forskning der er grundlaget for teksterne. Det er det vigtigste. Dernæst kommer relationen til praksis: Det er vigtigt at pointerne kan oversættes og relateres til praksis – og ikke bare stopper dér hvor man påpeger at fx lærere gør noget “forkert”.

Dette link til praksis er klart noget vi gerne vil dyrke mere og forsøge at bistå forfatterne i at gøre mere ud af. I øvrigt giver brugerundersøgelsen også udtryk for generelt positive oplevelser med processen som både forfatter og reviewer – dog er der visse forbedringspotentialer som vi internt tager fat på, og som vi ikke beskriver yderligere her.

En anden pointe er relevansen af *MONA* for (lærer)studerende. *MONA* fremhæves som meget relevant for studerende både af de studerende og af undervisere som har deltaget. Der er enighed om at det er et fint tidsskrift på læreruddannelsen, og det bruges som del af pensum. Dog er der potentiale for at udbrede kendskabet til *MONA* mere og tidligere i uddannelsesforløbet. En studerende nævner at personen sent fandt ud af at *MONA* eksisterede, og at det ville have været rart at finde ud af tidligere. Et forslag er at man simpelthen promoverer *MONA* mere – fx i forbindelse med arrangementer på uddannelsesinstitutionerne.

Endelig kan vi nævne at respondenterne giver opbakning til at *MONA* fortsat både udkommer på tryk og elektronisk. Tre ud af fem ønsker begge dele fortsat mens under en tredjedel ønsker at nøjes med *MONA* som udelukkende elektronisk (og dermed billigere) tidsskrift, og resten er i tvivl.

Hvorfor læse *MONA*?

Når respondenterne skal svare på hvad de ville fremhæve ved *MONA* over for studerende eller en kollega, svarer de ofte følgende:

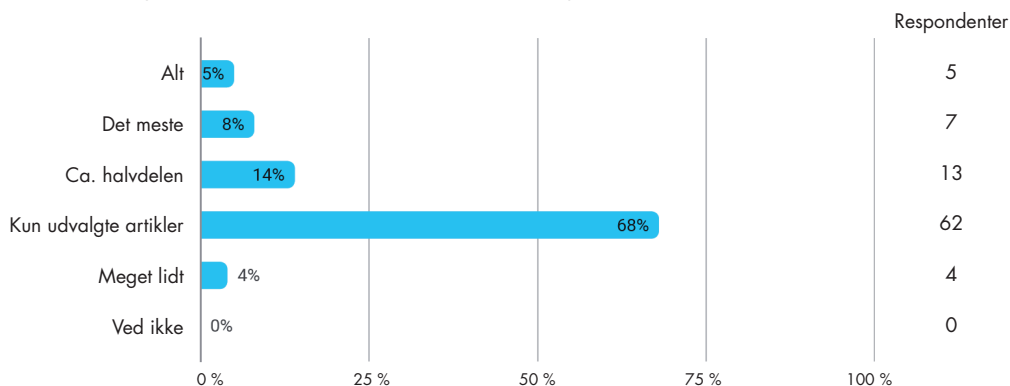
- At det er dét tidsskrift der er på dansk/i dansk kontekst i forhold til naturvidenskabsdidaktik.
- At det er et godt sted at holde sig opdateret og følge med i hvad der sker på feltet.
- At det bidrager til refleksion over egen praksis.
- At det er særlig relevant for lærerstuderende.

En af de interviewede respondenter udtrykker det således:

“Jeg ville helt sikkert anbefale det – blandt andet fordi at nogle gange kan hverdagen gå hurtigt for sig, slag i slag. Jeg læser *MONA*, fordi det bidrager til faglige og didaktiske refleksioner. Det får mig til at stoppe op og overveje min praksis. Om der er noget jeg kan bruge og prøve i min undervisning. Jeg er STEM-lærer i Fysik, kemi, geografi, matematik i udskolingen. Jeg synes det er fedt med *MONA*, fordi der er nogle forskellige typer artikler – nogle er faglige i forhold til naturfag – fx hvilke kompetencekrav er der, hvordan kan man arbejde med dem og tænke over det.”

Mange giver udtryk for at det største problem er at man ikke kan finde tid nok til at få det læst. Det typiske billede lader også til at være at man udvælger netop de artikler der er relevante for én selv, se figur 1.

4. Hvor meget af et MONA-tidsskrift læser du som regel?



Figur 1. Fordelingen af svar på hvor meget man læser af MONA.

Et synspunkt som især i interviewene bliver tydeligt, er at de pointer der fremlægges i artiklerne, for nogle lærere kan virke som en kritik af praksis, og at det bliver overladt for meget til den enkelte at oversætte det og gøre det praksisnært og relevant. En respondent siger fx i interviewet:

“Hvis jeg læser MONA med lærer-briller på [...] For eksempel hvis jeg læser om modellering, så kan jeg læse mig til, at det jeg gør, er forkert. Men jeg får ikke rigtig nogen hjælp fra artiklen til hvad jeg så stiller op. Hvad jeg skal gøre for at gøre det anderledes og bedre.”

Om det med kun at læse udvalgte dele fortæller tre respondenter følgende:

“Jeg kan godt lide at læse det – men får ikke altid læst alt. Simpelthen på grund af tid, ikke fordi det ikke er interessant. Og så kan man gå tilbage og slå op i det eller gå ind på netdelen og slå et tema eller emne op. Det bruger jeg en del. Så jeg ville ikke vælge papirdelen fra – det er rarere at læse det på papir, særligt når det tager længere tid. Hvis jeg finder en længere artikel på nettet, så printer jeg den ud, hvis jeg ikke har den i et af de fysiske.”

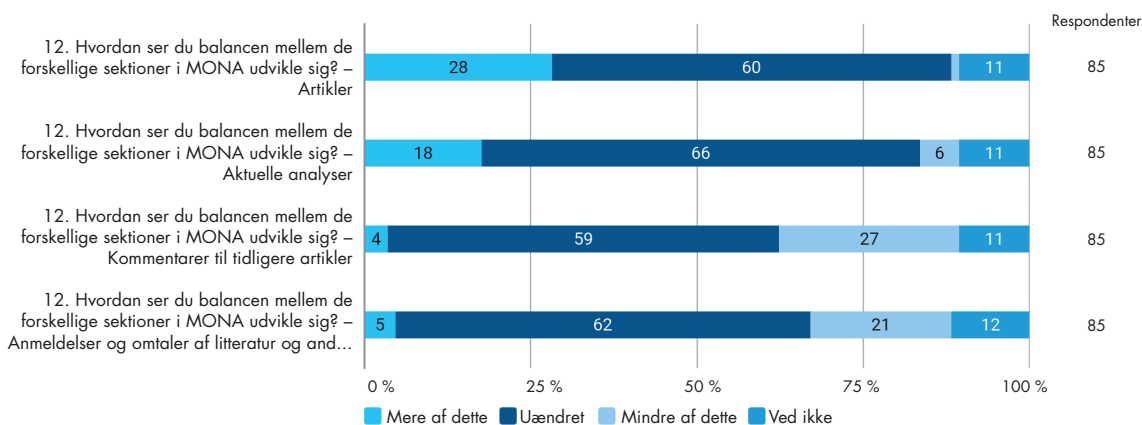
“Det jeg læser først er det, som er nemt at relatere til egen praksis, det der umiddelbart er relaterbart – og så efterfølgende kan jeg læse alt det andet, som måske virker interessant, men ikke så tæt koblet til egen praksis.

Så det skal være nemt og tydeligt, at se påvirkningen på min praksis. Det kan handle om planlægning af undervisning eller om måden jeg interagerer med eleverne. Det er umiddelbart de to ting, som overordnet er mest relevant for mig, fordi det er det jeg står i, i dagligdagen.”

“[...] men jeg kan rigtig godt lide at det er blandet – det er lidt lige som blandet slik – det rart der er forskellige ting. Nogle [tekster] er mere let læselige, og noget man bare orienterer sig i uden at læse grundigt. Så jeg kan godt lide at det supplerer hinanden.”

Hvad ønsker du at læse (mere) om i MONA?

I spørgeskemaet spurgte vi om hvad der skulle mere og mindre af i MONA, og respondenterne har egentlig givet god opbakning til hvordan det ser ud i dag, se figur 2 hvoraf det fremgår at ca. tre ud af fem ønsker at balancen mellem elementerne er uændret.



Figur 2. Fordelingen af svar på om man ønsker at ændre fordelingen af de forskellige sektioner i MONA.

Men det betyder selvfølgelig ikke at man ikke kan have specifikke forslag til indholdet – det er der, og de forslag går i mange forskellige retninger. Nogle vil have mere indhold der er mere direkte praktisk brugbart i undervisningen. Nogle vil have flere fortællinger om skolens udfordringer fortalt af skolefolk og “ikke af mere eller mindre afkoblede forskere”. Nogle vil have casefortællinger fra fx kommuner der har haft et særligt indsatsområde, og erfaringer fra større udviklingsprojekter fra praksis undervejs i projektforløbet eller ved afslutning med perspektivering til hvad andre projektmagere kan bruge resultaterne til.

Andre ønsker mere om forskeres analyser af aktuelle undervisningsmæssige (fx uddannelsespolitiske) problemstillinger. Eller oversigter over international forskning inden for et felt – skrevet på dansk og med implikationer for praksis.

Nogle ønsker analyser af skolepolitiske tiltag og deres betydning for praksis, herunder hvor vi mangler viden for at tiltagene kan føres succesfuldt ud i livet. Eller analyser af de didaktiske modeord der er oppe i tiden.

Andre ønsker ren fagdidaktik, altså hvordan man kan gøre et specifikt begreb til-

gængeligt for den målgruppe man gerne vil adressere, og derefter en afprøvning af om det virkede.

Der er også ønsker om artikler om science i dagtilbudsområdet, brobygning mellem grundskoler og ungdomsuddannelser, om fondenes magt. Der er således nok at tage fat på, og alle potentielle forfattere er hermed opfordret!

Et lidt andet forslag går på at tænke i flere versioner af artikler eller måske især en "hurtig version" – en lærer beskriver det således:

"Jeg har nogle huller ind i mellem i skemaet, hvor jeg kan læse, men jeg bliver afbrudt mange gange. Jeg har ikke sådan længere perioder, hvor jeg kan sætte mig og læse. Så derfor er det svært med længere artikler, fordi jeg så ofte kun når at læse starten og så bliver jeg afbrudt og så når jeg ikke tilbage til den igen. Så der kunne måske være mere i abstract-form – at det var tydeligere at her er et abstract – eller kortere versioner af artiklerne med skarpere pointer og så kunne man måske have en længere version på nettet, hvor man kan få uddybet det. Så man ikke skal igennem en lang 20 siders artikel, men hurtigt kan nå frem til pointerne. Så man kunne lave en light udgave med mulighed for længere version."

Denne tanke med at gøre det lettere at få pointerne ud af artiklerne er helt klart noget vi gerne vil arbejde videre med i redaktionen.

I især interviewene er der flere der har en tydelig mening om *MONA*'s kommentarsektion. Der er udbredt modstand mod at kommentarerne kommer til at fylde mere, de må gerne redigeres korte, og flere nævner også at det indimellem bliver for indforstået og måske lidt for meget enkeltpersoners kæpheste der bliver forfulgt. I *MONA*-redaktionen er vi generelt glade for kommentarsektionen fordi den på en god måde kan bringe andre stemmer frem i debatten og give andre vinkler på problematikkerne. Men vi tager til efterretning at være opmærksomme på redigeringen af kommentarerne.

Hvorfor skrive i *MONA*?

Vi spurgte de af respondenterne der har skrevet i *MONA*, hvad der er deres begrundelser for at skrive i netop *MONA*. De kvantitative svar går klart i retning af at for flest respondenter er det vigtigste at man her kan formidle til især praktikere og dernæst forskere i uddannelsesverdenen. At påvirke uddannelsespolitikken spiller også en vigtig rolle for ca. en tredjedel, men for endnu en halvdel spiller det også en vis rolle.

I de kvalitative svar nævnes især begrundelser som forpligtelse til at bidrage til den fælles forståelse, udvikling og "vidensbank" på området. En forfatter beskriver det således:

“Når jeg har noget på hjerte, så siger jeg det dér [i MONA]. Jeg er lidt splittet som forfatter – fordi jeg ved at det er få, som jeg vil have til at kære sig om sagen, der læser det. Jeg vil gerne have lærere til at læse det jeg skriver, men forventer ikke at de læser det. Det gør ikke noget, at de ikke venter på at læse det. Det finder sin vej derud – fx på grund af lærerstuderende eller via pædagogisk diplomuddannelse. Det har stor værdi at der ligger artikler om de her emner. Så for mig handler det også om at bidrage til den fælles bank – om emner.”

Det nævnes ikke overraskende også at *MONA* jo ER det tidsskrift der findes på dansk inden for feltet – og visse projekter der har en kraftig dansk kontekst, kan være svære at publicere om i internationale forskningstidsskrifter. Det ses også som en fordel at *MONA* går på tværs:

“*MONA* tjener et vigtigt formål – det er fedt at vi har et tidsskrift i Danmark, som kan samle naturvidenskabs- og matematik – videnskabsfolk. Det favner både lærere og forskere og det er relevant for begge grupper, hvilket er en stor værdi. Samler det felt i Danmark.”

Forfatterrespondenterne er generelt ret positive over for bedømmelsesprocessen, men flere peger i interviewene på at der kan være ret stor forskel på hvad reviewere lægger vægt på.

“Hvis jeg skulle kritisere processen lidt, så synes jeg måske reviewerne var for “milde” i deres kritik. Til gengæld synes jeg der er noget godt ved, at det både er en fra forskningsverdenen og fra praksis, der laver review – man får to meget forskellige perspektiver ift. relevansen af ens artikel. Men dette er måske også lidt svagheden – at en praktiker og en forsker har ret forskellige tilgange til, hvad der er relevant/god forskning?”

Her spiller redaktionen en vigtig rolle ifølge flere med at vægte sådanne forskellige reviews godt. Flere nævner at man faktisk foretrækker at reviewerne er godt kritiske – det betyder meget for kvaliteten af teksterne at man får den her grundige, kritiske og konstruktive feedback. Så der er stor opbakning til at vores fagfællebedømmere går til den – men på en omsorgsfuld måde naturligvis.

De grundige reviews er nok også fremover en helt central del i at frembringe gode tekster. Men der er også andre muligheder, og derfor spurgte vi hvad der kunne hjælpe med at gøre teksterne bedre. *MONA* udbyder med mellemrum skriveworkshops for forfattere, og det er der stor opbakning til omend ikke så mange af respondenterne selv forestiller sig at deltage. I redaktionen kan det få os til at overveje om vi kunne hjælpe med at få implementeret skrivesworkshops – eller måske bare elementer herfra – på anden vis, så flere kan få glæde af dem.

Vi har også fået gode input fra de respondenter der er reviewere (fagfællebedømmere), og de går især i retning af at hjælpe med en klarere artikelkategorisering – og herunder måske også et klarere valg af målgruppe. Tid betyder meget, så der er en opfordring til at sikre at der er tid til processen. Det efterlyses også at man som bedømmer får en tilbagemelding fra redaktionen så man finder ud af hvordan andre bedømmer, og finder ud af hvad niveauet er.

Afrunding

Som vi indledte med, har brugerundersøgelsen givet os mange vigtige input til at udvikle *MONA* fremover. I punktform kan det opstilles således:

- Prioritér ny og forskningsbaseret viden – men også solide udviklingsprojekter, gerne med gode cases.
- Ny viden skal 'oversættes' og relateres til praksis – efterlad ikke læreren hængende blot med viden om at noget ikke virker eller er forkert.
- Forsøg med hurtige indgange til den nye viden, fx
 - udvidede abstracts
 - kortere artikler der har uddybninger på web
 - bearbejdede versioner.

MONA-redaktionen vil gerne takke alle dem der har bidraget med input. Der var jo også udlovet billetter til BigBang-konferencen 2022, og vinderne er kontaktet personligt.

MONA eksisterer i kraft af dels et godt fællesskab mellem danske universiteter og professionshøjskoler, dels at nogen ønsker at skrive i *MONA*, og endelig at nogen ønsker at læse *MONA*. Skulle man have idéer til *MONA*, hvad enten det er konkrete tekster, nye formater eller andet, er man altid velkommen til at kontakte redaktionen på mona@ind.ku.dk.

Er du lærer – eller på vej til at blive det – og vil du ruste børn og unge til fremtidens udfordringer?



På kandidatuddannelsen i STEM-undervisning får du kompetencer til at udvikle den naturvidenskabelige undervisning i grundskolen.

Uddannelsesstart september 2022 – søg ind 1.-15. maj

Mød os på BigBang-konferencen på IND-messestanden

Læs mere om uddannelsen og hvordan du ansøger:
www.ind.ku.dk/kastem



AALBORG UNIVERSITET



SYDDANSK UNIVERSITET



Danske Professionshøjskoler
University Colleges Denmark



Roskilde Universitet



AARHUS UNIVERSITET