

MONIA

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



Erhvervsakademi og
Professionshøjskole

KØBENHAVNS
PROFESSIONS
HØJSKOLE



ABSALON

PROFESSIONS-
HØJSKOLEN
ABSALON

DTU



AARHUS
UNIVERSITET



Danske Science Gymnasier



SYDDANSK UNIVERSITET



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2021-1

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 og Danske Science Gymnasier.

Redaktion

Jens Dolin, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Ole Goldbech, Københavns Professionshøjskole
Sebastian Horst, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Kjeld Bagger Laursen, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier
Jan Sølberg, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
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
Sabine Schmidt-Johansson, Afd. for Uddannelse og Studerende, Danmarks Tekniske Universitet
Steffen Elmose, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland
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 2021

Citat kun med tydelig kildeangivelse

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 6 Pigerne stikker af fra drengene i karakterer til den fællesfaglige prøve
– har det noget med elevernes motivation for den fællesfaglige undervisning at gøre?
Lars Brian Krogh, Johanne Fyhn Elgaard, Alexander Secher og Peer Daugbjerg
- 27 Undervisning i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag
Martin K. Sillasen og Keld Nielsen
- 50 Facilitering af kompetenceorienteret matematikundervisning:
Erfaringer med kommunalt forankret, skolebaseret udvikling af lærerkompetencer
Tomas Højgaard og Nina Winther Arnt
- 69 **Aktuel analyse**
- 69 Undervisning i naturvidenskab under COVID-19
– problemer og perspektiver
Philip Kruse Jakobsen
- 78 **Kommentarer**
- 78 Sameksistens mellem to naturfaglige kompetencer
Ole Goldbech
- 82 Fra teknologiforståelse til informatik
Michael E. Caspersen
- 90 Medarbejdernes tid
Thomas Ammentorp Schmidt
- 93 Historien om det fælles sprog og overvejelserne om vejen dertil
Line Gundersen Vetter
- 96 Folkeoplysning som kvalificering af teknologisk dannelse
Peer Daugbjerg
- 100 Om modellering og undersøgelse – en replik
Jørgen Løye Christiansen
- 104 **Litteratur**
- 104 Udeskole – En brugsbog om udeskolens didaktik
Trine Hyllested

Fra redaktionen

Tre uger efter udgivelsen af dette forårsnummer af MONA finder BigBang-konferencen sted – i en 100% online udgave. Det bliver en helt ny oplevelse for både deltagere og oplægsholdere. Vi håber det bliver en god oplevelse for alle – og så håber vi selvfølgelig på at vi kan mødes fysisk om et år, måske så netop suppleret med de online-aktiviteter der rent faktisk giver god mening at lave online!

Dette nummers tre artikler spænder ganske vidt i det matematisk/naturfagsfaglige didaktikspektrum. Den første, *Kønnsforskelle i den fællesfaglige gruppeprøve – har det noget med elevernes motivation ift. den fællesfaglige undervisning at gøre?*, er skrevet af Lars Brian Krogh, Johanne Fyhn Elgaard, Alexander Secher og Peer Daugbjerg. Den konstaterer at pigerne høster meget højere karakterer end drengene i folkeskolens nye fælles prøve i naturfagene, også markant højere end i den tidligere praktiske prøve i fysik/kemi. Ud fra surveydata afsøger den om dette skyldes forskelle i oplevelsen af den fællesfaglige *undervisning* og motivation ift. den nye naturfaglige undervisning, og den peger på at forklaringen snarere skal søges i den prøveforberedende periode, selve prøven og/eller bias i lærerforventninger. Artiklen formulerer og diskuterer en række forklarende hypoteser og slutter af med de mest relevante konsekvenser for praksis.

Den næste artikel, *Undervisning i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag*, er den sidste af tre sammenhængende artikler om teknologisk dannelse. De er af Martin K. Sillasen og Keld Nielsen, bragt i de seneste tre numre af MONA. I denne artikel fortælles om et forskningsprojekt som undersøger hvordan man kan undervise i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag med inspiration fra den amerikanske rapport “Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology” (ITEA, 2007): Et minikursus i teknologisk dannelse blev udviklet og afprøvet sammen med et hold fysik/kemi-lærerstuderende. De studerendes udbytter er blevet afdækket ved en analyse af deres studieprodukter og besvarelser af post-refleksive, åbne spørgsmål. De lærerstuderende blev mere bevidste om at det er betydningsfuldt for elevers teknologiske dannelse at der arbejdes med både teknologiens funktionalitet og dens meta-aspekter i naturfagsundervisningen.

I den tredje artikel, *Facilitering af kompetencemålstyret matematikundervisning: Erfaringer med kommunalt forankret, skolebaseret udvikling af lærerkompetencer* beskriver og analyserer Tomas Højgaard og Nina Winther Arnt et udviklingsprojekt i Ishøj kommune hvor alle matematiklærere på grundskolerne i Ishøj Kommune gennem tre år blev efteruddannet i at planlægge, tilrettelægge, gennemføre og evaluere eksplicit kompetenceorienteret matematikundervisning. Analysen omfatter også erkendelser og erfaringer fra projektet, alt sammen ud fra tre perspektiver:

Den konkret gennemførte proces, indsatsen fra og samarbejdet mellem aktører på forskellige niveauer samt forankringen af indsatsen.

I dette nummers aktuelle analyse, *Undervisning i naturvidenskab under COVID-19 – problemer og perspektiver*, beskriver Philip Kruse Jakobsen, Silkeborg Gymnasium, sine erfaringer med den COVID-19-inducerede fjernundervisning i 2020. Med udgangspunkt i disse samt spørgeskemaundersøgelser blandt elever og lærere konstaterer han at fjernundervisning opleves mere arbejdskrævende og mindre motiverende, samt at elever føler de lærer mindre og har lavere mestringsforventning. Fjernundervisningen i de naturvidenskabelige fag har mindre indhold af eksperimenter og feltarbejde, og det forskyder elevernes læring væk fra centrale kompetencemål. Artiklen giver også mange interessante konkrete eksempler på hvordan man kan bidrage til at styrke undervisningen i de naturvidenskabelige fag fremadrettet.

Covid-situationen har bestemt ikke lagt låg på kommentarlisten blandt MONAs læsere. Vi bringer her en række af dem. Det drejer sig først om tre kommentarer til artikler der kom i MONA 2020-3, nemlig Ole Goldbechs *Sameksistens mellem to naturfaglige kompetencer* til Jørgen Løye Christiansens *Modeller og modellering i grundskolens naturfag*”, Michael E. Caspersens *Fra teknologiforståelse til informatik* til Keld Nielsen og Martin Sillasen *Teknologiforstyrrelse: Hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver “teknologi”?*, samt Thomas Ammentorp Schmidts *Medarbejdernes tid* til Christina Frausing Binaus *Naturfagslærernes tid er en mistelten der skal tages i ed*.

Til artikler i MONA 2020-4 bringer vi Peer Daugbjergs *Folkeoplysning som kvalificering af teknologisk dannelse* som forholder sig til Nielsen og Martin K. Sillasens *Teknologisk dannelse: Hvorfor og hvad? – Oplæg til diskussion* og Line Gundersen Veters *Historien om det fælles sprog og overvejelserne om vejen dertil* der relaterer sig til artiklen *Evaluering af modelleringsprocessen i naturfagsundervisningen* af Christiansen, Lilius, Thynebjerg, Jensen, Andersson og Kinnerup.

Endvidere har vi en replik, *Om modellering og undersøgelse*, af Jørgen Løye Christiansen, til en kommentar i MONA 2020-4 fra Claus Auning & Sanne Schnell Nielsen: *Kan modellering adskilles fra undersøgelse i grundskolens naturfagsundervisning?*

Til sidst bringer vi en anmeldelse af Trine Hyllested, *Udeskole – En brugsbog om udeskolens didaktik* om bogen *Udeskole i teori og praksis*.

I skrivende stund er der nærmest ingen undervisning med fysisk tilstedeværelse – vi håber at når dette læses, vil foråret så småt komme os i møde ledsaget af mere almindelige undervisningstilstande, så matematik- og naturfagene igen kan være reelle mødesteder for børn og unges nysgerrighed på verden omkring dem.

Pigerne stikker af fra drengene i karakterer til den fællesfaglige prøve

– har det noget med elevernes motivation for den fællesfaglige undervisning at gøre?



Lars Brian Krogh, VIA UC, læreruddannelsen i Aarhus



Johanne Fyhn Elgaard, Rambøll Management Consulting



Alexander Secher, Rambøll Management Consulting



Peer Daugbjerg, VIA UC læreruddannelsen i Nørre Nissum

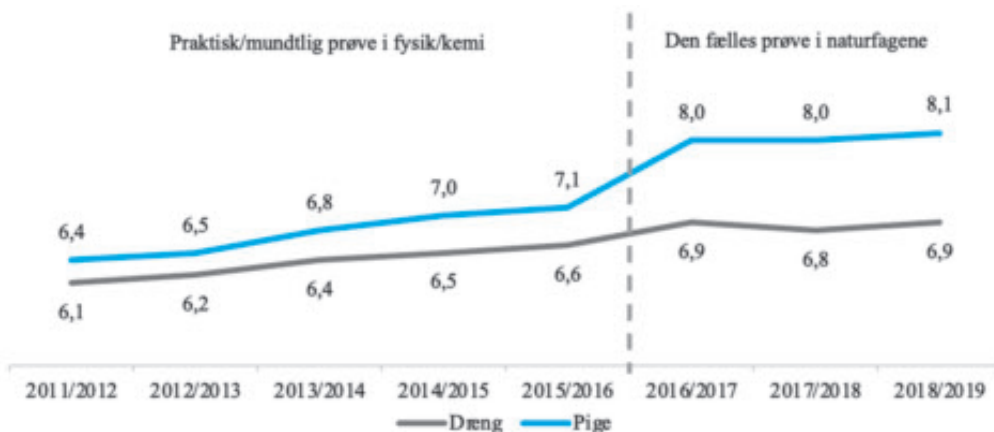
Abstract: Pigerne høster meget højere karakterer end drengene i den nye fælles prøve i naturfagene, også markant højere end i den tidligere praktiske prøve i fysik/kemi. I denne artikel bruger vi omfattende surveydata fra vores prøvfølgeforskning til at afdække, om denne bias skyldes forskelle i oplevelsen af den fællesfaglige undervisning og i motivation for den nye naturfaglige undervisning. Undersøgelsen peger på, at forklaringen snarere skal søges i den prøveforberedende periode, selve prøven og/eller bias i lærerforventninger. Med inddragelse af selvreguleringsteori formuleres derfor en række forklarende hypoteser, som holdes op imod kvalitativ empiri fra følgeforskningen. Afslutningsvis diskuteres de mest relevante konsekvenser for praksis.

Indledning

Danske grundskoleelever har siden sommerprøverne i 2017 været til en fællesfaglig prøve i fysik/kemi, biologi og geografi. Disse prøver følges nærmere over fem år gennem evaluering og følgeforskning udført af Rambøll Management Consulting, VIA University College og Københavns Professionshøjskole. Nærværende artikel udsprin-

ger af denne følgeforskning idet den følger op på et spørgsmål om potentiel kønsbias som forblev underbelyst i det oprindelige statusnotat (Rambøll, VIA & KP, 2020).

Fokus for den seneste rapport var på elevmotivation og på elevernes fællesfaglige læring sådan som den kommer til udtryk i deres præstationer ved den afsluttende prøve. Som det fremgår af figur 1 nedenfor, klarede pigerne sig bedre end drengene i den praktisk-mundtlig fysik-/kemiprøve som var gældende forud for den fælles prøve i naturfagene – og som er det bedste sammenligningsgrundlag for den nye mundtlig-performative fællesfaglige prøve. Efter indførelsen af det nye prøveformat er det fortsat pigerne der klarer sig bedst, men karakterforskellen mellem drenge og piger er blevet markant større. Karakterforskellen går således fra at være 0,5 til at være 1,1-1,2 efter indførelsen af det nye prøveformat. Ikke fordi drengene klarer sig dårligere, men fordi pigerne i karaktermæssig forstand virkelig stikker af!



Note: Alle elever i grundskolen med karakter i afgangsprøven i 9. klasse i hhv. fysik/kemi før 2017 og den fælles prøve efter 2017. Kilde: Uddannelsesstatistik.dk.

Figur 1. Elevernes gennemsnitlige afgangskarakter i den praktisk-mundtlig prøve i hhv. fysik/kemi og den fælles prøve i naturfagene.

Det er samtidig en pointe at denne trend for den relative karakterudvikling *ikke* bare er generel. Drengene klarer sig fx stabilt bedre end pigerne i de skriftlige udtræksprøver i fysik/kemi og geografi i perioden mens pigerne vedvarende klarer sig *lidt* bedre end drengene i skriftlig biologi. Hvad angår det samlede karaktergennemsnit ved folkeskolens afgangseksamen, klarer pigerne sig stabilt 0,6-0,8 karakterpoint bedre end drengene hvilket altså er væsentligt mindre end ved den fælles prøve i fysik/kemi, geografi og biologi (uddannelsesstatistik.dk). Der synes således at være en specifik kønsbias knyttet til den fælles prøve og det som udmåles her.

I den forbindelse er det særdeles relevant at udrede om denne bias knytter sig til selve den fællesfaglige prøve, eller om den skabes i arbejdet hen imod prøven – det være sig i arbejdet med fællesfaglige fokusområder eller i den sidste prøveforberedende periode, hvor eleverne arbejder mere eller mindre selvstændigt. Der knytter sig forskellige forklarende hypoteser til hver af disse faser, fx indikerer tidligere forskning (Krogh, 2006; Schreiner, 2006) at pigerne alt andet lige vil kunne motiveres mest af en kontekstualiseret og perspektiverende naturfaglig undervisning som den fællesfaglige. Dette burde resultere i et større læringsudbytte og ultimativt i bedre prøvekarakterer.

I denne artikel efterprøver vi i første omgang denne hypotese via de konkrete forskningsspørgsmål:

1. *Hvor forskelligt oplever drenge og piger den fællesfaglige undervisning? Hvor motiverede er de i forhold til den naturfaglige undervisning?*
2. *I hvilken udstrækning forklarer drengenes og pigers forskellige oplevelse af den fællesfaglige undervisning og deres naturfaglige motivation forskellen mellem deres karakterer? Hvilket behov er der for andre forklaringsmodeller?*

I den efterfølgende diskussion vil vi naturligt følge op på spørgsmålet om forklarende hypoteser der rækker ud over den almindelige fællesfaglige undervisning. I forlængelse heraf vil vi komme ind på hvor det vil være relevant at sætte ind hvis man vil arbejde biasbevidst med den fællesfaglige undervisning og den fælles prøve.

Teori og relateret forskning

Det er veldokumenteret at drengene karaktermæssigt klarer sig dårligere end pigerne i grundskolen, både i Danmark og internationalt. Nationalt fremgår det af karaktergennemsnittene til folkeskolens afgangsprøve, hvor forskellen er på 0,8 i den seneste 2019-opgørelse. Internationalt fastslår et metastudie som sit vigtigste resultat at der er fundet *“en konsistent karakterforskel til fordel for pigerne indenfor alle indholdsområder”* – og fremhæver at dette også gælder for naturfag og matematik (Voyer & Voyer, 2014, p. 1191). Yderligere finder metastudiet at *“resultaterne i matematik og naturfag tyder på, at pige-fordelen mht. karakterer i disse områder først viser sig på mellemtrinnet”* (“middle school”, p. 1193). Forskydningen til fordel for pigerne ses også for 15-årige pigers præstationer i internationale naturfagstests, fx PISA Science. Traditionelt har danske drenge opnået signifikant højere score i denne test end pigerne. Dette er ikke længere tilfældet (VIVE, Christensen, 2019).

En række studier peger på kønsforskelle i elevmotivation som mulig forklaring. Med afsæt i Self-Determination Theory (Deci & Ryan, 2002) finder Stolck et al. (2018)

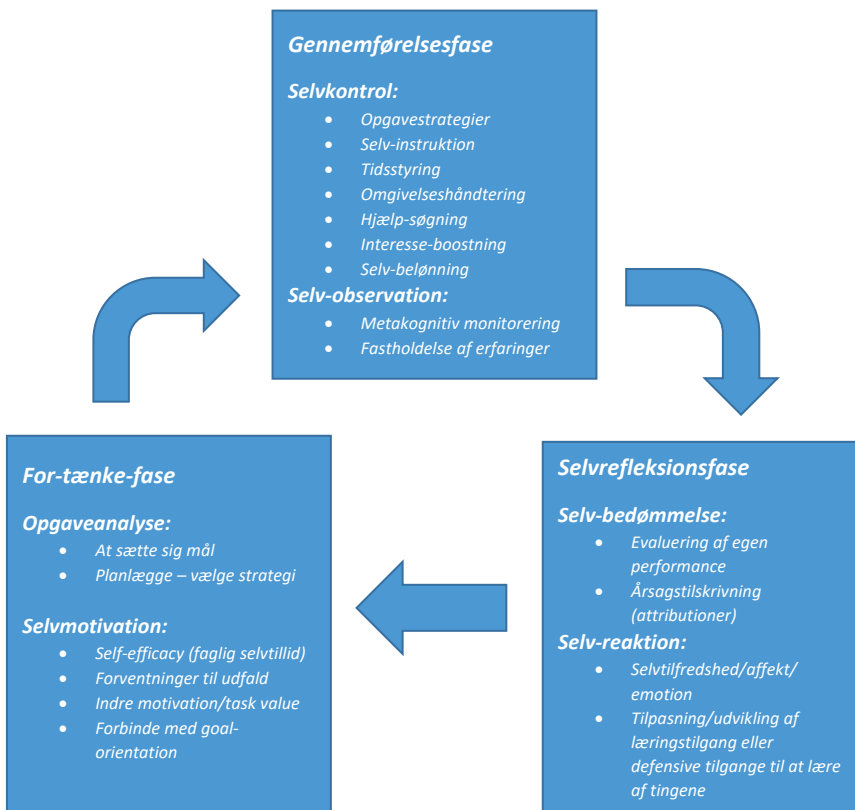
således at begge køn motiveres af undervisning med frihedsgrader (“non-traditional”, fx projektarbejde), men at motivationsgevinsten *især* ligger hos kvindelige elever (Stolk et al., 2018). Voyer & Voyer (2014) diskuterer i deres metastudie også en række “plausible” forklarende mekanismer hvoraf de fleste handler om forskelle i drenges og pigers motivation og relaterer sig til forskellige motivationelle “constructs” (se evt. Krogh & Andersen (2020) for en generel deklaration af disse). Voyer & Voyer (2014) anfører blandt andet at piger oplever skolearbejdet som vigtigere i et personligt perspektiv end drengene (“task value”), at de i højere grad forbinder deres resultater med at gøre en indsats end med evner (“attribution”, se evt. også Beyer, 1998), samt at de er mere læringsorienterede (“goal-orientation”, se evt. Martin, 2004). Mere science-specifikt peger ROSE-undersøgelsen (Schreiner, 2006) på at der er kønsforskelle hvad angår interessen for teoretisk hhv. kontekstuel naturfagligt indhold. Ligeledes har Krogh (2006) fundet at *især* piger finder det vigtigt at de kan bruge deres naturfaglige viden til at gøre noget godt for nogle eller noget i den virkelige verden (“frelserstrategi”). Begge dele indgår i motivations-constructet “task value”. Der er således gode grunde til at tro at kønsforskelle mht. specifikke motivationsfaktorer kan være en del af forklaringen på de observerede karakterforskelle.

Martin (2004) identificerer imidlertid også andre relevante kønsforskelle som rimeligvis gør en forskel. *Især* finder han signifikante forskelle hvad angår kønnenes evne til at organisere og fastholde fokus i skolearbejdet. I relation til nærværende artikel vil dette i særdeleshed kunne gøre en forskel i den prøveforberedende periode, hvor eleverne forventes at arbejde selvstændigt. Martin-artiklen udpeger elementer af selvanalyse, opgavekontrol og selvkontrol i den socialkognitive selvreguleringssteori formuleret af Zimmerman (2002). I denne knyttes motivation til oplevet kontrol over en given udfordring. Selvreguleringsprocessen (se figur 2) har som første trin at eleven proaktivt analyserer opgaven i forhold til sine kompetencer og formulerer relevante personlige mål (“for-tænke-fase”). Når først arbejdsprocessen er i gang, er det afgørende at eleven metakognitivt både er opmærksom på igangværende læring og har strategier til at optimere denne. Afslutningsvis er det væsentligt at eleven reflekterer over hvad der gik godt og dårligt, og er i stand til at udvikle sine tilgange. I alle faser medierer kognitive og metakognitive processer således både problemløsning og elevmotivation.

Relevant for nærværende artikel er det også at omtale at kønsforskelle mht. skolepræstation i nogle studier forklares socialpsykologisk ud fra en “stereotype threat”-model (Hartley & Sutton, 2013). Ifølge denne vil negative stereotype forventninger, som eksplicit eller implicit kommunikerer til en gruppe af elever, forringe deres præstation. For to årtier siden ville et relevant eksempel på en negativ stereotyp have været at piger ikke kan begå sig i fysiktimerne eller i laboratoriet, med den sandsynlige effekt at pigerne demotiveredes og klarede sig “under niveau”. Hvis denne mekanisme

skal være brugbar i forhold til at forklare at pigerne stikker af hvad angår karakterer til den fælles prøve i dag, så skal forventningerne fra lærerens side være vendt til pigernes fordel. I en række udenlandske studier har man fundet negative drengestereotyper hos lærerne (se fx referencer i Martin, 2004, p. 134), fx at drenge er dårligere til at koncentrere sig, og at de er mindre produktive. Når eleverne afkoder sådanne stereotyper lærerforventninger, vil det påvirke dem negativt. Stereotyperne udgør samtidig en risiko for at lærerne interagerer med og bedømmer eleverne forskelligt.

Det har ikke været muligt at finde studier med fokus på kønsbias ved bestemte prøveformer i særdeleshed problembaserede prøveformer. Det nærmeste man kommer i en dansk kontekst, er et studie hvor det blev påvist at PISA's prøveformat har en bias til ugunst for fagligt svagere elever sammenlignet med et sociokulturelt prøveformat (Krogh & Dolin, 2011). Det indikerer i hvert fald at idéen om at selve prøveformatet kan være med til at skabe ulighed, er plausibel.



Figur 2. Cyklisk procesmodel for selvreguleringsteorien. Efter B. Zimmerman (2002).

Metode

Nærværende studium bygger på et *Mixed Methods*-forskningsdesign (Creswell & Clark, 2010) der konkret er udmøntet gennem kvalitative casestudier på fire skoler, omfattende spørgeskemaundersøgelser blandt elever i 9. klasse og registerdata på elevniveau. I det følgende udfoldes datagrundlaget for hver af disse kvalitative og kvantitative datakilder.

Casestudier

Det kvalitative datagrundlag består af dybdegående casestudier på fire forskelligartede skoler, der foreløbigt har deltaget som caseskoler i hhv. 2017 og 2019. På hver skole har én klasse været i fokus over to besøgsdage. Besøgene var henlagt til den fællesfaglige forberedelsesperiode forud for prøven og til selve afviklingen af den fælles prøve i naturfagene. Tabel 1 illustrerer de kvalitative dataindsamlingsaktiviteter.

Aktiviteter	Første besøgsdag	Anden besøgsdag
Fokusgruppeinterview med lærere	X	
Fokusgruppeinterview med elever	X	
Interview med skoleledelsen	X	
Debriefingsinterview med eksaminatorer og censorer		X
Observation af den prøveforberedende undervisning	X	
Observationer af den fælles prøve		X

Tabel 1. Oversigt over aktiviteter under casebesøg

Dataindsamlingsaktiviteterne er gennemført med afsæt i semistrukturerede interviewguides og faste observationsprotokoller der gjorde det muligt senere at identificere gennemgående mønstre og tendenser i det kvalitative datamateriale.

Spørgeskemaundersøgelser

Der er gennemført spørgeskemaundersøgelser blandt et repræsentativt udsnit af elever fra 9. klasse på 333 danske folkeskoler. Spørgeskemaundersøgelserne er foreløbigt gennemført i 2017, 2018 og 2019. Eleverne har både gennemført en spørgeskemaundersøgelse i den prøveforberedende periode i foråret (del 1) og en mindre, opfølgende spørgeskemaundersøgelse umiddelbart efter prøveafholdelsen og voteringen (del 2). Tabellen herunder præsenterer datagrundlaget og svarprocenter for spørgeskemaundersøgelserne.

År	Spørgeskema	Antal elever i panelet	Svarprocent og antal svar
2017	Spørgeskema blandt elever (del 1)	17.787	58 pct. (10.294)
	Spørgeskema blandt elever (del 2)		24 pct. (4.267)
2018	Spørgeskema blandt elever (del 1)	17.632	45 pct. (7.997)
	Spørgeskema blandt elever (del 2)		11 pct. (1.947)
2019	Spørgeskema blandt elever (del 1)	17.767	42 pct. (7.420)
	Spørgeskema blandt elever (del 2)		16 pct. (2.883)

Tabel 2. Oversigt over spørgeskemaundersøgelser

Svarprocenterne er tilfredsstillende for første spørgeskemadel, mens den lave svarprocent for andet spørgeskema skyldes at eleverne har udfyldt det efter prøveafholdelsen, hvor det har været vanskeligt at samle eleverne.

Registerdata

I artiklen er der flere analyser som gennemføres på baggrund af et heldækkende datasæt der indeholder registerdata for alle folkeskoleelever i 9. klasse. Med dette registerdatasæt er det muligt at koble registerdata (fx elevernes karakterer i den mundtlige fællesprøve) med elevernes besvarelser i spørgeskemaundersøgelserne (fx elevernes motivation for naturfag). Med registerdata er det desuden muligt at der i analyserne tages højde for baggrundsforhold som fx elevernes karaktergennemsnit i alle fag. Tabellen nedenfor giver et overblik over hvor mange elever der indgår i registerdata, og hvor mange af eleverne fra spørgeskemaundersøgelsen der kan kobles med disse registerdata.

År	Antal folkeskoleelever i registerdatasættet	Antal elever der både indgår i register- og surveydata
2017	40.207	14.168
2018	39.668	13.002

Tabel 3. Oversigt over registerdata

Som det fremgår af tabellen, dækker registerdata over afgangselever fra 2017 og 2018 da vi endnu ikke har data om elevernes karakterer tilgængelige for 2019. Afsnittet nedenfor beskriver kort de analyser der gennemføres i denne artikel for at besvare de tre forskningsspørgsmål.

Analyser

Der er gennemført en række analyser i forbindelse med artiklen for at undersøge hvorfor drengene sækker bagud, og pigerne stikker af når det kommer til deres faglige præstationer til den fælles prøve i naturfagene. For det første er der gennemført to faktoranalyser for at etablere analyseindeks over henholdsvis motivationsmæssige faktorer og elevernes oplevelse af undervisningen. Analyserne er gennemført ved brug af Principal Component Analyse med varimax rotation. Derefter er der gennemført en teoretisk fortolkning sammen med en reliabilitetsanalyse ved Cronbachs alpha. Tabel 4 giver et samlet overblik over de identificerede indeks.

På baggrund af de identificerede indeks er der først gennemført deskriptive analyser suppleret med statistiske signifikanstest af data. Disse analyser fokuserer dels på forskelle i drenges og pigers motivation for naturfag i folkeskolen, dels på forskelle i drenges og pigers oplevelse af den fællesfaglige undervisning. I forlængelse heraf er der gennemført regressionsanalyser for at undersøge hvorvidt og i hvilken grad karakterforskellen mellem drenge og piger er motivationelt begrundet, eller om den snarere skyldes andre faktorer der ikke kan tilskrives elevernes motivation for naturfag i folkeskolen.

De kvantitative analyser udgør det primære analytiske grundlag for de konklusioner der drages i denne artikel. Det kvalitative datagrundlag spiller en væsentlig rolle i den mere diskuterende del af artiklen, hvor potentielle forklaringsmodeller knyttet til den prøveforberedende periode eller til selve prøven vejes.

Resultater

Resultaterne af analyserne præsenteres i dette afsnit for de to overordnede forskningsspørgsmål. I det følgende belyses forskningsspørgsmål 1: *Hvor forskelligt oplever drenge og piger den fællesfaglige undervisning? Hvor motiverede er de for den naturfaglige undervisning?*

Drenges og pigers oplevelse af den fællesfaglige undervisning

Forud for den fælles prøve i fysik/kemi, geografi og biologi skal der i løbet af 7.-9. klasse gennemføres minimum seks fællesfaglige undervisningsforløb. Disse fællesfaglige forløb kan være af varierende længde og omfang, men et fællesfagligt undervisningsforløb sætter naturfagene i sammenhæng med udgangspunkt i en naturfaglig

problemstilling som eleverne belyser ved hjælp af to eller tre naturfag. Som en del af spørgeskemaundersøgelsen har eleverne vurderet hvordan de har oplevet de fællesfaglige undervisningsforløb, jf. spørgsmål i tabel 5.

De fire identificerede motivationsindeks og tilhørende spørgsmål
<p>Indre motivation</p> <p>Det er sjovt at have undervisning i de tre naturfag</p> <p>Det er spændende at have undervisning i de tre naturfag</p>
<p>Opgaveværdi ('task value')</p> <p>I de tre naturfag forholder vi os til samfundsmæssige problemer fra et naturvidenskabeligt perspektiv</p> <p>I de tre naturfag arbejder vi med emner som jeg kender fra min hverdag uden for skolen</p> <p>Jeg kan bruge viden fra de tre naturfag i min hverdag uden for skolen</p> <p>De tre naturfag i skolen er vigtige fordi fagene udvider ens syn på verden</p> <p>De tre naturfag i skolen er vigtige da viden og metoder fra naturfag bruges til at løse væsentlige udfordringer i samfundet</p> <p>Jeg synes naturvidenskab er spændende</p>
<p>Faglig selvtillid ('Self-efficacy')</p> <p>I de tre naturfag kan jeg løse alle opgaver hvis jeg virkelig prøver</p> <p>I de tre naturfag kan jeg forstå de ting vi bliver undervist i</p> <p>I de tre naturfag giver jeg op når jeg møder noget jeg har svært ved*</p> <p>I de tre naturfag er det svært for mig at anvende min viden fra det jeg har læst i bøgerne*</p>
<p>Autonomi</p> <p>I de tre naturfag undersøger vi idéer og emner som vi selv har foreslået</p> <p>I de tre naturfag har jeg indflydelse på hvilke metoder vi bruger til at undersøge et emne</p> <p>I de tre naturfag har jeg indflydelse på hvilke emner vi skal undersøge og beskrive</p>

Note: Eleverne har i alle spørgsmål svaret på en skala fra 1 til 5 hvor 1 er "Uenig", 2 er "Delvis uenig", 3 er "Ingen holdning", 4 er "Delvis enig", og 5 er "Enig". Spørgsmål markeret med * er negativt formulerede spørgsmål, og deres skalaer er derfor vendt om i indekset.

Tabel 4. Oversigt over indeks, der sammenfatter vores motivationsfaktorer

Som det fremgår af vores indeks (tabel 5) for den fællesfaglige undervisning (figur 3) nedenfor, er der ikke nævneværdige forskelle mellem drengenes og pigernes oplevelse af de fælles undervisningsforløb.

De tre identificerede undervisningsindeks og tilhørende spørgsmål

Den fællesfaglig undervisning

Vi arbejder både med teoretiske og praktiske problemstillinger

Vi lærer ting i de tre naturfag som man kan bruge i hverdagen

Vi laver elevforsøg og egne undersøgelser

Vi snakker om naturfaglige modeller i de tre naturfag

Vi diskuterer problemer i samfundet hvor de tre naturfag spiller en rolle

Der er tydelige mål for hvad man skal kunne efter et emne eller et forløb

Undervisningen får de tre naturfag til at spille sammen og hænge sammen

Stilladsring af den fællesfaglige undervisning

Lærerne i de tre naturfag henviser til en anden hvis man har spørgsmål uden for deres fag.

Lærerne blander sig i vores gruppearbejde hvis de mener at der er problemer (fx med samarbejdet eller med opgaven)

Vi får idéer til hvordan man arbejder med problemstillinger og projekter

Vi lærer at formulere naturfaglige problemstillinger med arbejdsspørgsmål fra de tre naturfag

Lærerne giver feedback undervejs i arbejdet

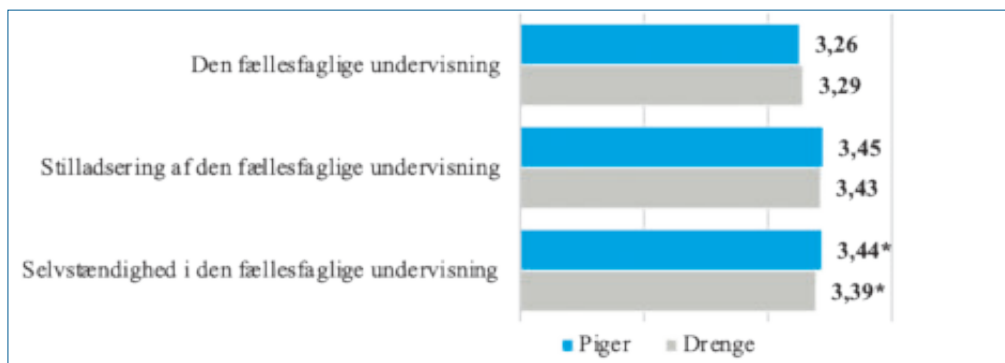
Selvstændighed i den fællesfaglige undervisning

Vi arbejder med problemstillinger som vi selv har valgt

I timerne er der meget man skal finde ud af på egen hånd*

Note: Eleverne har i alle spørgsmål svaret på en skala fra 1 til 5 hvor 1 er "Aldrig", 2 er "Sjældent", 3 er "Af og til", 4 er "Ofte", og 5 er "Altid". Spørgsmål markeret med * er negativt formulerede spørgsmål, og deres skalaer er derfor vendt om i indekset.

Tabel 5. Oversigt over undervisningsindeks



Note: N=7.420. Stjernen angiver en statistisk signifikant forskel ($p < 0,05$) mellem drenge og piger. Eleverne har svaret på en skala fra 1 til 5 hvor 1 er "Aldrig", 2 er "Sjældent", 3 er "Af og til", 4 er "Ofte", og 5 er "Altid". De tre indeks er præsenteret i metodeafsnittet. Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt 9. klasseelever i 2019.

Figur 3. Pigers og drenges oplevelse af den fællesfaglige undervisning

Figuren ovenfor viser at pigerne og drengene generelt har den samme oplevelse af den fællesfaglige undervisning (fx om de arbejder med både teoretiske og praktiske problemstillinger, og om de arbejder med elevforsøg og egne undersøgelser) og stilladseringen af den fællesfaglige undervisning (fx om lærerne blander sig i elevernes gruppearbejde hvis de mener at der er problemer). Der er en signifikant forskel i elevernes oplevelse af selvstændighed i den fællesfaglige undervisning hvor pigerne fx oftere oplever at der i timerne er meget man skal finde ud af på egen hånd. Forskellen er dog for lille til at være interessant. Der er således ikke noget som tyder på at karakterforskellen mellem drenge og piger er et udtryk for deres oplevelse af den fællesfaglige undervisning.

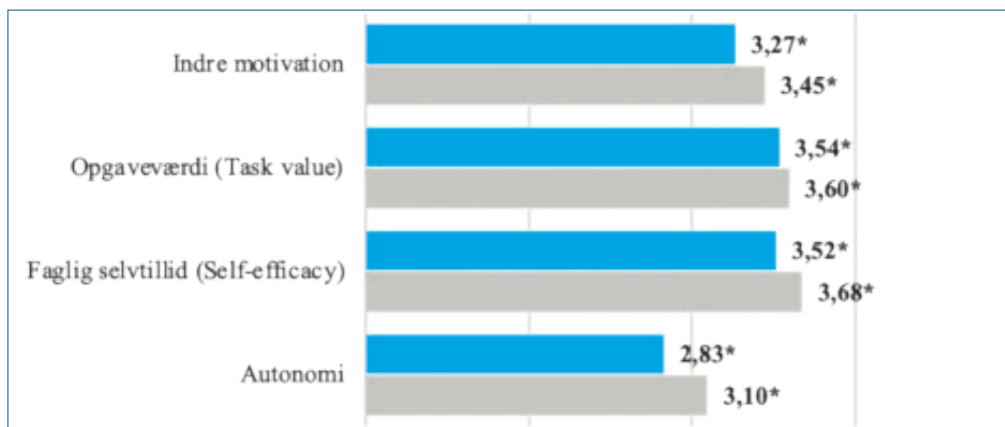
Før vi helt udelukker at oplevelsen af den fællesfaglige undervisning kan have betydning, er der dog en ekstra analyse som fortjener omtale. I spørgeskemaet til eleverne har vi både stillet spørgsmål til elevernes oplevelse af den faktiske undervisning og til deres ønsker for den fællesfaglige undervisning. Her ser vi helt konsekvent på både indeks og enkeltspørgsmål at den faktiske undervisning i mindre grad lever op til pigernes ideale forestillinger end til drengenes. Godt nok ved vi ikke hvilken betydning disse diskrepanser mellem faktisk og ideal undervisning tillægges af pigerne, men umiddelbart ville man anse pigerne for at være mest frustrerede og dermed mindst motiverede for fællesfaglig undervisning og læring. Dette afspejles imidlertid ikke i forbindelse med hverken prøven eller i deres prøvekarakterer. Der er åbenlyst brug for at blive klogere på elevernes undervisningsrettede motivation, hvilket undersøges i næste afsnit.

Drenges og pigers motivation for naturfag i grundskolen

Som tidligere beskrevet peger forskningslitteratur på motivationsmekanismer som forklaring på at pigerne stikker af, og drengene sakker bagud i folkeskolen (Voyer & Voyer, 2014; Stolk et al., 2018). I forlængelse heraf har vi undersøgt i hvilken udstrækning de to køn oplever at centrale motivationsfaktorer er til stede i deres naturfaglige undervisning (se figur 4, indeks fra tabel 4).

Her må vi konstatere at drengene fremstår signifikant mere indre motiverede end pigerne, og det kommer konsistent til udtryk på alle vores motivationsmæssige faktorer: indre motivation, opgaveværdi, faglig selvtillid og autonomi. Drengene anser i højere grad end piger den naturfaglige undervisning som nyttig og vigtig, de har større tillid til at de kan finde ud af de faglige udfordringer, og de oplever at have indflydelse på hvad der sker i undervisningen. Ovenfor har vi redegjort for de to køns oplevelse af den fællesfaglige undervisning og deres motivation for den naturfaglige undervisning i bredere forstand. Ud fra gængse forestillinger om sammenhængen mellem motivation og læring peger analysen af elevernes oplevelse af den fællesfaglige undervisning og motivation for naturfagenes undervisning på at drengene

snarere burde rykke fra pigerne end omvendt. Sammenhængen mellem karakterer og affektive variable undersøges konkret i det følgende.



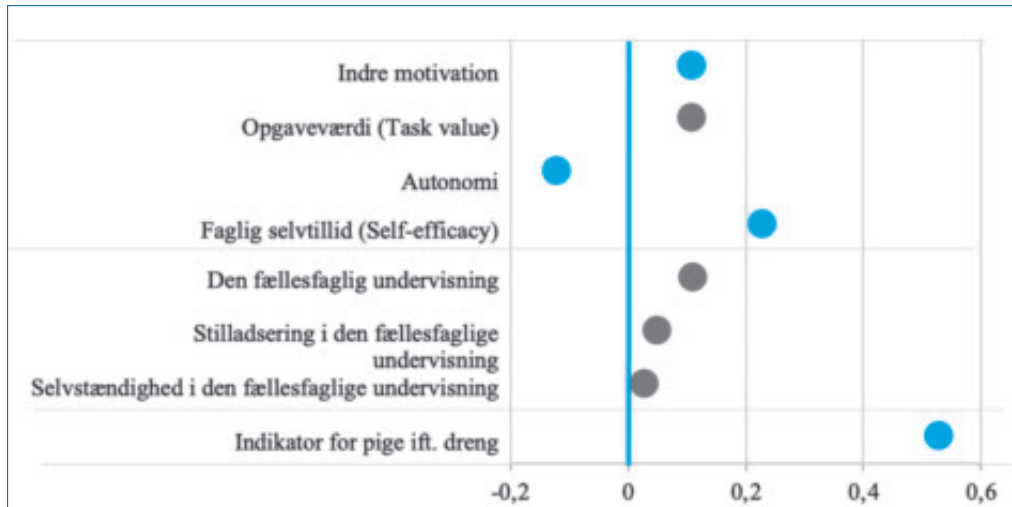
Note: N=7.420. Stjernen angiver en statistisk signifikant forskel ($p < 0,05$) mellem drenge og piger. Eleverne har svaret på en skala fra 1 til 5 hvor 1 er "Uenig", og 5 er "Enig". Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt elever i 9. klasse i 2019.

Figur 4. Pigers og drenges indre motivation, opgaveværdi, faglig selvtillid og autonomi

Forskningsspørgsmål 2. I hvilken udstrækning forklarer drenges og pigers forskellige oplevelse af den fællesfaglige undervisning og deres naturfaglige motivation gabet i deres karakterer? Hvilket behov er der for andre forklaringsmodeller?

I dette afsnit undersøger vi mere håndfast sammenhængen mellem oplevelsen af den fællesfaglige undervisning, elevernes motivation og deres faktiske prøvekarakterer. For at foretage analysen har vi samkørt vores egne surveydata fra 2017- og 2018-undersøgelserne på individniveau med registerdata fra Danmarks Statistik. Analyseresultatet er en lineær regressionsmodel hvor der er kontrolleret for en lang række elevkarakteristika som kan have betydning for elevens prøvekarakter (fx elevernes generelle faglige niveau, elevernes socioøkonomiske baggrund og forskellige demografiske karakteristika). Regressionskoefficienterne for hvert af de standardiserede indeks fremgår af figur 5 hvor blå farve indikerer at koefficienten er signifikant forskellig fra nul. Størrelsen af den pågældende koefficient aflæses på x-aksen og fortæller hvor meget det pågældende indeks betyder for karakteren.

Som det fremgår af de grå cirkler i figuren, er der ikke en statistisk signifikant sammenhæng mellem elevernes oplevelse af den fællesfaglige undervisning og elevernes karakter til den fælles prøve i fysik/kemi, geografi og biologi. Det gælder uanset hvilket indeks for elevernes oplevelse af den fællesfaglige undervisning man ser på. Dvs. at der ikke er tegn på at den fællesfaglige undervisning direkte spiller ind på prøvekarakteren.



Note: $N=13.748$. Koefficienterne viser sammenhængen mellem indekset og prøvekarakteren på 7-trinsskalaen. De blå cirkler angiver en statistisk signifikant sammenhæng ($p < 0,05$) mellem de forskellige indeks og prøvekarakteren. De grå cirkler indikerer ikkestatistisk signifikante sammenhænge mellem de forskellige indeks og prøvekarakteren. Resultaterne er robuste ved ikke-lineære regressionsmodeller og ved trinvis inklusion af kontrolvariable. Koefficienterne er estimeret ved en lineær regressionsmodel (OLS) med robuste standardfejl.

Figur 5. Sammenhængen mellem elevernes karakterer til den fælles prøve og elevernes motivation for naturfag samt oplevelse af den fællesfaglige undervisning

Figuren indikerer samtidig at prøvekarakteren i et moderat, men signifikant omfang medieres af forskellige motivationsfaktorer, først og fremmest indre motivation samt elevernes faglige selvtilid (self-efficacy). Da drengene imidlertid (jf. figur 4) scorede højest på begge disse indeks, burde der her ligge en (mindre) karakterfordel for drengene. Figuren viser samtidig at der er en lille negativ, omend statistisk signifikant sammenhæng mellem elevernes oplevelse af autonomi i undervisningen og deres karakterer til den fælles prøve i fysik/kemi, geografi og biologi. Drengene havde også (jf. figur 4) højest vurdering af autonomi i undervisningen hvilket i henhold til regressionsmodellen burde koste lidt på deres karakterer. De motivationsmæssige faktorer synes med andre ord at have modsatrettede indvirkninger på elevernes karakterer og tenderer til at udligne hinanden.

Vi nærmer os således en konklusion om at oplevelsen af at undervisningsrettede faktorer (oplevelsen af fællesfaglig undervisning og motivationelle faktorer) *ikke* kan forklare at pigerne stikker af fra drengene i deres faglige præstationer til den fælles prøve. Konklusionen forstærkes i særdeleshed af den mest markante blå prik 'indikator for pige i forhold til dreng' i figur 5, som angiver hvor stor en del af kønsforskellen i karakterer som de andre faktorer *ikke* kan forklare. *Den altovervejende del af karakterforskellen kan ikke henføres til undervisningen så langt som vi har indikatorer for den.*

Med denne konklusion på vores oprindelige forskningsspørgsmål må vi konstatere at der er behov for at afsøge andre forklaringsmodeller for den observerede kønsbias. Modeller som inddrager den sidste prøveforberedende periode og/eller selve prøven, og som i øvrigt trækker på den viden om potentielle kønsbias der bliver omtalt i denne artikels teori-afsnit. Dette vil blive taget op i det følgende afsnit.

Diskussion og implikationer

I dette diskussionsafsnit drister vi os til både at fremsætte hypoteser og mere usædvanligt til også at give egne empiriske tilløb til belæg for hvor langt vi tror at de kan bidrage til at forklare karakterforskellen efter 2017. Hypoteserne knytter sig til den sidste prøveforberedende periode (tidsmæssigt efter vores survey) og/eller selve prøven. Blandt de mange mulige hypoteser har vi valgt at udfolde de af forskningslitteraturens bud som vi finder visse empiriske belæg for i vores materiale. Diskussionen er tænkt som en inspiration til medtænkning og angiver retninger for yderligere forskning i feltet.

Hypotese 1: Pigerne får forberedt sig bedre (og klarer sig forholdsvis bedre) fordi deres evne til selvmotivation er bedre, og/eller fordi de anlægger en proaktiv opgavestrategi (jf. Zimmerman et al., 2009).

Vi har ikke spurgt direkte til elevernes indsats i den prøveforberedende periode, men vi har spurgt til elevernes præ- og post-oplevelse af at være godt forberedte til prøven. Her føler både drenge og piger sig mindre godt forberedte ved indgangen til det prøveforberedende arbejde end de gør i deres refleksion efter prøven (og bedømmelsen).



Note: N=2.469. Stjernen angiver en statistisk signifikant forskel ($p < 0,05$) mellem drenge og piger. Eleverne har svaret på en skala fra 1 til 5 hvor 1 er "Uenig", 2 er "Delvis uenig", 3 er "Ingen holdning", 4 er "Delvis Enig", og 5 er "Enig". Kilde: Spørgeskemaundersøgelse blandt elever 9. klasse i 2019 der har svaret på både del 1 og del 2 af spørgeskemaundersøgelsen.

Figur 6. Elevernes oplevelse af at være forberedt til den fælles prøve i de tre fag

Det interessante er her at mens drengene føler sig signifikant bedst forberedte forud for prøven, forholder det sig omvendt umiddelbart efter prøven. Konkret oplever godt seks ud af 10 piger (62 pct.) efter prøven at de var bedre forberedte end de mente at

være før prøven. Enten har pigerne i optakten urealistisk høje forestillinger om hvor krævende den fælles prøve er, eller også har de tidligt i mellemprioriteten formået at udarbejde en opgaveanalyse og kravsafkodning som gør at de forbereder sig bedre og fremme ved prøven faktisk også klarer sig bedre. I vores kvalitative materiale har vi enkelte beskrivelser som modsvarer dette. Vi observerede bl.a. en pige som udsatte arbejdet med problemstillinger og arbejdsspørgsmål indtil hun havde haft en individuel dialog med læreren om hvad der var fokus på til prøven (Elev-4K, 2019, prøveforberedende fase). En anden pige gjorde sig tidlige overvejelser om brugen af kendte forsøg: *Vi tog ud fra hvad der var interessant, vi kiggede så på hvilke forsøg der var til det vi havde valgt.* Der er tillige lærere som fremhæver at især pigerne up front gør sig proaktive bekymringer om prøven, fx hvorledes de fordeler spørgsmål, taletid og tid til det undersøgende arbejde til selve prøven (G-skole, summary 2019).

Den del af hypotesen som tilskriver pigerne større selvmotivation i Zimmermans tidlige forfase, har vi meget lidt empiri på. Teoretisk kunne man argumentere for at drengenes højere (og tilsyneladende urealistiske) self-efficacy burde motivere dem mest, men i kombination med en mangelfuld opgaveanalyse kan den også få dem til at slippe voldsomt af: "Det klarer vi nemt." Yderligere attribuerer piger hyppigere deres succesoplevelser til indsats end drenge gør (se fx Beyer, 1998). Statistisk er pigerne således mere motiverede for at levere en indsats.

Hypotese 2: Drengene har svært ved at planlægge og kontrollere deres arbejde og læring i den prøveforberedende undervisningstid.

For denne hypotese taler først og fremmest en række lærerudsagn:

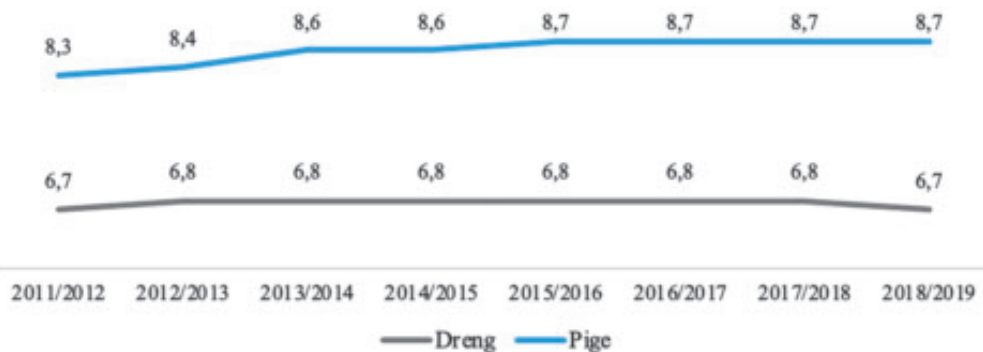
"Piger og drenge er efter min mening lige dygtige. De kan nogenlunde det samme. Men det her med at planlægge ud i fremtiden og få lavet sine ting i rette tid og lave aftaler om at nu skal vi gå derhen og gøre det, det er piger generelt bedre til når de er 15 og 16 år. Meget bedre til. Og denne her prøveform fordrer at de kan det." (Lærer, M-skole).

En anden lærer bruger ord som "selvdisciplin", "selvmotivation", "systematik" som karakteristika ved elever som begunstiges af prøven. (R-skole, 2017).

Vi har også flere observationer fra den prøveforberedende periode som støtter hypotesen om mindre selvkontrol hos drengene, fx hedder det i en observationsnote: *"Tre fjerdedele af eleverne arbejder engageret, selvstyret og ganske målrettet hen imod prøven. "Restgruppen" er alle drenge."*

Vi ser også hyppigere piger søge prøverettet hjælp ("help-seeking") hos læreren end drenge. Hvis dette gøres målrettet, er dette et effektivt element i en elevs selvregulerede læring.

Hvis der er noget om at drengene har det svært med planlægning og kontrol over en længerevarende selvstændig læringsproces, burde dette slå igennem i tilsvarende arbejder, fx i den obligatoriske projektopgave i folkeskolen. Projektopgaven gennemføres nemlig over fem hele dage, og eleverne formulerer også her problemstillinger og faglige arbejdsopgaver. Bedømmelsen går både på produkt, proces og prøveperformance. Som det fremgår af den kønsopdelte analyse af elevernes karakterer i projektopgaven (figur 7), finder man også her at drengene underpræsterer stort og stigende i forhold til pigerne.



Kilde: Uddannelsesstatistik.dk. Note: Gennemsnittet indeholder alle elever med en karakter i den obligatoriske projektopgave i folkeskolens 9. klasse i det givne skoleår.

Figur 7. Gennemsnitlig karakter i den obligatoriske projektopgave i folkeskolen

Meget taler således for at væsentlige dele af problemet handler om planlægning og kontrol. Hvorfor pigerne i 9. klasse skulle have nemmere ved netop disse ting, er underbelyst, men det kan potentielt have noget med pigernes tidligere generelle kognitive modning at gøre (se fx Lenroot & Giedd, 2010).

Hypotese 3: Drengene er dårligere til at begå sig i selve prøveformatet – håndtere samarbejde/tidsdeling, strategisk medbringe præfabrikata og hjælpemidler m.m.

Vores analyse af åbne elevresponser efter prøven viser at langt færre drenge end piger taler om prøven som en god, fed eller behagelig prøveform. Konkret siger en dreng om prøveformatet: "Eksamen er bygget op på at vi skal lave nogle forsøg og så perspektivere derudfra. Det kan godt være lidt svært." Dette tyder på en vanskelighed med at håndtere de mere abstrakte af vurderingskriterierne for prøveformen.

Vi har observeret at elevgrupper som ikke er direkte i dialog med lærer og censor under selve prøven, er mere optagede af at følge med i andre gruppers prøve end af at arbejde med deres egen problemstilling og arbejdsopgaver. I Zimmerman-termer

er det dårlig tidsstyring. Både drenge- og pige grupper udviser en sådan adfærd, men tendensen i vores data er at drenge oftere gør det end piger. Fx hedder det i en observationsnote (E-skole, 2017): *“Tre drenge havde i perioder svært ved at holde koncentrationen om et fælles problem. Det resulterede i at en dreng ofte sad og kiggede ud i luften, mens tre piger aftalte at lave forskellige opgaver og koordinerede deres arbejde. De var gode til at udnytte at de var tre personer i forbindelse med problemløsninger.”* Pige gruppens gode opgavestrategier bemærkes af lærer og censor i deres prøvedebriefing. *“De disponerer, svarer på de ekstra spørgsmål, og de er gode til at fordele rollerne.”*

Samarbejdet i en prøvegruppe er af største betydning for elevernes udbytte. Samarbejdsproblemer kan i Zimmerman-termer ses som utilstrækkelige opgavestrategier. De fleste observerede prøve grupper har faktisk arbejdet fint sammen, men også her er optegnelserne til fordel for pigerne, fx hedder det i en observationsnote (S-skole, 2017, prøve): *“Pige grupperne afspejler at de har arbejdet tæt sammen, tremands-drenggruppen har arbejdet sammen – dog med en førende person, resten af grupperne går op individuelt eller kører parallelt til prøven.”*

Hypotese 4: Lærerbias – underviserne har forskellige forventninger til drenge og piger, stilladserer dem forskelligt – og bedømmer dem måske endda lidt forskelligt?

Som vi allerede har set ovenfor, anser lærerne i almindelighed drengene for lige så dygtige som pigerne, men forventer også (jf. diskussionen om “stereotype threat”) at mange drenge er mindre strukturerede i selvstændigt arbejde. Vores lærerinterviews indikerer at dette er en typisk erfaring, hvilket nemt smitter af på de fremadrettede forventninger.

Det kan fx komme til udtryk gennem forskellige stilladseringer. Vi har fx observeret at nogle drengegrupper får meget instruerende hjælp til at formulere deres problemstillinger og deres arbejdsspørgsmål af lærere, hvor nogle pige grupper i samme klasse får dialogisk sparring på deres arbejde med problemformulering (G-skole, 2019, prøveforberedende periode). Vi har ikke registreret tilsvarende overbevisende tilfælde af det modsatte.

Under en af de observerede prøver udviste censor en udpræget hjælpeadfærd over for en gruppe med tre piger – noget som ikke er observeret over for nogen af drengegrupperne.

Hvad angår selve bedømmelsen, er der en tendens til begunstiging af piger i de mere diskutabile tilfælde vi har overværet. Fx har vi på en enkelt skole observeret to prøve grupper (en ren pige gruppe og en blandet gruppe) hvor pigerne blev umådelig velvilligt bedømt. Samme sted blev en dreng med stærk undersøgelseskompetence (og mindre stærk teoretisk formåen) karaktermæssigt bortdømt hvilket også skete for en dreng som trak hele læsset i en blandet gruppe (M-skole, 2019, prøve).

Vores empiriske materiale her er ikke stort nok til på nogen måde at blive generaliseret, men det rejser spørgsmålet om hvorvidt naturfagslærerne i dagens grundskole har udviklet en erfaringsfunderet bias til pigernes fordel.

Opsummering og implikationer for praksis

Vi har i denne artikel søgt at afklare hvorfor pigerne rykker fra drengene i karakterer ved den nye fælles prøve i naturfag. I første omgang har vi undersøgt om den relative karakterforskel kan føres tilbage til oplevelsen af og motivation for fællesfaglig og naturfaglig undervisning i almindelighed. Analyserne peger konsekvent på at drengene burde være de mest motiverede for naturfagsundervisningen og kunne forventes at opnå størst læringsudbytte. Væsentligt har de størst faglig selvtilid og oplever størst opgaveværdi samtidig med at de kun ser en mindre forskel mellem den naturfagsundervisning de møder, og deres ønsker for undervisningen. Vores afsluttende lineære regression hviler på et omfattende datagrundlag og indeks som er opbygget af responser på en række motivationsmæssige og undervisningsmæssige spørgsmål. Med forbehold for at vores indeks jo ikke er altfavnende, godtgør regressionsanalysen at *forklaringen på karakterforskellen skal findes andetsteds*.

Efterfølgende har vi diskuteret forskellige potentielle forklaringsmodeller som knytter sig til den specifikt prøveforberedende periode og til selve prøven. Det fællesfaglige prøveformat forudsætter en høj grad af selvregulering af eleverne i begge tilfælde. Derfor har vi med afsæt i Zimmermans self-regulation theory gennemført vores kvalitative empiri for evt. belæg for kønsforskelle. Her er belæggene mindre stærke, men indikationer taler for at (nogle) drenge falder bagud på indledende opgaveanalyse, planlægning, selvobservation og løbende kontrol.

Før vi taler om undervisningsmæssige implikationer, bør vi rimeligvis begrunde at vi i udgangspunktet anser det for et problem der kræver opmærksomhed, at pigerne i den grad rykker fra drengene karaktermæssigt. Er dette nødvendigvis et problem når følgeforskningen samtidig viser at man er lykkedes med at indføre en fællesfaglig undervisning i udskoling som er både omverdensorienteret og kompetencerettet, og som elever af begge køn oplever positivt? At der er udviklet en prøve som er maksimalt alignet med intentionerne for denne fællesfaglige undervisning? At drengene ser ud til at klare sig mindst lige så godt som tidligere til denne prøve mens pigerne samtidig shiner i hidtil uset grad? Her er vores position i tråd med Krogh & Dolin (Krogh & Dolin, 2011), som underkastede PISA-testen en kritisk validering og i deres konklusion pointerede at *“Valget af testformat tilgodeser/diskriminerer på signifikant vis bestemte elevgrupper”* (p. 88). Både som fagdidaktisk felt og som testudviklere bør man være opmærksom på indbyggede uligheder i et prøvesetup. Ikke at man nødvendigvis skal fravælge det hvis det i øvrigt modsvarer prioriterede mål i uddannelsessystemet, men så man med supplerende prøveformer og/eller indsatser kan sikre den størst mulige

chancelighed i uddannelsessystemet. Hvis der fx er noget om at drengenes dårligere planlægning og kontrol i den prøveforberedende fase skyldes senere kognitiv modning, introducerer den valgte prøveform en kønsspecifik chanceulighed som *i det mindste* må have konsekvenser for den prøveforberedende praksis.

Hver af de omtalte forklarende hypoteser åbner for indsatser og implikationer:

Hvis problemet er at drengene har det svært med hensigtsmæssige opgavestrategier og planlægning, burde man tidligere og mere systematisk give dem øvebaner, træning og støtte til netop disse aspekter. Fra projektets følgeforskning ved vi at mange elever først får væsentlige frihedsgrader i det fællesfaglige arbejde fra 9. klasse, så der er reelle muligheder for tidligere træningsindsatser. Følgeforskningen har også vist at lærerne mange steder lykkes med målrettede indsatser og stilladsering af elevernes arbejde med at formulere problemstillinger og tilhørende faglige arbejdsspørgsmål. Her vil det være relevant med tilsvarende målrettede indsatser for elevernes arbejde med at udarbejde en plan for deres arbejde i den prøveforberedende periode. Man kunne fx vise dem eksempler på "gode planer" hvoraf det fremgik at det prøverettede arbejde var nedbrudt i delkomponenter med datoer for passende milepæle, med erkendte videnbehov og en tydelig arbejdsdeling. Herefter kunne eleverne lave og give respons på hinandens udkast til tilsvarende planer for deres næste fællesfaglige forløb. Undervejs i dette forløb skulle vejledningen ikke kun gå på den aktuelle problemstilling og den fællesfaglige problemløsning, men også på hvorledes det går med at efterleve planen, om den evt. skal justeres osv., så eleverne (og i særdeleshed drengene) støttes i at reflektere over deres arbejdsproces og gradvist etablerer opgavekontrol.

For yderligere at skærpe dette aspekt bør eleverne have værktøjer til kvik og løbende procesevaluering – og træning i at bruge dem i relevante grupper. Fx et proces-tjekskema med det overordnede spørgsmål: *Hvordan vurderer du jeres arbejdsproces i den seneste time?* Under dette fem underdimensioner som går på kritiske aspekter (opgaverettede: Holdt I jer på sporet, nåede I det I ville? hhv. procesrettede: Blev alles idéer hørt? Hvordan oplevede I samarbejds klimaet? Var I engagerede, og blev arbejdet rimeligt fordelt?). Ved regelmæssigt at rate og tale om deres ratings vil eleverne metakognitivt udvikle styrket kontrol over prøvereleverende gruppeprocesser.

Man kan tilsvarende udvikle drengenes prøveadfærd ved at eksplicite "tegn på god prøveadfærd" enten ved at vise én af de få suboptimale videoer der findes om dette, eller ved at brainstorme og diskutere i klassen – igen i så god tid at der gives træningsmuligheder for drengene. Fokus kunne med fordel være på hvilke typer af artefakter man med fordel medbringer, hvordan man bedst bruger tiden undervejs, hvad det vil sige at vise naturfaglige kompetencer, hvordan man konkluderer på en fællesfaglig problemstilling osv.

Endelig er der indikationer af at der *kan* være en vis lærerbias til drengenes ugunst. En stor del af de undervisere som vi har interviewet, har klare forestillinger

om at drengene har svært ved at håndtere den mere selvstændige arbejdsproces. Sikkert som udtryk for specifikke erfaringer. Risikoen er at disse specifikke erfaringer udvikler sig til stereotype forestillinger som indvirker negativt på undervisernes møde med næste drengegruppe. Så aktiveres den "negative threat"-mekanisme, som fylder i tidens forskningslitteratur om drenge der underpræsterer i skolen (se fx Hartley & Sutton, 2013). I det omfang vores observationer af fællesfaglig vejledning, øvrige lærer-/elevinteraktioner i forbindelse med prøveafviklingen og karaktertildelingen har almen gyldighed, er det afgørende for praksis at underviserne bliver opmærksomme på sådanne biasmekanismer hos sig selv og får efteruddannelse som gør det muligt at håndtere køns- og inklusionsaspekter af naturfag. I 1980'erne, da den omvendte problemstilling gjorde sig gældende for piger i fysik, udarbejdede man fra officielt hold efteruddannelseskurser for at tackle problemet. Med risiko for at stigmatisere drengene er tiden måske til at gøre noget i samme stil for dem.

Alle de omtalte implikationer tager udgangspunkt i vores analyse af den eksisterende fællesfaglige prøve. I princippet er det selvfølgelig også en mulighed at man forskningsmæssigt justerer eller forandrer prøvekonceptet med øje for chancelighed. To af denne artikels forfattere har faktisk udviklet og pilotafprøvet et alternativt fællesfagligt prøvekoncept hvor prøven afvikles uden forberedelsesperiode i klasseværelset over to timer. Vi forventer at kunne deklarerer dette prøvekoncept og fremlægge pilotresultater i et af de nærmeste MONA-numre.

Referencer

- Beyer, S. (1998). Gender differences in causal attributions by college students of performance on course examinations. *Current Psychology*, 17, 346-358.
- Creswell, J.W.;Clark, V. L. P. (2010). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Sage Publications.
- Deci, E., & Ryan, R. M. (2002). *Handbook of Self-Determination Research* (E. Deci & R. M. Ryan (eds.)). University of Rochester Press.
- Hartley, B.L.;Sutton, M. S. (2013). A Stereotype Threat Account of Boys' Academic Underachievement. *Child Development*, 84(5), 1716-1733.
- Krogh, L.B.;Andersen, H. M. (2020). Motivation. In H. S. Dolin, J.;Ingerslev, G.H.;Jørgensen (Ed.), *Gymnasiepædagogik – en grundbog* (4. udgave, pp. 250-267). Hans Reitzels Forlag.
- Krogh, L. B. (2006). "Cultural Border Crossings" within the physics classroom – a cultural perspective on youth attitudes towards physics. Steno Department for Studies of Science and Science Education (In Danish).
- Krogh, L. B., & Dolin, J. (2011). *PISA 2006 Science testen og danske elever naturfaglige formåen – Hvad siger PISA science om danske elever naturfaglige kompetencer – og hvad siger den ikke?* (IND's Skriftserie Nr. 23/2011, Vol. 3). Institut for Naturfagenes Didaktik.

- Lenroot, R.K.;Giedd, J. N. (2010). Sex differences in the adolescent brain. *Brain and Cognition*, 72(1), 46-55.
- Martin, A. J. (2004). School motivation of boys and girls: Differences of degree, differences of kind, or both? *Australian Journal of Psychology*, 56(3), 133 – 146.
- Rambøll, VIA;& KP. (2020). *Indførelse af den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning for elevernes læring og motivation*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/publikationer/2020/juni/200616-statusrapport-endelig-juni2020.pdf>.
- Schreiner, C. (2006). *Exploring af ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science – seen as signs of late modern identities*. Faculty of Education, University of Oslo.
- Stolk, J.D.;Zastavker, Y.V.;Gross, M. (2018). Gender, motivation, and pedagogy in the STEM classroom: A quantitative characterization. *Paper Presented at the Annual ASEE Conference, June 2018*.
- VIVE, Christensen, V. T. et al. (2019). *PISA 2018 – Danske unge i en international sammenligning*.
- Voyer, D.;Voyer, S. D. (2014). Gender Differences in Scholastic Achievement: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 140(4), 1174-1204.

English abstract

Girls get far better grades than boys at the interdisciplinary end-examination at Danish compulsory school. The grade difference is markedly larger than in the previous performance-oriented exam in subject physics/chemistry. In this paper we use large-scale survey-data to study whether the increased bias can be ascribed to students' motivation towards aspects of the implemented interdisciplinary teaching. We find that the bias must relate to other factors, e.g. the 4-week period of exam preparation with high degrees of student self-regulated learning, the exam itself, or teacher gender stereotyping. Hypotheses about these are discussed against qualitative data from our research, along with implications for practice.

Undervisning i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag



Martin K. Sillasen, VIA University College



Keld Nielsen, tidl. Aarhus Universitet

Abstract: Denne artikel rapporterer et forskningsprojekt, som undersøger, hvordan man kan undervise i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag med inspiration fra den amerikanske rapport "Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology" (ITEA, 2007). Et minikursus i teknologisk dannelse blev udviklet og afprøvet sammen med et hold fysik/kemilærerstudierende. Deres udbytter er blevet afdækket ved en analyse af studieprodukter samt besvarelse af post-refleksive, åbne spørgsmål. De lærerstudierende blev mere bevidste om, at det er betydningsfuldt for elevers teknologiske dannelse, at der arbejdes med både teknologiens funktionalitet og dens meta-aspekter i naturfagsundervisningen.

Indledning

"Det er ikke kun den digitale teknologiforståelse der skal arbejdes med. Det er tydeligt for mig at det kræver en god portion indsigt at forstå de teknologier vi er omgivet af. Teknologien har betydning for en lang række ting i vores samfund: demokrati, økonomisk lighed/ulighed, sundhed og klima." (Lærerstudierende efter deltagelse i minikursus om teknologi, teknologiforståelse og teknologisk dannelse i april 2020).

Dette er den tredje artikel om teknologiundervisning i relation til naturfag i grundskolen og læreruddannelsen. De to foregående artikler er Nielsen & Sillasen, 2020a; 2020b. Formålet med artiklerne er dels at starte en diskussion om teknologisk dannelse i skolens naturfagsundervisning, dels – i nærværende artikel – at give et eksempel på hvordan man kan sammensætte et kursus der direkte er inspireret af de mål vi opstillede i Nielsen & Sillasen (2020b), og som gentages i tabel 1 i denne artikel.

Målene i tabel 1 er hentet fra den amerikanske rapport “*Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology*” (ITEA, 2007), som vi herefter omtaler som STL-rapporten. I Nielsen & Sillasen (2020b) argumenterer vi for at disse STL-mål er det mest anvendelige bud der indtil nu er formuleret, som fastlægger et indhold i teknologisk dannende undervisning. Vi argumenterer endvidere for at en dannende teknologiundervisning bør baseres på en bred forståelse af teknologibegrebet.

Desuden bør undervisningen rumme både elementer rettet mod forståelse af teknologiers funktionalitet (Hvordan fungerer dette stykke teknologi? Hvilke opgaver løser det? Hvad er det lavet af? Hvordan fremstilles det?) og elementer rettet mod teknologiens betydning (Dakers, 2011), dvs. metaforståelser af teknologiens rolle i samfundet (Hvorfor bruger vi denne teknologi? Hvor kom den fra? Hvordan ændrer den vore liv og vores sociale relationer?) samt den rolle samfundet spiller for den teknologiske udviklings retning og karakter (Hvordan regulerer man brug af teknologi? Kan man undgå de uønskede effekter? Hvordan fremmer man udviklingen af visse typer af teknologi?).

Det centrale begreb i STL-rapporten er det engelske “technological literacy”. Rapporten lægger vægt på at et endemål for undervisningen er at eleverne bliver rustet til at være borgere i et samfund hvor teknologi fylder mere og mere. Det gælder om – gennem undervisningen – at forøge chancerne for at de fremtidige borgere medvirker til at “[samfundsmæssige, demokratiske] beslutninger om brug af teknologi bliver taget rationelt og ansvarligt” (ITEA, 2007, s. 2). Vi har derfor valgt at oversætte technological literacy til teknologisk dannelse, vel vidende at det europæiske kontinentale dannelsesbegreb omfatter sider af fx elevernes personlige udvikling som ikke indgår i det angelsaksiske literacy-begreb. Tilsvarende problemer dukker op når man prøver at oversætte “scientific literacy” til dansk.

I sin kommentar i dette nummer til vores artikel om teknologisk dannelse (Nielsen & Sillasen, 2020b) peger Daugbjerg (2021) helt korrekt på at vores brug af termen dannelse ikke følger den danske tradition med at anskue dannelse i et holistisk perspektiv som ikke kun fokuserer på dannelse af borgere til demokrati og kritisk stillingtagen til samfundsmæssige problemstillinger, men også omfatter individets muligheder for personlig og åndelig udvikling. Men for at lægge op til en konkret diskussion om begrebet teknologisk dannelse har vi altså i første omgang valgt at se bort fra disse forskelle. Vi glæder os over at Daugbjerg finder at der indholdsmæssigt er en god overensstemmelse mellem vores oplæg til definition af teknologisk dannelse og det holistiske-folkeoplysende dannelsesideal, han gør sig til talsmand for.

Motivationen til at skrive de tre artikler opstod i foråret 2020 fordi Forfatter 1 i forbindelse med et hold fysik-/kemilærerstuderendes arbejde med engineering blev opmærksom på at der manglede et didaktisk sprog til at begrunde og rammesætte hvorfor det er en god idé at arbejde med engineering i relation til globale udfordringer,

som bl.a. udtrykkes i Verdensmålene (FN, 2015). Efter nogle diskussioner med Forfatter 2 indledtes et samarbejde om at udvikle et minikursus om teknologi i relation til engineering. Lige fra starten var det indlysende at både engineeringaktiviteterne og det efterfølgende teknologikursus skulle italesættes inden for rammerne af en STEM-dagsorden. Dels fordi vi mener at STEM generelt kan sætte rammene for den fremtidige udvikling af naturfagene, deres forhold til hinanden og til andre fag, dels fordi E'et allerede har en plads i STEM, samtidig med at STEM gør det muligt at tale om T'et på en ny og mere omfattende måde. Forholdet mellem engineering og teknologi i STEM og hvordan T'et kan opfattes som en udvidelse af E'et der rækker ud mod de store teknologiske udfordringer menneskeheden står overfor, er der gjort rede for i Nielsen & Sillasen (2020b).

Det forskningsspørgsmål som vi søgte at besvare i forbindelse med udviklingen af kurset, er: *Kan man lave meningsfuld, dannende teknologiundervisning i læreruddannelsens naturfag med udgangspunkt i STL-rapportens beskrivelse af "technological literacy"?* I forlængelse heraf brugte vi følgende spørgsmål til at guide planlægningen af kurset og den efterfølgende analyse af de studerendes studieprodukter og deres kvalitative svar på en række spørgsmål vedrørende deres udbytte af kurset:

1. Hvilke erfaringer fra internationale studier om lærerstuderendes opfattelser og holdninger til STEM-integreret undervisning kan bruges til at designe et minikursus i teknologi?
2. Kan STL-rapportens syv mål (tabel 1) relateres til målene for minikurset, som de er fastlagt i læreruddannelsens studieordning (tabel 2)?
3. Kan kursets indhold bredes ud til at omfatte alle STL-målene?
4. Hvilke tegn på de studerendes læring kan registreres i forbindelse med STL-målene?
5. Giver minikurset grund til at tro at STL-målene kan bringes til at fungere i en dansk uddannelseskontekst?

Målene fra STL-rapporten

De mål for en teknologisk dannende undervisning i teknologi vi har uddraget af STL-rapporten, er gengivet i tabel 1.

Overordnede teknologiske mål fra STL-rapporten	De syv STL-mål (teknologiske mål fra STL-rapporten)
Eleverne udvikler indsigt i The Nature of Technology (NOT). Det omfatter at de får viden om:	1. Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi
	2. Teknologiske kernebegreber
	3. Forholdet mellem forskellige teknologier og mellem teknologi og andre aktiviteter
Eleverne udvikler indsigt i forholdet mellem teknologi og samfund. Det omfatter at de lærer om:	4. De kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi
	5. Teknologiens effekter på miljøet
	6. Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi
	7. Teknologiens indflydelse på historien

Tabel 1. Oversigt over mål der kan støtte elevernes udvikling af teknologisk dannelse. Målene er citeret fra STL-rapporten (ITEA, 2007). (Vores oversættelse). Se også Nielsen & Sillasen, 2020b.

Nogle hovedsynspunkter fra de to første artikler (Nielsen & Sillasen, 2020a; 2020b) med relation til disse mål er:

For det første at Børne- og Undervisningsministeriet bør tage brugen af ordet “teknologi” op til revision for at sikre at dets betydning beskrives tydeligere, og at brugen af det bliver mere konsistent fra fag til fag. Det gælder både i grundskolens naturfag og i det nye forsøgsfag, der er rettet mod digital teknologi (Se (Teknologiforståelse, ikke dateret)).

For det andet at det er muligt at formulere et konsistent og bredt anvendeligt teknologibegreb i naturfagene samt at opstille en række læringsmål for en mere dannende teknologiundervisning som supplerer de nuværende fælles naturfagsmål, hvoraf mange allerede er rettet mod teknologi.

For det tredje at hvis man ser samlet på læringsmålene i de fire danske naturfag i grundskolen der er rettet mod teknologi (Se tabel 2 i Nielsen & Sillasen, 2020b), og holder dem op mod STL-målene fra tabel 1 ovenfor, fremgår det at der ingen modsætning er mellem de danske læringsmål og STL-målene.

Derudover udviser de danske læringsmål en række tydelige mangler sammenlignet med STL-målene. Det skyldes især at omtalen af teknologi i forbindelse med grundskolens naturfag ikke udspringer af en samlet vision som kan give eleverne en overordnet forståelse af hvad teknologi er for et fænomen, og hvorledes man reflekterer over det (Nielsen & Sillasen, 2020a). Dette indtryk af mangelfuldhed bekræftes af at det vigtige

mål om at eleverne skal have kendskab til "teknologiske kernebegreber" (STL-mål nr. 2), er helt fraværende i de danske naturfaglige læringsmål. Indtrykket forstærkes yderligere af at følgende STL-mål er svagt repræsenterede i de danske læringsmål:

- "Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi" (STL-mål 1)
- "De kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi" (STL-mål 4)
- "Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi" (STL-mål 6).

Vi bemærker dog at selvom disse STL-mål ikke er stærkt repræsenterede i de danske læringsmål, er det sandsynligt at STL-mål 4 bliver tilgodeset gennem arbejdet med de fællesfaglige fokusområder, der giver vigtige bidrag til elevernes forståelse af hvad teknologi er for et fænomen. Men det fjerner ikke indtrykket af at der er store elementer af tilfældighed i hvad det er for pointer eleverne præsenteres for.

Vores påstand er at netop undervisning som understøtter STL-målene 1, 2, 4 og 6, er essentiel for at bibringe eleverne den metaforståelse af fænomenet teknologi der indgår i grundlaget for at være teknologisk dannet.

Opfattelser af og holdninger til STEM-integreret undervisning

En søgning i ERIC-databasen viste at der inden for de sidste ti år er lavet få internationale studier som forholder sig til lærerstuderendes holdninger til og opfattelser af STEM-integreret undervisning (Berlin & White, 2012; Kurup, Li, Powell, & Brown, 2019; Madden, Beyers, & O'Brien, 2016; Radloff & Guzey, 2016; Ryu, Mentzer, & Knobloch, 2019).

Disse studier – som kun rapporterer lærerstuderendes holdninger til og opfattelser af STEM-integreret undervisning i engelsk og amerikansk undervisningskontekst – viser at de lærerstuderende som deltog i undersøgelserne, generelt har en positiv holdning til at undervise i STEM. Berlin & White (2012) viser i et longitudinelt studie over syv år hvordan et STEM-fagligt etårigt undervisningsprogram på Ohio State University i USA ikke ændrede på de lærerstuderendes generelt positive holdning til værdien af integration af STEM-fagene. Men selvom de lærerstuderende i nogle af studierne kan se værdien af STEM-undervisning, udvikler de generelt ikke en stærk forståelse af hvordan man skal undervise tværfagligt med STEM-fagene (Kurup et al., 2019; Madden et al., 2016). De studerende udviklede fx i Berlin & Whites studie (2019) generelt mindre realistiske forestillinger om kompleksiteten og udfordringerne ved STEM-faglig undervisning.

Flere anbefalinger (se fx Berlin & White, 2012; Kurup et al., 2019; Madden et al., 2016; Radloff & Guzey, 2016; Ryu et al., 2019) peger derfor på at STEM- læreruddannelser bør tilrettelægges så studerende eksponeres for STEM-faglige begreber, processer

og færdigheder der giver dem erfaringer til at kunne tilrettelægge undervisning i STEM-relevante problemstillinger (Pleasants, 2020). Desuden er det kritisk at de studerende trænes i at samarbejde omkring planlægning af STEM-aktiviteter fordi det kan være både tids- og ressourcekrævende at integrere forskellige fagligheder i et STEM-undervisningsforløb. Men træning i undervisningstilrettelægning er ikke nok ifølge (Kurup et al., 2019). Der er også behov for at lærerstuderende får mulighed for at afprøve STEM-undervisningsaktiviteter i praksissituationer som en integreret del af deres læreruddannelser så de opnår undervisningskompetence til at implementere STEM-faglighed og dermed kan udfordre eksisterende skolekulturer og undervisningspraksisser.

Erfaringerne fra disse studier er brugt som inspiration til at designe hvordan lærerstuderende arbejder med teknologisk dannelse i det minikursus i teknologi, teknologiforståelse og teknologisk dannelse som udfoldes i næste afsnit.

Minikursets indhold

I det følgende beskrives minikurset om "Teknologi, teknologiforståelse og teknologisk dannelse" for et hold på 18 lærerstuderende, der er et forsøg på at undervise op mod så mange af STL-målene i tabel 1 som muligt. Det er vores vurdering at minikurset med få modifikationer kan tilpasses teknologiundervisning i tværfaglige moduler såvel som moduler i fx geografi og natur/teknologi.

Hvilke færdigheds- og vidensmål relaterer minikurset til i læreruddannelsens fysik-/kemimodul 2?

Minikurset blev gennemført som en integreret del af fysik-/kemifagets modul 2 på læreruddannelsen: "Elevers læring om energi, teknologi og innovation", hvor det bidrager til opfyldelse af følgende færdigheds- og vidensmål.

Målene indgår ideelt med lige vægt i fysik-/kemifagets modul 2. Men det er vores opfattelse at det hvide målpar er underrepræsenteret i den eksisterende undervisning i forhold til det røde og det gule målpar fordi der er en tradition for at disse sidstnævnte mål står stærkere i naturfagsundervisningen i læreruddannelsen. Hvis vi vil have en STEM-undervisning i læreruddannelsen og grundskolen som er teknologisk dannende jf. Nielsen & Sillasen (2020b), skal der i læreruddannelsessammenhæng arbejdes målrettet med didaktik relateret til det hvide målpar i tabel 2.

Færdighedsmål: <i>Den studerende kan planlægge, gennemføre, evaluere og udvikle fysik-/kemiundervisning ...:</i>	Vidensmål: <i>Den studerende har viden om ...:</i>
som inddrager tværfaglige perspektiver på teknologisk udvikling og teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår.	tværfaglige perspektiver på teknologisk udvikling og teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår.
som inddrager tværfaglige perspektiver på menneskets udnyttelse af naturgrundlaget.	tværfaglige perspektiver på bæredygtig udnyttelse af naturgrundlaget, herunder bæredygtig produktion.
om produktion og teknologi.	produktions- og forædlingsprocesser samt teknologisk udvikling, herunder digital styring.

Tabel 2. Færdigheds- og vidensmål for fysik-/kemifagets modul 2 på læreruddannelsen som inkluderer teknologi (VIA University College, studieordning, 2020).

Minikursets didaktiske design

På basis af litteraturstudiet, overvejelserne om teknologisk dannelse i Nielsen & Sil-lasen (2020b) og tidligere afprøvninger med engineering i læreruddannelsen blev der formuleret et minikursusformat med tre kursusgange a fire lektioner og med studieforberedende aktiviteter til hver kursusgang.

Planlægningen af minikurset gav anledning til en række konkrete didaktiske over-vejelser:

- Med inspiration fra litteraturstudiet skulle minikurset tilrettelægges så de lærer-studerende blev eksponeret for teknologiske begreber, processer og færdigheder der sætter dem i stand til at tilrettelægge en STEM-faglig undervisning (Pleasants, 2020) med fokus på engineering og teknologi. Som det fremgår af kursusindholdet i tabel 3, har vi overført STL-målene – der er opstillet for eleverne i grundskolen – direkte til at være mål for de lærerstuderende i minikurset, vel vidende at der fremover vil være behov for at præcisere mere specifikke teknologiske læringsmål for lærerstuderende.
- Som allerede nævnt skulle minikurset supplere et engineeringkursus hvis fokus var at finde teknologiske løsninger på et “real-world problem” gennem designprocesser, herunder fremstilling af prototyper og iterationer frem mod en acceptabel løsning. Engineeringprocesser er qua deres natur rettet mod teknologisk funktionalitet. Det supplerende minikursus skulle være rettet mod teknologisk betydning hvilket betød at det skulle lægge op til refleksion, herunder sproglig og begrebsmæssig afklaring.

- For at fremme refleksioner med et konkret udgangspunkt rettet mod en eller flere teknologifilosofiske pointer valgte vi at gøre en del af kurset casebaseret. Andre dele af kurset bestod i opgaver der byggede på iagttagelse af omgivelserne, systematisering, fremlæggelse og refleksion. Der blev også plads til en enkelt fiktionsopgave af typen “Beskriv hvad du vil gøre i en situation hvor en essentiel teknologi mangler eller svigter”.
- Det var intentionen at basere størstedelen af kurset på de studerendes egne (gidede) diskussioner, refleksioner og opsamlings. På grund af COVID-19-nedlukningen i april 2020 måtte kurset afvikles virtuelt hvor både vi og de lærerstuderende deltog hjemmefra, hvilket gjorde det vanskeligt – men ikke umuligt – at afvikle livlige diskussioner. Vi skylder de studerende stor tak for deres energiske og koncentrerede deltagelse i en situation hvor virtuel kursusafholdelse var nyt for både dem og os.
- STL-mål 5 “Teknologiens effekter på miljøet” har mange paralleller i de danske naturfagsmål, og undervisning om miljøeffekter og bæredygtighed har en vel-etableret plads i dansk naturfagsundervisning. Af pladshensyn udelod vi derfor undervisning rettet mod det vigtige STL-mål 5 fordi det allerede spiller en stor rolle i grundskolens naturfagsundervisning, og vi vurderede at de lærerstuderende allerede havde mange essentielle kompetencer på dette punkt.

De studerendes forberedelse og studieaktivitet til de enkelte kursusgange er vist i tabel 3 nedenfor. Endvidere vises hvilke STL-mål de forskellige kursusaktiviteter relaterer til.

Der blev således også tid på minikurset til at arbejde med hvordan de studerende i konkrete forløb kan inddrage emner fra kurset i deres undervisning i fysik/kemi, hvilket i et kursus for lærerstuderende er centralt. Men STL-målene i tabel 1 beskæftiger sig – i modsætning til resten af STL-rapporten – ikke direkte med hvordan man underviser i teknologisk dannelse, så umiddelbart kan det se ud som om der her er tale om kursusaktiviteter som ikke rammer nogen af målene i tabel 1. Og dog. Overvejelser om hvordan man konkret underviser i teknologi i et naturfag, fører hurtigt til hvordan forskellige emner fra fagets genstandsområde kan præsenteres så deres sammenhæng tydeliggøres i undervisningen. Derfor viste det sig at konkrete overvejelser i forbindelse med undervisning blev relateret til STL-mål 3 “Forholdet mellem forskellige teknologier og mellem teknologi og andre aktiviteter”. Her repræsenteres “andre aktiviteter” især ved naturfaglig viden og naturfaglige undersøgelser.

Kursusgang 1	
Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1	<i>Hvad er teknologi? Hvor er den? Hvordan ser den ud? Hvad kan den? Hvordan taler man om den?</i>
1 og 2 1 og 3 2. med særlig vægt på teknologiens systemnatur	<p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Læser og diskuterer en artikel om teknologibegrebet og teknologisk dannelse (Nielsen, 2019). • Vælger og kategoriserer 10-15 teknologiske produkter og maskiner i deres hjem og relaterer dem til følgende kategorier af teknologi: medicinske-, landbrugs-, energi- og maskin-, IKT-, transport-, fremstillings- og konstruktionsteknologier. • Udvælger teknologier i deres bolig som er forbundet med teknologiske systemer som rækker uden for boligen. De laver en prioriteret liste over de teknologiske systemer som de under ingen omstændigheder kan undvære.
1 og 2 1 og 2 2 3	<p><i>På kursusdagen. De studerende:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hører et kort oplæg om teknologibegrebet. • Diskuterer artiklen og fremlægger dens hovedpunkter. • Fremlægger og diskuterer resultater om systemer i og uden for boligen. • Fremlægger resultater om kategorier af teknologi.
Kursusgang 2	
Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1	<i>Afhængighed af teknologi og cases om en teknologisk historie</i>
4 6 og 7	<p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Skriver en fiktiv historie om hvad de gjorde den tredje dag efter at en hackergruppe havde lukket for alle kraftværker og højspændingsnettet så der ingen elektricitet var. De skal beskrive problemer og løsninger og hvordan de vil overleve en måned uden elektricitet. • Forbereder en præsentation af et historisk teknologigennembrud, fx dampmaskinen, telegrafenen, radioen, elektrisk lys eller film. (kilder udleveret på forhånd).
4 3, 6 og 7	<p><i>På kursusdagen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kursusholder opsummerer fortællinger om elektriciteten der forsvandt, og hvad vi kan lære af dem. Efterfølgende diskussion om den fiktive fortælling som et muligt scenarie. • Studiegrupperne fremlægger deres historiske teknologicases. Efterfølgende diskussion om hvordan cases kan anvendes i deres kommende undervisningspraksis, og om elevers udbytte ved at arbejde med teknologicases i historisk perspektiv.

Kursusgang 3	
Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1	Teknologiske svipsere, T'et i STEM og teknologisk dannelse
4 og 6	<p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Forbereder en præsentation af et af tre eksempler på teknologi der gik galt: Theranos & Elisabeth Holmes (teknologisk hype), Boeing 737 MAX (teknologisk kynisme) og Cambridge Analytica (teknologisk manipulation). (Kilder udleveret på forhånd).
	<i>På kursusdagen:</i>
3, 4 og 7	<ul style="list-style-type: none"> • Kursusholder giver respons på de lærerstuderendes overvejelser om brugen af historiske teknologicases i undervisningen.
4 og 6	<ul style="list-style-type: none"> • Præsentation af tre cases om teknologiske svipsere og diskussion af hvad elever kan lære om teknologi på baggrund heraf. Diskussion om behov for kontrol med teknologisk udvikling.
4, 5 og 6	<ul style="list-style-type: none"> • Præsentation af begrundelsen for at arbejde med teknologiforståelse i relation til globale udfordringer rammesat af en STEM-faglighed. Plenumdiskussion om T'et i relation til STEM.
3 og 6	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppearbejde: Hver gruppe skitserer et undervisningsforløb hvor en af de teknologier gruppen har arbejdet med, indgår. Derefter fremlæggelse.

Tabel 3. De studerendes kursusaktivitet og forberedelse til de enkelte kursusgange samt overblik over hvilke STL-mål som relaterer til forskellige kursusaktiviteter.

Metode

Dette er et eksplorativt studie hvor empiri blev indsamlet omkring de studerendes deltagelse i et minikursus om teknologi som er designet med udgangspunkt i STL-målene. Empirien er efterfølgende analyseret med en tematisk analysestrategi (Braun & Clarke, 2006; Maguire & Delahunt, 2017) ved at identificere vigtige og interessante pointer som er relevante i forhold til forskningsspørgsmålet.

Empiriindsamlingen omfatter:

Litteraturstudie som forsøgte at kortlægge brugbare pointer i studier om lærerstuderendes holdninger til og opfattelser af STEM-integreret undervisning og hvordan STEM-undervisning kan tilrettelægges for at fremme lærerstuderendes udbytte.

Post-survey med åbne, refleksive spørgsmål som fx “*Har minikurset i teknologiforståelse hjulpet dig til bedre at forstå 1) hvorfor man skal undervise i teknologi og 2) hvad teknologiforståelse er?*” og “*Er der elementer af teknologiforståelse som du synes mangler, eller som vi skal bruge mere tid på fremadrettet i et forløb om teknologiforståelse?*”. (De studerende blev bedt om at begrunde deres svar).

De lærerstuderendes forberedelsesopgaver til de enkelte kursusgange blev indsamlet og analyseret. Forberedelsesopgaverne blev løst af de studerende i grupper og fremlagt i det fælles (Zoom)-forum. De efterfølgende fælles, guidede diskussioner blev brugt til at fremme de studerendes refleksion over teknologiske begreber herunder pointer og sprog som kan fremme deres professionelle blik for emnet i en undervisnings-sammenhæng. Ved at bruge tæt stilladsering samt løbende og fokuseret feedback var det muligt – i hvert fald til en vis grad – at fremme de studerendes højere ordens refleksioner (Ussher & Chalmers, 2011).

Besvarelse af de guidende spørgsmål

De spørgsmål der guidede planlægningen af kurset (spørgsmål A-E. Se afsnittet om minikursets indhold), er besvaret som følger. Spørgsmål A er besvaret i ovenstående afsnit “Opfattelser af og holdninger til STEM-integreret undervisning” med en kondensering af artikler som er brugt som inspiration til design af minikurset. Spørgsmål B og C er besvaret gennem kursusbeskrivelsen. (Se afsnit ovenfor). Spørgsmål D er besvaret nedenfor gennem en tematisk analyse af de studerendes svar på post-survey med refleksive spørgsmål samt svar på forberedelsesopgaverne til de enkelte kursusgange. Spørgsmål E besvares i det afsluttende diskussionsafsnit.

Hvad fik de studerende (og kursusholderne) ud af minikurset?

Præsentationen af hvad de studerende fik ud af kurset, har vi delt i to afsnit: Først ser vi på tre udfordringer vi som undervisere uforudset løb ind i forbindelse med kurset.

Dernæst ser vi på hvad de studerende i en kvalitativ post-survey skrev om deres egne oplevelser og deres udbytte af kurset, og sammenholder de studerendes udsagn med de syv STL-mål.

Tre udfordringer i kurset

I tre tilfælde hvor vi havde stillet de studerende en opgave de skulle løse som en del af deres forberedelse, opstod hvad vi har valgt at kalde en didaktisk udfordring, fordi undervisningen med tilhørende diskussion fungerede dårligere end vi havde forventet.

I det første tilfælde havde vi præsenteret de studerende for et begrebsapparat og stillet en tilhørende opgave hvor begreberne skulle i anvendelse. Men begrebsapparatet passede ikke til opgaven, der – viste det sig – var tæt på at være meningsløs.

I det andet tilfælde blev de studerende præsenteret for et teknologisk kernebegreb (systembeskrivelse af teknologier). Den tilhørende opgave kunne fint løses, men imod forventning fandt de studerende ikke begrebet didaktisk anvendeligt – i hvert fald ikke i første omgang. De studerende fandt dog selv en vej ud af problemet.

I det tredje tilfælde bad vi de studerende se på og fremlægge en række historiske cases. Det gjorde de studerende, men som undervisere måtte vi indse at de spørgsmål der guidede fremlæggelserne, ødelagde de didaktiske pointer.

Udfordring 1: Hvad er teknologi, og hvordan taler man om det i en klasse?

Når man underviser, er det vigtigt at have et egnet sprog rettet mod det faglige indhold og baseret på didaktisk afklarede begreber. Det gælder også når man skal undervise i teknologi. Det indebærer blandt andet at man som lærer skelner mellem forskellige kategorier af teknologi på en måde der giver mening for eleverne. En sammenligning kan være at biologilæreren skelner mellem træer, buske og planter, og kemilæreren mellem baser, syrer og salte osv. Dele af undervisningen tager udgangspunkt i disse kategoriseringer. En passende sproglig og begrebsmæssig kategorisering fra lærerens side hjælper eleverne til at overskue genstandsområdet.

Derfor bad vi som forberedelse til første kursusgang de studerende om at vælge og kategorisere 10-15 eksempler på teknologi i deres hjem. De skulle relatere dem til følgende teknologikategorier, som er en opdeling der foreslås i STL-rapporten (Se tabel 4):

- Medicinske teknologier
- Landbrugsteknologi og relaterede bioteknologier
- Energiteknologier
- Informations- og kommunikationsteknologier
- Transportteknologier
- Fremstillingsteknologier
- Konstruktionsteknologier

Tabel 4. *Teknologiske kategorier som foreslået i STL-rapporten.*

Formålet med opgaven var at udfordre de studerende til at karakterisere hvad de forstår ved teknologi, og hvordan man skaber en form for systematik. Samtidig skulle opgaven udforske hvordan man kan starte diskussioner om teknologi, ved at tage udgangspunkt i elevernes nære omgivelser. Efterfølgende skulle de studerende reflektere

over om disse kategorier er hensigtsmæssige, eller om der er behov for at udvikle en anden inddeling i forbindelse med undervisning i grundskolen.

Nedenstående tabel 5 viser en gruppes eksempler og deres kategorisering:

Teknologier	Fra hjemmet
Medicinske	Hovedpinepiller, Panodil Zapp,
Landbrugs og relaterede bio	Drivhus, Vandhane, Paprika
Energi og maskiner	Eltavle, Køleskab, Mikrobølgeovn, Højttaler (lyd), Philips Hue (lys), Brændeovn, Blu-ray, Opvaskemaskine, Ovn, Kaffemaskine, Lampe
Information og kommunikation	Wifi, Bluetooth, Telefoner, Tv, Kuglepen, Alarmsystem, Fjernsyn, Playstation, Chromecast, Computer
Transport	Cykel, Bil, Rulleskøjter
Fremstilling	Vandglas, Vase, Sko
Konstruktion	Vindue, Spejl, Vinglas, Hårbørste, Billederamme, Hovedpude, Bogreol, Stol, Køkkenrulleholder, Sofa, Sko

Tabel 5. En gruppes svar på opgave til kursusgang 1: Find og kategoriser teknologier der findes i dit hjem.

På den ene side viser de studerendes respons at opgaven satte gang i frugtbare refleksioner, der rakte ud over opgaven, hvilket nedenstående citat er et eksempel på:

Der er ikke mange ting i vores hverdag som ikke på en eller anden måde er forarbejdet af noget menneskeskabt. Opdelingen af teknologierne kan være svær at afgrænse eller begrænse. Er fremstillingsteknologier fx når noget er fremstillet, eller de værktøjer vi bruger til at fremstille med? Der er også teknologier som er svære at placere, fx en bruser. (Studiegruppe 1, besvarelse af forberedelsesopgave til kursusgang 1).

På den anden side blev det klart at øvelsen med at finde teknologier i de nære omgivelser – her forstået som hjemmet – kombineret med den kategorisering vi havde hentet fra STL-rapporten, ikke var et godt udgangspunkt for en mere generel diskussion om teknologier i samfundet: Hvor findes de? Hvordan ser de ud? Hvad gør de for os? Hvordan virker de? Hvem bestemmer over dem? osv. Da der på forhånd er en del forvirring – både hos lærere og elever – om hvad man skal forstå ved “teknologi”, er det pædagogisk meget uheldigt hvis en underviser er uklar netop ved denne overgang fra en konkret til en mere abstrakt diskussion om teknologi og omgivelser.

sådant bud på hvordan man med afsæt i visse af hjemmets teknologier kan forbinde disse teknologier til den store omverden.

Udfordring 2: Forstås moderne teknologi bedst gennem en systembeskrivelse?

Kompleksitet vs. Sammenhæng.

I den næste opgave skulle studiegrupperne udvælge teknologier som optræder i ens hjem, men er del af et teknologisk system der rækker uden for boligen. De skulle overveje hvilke af systemerne vi ikke kan undvære, og prioritere dem. I tabel 6 ses en gruppes prioriterede liste over teknologiske systemer sorteret efter hvilke systemer de nødigst ville undvære.

1. Vand, varme og el
 - 1.1. Isolering
 - 1.2. Rensningsanlæg
2. Natur og landbrugssystemer
3. Affald og kloaksystemer
4. Sundhedsvæsenet
 - 4.1. Medicin – farmakologi
 - 4.2. Alarmberedskab
5. Informationsteknologi
 - 5.1. Internet
 - 5.2. Telefoni
6. Finanssystem

Tabel 6. En gruppe studerendes svar på opgaven: Find eksempler på teknologiske systemer der optræder i din bolig, men som rækker uden for boligen.

Generelt var grupperne nogenlunde enige om denne prioritering. Men i forbindelse med diskussionen indså de studerende at mange af systemerne er bundet sammen og dermed er indbyrdes afhængige. Konklusionen var at det er lidt omsonst at prioritere systemerne. Hvis man fx forestiller sig at man kunne fjerne finanssystemet, eller at det holder op med at fungere, vil resten af systemerne efterhånden også holde op med at virke eller i hvert fald fungere dårligere.

I opgaven blev de studerende opfordret til at lægge vægt på de mere usynlige dele af systemerne, fx at drikkevandsforsyningen ikke kan fungere uden kontrol og laboratorier der undersøger vandets kvalitet (indhold af bakterier og kemikalierester), eller uden et beredskab der træder i kraft hvis det viser sig at vandet er forurennet, eller uden love der beskytter drikkevandsboringer mod forurening i form af nedsivning.

Udfordringen opstod fordi de studerende fandt at den type systembetragtninger gør undervisningen kompleks, og at systembetragtninger dermed risikerer at blokere for elevernes forståelse af teknologien. Det er ikke nogen urimelig indvending. Den følgende kursusgang dukkede diskussionen op igen. Nu blev der peget på den konstruktive løsning at man i forbindelse med systembetragtninger kan nedtone systemernes kompleksitet og i stedet bruge systembetragtninger til at illustrere hvordan én form for teknologi er afhængig af andre former, som i ovenstående eksempel med finanssystemet. Eller hvordan vandforsyningen er afhængig af det energisystem der driver pumperne, og af et informationssystem der monitorerer systemet.

På den måde endte kurssets erfaringer med systembetragtning i en didaktisk mod-sætning mellem at tale om “teknologisk kompleksitet” og at tale om “teknologiske sammenhænge”, men dog med antydninger af en vej ud af dilemmaet. Igen er der behov for mere didaktisk udviklingsarbejde for at finde de gode strategier i undervisningen.

I en lidt mere kontant øvelse, der også blev brugt til at illustrere de teknologiske systemers indbyrdes afhængighed – og vores afhængighed af dem – blev de studerende bedt om skrive en fiktiv historie om hvad de gjorde på dag tre efter at en hackergruppe havde lukket ned for samfundets elektricitetsforsyning, herunder beskrive problemer og mulige løsninger, og hvordan de fremover ville klare sig en måned uden elektricitet.

En læsning på tværs af de fiktive historier viser at de studerende klart fik identificeret hvad der ikke mere virker (fx opvarmning, køleskab, vandforsyning, brændstof til bilen, telefon, internet, kreditkort), og hvad der stadig virker (fx tørret mad, cykler, batteriradio, stearinlys, boglæsning, brug af kontanter).

De entreprenante fandt på at lave bål til at koge mad, bruge LifeStraw til at rense vand, dyrke grønsager, vaske tøj i hånden og bruge gasgrill eller Trangia. Generelt tænkte alle ud af boksen. Men der var også tanker som rakte længere frem, i forhold til den opståede mangel på transport, de lukkede butikker og potentielle røverier og – ikke mindst – de lukkede informationskanaler for regering og politi: Hvem bestemmer i kaos, og hvor galt kan det gå i en situation hvor samfundet måske bryder sammen på grund af en teknologisk malfunktion?

Udfordring 3: Teknologiske gennembrud og eksempler fra teknologiens historie.

Stil de rigtige spørgsmål.

I forbindelse med kursusgang 2 fik hver studiegruppe som opgave at forberede en præsentation for resten af holdet af et teknologisk gennembrud i form af en opfindelse eller innovation med stor samfundsmæssig betydning. Vi foreslog temaer som dampmaskinen, telegrafene, radioen, elektrisk lys og film, og vi foreslog kilder som de studerende kunne bruge i forberedelsen. De studerende var frit stillet til at vælge et andet gennembrud eller andre kilder.

Vi fandt opgaven vigtig fordi vi mener at undervisning rettet mod STL-mål 7 (Teknologiens indflydelse på historien) bør indgå i et kursus af denne type. Målrettet brug af historiske cases gør det nemlig muligt at demonstrere i undervisningen hvordan et teknologisk gennembrud som fx telefonen muliggør store ændringer i den måde man kommunikerer på, som igen muliggør nye forretningsformer, nye måder at planlægge sociale begivenheder på og nye måder at indsamle informationer på. Didaktisk overskueligt og med tydelige pointer.

Det indgår i de nuværende læringsmål for natur/teknologi at eleverne skal have “viden om teknologiudvikling gennem tiden” eller – i fysik/kemi – “viden om centrale teknologiske gennembrud”. Så vi tænkte at her var der ikke grund til didaktisk nytænkning. Men opgaven, præsentationen og den efterfølgende diskussion var ikke vellykket og bidrog ikke til at opfylde intentionerne med kurset.

De studerende forberedte sig omhyggeligt og gav præsentationer som var detaljerede og præget af stor indsats. Men vi havde stillet opgaven forkert og måske også anvist kilder der ikke var velegnede. Fremlæggelserne bar nemlig præg af at være alt for “teknologihistoriske” med stor vægt på hvem der opfandt hvad og hvornår. Fremlæggelserne blev domineret af navne og årstal og tekniske detaljer. Den type viden er legitim, og bøger om teknologiens historie er fulde af den. Men i forbindelse med dannende undervisning i grundskolen er den mindre vedkommende.

Når man underviser i temaer eller forløb der lægger vægt på teknologisk udvikling, er det essentielle ikke at det var en mand ved navn James Watt der udviklede den roterende dampmaskine, eller Graham Bell der opfandt telefonen. I forbindelse med store teknologiske gennembrud – som fx dampmaskinen eller telefonen – er det langt vigtigere at overveje spørgsmål som:

- Hvad satte denne teknologi mennesker i stand til: Efter at denne teknologi var udviklet, hvad var så muligt som ikke var muligt før? For den enkelte? For samfundet?
- Hvad har denne teknologi af “efterkommere”: Hvilke moderne teknologier blev mulige på grund af denne teknologi eller ville have været umulige uden den?
- Hvilke uønskede/skadelige effekter har denne teknologi haft? På kort sigt? På lang sigt?
- Hvordan er denne teknologi (og evt. dens efterfølgere) blevet standardiseret og/eller reguleret gennem lovgivning? Hvorfor er/var denne standardisering/regulering nødvendig?

Vi begrundet sådanne spørgsmål med at historisk viden om teknologiudvikling sjældent er relevant så længe denne viden forbliver isolerede beretninger om personer og tekniske gennembrud, hvor brillante de end må være. Historiske cases bliver først forståelsesmæssigt nyttige når de tilrettelægges så de bredt belyser STL-mål 7: “Tekno-

logiens indflydelse på historien". Og det gør de bl.a. ved at relatere til mål som STL-mål 3: "Forholdet mellem forskellige teknologier", STL-mål 4: "De kulturelle, sociale osv. effekter af teknologi" og STL-mål 6: "Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi". Eller for at sige det på en anden måde kan historiske cases være ideelle til at belyse metaaspekter ved teknologi (Dakers, 2011), men i planlægning og gennemførelse må man løfte sig ud over den traditionelle teknologihistoriske diskurs. Også her er der behov for udvikling af didaktik, temaer og materialer.

Det kvalitative post-survey

Efter kurset blev de studerende bedt om at svare på en række spørgsmål om kurset og begrunde deres svar. Spørgsmålene blev formuleret i februar 2020, og vi brugte ordet "teknologiforståelse". Ordet refererer i denne forbindelse ikke til de nye digitale forsøgsfag. Med "teknologiforståelse" mener vi her forståelse af "the Nature of Technology".

De tre centrale kvalitative spørgsmål var:

- Hvad er de tre vigtigste ting du tager med dig fra minikurset om teknologiforståelse? (Begrund dit svar).
- Har minikurset i teknologiforståelse hjulpet dig til bedre at forstå hvorfor man skal undervise i teknologi? (Begrund dit svar).
- Har minikurset i teknologiforståelse hjulpet dig til bedre at forstå hvad teknologiforståelse er? (Begrund dit svar).

Der er svar fra 13 studerende. Vi har foretaget en kvalitativ bearbejdning af de studerendes udsagn i overensstemmelse med den trinvis, tematiske analyse der anvises i Maguire & Delahunt, 2017. De studerendes udsagn kunne meningsfuldt inddeles under fire temaer, der gennemgås herunder. Desuden anfører vi hvorledes de fire temaer relaterer sig til de syv STL-mål.

Tema 1: Mit generelle syn på hvad teknologi er

De studerende skriver hvordan de har fået et bredere syn på hvad teknologi er, og at de nu mener at det er vigtigt at teknologi i undervisningssammenhæng behandles i et bredt perspektiv. Et typisk udsagn er:

"Teknologi er langt mere omfattende og kontekstbestemt end jeg havde regnet med."

Et andet udsagn opsummerer mange af de øvrige:

“Jeg har fået meget mere viden om kompleksiteten i teknologiforståelse og hvorfor det er vigtigt at udvikle et mere universelt begrebsapparat der ikke kun knytter sig til moderne digitale teknologier.”

De lærerstuderendes udsagn under tema 1 relaterer alle til STL-mål 1: Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi.

Tema 2: Forståelse af teknologi gennem systembeskrivelse – teknologi er mere end genstande; det er også viden og organisering

De studerende skriver om hvordan de har fået øje for hvor omfattende og indgribende teknologi og teknologiske systemer er i vores hverdag. De fremhæver vigtige sider ved teknologien, som fx at store dele af de teknologiske systemer der forsyner os i vores hverdag, er “usynlige”, og at de mange systemer griber ind i hinanden så systemerne er indbyrdes afhængige. Et typisk udsagn er:

“Det [kurset] har i høj grad været med til at brede min horisont ud ift. hvordan vi taler om teknologi. Samtidig har jeg fået en større forståelse for de “usynlige” systemer i samfundet der griber ind i teknologien.”

De fleste af de lærerstuderendes udsagn under tema 2 relaterer til STL-mål 2: Teknologiske kernebegreber.

Tema 3: Teknologi i min undervisning

De studerende betoner betydningen af at eleverne får kendskab til hvor vigtig teknologi er i vores hverdag og for vores fremtid. En række af dem fremhæver at emner i teknologi lægger op til tværfaglige undervisningsforløb. Et typisk udsagn er:

“Jeg synes minikurset har givet mig meget med i forhold til mine kompetencer inden for teknologi og gjort mig sikker på at jeg vil kunne undervise i det. Teknologiforståelse bør fylde noget i undervisningen, og jeg er sikker på at eleverne også synes at emnet er spændende og lidt anderledes i forhold det “normale” tema i fysik/kemi.”

En anden skriver:

“For det første har jeg ikke selv været klar over hvor meget teknologi fylder i hverdagen, og hvor bredt emnet har været. Derfor har jeg fået et helt nyt indblik i hvor meget det fylder i hverdagen. Denne forståelse jeg har fået af teknologi, mener jeg helt sikkert også er noget eleverne burde vide, så kan [de] helt sikkert også godt forstå hvorfor det skal inddrages i undervisningen.”

De studerendes betoning af hvordan emnet teknologi lægger op til at drage forbindelser til andre fag, betyder at deres udsagn relaterer til STL-mål 3: "Forholdet mellem forskellige teknologier og mellem teknologi og andre aktiviteter". Som tidligere nævnt er "andre aktiviteter" i denne sammenhæng i høj grad repræsenteret ved naturfaglig viden og naturfaglige undersøgelser.

Tema 4: Teknologiens etiske aspekter og behovet for kritik og regulering af teknologi

De studerende omtaler hvordan de har fået et bedre indtryk af den indflydelse som teknologi har på vores liv. Fordi teknologien har så stor en betydning – argumenterer flere af dem – er det også vigtigt at der laves regler om teknologi som beskytter borgerne, og som forhindrer at teknologi misbruges. Flere peger på at denne indsigt ikke kan begrænses til digitale teknologier.

Et typisk udsagn fremhæver flere af disse pointer:

"Især problemstillingen "hvordan påvirker teknologi samfundet hvis den ikke anvendes korrekt og dermed misbruges?" Altså den pointe om at en teknologi på en og samme tid kan reformere et samfund og være banebrydende både inden for medicin, transport, erhverv mm. og samtidig være så katastrofal at den får konsekvenser både lokalt, nationalt og universalt..."

De fleste af de lærerstuderendes udsagn inden for dette tema forholder sig til STL-mål 4: "Kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi" og/eller til STL-mål 6: "Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi".

Kun ganske få udsagn forholdt sig til emnet "Teknologiens indflydelse på historien", der også var et af emnerne på minikurset. Men som vi har gjort rede for, var behandlingen af dette emne ikke vellykket, hvad der således bekræftes med de studerendes (manglende) svar på dette område.

Selvom kohorten ikke er stor, og selvom man generelt skal være forsigtig med at fortolke kvalitative data, finder vi at de studerendes svar er præcise og beskrivende nok til at konkludere at der er tale om en rimelig grad af opfyldelse af STL-målene 1, 2, 4 og 6. Om man anser STL-mål 3 for at være opfyldt i rimelig grad, afhænger af om man accepterer at overvejelser om naturfagsundervisning til en vis grad fører til betragtninger over teknologiens forhold til "andre aktiviteter". STL-mål 7 anser vi ikke for at være opfyldt.

Diskussion – implikationer og perspektiver

Vi finder at vi med dette kursusdesign har demonstreret at det er muligt at udvide lærerstuderendes forståelse af hvad teknologi er for et fænomen, samt hvilken rolle

teknologi spiller for den enkelte og for samfundet. Efter at have gennemført kurset er de studerende bedre i stand til at beskrive generelle træk ved teknologi med relation til undervisning i grundskolen. De studerende melder endvidere tilbage at de har fået viden og redskaber – og lyst – til at arbejde med teknologi i deres fremtidige undervisningspraksis i samspil med andre STEM-fag.

Dermed mener vi at vi har leveret evidens for at forskningsspørgsmålet “Kan man lave meningsfuld, dannende teknologiundervisning i læreruddannelsens naturfag med udgangspunkt i STL-rapportens beskrivelse af “technological literacy?” kan besvares positivt.

Vi har i indledningen anført at metaviden om teknologi indeholdes i STL-målene 1, 2, 4 og 6. Svarene i den kvalitative post-survey viser at de studerende har oplevet deres udbytte som godt på disse områder. Mere specifikt finder vi at kurset i rimelig grad har opfyldt STL-målene for teknologisk dannende undervisning, der er opstillet i tabel 1 (dog med undtagelse af STL-mål nr. 7). Vi anser hermed det guidende spørgsmål D som positivt besvaret. Dermed er spørgsmålet om hvorvidt STL-målene kan fungere i en dansk kontekst (guidende spørgsmål E), også positivt besvaret.

Vi begik også en række fejl i de opgaver vi stillede de studerende. Vi har peget på nogle delaktiviteter hvor undervisningen kan tilrettes så STL-målene opfyldes bedre og på en sådan måde at de studerendes erfaringer og refleksioner nemmere kan overføres til deres egen undervisning.

Selvom kurset var kort, giver erfaringerne grund til at antage at det i en dansk sammenhæng vil være muligt at udvikle en sammenhængende didaktik der kobler teknologi med engineeringundervisning som kan danne grundlag for at udvikle elevernes teknologiske dannelse. Dermed mener vi at kurset også viser at T’et har potentiale til at få en mere markant og betydningsfuld plads i fremtidens STEM-undervisning.

Når man ser ud over det didaktiske landskab i Danmark, findes der mange indsatser som kan give inspiration til engineering- og teknologiundervisning i grundskolen og læreruddannelsen (Daugbjerg, Krogh, Nielsen & Sillasen, 2018; Waaddegaard & Sølberg, 2019). Men der er snarest muligt behov for udvikling af en mere sammenhængende STEM-didaktik og undervisningsmaterialer. En sådan udvikling vil selvfølgelig kræve en stor og koordineret indsats. Som et første skridt opfordrer vi Børne- og Undervisningsministeriet til at tage brugen af termen “teknologi” op til revision for at sikre at dens betydning beskrives tydeligere, og at brugen af termen bliver mere konsistent fra fag til fag.

Referencer

Balgopal, M. M. (2020). STEM teacher agency: A case study of initiating and implementing curricular reform. *Science Education*, 104(4), 762-785. <https://doi.org/10.1002/sce.21578>

- Berlin, D. F., & White, A. L. (2012). A Longitudinal Look at Attitudes and Perceptions Related to the Integration of Mathematics, Science, and Technology Education. *School Science and Mathematics, 112*(1), 20-30. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00111.x>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Dakers, J. R. (2011). Blurring the Boundaries between Human and World. In *de Vries, Marc J (ed.), Positioning Technology Educaton in the Curriculum* (pp. 41-52).
- Daugbjerg, Peer S.; Krogh, Lars Brian; Nielsen, Keld; Sillasen, M. K. (2018). *Engineering i Skolen – Vidensgrundlag*. Aarhus: VIA University College.
- Daugbjerg, P. S. (2021). Folkeoplysning til kvalificering af teknologisk dannelse. *MONA, 1*.
- FN. (2015). Verdensmålene. Hentet fra <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- Hedlin, M., & Gunnarsson, G. (2014). Preschool student teachers, technology, and gender: positive expectations despite mixed experiences from their own school days. *Early Child Development and Care, 184*(12), 1948-1959. <https://doi.org/10.1080/03004430.2014.896352>
- ITEA. (2007). *Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology*. Hentet fra www.iteaconnect.org
- Kurup, P. M., Li, X., Powell, G., & Brown, M. (2019). Building future primary teachers' capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions. *International Journal of STEM Education, 6*(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0164-5>
- Madden, L., Beyers, J., & O'Brien, S. (2016). The Importance of STEM Education in the Elementary Grades: Learning from Pre-service and Novice Teachers' Persp. *Electronic Journal of Science Education, 20*(5).
- Maguire, M., & Delahunt, B. (2017). Doing a thematic analysis: A practical, step-by-step guide for learning and teaching scholars. *AISHE-J: The All Ireland Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 9*(3).
- Nielsen, K. (2019). Engineering og teknologiforståelse. *Liv i Skolen, 2*, 84-99.
- Nielsen, K., & Sillasen, M. (2020a). Teknologiforstyrrelse: Hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver "teknologi"? *MONA, 3*, 63-73.
- Nielsen, K., & Sillasen, M. (2020b). Teknologisk dannelse: Hvorfor og hvad? *MONA, 4*, 66-82.
- Pleasant, J. (2020). Inquiring into the Nature of STEM Problems: Implications for Pre-college Education. *Science and Education, 29*(4), 831-855. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5>
- Radloff, J., & Guzey, S. (2016). Investigating Preservice STEM Teacher Conceptions of STEM Education. *Journal of Science Education and Technology, 25*(5), 759-774. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9633-5>
- Ryu, M., Mentzer, N., & Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education, 29*(3), 493-512. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9>

- Teknologiforståelse. (n.d.). Hentet fra <https://emu.dk/grundskole/teknologiforstaelse>
- Ussher, B., & Chalmers, J. (2011). Now what? First year student teachers' reflective journal writin. *Waikato Journal of Education*, 16(3), 95-110.
- VIA University College (2020). Studieordningen for Læreruddannelsen i VIA, fagspecifik del. Hentet fra <https://www.via.dk/uddannelser/paedagogik-og-laering/laerer/tidligere-studieordninger>
- Waaddegaard, N., & Sølberg, J. (2019). Hvad ved vi om indsatser inden for engineering i den danske grundskole gennem de sidste 10 år? *MONA*, 2, 31-47.

English abstract

This article reports research investigating the feasibility of teaching technological literacy in a pre-service science teacher training programme based on "Standards for technological literacy" appearing in an ITEA-report (ITEA, 2007). An introductory course on technological literacy was developed and tested in collaboration with physics/chemistry-class student teachers. The learning outcome was mapped and analysed on the basis of the students' study reports and reflections in an open-ended post-questionnaire. The student teachers became more conscious of the importance of technological literacy of pupils and the need to expand their knowledge of the functionality and the meta-aspects of technology.

Facilitering af kompetenceorienteret matematikundervisning

Erfaringer med kommunalt forankret, skolebaseret udvikling af lærerkompetencer



Tomas
Højgaard, DPU,
AU Campus
Emdrup



Nina Winther
Arnt, Ishøj
kommune

Abstract: Artiklen beskriver og analyserer et udviklingsprojekt hvor alle matematiklærere på grundskolerne i Ishøj Kommune gennem tre år blev efteruddannet i at planlægge, tilrettelægge, gennemføre og evaluere eksplicit kompetenceorienteret matematikundervisning. Efter præsentationen af projektet og processen giver artiklen en analyse af erkendelser og erfaringer som vi vurderer andre kan have glæde af at kende til. Analysen er gennemført ud fra tre perspektiver: Den konkrete gennemførte proces, indsatsen fra og samarbejdet mellem aktører på forskellige niveauer samt forankringen af indsatsen.

Indledning

Dette er en beretning om lærer-kompetenceudvikling rettet mod kompetenceorienteret matematikundervisning. Kompetenceudviklingsprocessen foregik som del af udviklingsprojektet *Flere Lille og Store Nørder i Ishøj*, som foregik i årene 2014-2017 og omfattede kommunens fem folkeskoler og ene specialskole (Ishøj Kommune, 2014; Winther, 2017). Matematikdelen af projektet, som vi her vil koncentrere os om, involverede samtlige matematiklærere på de seks skoler. Som gennemsnit hen over de tre år har det drejet sig om 76 personer. Indsatsen bestod i udvikling af eksperimenterende kompetenceorienterede undervisningsforløb i deres egne klasser, støttet af skolens matematikvejleder og nærværende artikels forfattere.

På de næste sider beskriver vi den indledende didaktiske rammesætning af kompetenceudviklingsforløbet, som trak på erfaringer og erkendelser fra projektet *KOMPIS*. Den resterende del af artiklen er helliget analyse af erkendelser og erfaringer fra forløbet ud fra tre forskellige perspektiver:

- *Den konkret gennemførte proces:* Hvilke KOMPIS-erfaringer blev bekræftet, udfordret og udviklet – og modsagt?
- *Indsatsen fra og samarbejdet mellem aktører på forskellige niveauer:* Hvilke problemer, konkret oplevede snublesten og veje videre frem kan vi pege på?
- *Forankring af indsatsen:* Hvordan kan vi modellere hvor langt hver skole under og efter projektet er kommet med at forankre den igangsatte kompetenceudvikling? Og hvad har vi afdækket af væsentlige elementer i at opnå en høj grad af forankring?

Rammesætning af matematikindsatsen

Matematik er det undervisningsfag som har haft længst tid til at udvikle en uddannelseskultur omkring faglige kompetencemål, begrebsmæssigt siden KOM-rapporten (Niss & Jensen, 2002) udkom i 2002, og curriculært siden kompetencerne blev indskrevet som omdrejningspunktet for *Fælles Mål* i 2009 (Undervisningsministeriet, 2009). KOMPIS (KOMPetenceMål i PraksIS) var et blandt mange deraf udspringende projekter. Her blev der eksperimenteret med en eksplicit og forpligtende kompetenceorientering af matematik-, dansk- og naturfagsundervisningen i grundskolens ældste klasser (Højgaard et al., 2010; Sølberg, Bundsgaard & Højgaard, 2015), og erfaringerne herfra blev overført til matematikdelen af Nørd-projektet.

Langstrakt arbejde med en todimensional indholdsbeskrivelse

En væsentlig erfaring fra matematikdelen af KOMPIS er at en todimensional model med faglige kompetencer og stofområder som de to dimensioner, jf. figur 1, kan udgøre et konstruktivt udgangspunkt for matematikundervisning (Højgaard et al., 2010; Højgaard, 2013).

Begrebsområde Kompetence	Tal og algebra	Geometri	Statistik og sandsynlighed
Mat. tankegangskompetence			
Mat. problemløsningskompetence			
Mat. modelleringskompetence			
Mat. ræsonnementskompetence			
Mat. repræsentationskompetence			
Mat. symbolbehandlingskompetence			
Mat. kommunikationskompetence			
Mat. hjælpemiddelkompetence			

Figur 1. En todimensional model for beskrivelse af indholdet i grundskolens matematikundervisning (Højgaard et al., 2010, s. 15).

En sådan todimensionel struktur har vist sig både at kunne udfordre og inspirere matematiklærere. Erfaringerne viser heldigvis også at jo mere man arbejder med at omsætte en sådan struktur til undervisningspraksis, jo mindre udfordrende og jo mere inspirerende bliver den fordi modellen med sin prioritering af overblik og struktur frem for detaljer inviterer til at udvikle sine egne forståelser af målene og måder at få dem sat undervisningsmæssigt i spil. Det så vi i KOMPIS og overførte derfor følgende to 'omdrejningspunkter' til matematikdelen af Nørd-projektet:

Første omdrejningspunkt: Målstyret udviklingsarbejde i egen undervisningspraksis

Lærernes eksperimenteren med og udvikling af egen praksis skal ske gennem eksplicit kompetence-målstyrede undervisningsforløb.

Dertil kommer at udvikling af lærerkompetence i kompetenceorienteret matematikundervisning **kræver tålmodighed**. KOMPIS kørte i tre år, og lærerne tilkendegav at de ville være gået tilbage til deres normale måde at bedrive matematikundervisning på hvis projektet var stoppet efter første år fordi kompetenceorienteringen på det tidspunkt stadig var mere udfordrende og besværlig end inspirerende. Men efter de tre projektår var meldingen fra lærerne at de ville fortsætte med størstedelen af de tilgange til undervisningen som KOMPIS havde givet dem mulighed for at træne og udvikle kompetence i (Sølberg, Bundsgaard & Højgaard, 2015). Den overordnede rammesætning bestod altså af tålmodigt lærerarbejde i egen undervisningspraksis med afsæt i den todimensionelle indholdsbeskrivelse.

Derudover er det centrale i første omdrejningspunkt den *eksplicite* kompetencemålstyring. For at gøre de didaktiske overvejelser vedrørende de aftalte udviklingsforløb forpligtede på en matematikfaglig, læringsmæssig ambition skulle det både før, under og efter hvert forløb stå klart hvad denne ambition bestod i.

Andet omdrejningspunkt: Samarbejde i didaktisk orienterede matematiklærerteams

Forberedelse og evt. supervision af matematikundervisningen skal foregå i didaktisk orienterede matematiklærerteams. Det gælder undervisningen i almindelighed så vidt som det er muligt, og udviklingsforløbene i særdeleshed.

I kombination med første omdrejningspunkt betyder det at de deltagende lærere skulle etablere grupper som kunne mødes og forberede eksplicit kompetencemålstyrede undervisningsforløb som de – hvis muligt superviseret af en eller flere af de andre gruppemedlemmer – efterfølgende kunne gennemføre i en eller flere af deres respektive klasser. En sådan forpligtelse på at samarbejde om den konkrete undervisning i *didaktisk orienterede* matematiklærerteams var allerede signifikant i MaTeam-projektet (Andreasen, Damkjær & Højgaard, 2011), som gik i årene 2007-2009

forud for både KOMPIS- og Nørd-projektet. Erkendelsen fra MaTeam var at didaktisk orientering af fagteammøder ikke kan tages for givet, men er mulig at etablere hvis man løbende faciliterer processen.

I KOMPIS-matematikgruppen foregik en sådan facilitering ved at Tomas og den deltagende matematiklæreruddanner, Niels Jacob Hansen, fungerede som mødeledere og undervisere på månedsvise tre timer lange seminarer med de fire deltagende matematiklærere. På disse seminarer var der fokus på et udvalgt matematisk kompetencemål som gruppen i fællesskab forberedte forløb med sigte på. Mellem seminarerne afprøvede lærerne de forberedte forløb hvilket der blev reflekteret over og evalueret på i starten af hvert seminar.

Fokus på lærernes didaktiske kompetenceforståelse

Denne tilgang til udviklingsprocessen udsprang af en oplevelse af at de faglige (kompetence)mål didaktisk set kun giver mening hvis de rammesætter og orienterer lærernes tænkning om deres undervisning fordi denne tænkning er det eneste mulige bindeled mellem de formulerede læringsmål og den konkrete praksis i klasserummet. En underkendelse af denne præmis og af den langsommelighed den tilfører en undervisningsmæssig udviklingsproces, kan formentlig forklare mange strandede forsøg på at skyde genvej ved mere direkte at instruere lærere i hvordan de konkret skal agere i undervisningen.

En konkret konsekvens af denne præmis er at den eksplicite kompetencemålstyring af udviklingsforløbene ikke må degenerere til bare at være en potentielt meningsløs navngivning, fx "ræsonnementskompetence", men skal etableres som noget læreren med ansvar for forløbet forståelsesmæssigt har taget til sig (jf. Jensen, 2009). KOMPIS viste at hvis en sådan forståelsesbaseret tilgang til kompetencemålstyring skal rod-fæstes blandt en gruppe lærere, så er det afgørende at have fokus på kommunikation om kernen i den enkelte faglige kompetence. I matematikdelen af KOMPIS blev det gjort for matematisk modellerings-, ræsonnements- og problemløsningskompetence. Omdrejningspunktet var udvikling af et diagram over de centrale elementer og relationer i hver kompetence, som hurtigt kunne skitseres på tavlen og facilitere kommunikationen lærerne imellem eller mellem lærer og elever i klasserummet (Sølberg, Bundsgaard & Højgaard, 2015).

Det konkrete kompetenceudviklingsforløb: Nogle nyttige erfaringer

I et lokalt perspektiv om at fremme kompetenceorienteret matematikundervisning i Ishøj Kommune er vores vurdering at alle lærere som deltog i hele det treårige udvik-

lingsforløb, udviklede deres undervisningskompetence i denne retning (jf. Winther, 2017, s. 28). Et mindre antal lærere som enten forlod deres skole og projektet undervejs eller først startede et år eller to inde i projektet, fik efter vores vurdering ikke ejerskab til udviklingsambitionen. Det fremgik ved at de så godt som ikke tog imod fordringen om at gennemføre målstyret udviklingsarbejde i egen undervisning. Enkelte lærere var decideret modvillige i forhold til at udfolde udviklingsambitionen i egen praksis. Godt og vel halvdelen af de deltagende lærere rykkede sig fra slet ikke i udgangspunktet at tænke deres undervisning på den didaktisk forpligtende måde som beskrevet ovenfor til at se det meningsskabende heri for både dem selv og eleverne og til at gennemføre mindre eksperimenter i den retning i egne klasser. Knap halvdelen af de deltagende lærere oplevede fordringen om (kompetence) målstyret matematikundervisning som noget de længe havde stræbt efter og savnet som udgangspunkt for professionel udvikling. Derfor var de dels meget begejstrede for projektet, dels tilgik de i stigende grad helt og holdent deres undervisning på den tilstræbte måde. Det var meget forskelligt fra skole til skole hvordan fordelingen var mellem disse lærertilgange til udviklingsfordringen. De data der ligger til grund for disse lokalt rettede vurderinger og udviklingsmæssige konklusioner, er udtræk af bl.a. fokusgruppeinterviews, kvalitative spørgeskemaer og beskrivelser af de oplevede tegn på målopfyldelse fra de konsulenter der var involveret i projektet. Vi nøjes her med at henvise til evalueringsrapporten (Winther, 2017).

I et bredere, mindre lokalt perspektiv er et nok så interessant spørgsmål hvilke nye typer erfaringer – positive såvel som negative – med kompetenceorienteret matematikundervisning der blev gjort? Hvilke erfaringer fra KOMPIS blev bekræftet, udfordret og udviklet eller modsagt? Vi vil fremhæve tre forhold som vi mener det er værd at have blik for i andre lignende udviklingssammenhænge.

Skemalagt tilrettelæggelsestid som nødvendigt bindeled

Det blev bekræftet at tretrins-udviklingsmodellen (tilrettelæggelse, afprøvning, didaktisk evaluering) og tretrins-seminarrytmen (evaluering af seneste afprøvning, forståelsesudvikling af nyt læringsmål, begyndende tilrettelæggelse) er hensigtsmæssige. Begge former for udviklingsrytme blev videreført i NØrd-projektet og er efter projektet blevet fastholdt på skolerne i Ishøj, om end i mindre målestok.

Der viste sig dog at ligge en udfordring i tilrettelæggelsesdelen af processen. Tiden sat af sidst på hvert seminar til vidensdeling vedrørende konkret tilrettelæggelse af det kommende udviklingsforløb var tænkt som igangsætning af en tilrettelæggelsesproces, som skulle følges op og færdiggøres i tiden mellem seminaret og udviklingsforløbets igangsætning. Det viste sig imidlertid at være svært for lærerne at finde rum og tid til dette opfølgende forberedende arbejde, og hvis det ikke blev gjort, viste der sig at være stor risiko for at udviklingsforløbet i egen undervisningspraksis ikke

blev gennemført. Omvendt var det tydeligt at havde man først siddet og tilrettelagt et udviklingsforløb, så blev det også gennemført.

Det var altså nødvendigt at finde en systematik til at sikre at der blev sat tilrettelæggelsestid af i forlængelse af hvert seminar hvilket der blev eksperimenteret med forskellige tilgange til. Det som viste sig at fungere bedst, var at kalenderlægge tilrettelæggelsesmøder i forlængelse af hvert seminar, så udviklingsmodellen kom til at bestå af følgende dele, jf. visualiseringen i figur 2:

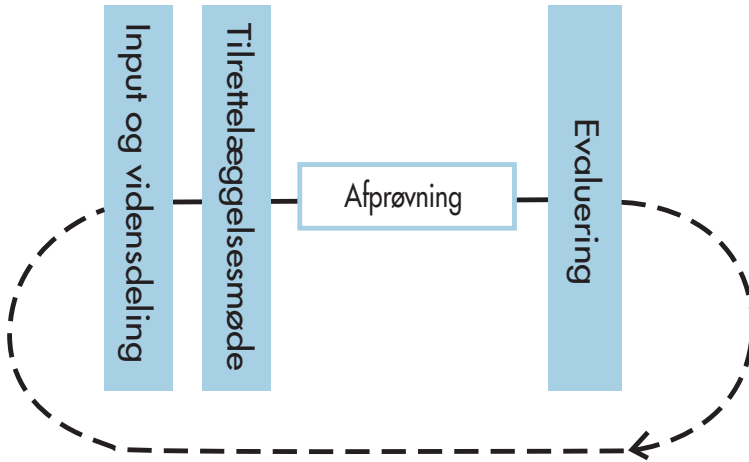
Årsplanlægning på heldagsseminar for hele fagteamet før sommerferien. Rammen om dette seminar var aftaler om koordinerede elementer i årsplanlægningen hvor alle inden for aftalte perioder, som de nedennævnte tilrettelæggelsesseminarer udstak, indskrev et forløb med en aftalt kompetence som fagligt mål.

Tilrettelæggelses-seminarer á 3 timer ca. hver anden måned hvor Tomas underviste den samlede matematiklærergruppe i at undervise med sigte på den matematiske kompetence, som der var truffet aftaler om på årsplanlægningsdagene, samt igangsatte lærernes konkrete tilrettelæggelsesarbejde.

Opfølgende tilrettelæggelses-møder i mindre klassetrins-nære grupper hvor lærerne hjalp hinanden med at tilrettelægge et undervisningsforløb med sigte på den udvalgte kompetence i mindst en af deres respektive klasser.

Gennemførelse af de tilrettelagte målstyrede undervisningsforløb i hver sin klasse.

Didaktisk evaluering af undervisningsforløbet på første del af det efterfølgende tilrettelæggelses-seminar.



Figur 2. En firetrins-model af den forløbsmæssige udviklingsrytme som blev etableret og benyttet som ramme for matematikdelen af Nørd-projektet.

Systematisk skelnen mellem årsplanlægning og tilrettelæggelse

I tilbageblik rummede udviklingsprocessen i både KOMPIS-projektet og matematikdelen af Nørd-projektet to forbundne elementer. Det ene var at bruge faglige kompetencemål som en italesættelse af faglige ambitioner, som i højere grad end mere simple færdighedsmål repræsenterer faglige og dannelsesmæssige holdninger og værdier som man som lærer oplever som meningsskabende. Det andet var at udleve disse faglige ambitioner i praksis ved eksplicit at undervise med sigte på faglige kompetencemål.

Forestillingen forud for forsøgsundervisningen i KOMPIS var at det ville være forpligtelsen på at arbejde med kompetencemål der ville blive lærernes største udfordring, men det viste sig at være den anden af de forbundne elementer i udviklingsprocessen der var den mest radikale (jf. Sølborg, Bundsgaard & Højgaard, 2015). Som et udbytte af forsøgsundervisningen blev de faglige kompetencemål således et middel til mere generelt at udvikle lærernes undervisning i retning af at have et eksplicit målorienteret udgangspunkt.

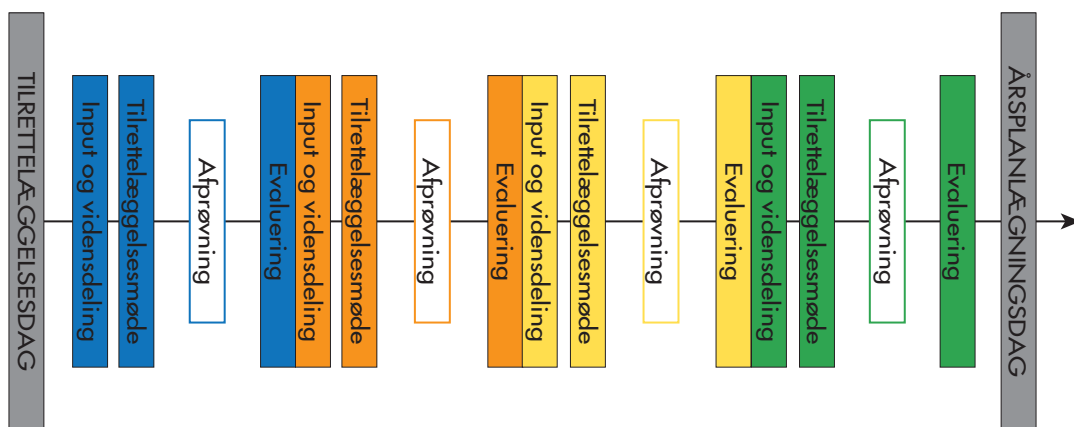
Denne erkendelse af en mere almen udviklings-udfordring blev selvfølgelig båret med ind i og forsøgt håndteret i matematikdelen af Nørd-projektet. Det væsentligste element heri var en udvikling af KOMPIS-tilgangen til lærernes forberedelse baseret på en systematisk skelnen mellem årsplanlægning og tilrettelæggelse af undervisning.

Årsplanlægning handler om at vælge indholdet for et undervisningsforløb på et år (Larsen, 1969). At gennemføre læringsmålstyret årsplanlægning af undervisning indebærer så at valget af indhold er styret af valg af mål for elevernes læring. Herved

bliver det styrende spørgsmål: Hvad skal eleverne lære – og hvornår på året skal de enkelte dele heraf i fokus?

Tilrettelæggelse handler om at vælge hvordan man vil have undervisningen til at forløbe (Ibid.). Det styrende spørgsmål er hvad eleverne skal lave? Læringsmålstyret tilrettelæggelse er så når man lader de tilrettelæggelsesmæssige valg styre af de mål man har sat for elevernes læring. Herved kan det styrende spørgsmål stilles i en mere retningsbestemt form: Hvad skal eleverne lave for bedst muligt at lære det der er udvalgt som det centrale?

Med denne begrebsbrug kan kompetenceorienteret undervisning faciliteres ved *først* at gennemføre kompetenceorienteret årsplanlægning og så bruge det som udgangspunkt for *efterfølgende* løbende tilrettelæggelse af de forskellige dele af undervisningen. Sådan gik vi fra og med år to systematisk til værks i matematikdelen af NØrd-projektet, mest konkret ved at gennemføre en eller to årsplanlægningsseminarer af en hel dags varighed i perioden op mod lærernes sommerferie, jf. udviklingsmodellen gengivet i figur 3.



Figur 3. En model af den årsmæssige udviklingsrytme som blev etableret og benyttet som ramme for matematikdelen af NØrd-projektet.

For at understrege forskellen på årsplanlægning og tilrettelæggelse og at hjælpe lærerne med at etablere en systematisk tilgang til at gennemføre disse arbejdsprocesser udviklede vi to arbejdsark:

- Et skema til årsplanlægning som giver overblik over den valgte tilgang til den todimensionelle indholdsbeskrivelse (jf. figur 1) https://pure.au.dk/portal/files/195865188/_rsplan_skema.pdf.

- Et tilrettelæggelsesark Et tilrettelæggelsesark som fungerede som et støtteark med spørgsmål, beskrivelser og refleksioner https://pure.au.dk/portal/files/195865189/Modultilrettel_ggelse_skema_m_leksemples.pdf

Der blev i projektperioden en øget opmærksomhed på nytten af bevidst at vælge hvornår man arbejder som et samlet matematikfagteam, og hvornår man arbejder i mindre tilrettelæggelsesgrupper. Kollektiv målforståelse skal udvikles i fagteamet da det jo er de samme matematiske kompetencer der skal udvikles gennem hele skoleforløbet, mens den mere konkrete forberedelse af undervisningen bedst foregår i klassetrinsnære tilrettelæggelsesgrupper, gerne med seminar-styret facilitering af erfaringsudveksling tilrettelæggelsesgrupperne imellem.

Udvikling af lærernes kompetenceforståelse

Erfaringerne fra Nørd-projektet bekræfter KOMPIS-erfaringen vedrørende nødvendigheden af som lærer at udvikle forståelse af kernen i det enkelte kompetencemål og af nytten af at støtte det gennem udvikling af visuelle modeller af hver kompetences kerne. KOMPIS-projektets tidligere nævnte modeller vedrørende modellerings-, ræsonnements- og problemløsningskompetence blev genbrugt og bekræftet som udviklingsmæssigt hensigtsmæssige, og i forlængelse heraf blev tilsvarende modeller udviklet og brugt som omdrejningspunkt for kommunikationen om de øvrige matematiske kompetencemål. I det nedenstående afsnit om forankringsfastholdende værktøjer er der anvisninger på hvordan man kan få indsigt i dette konkrete resultat af Nørd-projekt.

Samarbejdet mellem aktører på forskellige niveauer

Organisatorisk kan Nørd-projektet karakteriseres som et kommunalt forankret, skolebaseret forsøg på udvikling af lærerkompetencer. Projektet var etableret, rammesat og administreret af Ishøj Kommunes skoleforvaltning, men de konkrete udviklingsprocesser skulle foregå med respekt for forskellighederne de seks deltagende skoler imellem og havde derfor den enkelte skole som organisatorisk omdrejningspunkt. Reelt var der således tale om seks parallelt kørende projekter i projektet. Både undervejs i forløbet og nu i tilbageblik har denne rammesætning af projektet givet anledning til to former for overvejelser og analyser vedrørende vilkårene for de ønskede udviklingsprocesser. Den ene handler om betydningen af indsatsen fra og samarbejdet mellem aktører på forskellige niveauer. Den anden handler om hvor forskelligt sådanne samarbejder faldt ud på de forskellige skoler.

Udviklingsprocessen – et samarbejds- og rammesætningsideal

I analysen af matematikdelen af Nørd-projektet arbejder vi med følgende centrale aktører: Eleverne, den enkelte lærer, fagteamet, matematikvejlederen, skoleledelsen, den kommunale matematikkonsulent og den kommunale skoleforvaltning. Deres indbyrdes roller og samarbejde kan ideelt set beskrives således:

Eleverne udvikler solide matematikkompetencer fordi *læreren* er god til meningsfuld kompetenceorienteret matematikundervisning.

Læreren er god til det bl.a. fordi *matematikvejlederen og/eller den kommunale konsulent* har undervist i og inspireret til hvordan man kan gøre, og holder fast i udviklingsprocessen.

Læreren føler sig forberedelses- og evalueringsmæssigt godt hjulpet og støttet bl.a. fordi *fagteamet* på skolen er et velfungerende fagligt kollektiv omkring den enkeltes udvikling af egen praksis.

Fagteamet er velfungerende bl.a. fordi *matematikvejlederen* stiller sig i spidsen for en veletableret og systematisk vedligeholdt samarbejdskultur baseret på fælles engagement, retning og proces.

Matematikvejlederen føler sig godt hjulpet og støttet bl.a. fordi *den kommunale matematikkonsulent* stiller sig i spidsen for en veletableret og systematisk vedligeholdt samarbejdskultur blandt kommunens matematikvejledere baseret på fælles engagement, retning og proces.

Matematikvejlederen lykkes med at stå i spidsen for fælles engagement, retning og proces bl.a. fordi *skoleledelsen* viser engagement heri og ledelsesmæssigt skaber forventning herom og plads hertil.

Skoleledelsen lykkes med ledelsesmæssigt at skabe forventning om og plads til et udviklingsorienteret matematiklærermiljø med fælles retning bl.a. fordi *den kommunale skoleforvaltning* viser engagement heri og ledelsesmæssigt skaber forventning herom og plads hertil.

Den kommunale matematikkonsulent holder gryden i kog ved at kommunikere med og mediere mellem de forskellige udviklingsniveauer fra lærerne til *den kommunale skoleforvaltning* bl.a. fordi sidstnævnte har valgt at ansætte vedkommende med et sådant kommunikations- og medieringsbehov for øje.

Med dette ideal som referenceramme vil vi nu pege på tre oplevede udviklingsmæssige snublesten ledsaget af dels den problematik vi mener de hver især er rundet af, dels en beskrivelse af hvad vi mener kan være mulige veje videre frem. Beskrivelsen er af pladshensyn holdt i rimelig kort og summarisk form.

Udviklingsmæssig snublesten 1: Vejlederansvar og -kvalifikationer

Kvalifikationsmæssig problematik: Det er som nævnt vores indtryk at de fleste af de deltagende matematiklærere fandt det meningsfuldt, men vanskeligt at undervise

kompetenceorienteret – både fordi målstyret undervisning i sig selv er krævende (jf. Sølberg et al., 2015), og fordi faglige kompetencemål er en kompleks ambition at forfølge.

Oplevet snublesten: Matematikvejledere er typisk ikke rustet til at undervise heri fordi den type indholdsdidaktiske temaer, som kompetenceorienteret undervisning er et eksempel på, ikke indgår i diplomuddannelsen til matematikvejleder. Vejlederne har som følge heraf sjældent lyst til at undervise i kompetencemålstyret matematikundervisning hvilket eksempelvis gjaldt alle matematikvejlederne i Nørd-projektet.

Mulige udveje: Det mest direkte svar på denne udfordring vil være at arbejde frem mod at matematikvejlederen på skolerne typisk har den form for kompetenceorienterede efteruddannelse som Nørd-projektet peger på der er behov for. Et centralt element heri vil være at udvikle en nytænkt indholdsdidaktisk orienteret vejlederruddannelse og bruge dele heraf som efteruddannelsesstilbud til nuværende matematikvejledere. Alternativt kan man som i Nørd-projektet ansætte en kommunal matematikkonsulent med henblik på at løfte opgaven, jf. at Nina har stået for en sådan efteruddannelsesindsats i en del af projektets sidste leveår og efterfølgende. Som en sidste mulighed kan man hyre en ekstern konsulent som Tomas til at løfte opgaven, men det er i et langsigtet udviklingsperspektiv den ringeste løsning, dels fordi eksterne personer oftest som i Nørd-projektet er midlertidigt involverede, dels fordi de eksterne ressourcer der er til rådighed, langt fra rækker til en landsdækkende indsats.

Udviklingsmæssig snublesten 2: Ledelsesansvar og -kvalifikationer

Ledelsesmæssig problematik: På nogle af skolerne var der enkelte lærere som modsatte sig udvikling og fælles retning, og fagteamet var som følge heraf ikke homogent og velfungerende.

Oplevet snublesten: Skoleledelsen sender problemet videre til matematikvejlederen, som dog hverken formelt eller reelt har ledelseskompetence til at håndtere det og oftest ikke ønsker at få det. Matematikvejledere er, som vi oplever det, typisk drevet af en fagdidaktisk interesse og et ønske om en kollektiv kollegial tilgang til udviklingsprocesser, ikke af ledelsesambitioner.

Nødvendig udvej: Skoleledelsen er nødt til helt konkret at påtage sig at håndtere personaleledelses-problemet og mere generelt at engagere sig i og give opbakning og ressourcer til matematikvejlederens arbejde med at lede fagteamets udviklingsproces. Konkret oplevede vi skoler hvor det i høj grad var tilfældet, blandt andet konsekvent manifesteret ved at skolelederen tæt fulgte og ofte fysisk deltog i dele af udviklingsprocessen og de dertil knyttede seminarer og derfor ved selvsyn kunne konstatere nogle matematiklæreres rygvendte adfærd, og skoler hvor ledelsen var helt usynlig i udviklingsprocessen.

Udviklingsmæssig snublesten 3: Tid og overskud til udvikling

Ressourcemæssig problematik: Kompetenceudvikling af egen praksis kræver tid og overskud til engagement over længere tid med samme fokus, og disse ressourcer oplever mange lærere og matematikvejledere ikke at de har.

Oplevet snublesten: Vi oplevede skoleledelser der skød det tids- og ressourcemæssige problem over til den enkelte lærer med henvisning til ikke at ville blande sig i lærernes forvaltning af deres tid hvilket har været en af de varme kartofler i forlængelse af skolereformen fra 2014. Denne fra nogle skolederes side velmente tilgang skabte stor frustration hos de fleste af de lærere det gik ud over, og havde en helt individuel tilgang til forberedelsen til følge. I nogle tilfælde blev problemet forstærket af at ledelsen ville udvikle i for mange retninger på samme tid, i Nørd-projektets indledende fase på diktat fra den kommunale skoleforvaltning.

Nødvendige udveje: Skoleledelsen er nødt til aktivt at støtte fokus i udviklingsarbejdet ved at påtage sig at skabe rum til – og deraf følgende forventning om – udviklingsindsatsen, og den kommunale skoleforvaltning er nødt til at give plads til og støtte et sådant ledelsesmæssigt fokus. I Nørd-projektet udviklede tilgangen i kommunen og på alle skolerne sig i denne retning i løbet af de tre år projektet varede, ikke mindst i form af de tidligere omtalte (jf. figur 2) systematisk indførte og ledelsesmæssigt understøttede møder i tilrettelæggelsesgrupperne i forlængelse af hvert fagteamseminar.

Forankring af indsatsen

Det er veldokumenteret at udviklingsprojekter generelt har en lav succesrate når det kommer til at skabe blivende forandring af praksis (Hargreaves, 1997; Sølberg, 2009). Personer som skal facilitere forandring, kan være tilbøjelige til at undervurdere hvor vanskeligt det kan være at overvinde modstand mod forandring i en organisation, og løber derfor ind i mere eller mindre bevidste forsøg på at undergrave nye tiltag.

Det har desuden vist sig at de færreste udviklingsprojekter har en levetid der er lang nok til at muliggøre en reel forankring og udbredelse af nye tiltag (Hargreaves & Fink, 2006). Dette skyldes bl.a. at udviklingsprojekter gennemløber en række udviklingsfaser før et nyt tiltag er indlejret i praksis på en måde så den nye praksis kan fastholdes ud over projektperioden (Sølberg et al., 2015):

Scenesættelse: I denne fase forsøger man at motivere til forandring, aftaler forhandles på plads, og man forsøger at finde frem til hvad der skal gøres, og hvordan man kan gøre det.

Initiering: I initieringsfasen samles de involverede parter, og der sættes gang i udviklingsprocessen.

Implementering: I denne fase gennemføres de planlagte tiltag, og planen tilpasses efterhånden som man opnår mere og mere erfaring med den nye praksis. Her handler

det om at fastholde indsatsen og at overvinde eventuelle problemer og frustrationer der måtte opstå.

Institutionalisering: Institutionaliseringsfasen er kendetegnet ved at det nye tiltag ikke længere kræver en særlig indsats fra hverken deltagere eller andre. I denne fase er den nye praksis blevet en del af kulturen på skolen, og lærerne har udviklet måder til at inkorporere det nye tiltag i den daglige undervisning og kan se meningen med at arbejde på den måde.

Erfaringerne viser at hvis der ikke er tid nok, vil ændringer i praksis ofte vise sig at være overfladiske tilpasninger til nye muligheder og begrænsninger (initiering og implementering) snarere end fundamentale forandringer i forståelsen af hvorfor man gør som man gør (institutionalisering). Det kræver gentagen refleksion over egen (og andres) praksis før man ændrer sin grundlæggende forståelse for hvorfor man handler som man gør.

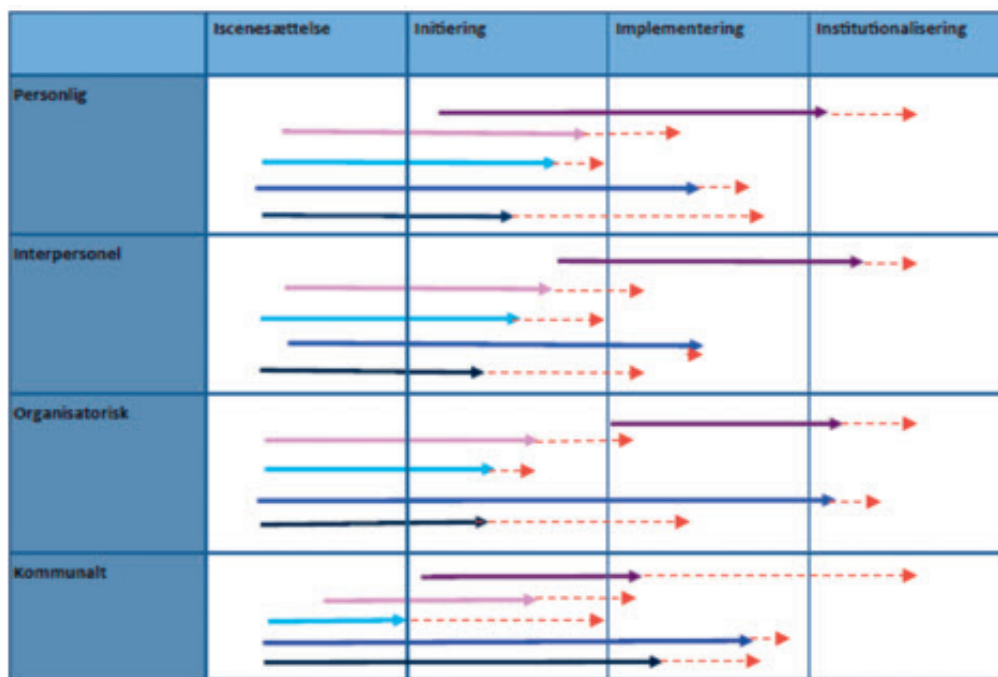
I årene siden den officielle afslutning af Nørd-projektet i 2017 har Nina og andre centrale personer i Ishøj Kommune haft en bevidst rettet opmærksomhed på forankringsprocessen i lyset af ovennævnte karakteristik. Som et resultat heraf vil vi i de følgende afsnit pege på fire overordnede forhold der har vist sig at have god forankrende effekt.

Bevidsthed om forankringsdelen af skoleudviklingsprocesser

I forbindelse med evalueringen af Nørd-projektet i efteråret 2017 sparrede Nina med lektor i naturfagernes didaktik Jan Sølberg, som har stor erfaring med evaluering og forankringsprocesser i forbindelse med skoleudviklingsprojekter. Denne sparring førte bl.a. til anvendelse af en didaktisk model for skoleudvikling som Sølberg sammen med kolleger har udviklet i anden sammenhæng (Sølberg et al., 2015), jf. figur 4 hvor modellen er anvendt på matematik-kompetenceudviklingsinitiativet.

Modellen er en kombination af to forskellige perspektiver på skoleudvikling. Det ene er den ovennævnte fasebeskrivelse af en udviklingsproces. Det andet er en firedeling af på hvilket organisatorisk niveau man beskriver udviklingen. Modellens bagvedliggende pointe er at et projekt bør forsøge at skabe kapacitet på alle fire niveauer for at opnå den nødvendige mulighed for udvikling af praksis.

Modellen blev anvendt første gang i december 2017 i forbindelse med en kommunal formidlingsindsats. Deltagerne på skolerne blev bedt om en individuel pileangivelse hvis gennemsnit så blev sammenholdt med og eventuelt justeret i forhold til de mange forskelligartede data fra evalueringsrapporten (Winther, 2017). Anden modelanvendelse foregik i forbindelse med en politisk afrapportering af Nørd-projektets forankring i august 2018 (Winther, 2018). Her blev deltagerne bedt om at angive progressionen fra model-udfyldningen i december 2017 til august 2018, og hver skole skulle selv nå fra den individuelle model-udfyldning til én indrapporteret udfyldning for skolen som helhed.



Figur 4. Anvendelse af en didaktisk model for skoleudvikling (Sølberg et al., 2015, s. 232, på inspiration fra Verbiest & Erčulj, 2005). Hver af de i Nørd-projektet fem deltagende folkeskoler har givet deres vurdering af udviklingen i egen forankring af projektets kompetenceudviklingsforløb for matematiklærergupperne. De fuldt optrukne pile angiver vurderingen af udviklingen fra projektstarten i efteråret 2014 til udarbejdelsen af en kommunal rapport om projektets forankring i slutningen af 2017 (jf. Winther, 2018, p. 6), mens de røde stiplede pile angiver vurderingen af udviklingen fra slutningen af 2017 til august 2018.

Generelt ses af figuren at de enkelte skoler vurderer udgangspunktet for pilenes start nogenlunde ens. Undtagelsen er Strandgårdskolen, der er repræsenteret med den øverste pil i hvert niveau. Dette er udtryk for at skolen som tidligere nævnt allerede havde et forudgående samarbejde med Tomas over et par år inden Nørd-projektets start. Der ses også en variation af pilenes længde skolerne imellem svarende til en variation i progressions størrelse på de forskellige skoler. Desuden fremgår det tydeligt at kun få pile er landet i den fra projektets side tilstræbte institutionaliseringsfase.

Både den konkrete udfyldning af modellen og fortolkningen heraf inviterer til en række kritiske refleksioner. Hvilke forskelle kan man eksempelvis spore i den måde henholdsvis ledelse, matematikvejleder og de forskellige lærere på hver skole har udfyldt modellen? Hvilke refleksioner ligger der bag hver pils længde og slutplacering? Og hvilke former for opfølgning lægger det generelle fravær af at være nået i institutionaliseringsfasen op til?

Sådanne opfølgende analyser er spændende og relevante. Her vil vi dog lade det ligge, for den centrale pointe vi vil frem til i dette afsnit, handler ikke om den konkrete udfyldelse af modellen, men om selve det forhold at det blev gjort af deltagerne selv. Vi har erfaret at den didaktiske model som et selvevalueringsværktøj med fokus på progression af forankringsgraden på forskellige aktør-niveauer har medført værdifulde refleksioner hos både ledelse, vejledere og matematiklærere. Retrospektivt har modellen således fungeret som et nyttigt værktøj for den fortsatte opmærksomhed på fastholdelse og forankring af projektet.

Ansvarsplacering for fastholdelse

Det er vigtigt at prioritere en eller flere gennemgående fastholdelsesambassadører der over tid kan fastholde processer efter et projekts officielle afslutning. I mange kommuner sker det gennem ansættelse af såkaldte naturfagskoordinatorer. Nørd-projektet blev katalysator for en sådan prioritering i Ishøj Kommune i og med at man valgte at fastansætte facilitatoren i projektet som kommunal konsulent for matematik, naturfag og talentindsats da projektansættelsen udløb.

Det har vist sig at være en god mulighed for at udnytte et projekt som platform for et videre virke i organisationen. En ansvarshavende, som bidrager til forankringen, som via facilitatorrollen i projektet fx er bekendt med og opmærksom på de førnævnte snublesten, som bidrager til at fastholde meningsfulde rutiner og fjerne eventuelle forhindringer, som fortsat er bindeled og støtte for alle aktører på alle fire niveauer i figur 4, og som har et øje for at processen fortsat bliver på sporet og kan "kapacitetsforstærke" den.

På en af skolerne har matematikvejlederen eksempelvis haft brug for støtte i forbindelse med fastholdelse af et kompetencefokus hos nogle af skolens matematiklærere og i fagteamet som gruppe. Nina fungerede i det tilfælde som bindeled mellem skoleleder og vejleder hvilket resulterede i tiltag der skulle klæde skoleledelsen på til (fx i forbindelse med medarbejderudviklingssamtalerne) at spørge ind til lærernes udvikling af egen kompetenceforståelse. Det har konkret resulteret i oplæg om og hjælp til formulering af "de gode spørgsmål" sammen med ledelsen.

Forankringsfastholdende strukturer

Gode strukturer indbygget og udviklet i et projekt kan forsvinde når det slutter, medmindre man er bevidst om fastholdelse deraf. I Nørd-projektet har vi særligt været opmærksomme på at fastholde strukturer og rutiner omkring de forskellige lærende fællesskaber, jf. den tidligere omtale heraf:

Årsplanlægningsmøderne før/efter sommerferien med de støttende værktøjer, mulighed for støtte af konsulent og matematikvejleder samt et særligt øje for inklusion af nye medarbejdere.

Løbende fagteammøder med fastholdelse af struktur med fokus på lærende fællesskaber, der hele tiden er i udvikling. Den faste tilrettelæggelsesmæssige rytme med et didaktisk input (nu fra vejleder/konsulent), tilrettelæggelse og afprøvning af forløb samt vidensdeling omkring de efterfølgende erfaringer er blevet fastholdt. En Nørd-erfaring med det hensigtsmæssige ved kun at fokusere på få kompetencemål ad gangen er blevet videreudviklet så der nu holdes fast i to udvalgte kompetencer på rækken af fagteammøder i løbet af et helt skoleår. Hensigten er både at vedligeholde det fælles sprog og nå et spadestik dybere i kompetenceforståelsen. Vidensopsamling i form af videooptagelser af børns læring i undervisningssituationer som udgangspunkt for dialog i fagteamet er en metode der er kommet til.

Lærerne har efter projektets afslutning ofte udtrykt at deres fælles sprog om og forståelse af kompetencerne har haft stor samarbejds-mæssig betydning både for den fortsatte forankringsproces og for det professionelle samarbejde i øvrigt. Efter projektets afslutning ses der også tegn på at fagteammøderne generelt har fået større didaktisk indhold, og at der i projektet er givet en generel form og struktur til facilitering af professionelle læringsfællesskaber (DuFour et al., 2016).

Løbende kommunalt vejledernetværk med fokus på at støtte matematikvejlederne i deres opgaver og rolle på skolerne, fx didaktisk ajourføring, status i forhold til forankring, sparring omkring udfordringer i rollen, nye tiltag m.m.

Forankringsfastholdende værktøjer

I Nørd-projektets sidste leveår havde vi – artiklens forfattere – fokus på udvikling af støttende værktøjer som dels kan samle den nye fælles viden og sprogliggørelsen heraf, dels kan bidrage til den fælles forståelse af “sådan gør vi” som fagteam. I årene efter projektets afslutning har værktøjerne herudover også vist sig nyttige til at støtte aktører på de forskellige niveauer i kommunikationen om fastholdelse af indsatsen, jf. det ovenstående afsnit herom. Herunder peger vi på et par konkrete sådanne værktøjer som stadig bruges flittigt og således har vist sig langtidsholdbare.

Kompetencevideoer: I projektets afsluttende fase udviklede vi sammen ni små videoer: en om planlægning af målstyring undervisning og en med hver af de otte matematiske kompetencer fra KOM-rapporten (Niss & Jensen, 2002) som overskrift. De kan alle findes på YouTube ved at søge på “kompetencebaseret matematikundervisning.” Videoerne er strukturelt opbygget på samme måde: Et udtræk af den begrebsmæssige gennemgang fra seminarerne; gode erfaringer i forhold til tilrettelæggelse med det givne kompetencemål som sigtepunkt; konkrete eksempler til både indskoling, mellemtrin og udskoling. Videoerne bruges som fastholdelse af vigtige pointer fra projektet i forbindelse med årsplanlægning, som kort repetition på fagteammøder og til at introducere nye lærere til det fælles sprog.

Kompetenceplakater: Otte plakater repræsenterer hovedtrækkene i Ishøj-lærernes fælles opsamling af viden om hver af de otte matematikkompetencer. Alle plakaterne har samme struktur: Den grafiske model af kompetencens kerne, som også gennemgås i videoerne; visualisering af tre konkrete eksemplariske læringssituationer taget fra praksis til indskoling, mellemtrin og udskoling; støttende værktøjer til lærerne, fx hjælpesætninger til formulering af opgaver, særlige gode italesættelsesmåder over for eleverne samt vigtige pointer lært i projektet, som kan være godt at huske på.

Plakaterne bliver brugt flittigt af lærerne på både fagteam møder og årsplanlægningsmøder, men også i klasserne til at understøtte italesættelser over for eleverne. Der er udvist stor interesse fra andre kommuner og institutioner for plakaterne. De deles gerne ved at kontakte Nina så de kan få ord og fortællinger med på vejen om hvilke tilgange der har gjort dem nyttige og meningsfulde for de tidligere Nørd-lærere.

Opsummering

I forhold til arbejdet på de enkelte skoler vil vi opsamle vores erfaringer således:

- Matematiklærerne oplever det som udfordrende, men inspirerende at blive rammesat af *en todimensionel model* for beskrivelse af indholdet i grundskolens matematikundervisning.
- Lærernes læring sker bedst når de *eksperimenterer med og udvikler egen praksis* gennem eksplicit kompetence-målstyrede undervisningsforløb.
- Udvikling af lærerkompetence i kompetenceorienteret matematikundervisning kræver *langstrakte forløb* og en god portion tålmodighed.
- Underkend ikke værdien af systematisk at *sætte tid af til tilrettelæggelse* i kalenderen hvor lærerne i mindre grupper kan samarbejde om at forberede de kommende forløb.
- *Skeln mellem årsplanlægning og tilrettelæggelse* – hvornår er der brug for helikopterperspektiv, og hvornår zoomes ind på detaljer i de konkrete forløb?
- *Organisering efter dagsorden:* Det er en fordel at udvikle forståelse af og fælles sprog om kompetencerne i fagteams, mens konkret forberedelse af undervisning foregår bedst i mindre årgangsinddelte tilrettelæggelsesgrupper.

Erfaringerne med indsatsen fra og samarbejdet mellem aktører på forskellige niveauer kalder på følgende anbefalinger:

- Sørg for at have, udvikle eller få en *matematikvejleder* der er kompetent til og gerne vil indtage rollen som *den ansvarlige for undervisning af fagteamet i kompeten-*

ceorienteret matematikundervisning – ved selv at stå for undervisningen og/eller samarbejde med en anden person som kan og vil varetage denne opgave.

- *Skoleledelsen skal gøre matematikvejlederen god*, dels ved at påtage sig at håndtere eventuelle personaleledelsesmæssige problemer som står i vejen for samarbejdet i fagteamet, dels mere generelt ved at engagere sig i og give opbakning og ressourcer til matematikvejlederens arbejde med at lede fagteamets udviklingsproces.
- *Skoleledelsen skal aktivt støtte fokus i udviklingsarbejdet* ved at påtage sig at skabe rum til – og deraf følgende forventning om – udviklingsindsatsen, og *den kommunale skoleforvaltning skal give plads til og støtte et sådant ledelsesmæssigt fokus*.

I forhold til forankring af indsatsen lyder vores opsamling således:

- Understøt ejerskab ved at sørge for at få *repræsentanter fra alle involverede niveauer med* allerede i iscenesættelsesfasen af projektet.
- *Vælg, og brug refleksionsværktøjer* der bidrager til at bevidstgøre aktørerne om betydningen af en forankringsindsats.
- Prioritér en eller flere *gennemgående fastholdelsesambassadører* med ansvar for fastholdelse og forankring efter projektets officielle udløb.
- *Fasthold gode rutiner og strukturer* fra projektet, fx årsplanlægningsmøder, fagteammøder (med projektets struktur) og vejledernetværk.
- *Udvikl forankringsfastholdende værktøjer* med vidensopsamlings-, kommunikations- og fastholdessigte, fx planlægnings- og tilrettelæggelseskemaer, videoer og plakater.

Referencer

- Andreasen, M., Damkjær, H. S., & Højgaard, T. (2011). MaTeam-projektet – om matematiklærerfagteam, matematiklærerkompetencer og didaktisk modellering. *MONA*, 3, 26-45.
- DuFour, R., DuFour, R., Eaker, R., & Many, T. (2016). *Håndbog i professionelle læringsfællesskaber*. Frederikshavn: Dafolo.
- Hargreaves, A. (1997). Cultures of Teaching and Educational Change. I B. J. Biddle et al. (red.), *International Handbook of Teachers and Teaching* (1297-1319). Dordrecht: Kluwer.
- Hargreaves, A., & Fink, D. (2006). *Sustainable leadership*. San Francisco, US: Jossey-Bass.
- Højgaard, T., Bundsgaard, J., Sølberg, J., & Elmoose, S. (2010). Kompetencemål i praksis – foranalysen bag projektet KOMPIS. *MONA*, 3, 7-29.
- Højgaard, T. (2013). Kompetencemål, faghæfte og fokuseret matematikundervisning. I M.W. Andersen & P. Weng (red.), *Håndbog om matematik i grundskolen* (34-47). Viborg: Dansk Psykologisk Forlag.

- Ishøj Kommune (2014). *Flere Lille og Store Nørder i Ishøj: Projektbeskrivelse*. Ishøj: Ishøj Kommune. Tilgængelig via www.ishoj.dk.
- Jensen, T. H. (2009). Modellering versus problemløsning – om kompetencebeskrivelser som kommunikationsværktøj. *MONA*, 2, 37-54.
- Larsen, C. A. (1969). *Didaktik: om didaktikken som planlægningsvirksomhed og om dens systematiske placering i pædagogikken*. København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Niss, M., & Jensen, T. H. (red.) (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Idéer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 18 – 2002. København: Undervisningsministeriet.
- Sølberg, J. (2009). Udvikling af skolens naturfaglige kultur – kunsten at gøre mere for flere på længere sigt. I A. Holtz (red.), *Naturfagslærerens håndbog* (139-152). Frederikshavn: Dafolo.
- Sølberg, J., Bundsgaard, J., & Højgaard, T. (2015). Kompetencemål i praksis – hvad har vi lært af KOMPIS? *MONA*, 2, 46-59.
- Sølberg, J., Waaddegaard, N. H., Hansen, F. L., Trolle, O., Elmeskov, D. C., Johannsen, B. F., & Nielsen, J. A. (2015). *Innovation, Science og Inklusion 2015: Slutrapport af ISI 2015*. København: Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.
- Sørensen, L. (2010). *Årsplan for 8.a*. Upubliceret tekst, juni 2010. Slagelse: Mariendalsskolen.
- Undervisningsministeriet (2009). *Fælles Mål 2009 – Matematik*. Undervisningsministeriets håndbogsserie, nr. 14 – 2009. København: Undervisningsministeriet.
- Verbiest, E., & Erčulj, J. (2006). Building capacity in schools – dealing with diversity between schools. I *The book of the 14th ENIRDEM conference proceedings 22-25 September 2005* (65). Tjekkiet: Brno & Telč.
- Winther, N. (2017). *“Flere Lille og Store Nørder i Ishøj”: Evaluering 2017 – offentlig version*. Ishøj: Ishøj Kommune. Tilgængelig via www.ishoj.dk.
- Winther, N. (2018). *“Flere Lille og Store Nørder i Ishøj”: Forankring af projektets initiativer, Afrapportering august 2018*. Ishøj: Ishøj Kommune.

English abstract

This paper describes and analyses a development project in which every mathematics teacher in the municipality of Ishøj took part in a three-year in-service training programme of planning, organizing, executing and assessing teaching explicitly aimed at students' development of mathematical competencies. After a description of the project and the process, the article focuses on an analysis of experiences that we believe can benefit others. This analysis is based on three perspectives: The concrete implementation process, the efforts made by and collaboration between stakeholders at various levels, and the embedding of professional development in school practice.

Undervisning i naturvidenskab under COVID-19

– problemer og perspektiver



Philip Kruse Jakobsen, Silkeborg
Gymnasium

Abstract: Den COVID-19-inducerede fjernundervisning i Danmark i 2020 diskuteres. Med udgangspunkt i forfatterens egne erfaringer samt spørgeskemaundersøgelser blandt elever og lærere findes det at fjernundervisning opleves mere arbejdskrævende og mindre motiverende, samt at elever føler de lærer mindre, og har lavere mestringsforventning. Fjernundervisningen i de naturvidenskabelige fag har mindre indhold af eksperimenter og feltarbejde hvilket forskyder elevernes læring væk fra centrale kompetencemål. Der præsenteres tre perspektiver på hvorledes erfaringerne kan bidrage til at styrke undervisningen i de naturvidenskabelige fag fremadrettet.

Indledning

Siden første COVID-19-nedlukning i marts 2020 har jeg som alle andre kæmpet med at undervise hjemsendte elever i mine naturvidenskabelige fag fysik, geovidenskab og naturgeografi på Silkeborg Gymnasium. Som tilsynsførende ved pædagogikumuddannelsen og via mine egne børns hjemmeundervisning har jeg også kunne betragte den COVID-19-inducerede fjernundervisning lidt udefra. Det har været hårdt at skulle omstille undervisningen så markant – så hurtigt. Undervisere over hele landet har søgt løsninger, diskuteret problemer, delt tips og tricks på tværs af uddannelsesniveauer og -institutioner. En del problemer under den første nedlukning kunne tilskrives “børnesygdomme” grundet den pludselige omstilling. Der er siden kommet mange bud på hvordan kvaliteten kan øges (fx Green et al. 2020). Men de efterfølgende nedlukninger med fjernundervisning har dog vist at en del problemer står tilbage – ikke mindst i de naturvidenskabelige fag.

Omvendt har jeg i et udviklingsprojekt oplevet hvordan nedlukningen har forøget den didaktiske fantasi, givet nye idéer og muligheder, som kan bruges fremadrettet. Otte ud af ti lærere mener ifølge Jørgensen et al. (2020) at de kan overføre nogle erfaringer fra fjernundervisningen til deres normale undervisning. Der er bred enighed

om at undervisere generelt har gjort en stor og flot indsats for at omstille undervisningen under nedlukningerne. Diskussion af de mulige implikationer af erfaringerne med fjernundervisning er i gang. På den ene side har undervisningsminister Pernille Rosenkrantz-Theil (Romme-Mølby, 2020) og andre centrale stemmer som fx Lund-Larsen (2020) peget på at fjernundervisningen kan komme til at spille en større rolle fremadrettet. Omvendt forholder fx Gymnasieskolernes Lærerforening sig langt mere skeptisk over for fjern- og hybridundervisningen som et blivende element (Kepler, 2020). Jeg har selv erfaret hvordan jeg har måttet bruge flere og flere kræfter på at motivere og opmuntre mine elever efterhånden som tiden er gået med fjernundervisning på deres værelser i det nedlukkede samfund. Det er der ingen der ønsker sig. Så hvad kan vi da lære af erfaringerne? – og hvilke perspektiver er der for de naturvidenskabelige fag?

Overordnede problemer

Vi må skelne mellem fjernundervisning under et nedlukket samfund og så en fremtidig didaktisk designet anvendelse af fjern- eller hybridundervisning. Lad os alligevel først se på de generelle erfaringer med den fulde fjernundervisning under nedlukningen. Der findes peer-reviewede artikler i den internationale litteratur der behandler emnet (fx Adedoyin & Soykan, 2020). Jeg vil alligevel tillade mig primært at trække på danske undersøgelser og egne erfaringer.

I forbindelse med den første nedlukning gennemførte vi på Silkeborg Gymnasium i maj 2020 en spørgeskemaundersøgelse (N = 830). Her pegede eleverne især på motivation som et stort problem. Således oplevede næsten tre ud af fire at motivationen var mindre eller meget mindre. En elev skriver:

“Jeg synes det er svært at have motivation til at lave noget, når man er hjemme hele tiden. Jeg synes hele tiden vi skal mødes på Teams eller Meet, hvilket resulterer i, at jeg sidder ved min computer hele dagen, og jeg mister simpelthen motivationen fordi der ikke er så meget forskellighed.” (Elevudsagn, Silkeborg Gymnasium, maj 2020)

I en undersøgelse foretaget af GL blandt gymnasielærere (N = 1895) peger tre ud af fire undervisere ligeledes på at elevernes motivation er lavere ved fuld fjernundervisning. (Romme-Mølby, 2020). Ud over mangel på variation peger elever på den manglende sociale interaktion, lavere koncentrationsniveau, ringere interaktion, mindre lærer-feedback samt et større dagligt arbejdspress som væsentlige negative konsekvenser. Dette bakkes op af en stor onlineundersøgelse foretaget i slutningen af den første nedlukning i juni 2020 (N = 12352) (Jørgensen et al. 2020). Både lærere og elever er usikre på læringsudbyttet under fjernundervisningen (Rasmussen, 2020). Ifølge en

Rambøll-undersøgelse af 8.-klasseelever (N = 497) var knap halvdelen af de unge usikre på om de havde lært nok under fjernundervisningen til at kunne følge med i det næste skoleår. Endelig er det værd at bemærke at konsekvenserne af nedlukningen ser ud til at ramme de i forvejen mest udsatte elever hårdest (Chadwick & McLoughlin, 2020).

Der findes endnu ikke undersøgelser af hvorledes fjernundervisningen har påvirket elevernes faglige udvikling. Opsummeret kan man dog sige at der hos eleverne tegner sig et billede af at fjernundervisningen er mere arbejdskrævende og mindre motiverende, samt at eleverne føler de har lært mindre, og har en lavere grad af mestringsforventning til det faglige indhold behandlet under fjernundervisningen.

Ekspireriter og feltarbejde under fjernundervisning

Elevernes praktiske undersøgelser i form af eksperimenter og feltarbejde er definerende for de naturvidenskabelige fag – også for eleverne. I den normale hverdag opleves det “praktiske arbejde” som en kærkommen adspredelse fra den øvrige undervisning. I fjernundervisningen er der gennemført mindre eksperimentelt arbejde (Chadwick & McLoughlin, 2020, Jørgensen et al. 2020) hvilket således har bidraget til elevernes opfattelse af manglende variation i undervisningen. Undervisere er siden første nedlukning blevet bedre til at inddrage praktiske elementer og udeaktiviteter i fjernundervisningen. Dog står det eksperimentelle arbejde stadig ikke særlig centralt i fjernundervisningen.

Konsekvenser og mulige løsninger ses bedst ved at stille skarpt på de forskellige funktioner det eksperimentelle arbejde kan have i undervisningen. Delvist efter Hodson (1990) og Jacobsen (2008) vil jeg lave følgende klassificering:

Ekspireriter og feltarbejde som et læringsmål:

Det er et mål at give indsigt i naturfaglige metoder og udvikle ekspertise i at anvende dem. Et fag er ikke kun et genstandsfelt, men i høj grad også metoder til at undersøge genstandsfeltet. Dette fremgår af de faglige kompetencer indskrevet i naturfagernes læreplaner.

- Det kan være et mål at udvikle metodiske færdigheder som omhyggelighed, præcision, sikkerhed, iagttagelsesevne, praktisk problemløsning osv.
- Det kan være et mål gennem det eksperimentelle arbejde at udvikle særlige naturvidenskabelige holdninger som eksempelvis fordomsfrihed og objektivitet.

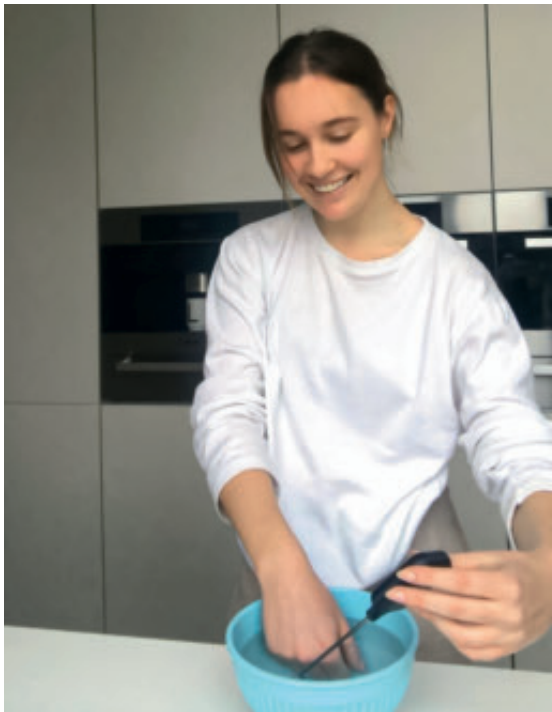
Ekspireriter og feltarbejde som et læringsmiddel:

- Gennem arbejdet styrkes elevernes læring af det faglige indhold. Fx Kolb (1984) har peget på eksperimentets betydning for læringen.

- Gennem arbejdet kan elevernes motivation styrkes ved at stimulere interesse og inspiration. Det praktiske arbejde kan give en følelse af autonomi og “egne oplevelser”, som kan virke motiverende (Andersen, 2010, Dohn, 2007).

Det er således afgørende at eksperimenter og feltarbejde ikke nedtones under fjernundervisningen. Som underviser står man dog med det problem at mange traditionelle eksperimentelle undersøgelser kræver særligt udstyr, sikkerhedsforanstaltninger eller materialer som ikke findes i elevernes hjem. Undervisere er derfor nødsaget til at omforme det eksperimentelle arbejde så det bliver muligt for eleverne at gennemføre. Her er pointen at hvis det eksperimentelle arbejde nedtones, lærer eleverne både mindre og noget andet end i den normale undervisning.

Man må derfor ikke udskyde det eksperimentelle arbejde til eleverne kan vende tilbage til skolens laboratorier.



Figur 1. Elev laver eksperiment i sit køkken. Vandet i skålen opvarmes med hånden og måles med et termometer. Vejes vandet med en køkkenvægt, kan effekten hvormed hånden opvarmer vandet, bestemmes. Det blev til en konkurrence: “Hvem har klassens varmeste hænder?” Elever der ikke har et termometer i huset, deltager ved at skrive målinger i regneark og komme med opmuntrende tilråb. (Foto: Emma Dremstrup).

Hvilken type eksperimenter kan eleverne lave hjemme?

Den type eksperimenter elever kan håndtere hjemme, vil primært fungere som et læringsmiddel i den ovenstående klassificering. Dog vil der være faglige områder hvor det er muligt at træne faglige kompetencer som hypotesedannelse, iagttagelse, omhyggelighed, faglig problemløsning mv. En kollega har lige fået elever til at isolere DNA fra løg hjemme på deres køkkenbord. Man kan også få eleverne til selv at designe deres eksperiment frem for at forsøge at udtænke et eksperiment der passer til deres fysiske rammer derhjemme. *Fx "Film en selvvalgt bølgebevægelse med en bølgelængde så tæt på 5,0 cm som muligt."*

I den normale undervisning har eksperimenter forskellig grad af kompleksitet, kompetencefokus og krav til vejledning og stilladsering fra underviseren. Det er oplagt at ikke alle er lige egnede som hjemmeforsøg. Jeg har nedenfor lavet en rangorden efter graden af egnethed som hjemmeksperiment. Det er klart at mindre kan lade sig gøre under nedlukningen hvor elever er hjemme uden selv simpelt udstyr. Hvis hjemmeksperimentet skal anvendes i en eller anden form fremadrettet, kan listen være anvendelig som rettesnor. Det er især de to første kategorier det har været muligt at lave under nedlukningen. De to første kategorier kan også suppleres af virtuelle eksperimenter som eksempelvis de interaktive PHET-simuleringer (<https://phet.colorado.edu/>).

1. **Eksperimentet som læringsmiddel for begreber eller forståelsesmodel.** Elever kan gennem et eksperiment blive ledt til at opleve et fænomen og koble det til et fagbegreb gennem iagttagelse og interaktion. Dette kan fint ske hjemme også, fx *"Observér luftstrømningen omkring et tændt stearinlys. Observér vand i en gryde der varmes op. Beskriv ligheder og forskelle imellem de to situationer."*
2. **Eksperimentet som test af årsagsforklaringer.** Her kan man anvende eksperimentet til at undersøge videnskabelige årsagsforklaringer, fx *"Isterninger der ligger under en lampe på en mørk overflade, smelter hurtigere end på en lys overflade på grund af forskel i refleksion af lyset."* Men man kan også anvende eksperimentet til systematisk at arbejde med elevernes fejlfortolkninger, eksempelvis via den såkaldte POE-tilgang (predict-observe-eksplain) (White & Gunstone 1992). Hvis man ikke har mulighed for at lade eleverne udføre eksperimentet, kan det filmes. Et typisk POE-eksperiment kan ses her: <https://www.youtube.com/watch?v=ygC8wSIY4Bs>.
3. **Eksperimentet som en faglig arbejdsproces.** Fagenes læreplaner kræver at elever træner kompetencer/teknikker/metoder i naturvidenskabeligt arbejde, fx at opstille og teste hypoteser, vurdere fejlkilder, træne klassificering, titrering osv. Eleverne vil ofte mangle specifikt udstyr, og vejledningen af dette fungerer ikke godt virtuelt. Lærerens dialog med elever mens de udfører eksperimentet, er central for læringen (Harrison et al. 2018).

4. **Eksperimentet som kvantitativ model med henblik på at opstille en matematisk model.** Dette er et klassisk eksperiment fra en traditionel fysikundervisning, fx *“Hvordan aftager lyset fra en elpære?”*. Her kan det være et problem at få brugbare datapunkter med det udstyr eleverne har derhjemme.
5. **Eksperimentet som prognoseredskab.** Vi kan anvende den eksperimentelle model til at foretage en ekstrapolering, fx *“På baggrund af jeres eksperiment med varmeudvidelse skal I vurdere havniveauets stigning på verdensplan hvis verdenshavenes temperatur stiger med 2 grader.”* Et højt taksonomisk niveau synes uoverkommeligt når eleverne er fysisk langt fra lærer og klassekammerater.
6. **Som problemløsende (engineering).** Eleverne kan gøre sig erfaringer med materialer eller design til løsning af problemer, fx *“Design en dør til dit værelse som er så lyd-dæmpende som muligt. Undersøg om alle frekvenser dæmpes lige meget.”*. Sådanne problemstillinger har det med at blive uoverskuelige for eleverne hvis ikke de stilladseres. Det kræver en tæt vejledning, som er besværliggjort i en fjernundervisningssituation. I en normal undervisning kan eleven godt arbejde med sådanne problemløsende eksperimenter både på skolen og hjemme (se herunder).

Perspektiver for fremtiden

Så hvad kan vi lære af den COVID-19-inducerede fjernundervisning som kan styrke den faglige udvikling i de naturvidenskabelige fag?

Fjernundervisningen har sat fokus på at planlægge aktiviteter som kræver at eleverne kommer “væk fra deres computer” – også når de er hjemme. Erfaringerne viser at det er muligt at lade eleverne lave små opgaver hjemme som blander traditionel tekst med billeder, lyd eller video. Disse kan fremadrettet inddrages som lektier eller hjemmeopgaver frem for traditionel læsning på skærm. Eleverne er også blevet vant til at bidrage med mange forskellige produktformer. Det er således ikke noget problem at bede eleverne om at tage et billede af en selvvalgt energiomdannelse på deres værelse, beskrive den og uploade til fx en Padlet inden næste lektion. Andre lignende eksempler på aktiviteter kan være:

- “Lav en forcastning i din frokost, og tag et billede. Indtegn forcastningen, og navngiv den.”
- “Tag et foto uden for dit hus der kan illustrere et af de stratigrafiske principper.”
- “Vej din morgenmad, og indtast på kortet hvor den kommer fra.”
- “Find i dit køkken den fødevarer der har det højeste energiindhold pr. 100 g.”
- “Tag et billede der hvor du bor, som kan bruges til at forklare begrebet forvitring.”



Figur 2. Foto taget i min have og anvendt under hjemmeundervisningen. Et eksempel på at gode faglige udfordringer kan findes "i hverdagen". Eleverne fik til opgave at beskrive fotoet og dernæst opstille en faglig forklaring. (Eget foto).

Jeg har nedenfor samlet tre perspektiver på hvordan vi kan udnytte erfaringerne til at styrke undervisningen i de naturvidenskabelige fag:

Hypotese 1: Erfaringerne kan udnyttes til at bringe elever tættere på hinanden og få positive erfaringer med faget uden for skolen. Det er hyggeligere at arbejde med faget hvis elever er sammen om noget hjemme hos sig selv. Vores erfaringer med at vejlede eleverne via elektroniske platforme kan udnyttes til at lade dem arbejde i grupper hjemme med "alternative" opgaver der udnytter forskellen i de fysiske rammer i forhold til det traditionelle klasseværelse. Det vil givetvis føre til at nogle elever synes det er sjovere og mere motiverende at arbejde med faget under overskrifter som: "Pladetektonik i køkkenet", "Byg et musikinstrument af dit affald" eller "Sådan gør jeg mit hus mere klimavenligt".

Hypotese 2: Erfaringerne kan udnyttes til at bringe faget tættere på eleverne. Det kan gøres ved at tage udgangspunkt i empiri de selv skaber, som vi har været tvunget til

under nedlukningen. Mange faglige spørgsmål kan tage udgangspunkt i deres eget hjem/liv, fx: “Dokumentér hvordan jeres værelse bliver opvarmet – følg rørene, og tag fotos.”, “Vej alt dit tøj.”, “Mål vandet i dit brusebad...”

Ved at udnytte at klassens elever bor forskellige steder, kan vi indsamle data flere steder på én gang. Indsamling af empiri derhjemme giver eleverne mulighed for sammen at konstruere egne kort over klassens empiri og diskutere forskelle og ligheder mellem datapunkter mv. Det kan gøres med alt fra temperatur, vejrobservationer, jordbund, affaldshåndtering og vejstøj til husstandens opvarmningsform osv. I flere år har jeg i fysik inddraget elevernes eget brusebad. Jeg bliver til stadighed overrasket over hvor langt elever er villige til at gå når det er deres egne data de arbejder med.

Hypotese 3: Erfaringerne kan bruges til at perforere klasselokalet og lukke fagpersoner ind. Vi er alle blevet mere bevidste med “onlinemøder”, og det har åbnet vores øjne for hvor let det er at invitere en ingeniør eller forsker eller andre fagpersoner ind i undervisningen som en del af et undervisningsforløb. Det kan ovenikøbet være en tidligere elev som fortæller om sit studie, sit karriereforløb eller andet.

Afslutning

God undervisning, siger man, handler om at møde eleverne der hvor de er. Den COVID-19-inducerede fjernundervisning har vist mig at dette kan gøres ret konkret – der hvor de bor. Jeg vil fremadrettet gøre mere for at binde de begreber vi arbejder med i skolen, sammen med elevernes egen hverdag – tæt på dem selv. Det kan eksempelvis ske som beskrevet ovenfor. Jeg vil gøre mere for at inddrage empiri eleverne selv kan bringe ind i skolen hjemmefra. Jeg vil bruge vores erfaringer med virtuelle møder til at få inddraget omverdenen mere direkte i naturfagsundervisningen. Dette tror jeg på, kan styrke undervisningen. Fjernundervisningen har ikke været befordrende for gode klassedialoger og læreroplæg. Vi skal altså ikke erstatte klasserumsundervisning med noget tilsvarende online. Til gengæld har onlinevejledning vist sig at fungere godt. Det giver nye perspektiver for at vejlede elever på afstand i et stilladseret gruppearbejde uden for skolen. Men brugen af fjernundervisning skal udnyttes til at styrke elevernes faglige kompetencer og bringe dem tættere på faget – ikke fjerne dem fra det.

Referencer

- Adedoyin, O. B. & Soykan, E. (2020) *Covid-19 pandemic and online learning: the challenges and opportunities*. Interactive Learning Environments, DOI: 10.1080/10494820.2020.1813180.
- Andersen, H. M. (2010) Undervisning der motiverer – en undersøgelse af tværfaglig kemi og biologiundervisning på htx, *MONA* (3), 30-48.

- Chadwick, R. & McLoughlin E. *Impact of the COVID-19 Crisis on Science Teaching and Facilitation of Practical Activities in Irish Schools*. Indsendt 2020
- Lokaliseret den 6. januar 2021 på: <https://www.researchgate.net/publication/344298668>.
- Dohn, N. B. (2007) Elevers interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv, *MONA* (3), 7-24.
- Green, J.K., Burrow, M.S. & Carvalho, L. (2020) Designing for Transition: Supporting Teachers and Students Cope with Emergency Remote Education. *Postdigit Sci Educ* (2), 906-922.
- Harrison C. et al. (2018) Assessment On-the-Fly: Promoting and Collecting Evidence of Learning Through Dialogue. In: Dolin J., Evans R. (eds) *Transforming Assessment. Contributions from Science Education Research*, vol 4. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63248-3_4.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 70 (256), s. 33-40.
- Jacobsen, L. B. (2020). Formål med eksperimentelt arbejde i fysikundervisningen. *Mona* (4), s. 22-41.
- Jørgensen, S. L. Et al. (2020). *Fjernundervisningstemperatur.dk – en rundspørge blandt elever og lærere på ungdomsuddannelser om erfaringer med fjernundervisning under coronanedlukningen*. E-videnCenter og Tænk tanken DEA, juni 2020. Lokaliseret den 6. januar 2021 på: <https://fjernundervisningstemperatur.ventures.dk/Futemp/OmResultater.aspx>.
- Kepler, T. (2020, 8. december). *Gymnasielærerne kritiserer centerchef: Glorificering af e-læring er farligt*. Altinget. Lokaliseret den 6. januar 2021 på <https://www.altinget.dk/uddannelse/artikel/gymnasielaererne-kritiserer-centerchef-glorificering-af-e-laering-er-farligt>.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning. Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ and London: Prentice Hall Inc.
- Lund-Larsen, M. (2020, 1. december) *Centerchef: Forårets erfaringer med digitale læringsforløb skal i spil nu*. Altinget. Lokaliseret den 6. januar 2021 på <https://www.altinget.dk/uddannelse/artikel/centerchef-foraarets-erfaringer-med-digitale-laeringsforloeb-skal-i-spil-nu>.
- Romme-Mølby, M. (2020, 4. december) *Ny undersøgelse af virtuel undervisning: Kvaliteten faldt*. Gymnasieskolen. Lokaliseret den 6. januar 2021 på: <https://gymnasieskolen.dk/ny-undersogelse-af-virtuel-undervisning-kvaliteten-faldt>.
- Rasmussen, T. (2020, 4. maj) *Lærer: Vi er usikre på elevernes læringsudbytte*, Gymnasieskolen. Lokaliseret den 6. januar 2021 på: <https://gymnasieskolen.dk/laerer-vi-er-usikre-paa-elevernes-laeringsudbytte>.
- Rambøll (2020, August). *Coronakrisen set fra et ungeperspektiv*, Egmont Fonden, Rambøll. Lokaliseret den 6. januar 2021 på: <https://www.egmontfonden.dk/usikre-unge-laerte-vi-nok-under-nedlukningen>.
- Thomsen, A. V. (1992). Undersøgende eller eksperimenterende? *Kaskelot* (193), 30-31.
- White, R. T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Great Britain: Falmer Press.

Sameksistens mellem to naturfaglige kompetencer



Ole Goldbech, Københavns
Professionshøjskole

Kommentar til Jørgen Løye Christiansen "Modeller og modellering i grundskolens naturfag", MONA 2020 –3

Jørgen Løye Christiansens (JLC) giver et solidt overblik over typer af modeller som de finder anvendelse i naturvidenskab og især i skolens naturfagsundervisning, samtidig med at han peger på nogle opmærksomhedspunkter i grundskolens opgave med udvikling af elevernes modelleringskompetence i naturfagene.

Det første punkt vedrører udviklingen af en metamodelleringskompetence, altså at eleverne bliver bevidste om og kan reflektere over hvordan modeller skabes og udvikles, og hvad der kan være afgørende for at én model foretrækkes frem for en anden, altså kort sagt at modellers brugbarhed er yderst kontekstafhængig. Denne del af modelleringskompetencen er jeg meget enig med JLC om at vi i højere grad skal fokusere på både i skolens undervisning og i læreruddannelsen.

Det andet punkt, som jeg læser det, drejer sig om at der skal være mere opmærksomhed på at holde de to naturfaglige kompetencer, undersøgelseskompetencen og modelleringskompetencen, mere adskilte så de ikke flyder sammen i både undervisernes og elevernes bevidsthed. På det punkt kan jeg ikke helt følge JLC når han bl.a. kritiserer styrings- og vejledningsdokumenterne fra UVM for at skabe uklarhed. Jeg er helt enig når JLC fremhæver at det skal være muligt at afgøre om en elev har tilgnet sig hver af de to kompetencer. Der læser jeg imidlertid fx i faghæfterne for de tre udskolingsfag, som har identiske tekster vedrørende karakteriseringen af de fire kompetencer, en tydelig distinktion mellem undersøgelses- og modelleringskompetence når det præciseres hvad der forventes af eleverne. Det hedder således om en elev med undersøgelseskompetence:

"En elev med undersøgelseskompetence vil kunne formulere spørgsmål, som kan undersøges naturfagligt. I forlængelse heraf vil eleven kunne vælge faglige undersøgelsesmåder, designe

egne undersøgelser og indsamle data på naturvidenskabelig vis. Hvor det er relevant, vil eleven kunne medtænke og vurdere kvaliteten af undersøgelser, fx i form af undersøgelses-systematik, variabelkontrol og væsentlige fejlkilder.

Undersøgelseskompetence indbefatter også evnen til at finde mønstre i, fortolke og konkludere på data. Derudover er det en del af undersøgelseskompetencen at kunne forbinde egne undersøgelsesresultater med fagets forklaringer, modeller og måder at udvikle viden på.” (GSK Faghæfte Biologi)

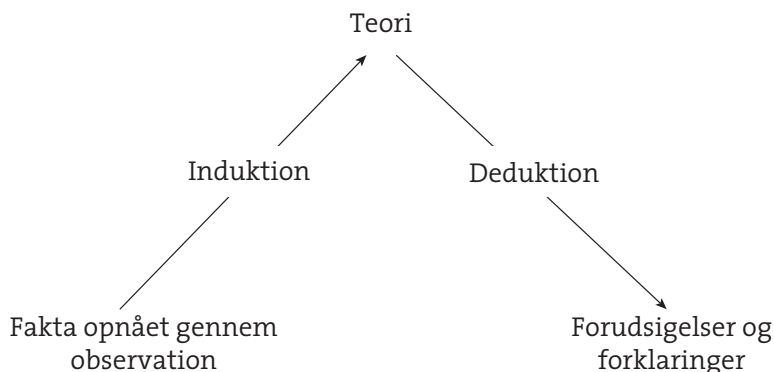
Der nævnes naturligvis i denne sammenhæng forholdet mellem empiri og teori, og dermed er det umuligt at komme uden om koblingen til fagets modeller. På tilsvarende måde bliver der i det samme dokument anført hvad der forventes af en elev med modelleringskompetence:

“En elev med modelleringskompetence vil kunne bruge naturfaglige modeller til at forstå, forklare eller forudsige fænomener og systemers opførsel, kunne diskutere og forholde sig kritisk til modeller samt kunne revidere/konstruere modeller med afsæt i egne undersøgelser eller som en del af problemløsning.” (Ibid.)

Her nævnes igen forholdet mellem empiri og teori idet det fremhæves at modeller skal kunne anvendes til både at forklare og forudsige fænomener og systemers opførsel, hvilket igen indebærer aktivering af undersøgelseskompetencen.

For mig at se er det i naturfagsundervisningen hverken muligt eller ønskeligt at de to kompetencer betragtes adskilt. De hænger i den grad sammen og supplerer hinanden i undervisningen, hvilket jeg i øvrigt synes JLC så udmærket selv redegør for med sin figur 4. i artiklen på side 21. De to kompetencer skal leve sammen og gensidigt supplere hinanden i naturfagsundervisningen gennem hele grundskolen, men det er på den anden side væsentligt at naturfaglærerne er opmærksomme på at identificere tegn på målopfyldelse hos eleverne inden for begge kompetenceområder. Her kan det nævnte dokument være et godt udgangspunkt.

Om forholdet mellem empiri og teori



Figur 1.1: Chalmers' illustration af forskellen på en induktiv og en deduktiv tilgang til videnskab. Kilde: Chalmers 1990:6

(Andersen, 2012)

Det udfoldes også i faghæftet at der ikke findes “den naturvidenskabelig metode”, men at man i stedet bør tale med eleverne om “naturvidenskabelige metoder”. Det er efter min mening helt afgørende for at give eleverne et rimeligt retvisende og opdateret billede af hvad naturvidenskab er og arbejder med. I den forbindelse savner jeg både i faghæftet og i JLC’s artikel en omtale af formulering af hypoteser som redskab til udvidelse af erkendelse bl.a. gennem en hypotetisk deduktiv tilgang. Der findes mindst to forskellige måder hvorpå man kan opfatte forholdet mellem empiri og teori/model, nemlig den induktive og den deduktive, som illustreret i figur 1.1 fra (Andersen, 2012). I faghæftet er der en tendens til at hælde for meget til den induktive side, og jeg læser heller ikke tegn i artiklen på at JLC opererer med hypotesebegrebet i sine undervisningseksempler. Det nævnes eksempelvis i faghæftets beskrivelse af den undersøgelseskompetente elev at eleven har “evnen til at finde mønstre i, fortolke og konkludere på data”. Det er jo netop et udtryk for den induktive tilgang som illustreret i figurens venstre side. Men man burde i teksten mere eksplicit have beskrevet at et udgangspunkt for undersøgelsen i lige så høj grad kan være “mønstret”, modellen eller teorien, og at undersøgelsen styres af en hypotese der deduceres ud fra dette udgangspunkt. Altså kort fortalt: Hvis Verden hænger sådan og sådan sammen, hvad kan vi så forvente at få ud af vores undersøgelse? Lad os se efter hvor godt det passer.

Referencer

GSK Faghæfte Biologi, lokaliseret 23.09.2020 på

https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/Gsk_fagh%C3%A6fte_biologi.pdf.

Andersen, Lotte Bøgh og Merete Watt Boolsen (2012): Hypotesetest. Jacobsen, Michael Hviid m.fl. (red.), *Videnskabsteori – i statskundskab, sociologi og forvaltning*, 2. udgave Hans Reitzels Forlag.

Fra teknologiforståelse til informatik



Michael E. Caspersen, Direktør for It-vest og adjungeret professor ved Institut for Datalogi, Aarhus Universitet

Kommentar til Keld Nielsen og Martin Sillasen: Teknologiforstyrrelse: Hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver "teknologi"? MONA 2020-3

I artiklen problematiserer forfatterne at der ikke findes en entydig operationel definition af teknologibegrebet og foreslår at Børne- og Undervisningsministeriet igangsætter en konkretisering af begrebet teknologisk dannelse, præcisering af T i STEM og får udarbejdet en bred definition af teknologibegrebet.

Jeg synes at artiklens synspunkter er fornuftige og rammende for den inkonsistente brug af teknologibegrebet, og forfatternes trepunktsforslag er relevant. Jeg vil her fokusere på forsøgsfaget teknologiforståelse og yderligere problematisere benævnelsen samt foreslå en passende benævnelse for den faglighed som faget omhandler.

Teknologiforståelse – en i dobbelt forstand misvisende varedeklaration

Grundlæggende handler det om at varedeklarationen "teknologiforståelse" ikke matcher indholdet. Og problemet er varedeklarationen, ikke indholdet. Det fremgår af kommissoriet der lå til grund for udviklingen af forsøgsfaget [UVM, 2018a] at der er behov for at se på om følgende kundskaber bør styrkes i folkeskolen:

- *Teknologiens og automatiseringens betydning i samfundet, herunder forståelse af sikkerhed, etik og konsekvenser ved digitale teknologier.*
- *Computational thinking som vidensområde, herunder grundlæggende viden om netværk, algoritmer, programmering, logisk og algoritmisk tænkning, abstraktion og mønstergenkendelse, datamodellering samt test og afprøvning.*
- *Iterativ designproces i en vekselvirkning mellem at forstå den verden, der designes til og de digitale teknologier, der designes med.*

- *Kompleks problemløsning, hvor børn gennem forståelse for designprocesser skaber nye løsninger med digitale teknologier og lærer at argumentere for deres relevans.*

I udviklingen af det faglige indhold skal der være fokus på, at faget skal være almen-dannende, kreativt og skabende.

Det står således klart at intentionen med den nye faglighed er at udvikle elevernes såvel konstruktive som kritiske kompetencer specifikt i relation til digital teknologi.

På den baggrund er det ikke urimeligt at anfægte benævnelsen *teknologiforståelse*. Man kan lakonisk sige at ‘teknologi’ er al for bred, og ‘forståelse’ er al for snæver. Når hverken ‘teknologi’ eller ‘forståelse’ er rammende, så er der ikke meget tilbage der begrundes eller berettiger benævnelsen ‘teknologiforståelse’. Og da slet ikke når vi inkluderer pointen om flertydighed, som er hovedindvendingen i Nielsen og Sillasens artikel.

Når ‘teknologiforståelse’ er en misvisende benævnelse for fagligheden, og endvidere tager i betragtning at benævnelsen unødigt skaber flertydighed og forvirring, må vi spørge hvad der er en retvisende benævnelse?

Men først er det på sin plads at dvæle lidt ved baggrunden for den nye almene faglighed for at forstå essensen heraf og dermed faglighedens naturlige plads og rolle i uddannelsessystemet.

Den computationelle revolution – it er ikke bare “endnu en teknologi”

Der er en udbredt erkendelse af at vi med digitaliseringen oplever en radikal teknologisk forandring, der bl.a. omtales som disruption og industri 4.0 – en industriel revolution, der startede i slutningen af det 18. århundrede og nu skulle have nået sit fjerde stadie.

Men it er ikke bare “endnu en teknologi” som fx kniven, dampmaskinen, telegrafene og MR-scanneren. Andre teknologier strækker menneskehedens fysiske formåen, men informatikken strækker vores mentale/kognitive formåen og åbner for radikalt nye muligheder – såvel erkendelsesmæssigt som udtryksmæssigt. Der er således ikke bare tale om endnu et skridt i den velkendte teknologiske udvikling. Der er tale om en ny revolution. Som vi taler om revolutionen med Gutenbergs opfindelse af trykpressen i 1400-tallet og den industrielle revolution fra slutningen af 1700-tallet, kan man med rette tale om den digitale eller **computationelle revolution**, der takket være Ada Lovelace startede i 1843, men som vi alment først for alvor er ved at erkende [Caspersen et al., 2018, p. 2].

Trykpresserevolutionen, der skabte behovet for læsning og skrivning, medvirkede til at fremme menneskehedens *kulturelle formåen* og gav os med renæssancen og oplysningstiden grundlaget for demokratisering samt almen uddannelse og dannelse.

Den industrielle revolution, der skabte behovet for moderne matematik og naturvidenskab, medvirker til at fremme menneskehedens *fysiske formåen* og har givet os mekanisering, masseproduktion og elektronisk automation af produktlinjer.

Den computationelle revolution, der skabte behovet for informatik, medvirker til at fremme menneskehedens *kognitive formåen* og giver os (delvis) automatisering og innovation af komplekse (kognitive) processer i alle aspekter af livet [Caspersen et al., 2018, pp. 17-18].

Hver af disse revolutioner har store implikationer for uddannelse og dannelse. Specielt kan man med den computationelle revolution tale om et fjerde skridt i vores sproglige udvikling: talesprog, skriftsprog, matematisk sprog og nu computationelt sprog. Hvert nye sprog har resulteret i at ting der før var svære eller umulige at udtrykke, kan udtrykkes meget klarere, men det forudsætter naturligvis at man mestrer sproget.

Således også med det computationelle sprog, der gør det muligt at beskrive processer, herunder kognitive processer, og få dem udført automatisk. I princippet kan alt hvad vi kan tænke, til en vis grad repræsenteres computationelt. Vi er endnu ikke i nærheden af at kunne begribe de muligheder og risici det medfører.

Men en ting er sikkert: at afholde børn og unge fra at lære det computationelle sprog vil skabe en ekstrem ulighed som vil afskære "analfabeterne" fra at kunne bidrage på lige fod til samfundet (ikke ulig det monopol kirken havde i middelalderen ift. latin og skriftsprog).

Den essentielle digitale kløft er ikke mellem dem der kan bruge digitale værktøjer, og dem der ikke kan. Den essentielle digitale kløft er mellem dem der skaber teknologien, og os der er underlagt den.

Populært og meget forenklet kan man sige at på samme måde som vi lærer at skrive og skriver for at lære, skal man lære at kode og kode for at lære [Resnick, 2015].

Faktisk er der en stærk parallel mellem skriftsprog og computationelt sprog, meget stærkere end parallellen mellem matematik og computationelt sprog. På mange måder – naturligvis ikke alle, men på mange måder – kan man sammenligne den computationelle revolution med udviklingen og betydningen af skriftsproget [Schmandt-Besserat, 2014]:

Writing is humankind's principal technology for collecting, manipulating, storing, retrieving, communicating and disseminating information

På sigt vil den computationelle revolution udvide opfattelsen af hvad viden, historie, kommunikation, forklaringer, overblik, forståelse osv. er, lige så gennemgribende som skriftsproget gjorde det, for hvem vil argumentere imod følgende "uskyldige" omskrivning?

Computing is humankind's principal technology for collecting, manipulating, storing, retrieving, communicating and disseminating information.

Behovet for et nyt fag

Det er ikke bare tekstbehandling, filsystemer, Google-søgning, e-mail og samarbejds-værktøjer der her tænkes på – ikke digitale redskaber til håndtering af tekst, som vi allerede kender det og er fortrolige med. Derimod er det fx *computationelle tekster* [Wolfram, 2017; Somers, 2018; Caspersen, 2019] og andre computationelle udtryk, som i stigende grad supplerer skriftsprog.

Det er i dette lys at vi skal se behovet for et nyt skolefag. Og ikke blot endnu et fag i rækken, men et fag der på samme måde som sprog og matematik er afgørende for at kunne excellere i alle fag og professioner [Caspersen et al., 2019].

Som samfund er vi nu parat til at realisere dette behov, men pointen om behovet for et nyt fundamentalt og almindendannende skolefag er ikke ny. Peter Naur, Danmarks første professor i datalogi og vinder af Turingprisen, datalogiens Nobelpris, fremførte argumentet allerede i 1966-67 [Naur, 1967]:

Har man således indset, at datalogien på den ene side sammenfatter en lang række centrale menneskelige aktiviteter og begrebsdannelser under ét samlende synspunkt, og på den anden side formår at befrugte og forny tankegangen i en lige så lang række fag, da kan man ikke være i tvivl om at datalogien må have en plads i almenuddannelsen.

For at nå til en rimelig forestilling om hvordan denne placering bør være er det naturligt at sammenligne med fag af lignende karakter. Man vil da nå frem til sproglære og matematik, som er de nærmeste analoge. Både datalogien og disse to fagområder beskæftiger sig med tegn og symboler der er opfundet af mennesker som hjælpemidler. Fælles for de tre emner er også deres karakter af redskaber for mange andre fag.

I uddannelsen må de derfor indgå på to måder, dels som hjælpefag ved studier af mange andre fag, dels som hovedfag ved uddannelsen af specialister i selve disse emner. Vi har jo alle måttet gennemgå meget betydelige mængder sprog, regning og matematik i skolen, uanset at kun ganske få af os er blevet lingvister eller matematikere. På lignende måde må datalogien bringes ind i skoleundervisningen og forberede os alle på i tilværelsen i datamaternes tidsalder, ganske som læsning og skrivning anses som en nødvendig forudsætning for tilværelsen i et samfund der er præget af tryksager.

Det er altså ikke bare et spørgsmål om at forstå den digitale teknologi. Det er et meget mere grundlæggende og fundamentalt behov som den computationelle revolution afføder. I den forbindelse er den digitale teknologi faktisk ikke det primære [UVM, 2018b, p. 6]:

Fagidentiteten for forsøgsfaget [teknologiforståelse] defineres af informatikkens fundamentale og teknologiafhængige principper, tænkemåder, udtryksformer, arbejdsformer og implikationer:

- *Principper – f.eks. digitalisering, automatisering, koordinering, strukturering, redesign og evaluering.*
- *Tænkemåder – f.eks. rammesættelse, divergent og konvergent tænkning, begrebsdannelse, strukturanalyse, abstraktion samt logisk og algoritmisk tænkning.*
- *Udtryksformer – f.eks. data- og procesbeskrivelser, modellering, prototyping, design og programmering.*
- *Arbejdsformer – f.eks. teknologianalyse, formålsanalyse, brugsstudier, begrebsmodellering, iterative designmetoder, brugerinddragelse, tinkering, remixing, trinvis forbedring, test og fejlretning.*
- *Implikationer – f.eks. privathed, sikkerhed og validitet af data og information, der berører etiske aspekter af digitale teknologiers rolle som katalysator for forandringer i samfundet og digitale artefakters betydning for og påvirkning af menneskelig aktivitet såvel individuelt som i sociale og faglige fællesskaber.*

Således er teknologiforståelse en stabil faglighed, der har værdi langt ud over tidens aktuelle teknologi, og som langsigtet bidrager til elevernes selvstændige og kollektive myndiggørelse i relation til elevernes egen teknologibrug og til det digitaliserede samfund.

Og således påkalder indholdet af forsøgsfaget – selve fagligheden – sig en benævnelse der ikke fremhæver teknologien som det drivende og centrale. Digital teknologi er naturligvis meget væsentlig i faget, men den er et middel, ikke målet.

Informatik – en passende benævnelse

Informatik er den mest passende benævnelse for faget og fagligheden, og det er der mindst seks grunde til:

For det første er informatik en nøgtern og langtidsholdbar benævnelse på linje med fx matematik, musik og fysik. Matematik kaldes ikke "symbolforståelse", musik kaldes ikke "lydforståelse", fysik kaldes ikke "bevægelsesforståelse" og dansk kaldes

ikke “bogstavforståelse”. Det er imidlertid ikke utænkelige benævnelser hvis de fag skulle navngives efter samme logik som “teknologiforståelse”.

For det andet skaber det en tydelig relation til det tilsvarende almindennende fag i de danske ungdomsuddannelser. Informatikfaget i ungdomsuddannelserne (stx, hhx, htx og hf) er ikke p.t. beskrevet med samme taksonomi som forsøgsfaget teknologiforståelse (taksonomien blev først udviklet i 2018 ifm. udvikling af forsøgsfaget), men intentionen om et almindennende fag med den pågældende faglighed har været den samme [Caspersen, 2009; Caspersen & Nowack, 2013, afsnit 4]. Informatikfaget i EUD, Erhvervsinformatik, blev udviklet i 2019, og da valgte man klogeligt at benytte taksonomien der blev udviklet ifm. udvikling af forsøgsfaget teknologiforståelse [UVM 2020].

For det tredje er det en “neutral” benævnelse som i modsætning til fx datalogi åbner til de mange videregående it-uddannelser, vi har i Danmark.

For det fjerde er informatik ikke en benævnelse der inviterer til misforståelse, og man kan forvente at benævnelsen informatik hurtigt vil blive bredt adopteret og medvirke til at skabe en klarhed om fagligheden. Omvendt vil andre mere populære og tidstypiske benævnelser risikere at bidrage til yderligere forvirring på området.

For det femte er informatik den internationale betegnelse for fagfeltet. Med undtagelse af det angelsaksiske sprogområde, hvor betegnelsen ‘Computing’ eller ‘Computer Science’ benyttes, så benytter man internationalt, og specielt på det europæiske fastland, betegnelsen informatik [CECE 2017, pp. 8-10]. Informatik er en af de to benævnelser som EU-kommissionen benytter i den netop offentliggjorte Digital Education Action Plan 2021-2027 [DEAP 2020, p. 47] (den anden er det angelsaksiske ‘computing’):

Box 4: Computing and informatics education as a tool to boost digital competence

Computing and informatics education in school allows young people to gain a critical and hands-on understanding of the digital world. If taught from the early stages, it can complement digital literacy interventions. The benefits are societal (young people should be creators, not just passive users of technology), economic (digital skills are needed in sectors of the economy to drive growth and innovation) and pedagogical (computing, informatics and technology education is a vehicle for learning not just technical skills but key skills such as critical thinking, problem solving, collaboration and creativity).

Boks 4. Datalogi- og informatikundervisning som værktøj til at styrke digitale kompetencer

For det sjette vil en benævnelse der vinder genklang ude i verden, kraftigt øge sandsynligheden for at Danmark kan yde sit bidrag til internationalt at sætte retning og skabe afklarethed om indhold af dette nye og vigtige fagområde i almen uddannelse. Danmark har tidligere bidraget markant på dette punkt; det danske gymnasiefag i informatik er rost af internationale eksperter på området, bl.a. fra England og USA, og indholdet af det danske forsøgsfag er (sammen med Frankrigs) fremhævet i den europæiske rapport *Informatics Education: Are all Europeans in the same Boat?* [CECE, 2017, p. 25].

Der er fortilfælde og en kommende mulighed for at omdøbe faget

Fænomenet med flertydighed og omdøbning ved permanentgørelse af forsøgsfag er ikke et ukendt fænomen: Da informatik i 2011-2017 var et forsøgsfag på alle gymnasiale uddannelser, blev faget benævnt Informationsteknologi. Og det på trods af at et af de samtidige it-fag – med et helt andet indhold – hed det samme. I det tilfælde sejrede fornuften da forsøgsfaget blev permanent.

Teknologiforståelse er ligeledes et forsøgsfag, og der kommer snart en anledning til at vælge en mere retvisende benævnelse når det skal gøres permanent. Ganske vist vil en omdøbning af forsøgsfaget teknologiforståelse ikke helt eliminere det behov for en konkretisering af begrebet teknologisk dannelse m.m., som Nielsen og Sillasen foreslår, men det vil eliminere flertydigheden omkring teknologibegrebet og benævnelsen natur/teknologi. Og vigtigst af alt vil en omdøbning til informatik give en meningsfuld og langtidsholdbar benævnelse til et nyt, fundamentalt og almindendannende fag i uddannelsessystemet, der kan være med til at sikre at vi som mennesker bliver klædt på til at omsætte vores teknologiske fremskridt til bedre og mere meningsfulde liv specielt ift. digitaliseringen, og som alle får mulighed for at være med til at forme [Besenbacher & Caspersen, 2017].

Referencer

- Besenbacher, F. & Caspersen, M.E. (2017). *Faren er dumme mennesker, ikke kloge robotter*. *Kronik i Politiken*, 4. december 2017.
- Caspersen, M.E. (2009). *Kernekompetencer i informationsteknologi*, Internt notat i UVM-arbejdsgruppe.
- Caspersen, M.E. & Nowack, P. (2013). *Computational Thinking and Practice — A Generic Approach to Computing in Danish High Schools*, Proceedings of the 15th Australasian Computing Education Conference, ACE 2013, Adelaide, South Australia, Australia, pp. 137-143.

- Caspersen, M.E., Iversen, O.S., Nielsen, M., Hjorth, A. & Musaeus, L.H. (2018). *Computational Thinking – hvorfor, hvad og hvordan?*, It-vest – samarbejdende universiteter.
- Caspersen, M.E., Gal-Ezer, J., McGettrick, A.D. & Nardelli, E. (2019). *Informatics as a Fundamental Discipline for the 21st Century*, Communications of the ACM 62 (4), DOI:10.1145/3310330.
- Caspersen, M.E. (2019). *Om teknologiforståelse – og informatik som en fjerde sprogform*. It-vest – samarbejdende universiteter.
- CECE (2017). *Informatics Education in Europe: Are We All In The Same Boat?*, Report by the Committee on European Computing Education, Informatics Europe and ACM Europe. Hentet 8. oktober 2020 fra <http://www.informatics-europe.org/component/phocadownload/category/10-reports.html?download=60:cece-report>.
- DEAP (2020). *Digital Education Action Plan 2021-2027 – Resetting education and Training for the digital age* (accompanying document), EU-kommissionen.
- Naur, P. (1967). *Datalogi – læren om data*, Den anden af fem Rosenkjæforelæsninger i Danmarks Radio udgivet under titlen “Datamaskinerne og samfundet” af Munksgaard.
- Nielsen, K. & Sillasen, M. (2020). *Teknologiforstyrrelse: Hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver “teknologi”?* MONA 2020-3, pp. 63-73.
- Resnick, M. (2015). *Coding as the new literacy*, Serious Science. Hentet 8. oktober 2020 fra <https://www.youtube.com/watch?v=4XE8ezZp8BA>.
- Schmandt-Besserat, D. (2014). *The Evolution of Writing*. Hentet 8. oktober 2020 fra <https://sites.utexas.edu/dsb/tokens/the-evolution-of-writing/>.
- Somers, J. (2018). *The Scientific Paper is Obsolete*. Hentet 13. november 2020 fra <https://www.theatlantic.com/science/archive/2018/04/the-scientific-paper-is-obsolete/556676/>.
- UVM (2018a). *Kommissorium for den rådgivende ekspertergruppe for forsøgsprogram for styrkelse af teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning*, Intern korrespondance, Undervisningsministeriet.
- UVM (2018b). *Læseplan for forsøgsfaget teknologiforståelse*, Undervisningsministeriet.
- UVM (2020). *Fagbilag for Erhvervsinformatik*, Undervisningsministeriet.
- Wolfram, S. (2017). *What is a Computational Essay?*, Stephen Wolfram, LLC. Hentet 8. oktober 2020 fra <https://writings.stephenwolfram.com/2017/11/what-is-a-computational-aessay/>.

Medarbejdernes tid



Thomas Ammentorp Schmidt
– Leder af 1. til 5. klasse
og ON(est), Torstorp Skole –
Beskikket Naturfagscensur på
læreruddannelsen siden 2014.

Kommentar til Christina Frausing Binau: Naturfagslærernes tid er en mistelten der skal tages i ed, MONA 2020-3

“Alting har en tid, for alt, hvad der sker under himlen, er der et tidspunkt... En tid til at fødes, en tid til at dø... En tid til at tie, en tid til at tale.” Prædikernes bog kap. 3.

Christina Frausing Binau siger i sin analyse af naturfagslærernes tid at deres tid er “mistelten” i forhold til at kunne levere god naturfagsundervisning i folkeskolen.

John Wheeler beskriver tid således: “Tid er naturens metode til at undgå alt ikke sker på én gang.”

Når Binau nu engang mener i sin analyse at hvis man som naturfagslærer får endnu mere tid eller endnu flere hænder, så kan det afføde bedre naturfagsundervisning, så er jeg både enig og uenig. Jeg er enig i Binaus konklusion om at hvis lærerne har endnu mere tid til opgaven med at forberede, planlægge og evaluere deres undervisning, kan det måske betyde at eleverne har mulighed for et større udbytte. Paradokset består bare i at der fra KL's og politikernes side simpelthen ikke er flere ressourcer til “egen tid” til egen forberedelse og evaluering. Det er et paradoks som hverken jeg som leder i folkeskolen eller Binau som medarbejder ændrer på.

Man får hvad man betaler for!

Med 780 undervisningstimer og 4-500 timers andre tidsopgaver ud af 1680 årlige arbejdstimer er der ca. 500 timer om året til forberedelse. Med 40 skoleuger pr. år giver det ca. 12,5 time pr. uge til al forberedelse. Der er tid til forberedelsen, men hvis Binau vælger at bruge 3,5 time på at forberede en stationsundervisning, så er det jo på den ene side den “ydelse”/undervisning som eleverne modtager, men det vil på den anden side få den betydning at der er andre undervisningslektioner der får mindre tid til forberedelse.

Mit modargument over for Binau er at hvis der skal findes mere tid til forberedelsen, så betyder det færre undervisningslektioner. Et eksempel: Et normalt fuldt lærerskema indeholder ca. 26 lektioner om ugen, og hvis man reducerer det til ca. 24 lektioner, skal der på et lærerkollegie med 40 ansatte ansættes tre-fire lærere mere for at løfte denne opgave. Fire lærere a 500.000 kr. i udgift alt inkl. er en merudgift på 2 millioner pr. år. I min kommune er der ti skoler, så det er en merudgift for borgerne i Høje Taastrup på 20 millioner.

Som mine citater i indledningen antyder, mener jeg at tid er naturens orden på at rækkefølgerne ikke kommer væltende oven i hinanden, men at hver ting kommer til sin tid. Hvis der er behov for mere tid til analyse, eller til at lærerne kan gå i metaperspektiv over deres undervisning, så må de prioritere i deres hverdag. Så må det gå fra noget af den anden forberedelse. Medarbejderne må hele tiden vurdere hvornår det er hensigtsmæssigt at de sætter tid af til stationsarbejde og praktiske undersøgelser, og hvornår det giver mening at eleverne arbejder mere kvantitativt med tekst og forforståelsesarbejdet. Den opgave med at skulle prioritere er ene og alene lærernes opgave. Jeg hjælper som leder gerne til i vejledningen af dette arbejde, men opgaven ligger hos medarbejderne.

Erkendelsernes tid

Det konstateres at der ikke er indkøbt diverse materialer til at kunne indfri en rimelig forventning om at eleverne skal lave praktisk, undersøgende arbejde. Jeg forstår ikke præmissen om at dette skulle være en hindring for at eleverne kan lave praktisk, undersøgende arbejde. Enten må man som naturfagsteam være så godt organiseret at man aldrig kommer til at stå i den situation at man lige mangler CO₂-indikator, eller også må man designe sit praktiske, undersøgende arbejde således at man i dag ikke ser på om der er CO₂ til stede i processen, eller også må man finde alternativer til en indikator. I samme retning kan man planlægge sig ud af at årgangen på fire klasser ikke får de samme praktiske, undersøgende forsøg.

Undervisningsassistenter i folkeskolen kunne være en fantastisk mulighed, som jeg tænker kunne nuanceres yderligere end til at være stikirendreng/-pige for naturfagsunderviserne. Jeg tænker at gå et spadestik dybere. Co-teaching i undervisningen giver uden tvivl flere former for levering af stilladsering af undervisning i folkeskolen, som vi kommer til at se mere og mere. To fagpersoner der sammen planlægger, gennemfører og evaluerer undervisningen, vil måske kunne være en løsning på at løfte naturfagsundervisningen. Det kunne være lærerstuderende der rent faktisk var fast tilknyttet en praktikskole i hele eller i hvert fald længere dele af deres studietid, så det rent faktisk kunne "betale" sig at bruge ressourcer på at indføre undervisningsassistenter i folkeskolen. Det er til gengæld ikke nødvendigvis sådan at 1+1 giver 2 hvis

ikke de fagprofessionelle har gjort sig tanker om i hvilken retning de vil med deres undervisning. Og hvis vi ansætter undervisningsassistenter i folkeskolen, så har lærerne jo pr. definition ud over at være formidlere og klasseledere også fået rollen som arbejdsgivere. Det giver i min optik endnu flere opgaver der skal forberedes. Medmindre man får skabt et co-teaching-miljø hvor begge fagpersoner er "ligeværdige". Så jeg tror kun på idéen med at ansætte undervisningsassistenter hvis man giver dem en del af ansvaret for afviklingen af undervisningen.

Jeg forstår ikke hvordan Binau kan mene at evalueringen er det første der skal ofres? Ja, der er 88 elever i biologi der skal evalueres. Men evaluering er vel mere end den metode der hedder at læreren skal høre på eleven? Jeg skal ikke gøre mig til fagekspert eller master i naturfagsundervisningen, men jeg vil stadig mene at der skal være tid til at undervise, og der er tid til at evaluere. Så må man finde den evalueringsform der er tid tilbage til; den skal ikke slettes eller undlades. Kollegaevaluering eller tidspuljer til evaluering er i min optik den planlægning og organisering af ens tid som lærerne bør være bedst til at kunne overskue.

Så sender jeg her lidt kækt Binaus analyser tilbage med det retoriske spørgsmål at det må du da vel kunne organisere og planlægge dig ud af? Dette er på ingen måde min holdning, tværtimod. Mine ledelseskolleger i den danske folkeskole og jeg får desværre kun en pose penge til at lave folkeskole for. Vi kan sagtens levere mere tid til den enkelte medarbejders egen forberedelse. Men hvor er det så jeg skal skære ressourcen væk eller halvere? Er det på indsatsen omkring dansk som andetsprog? Idrætslærernes forberedelse? Kan I se min pointe?

De forslag som Binau kommer med, koster jo tid. Tid er lig med penge. Penge handler om prioriteringer i skolen. Men jeg anfægter lidt at kvaliteten af den præsterede undervisning handler om mere tid til at planlægge sin undervisning. Det kan også være man skal kigge på sin undervisning og sine matricer for fagmålene. Er der en anden måde at gøre det på? Man må tvinge sig selv til at betragte sin tid som dyrebar og få det bedste ud af den og tilpasse sin undervisning til den forberedelse man får. Min pointe er at i den nye arbejdstidsaftale A20 er der ikke lagt op til at lærerne i nævneværdig grad får mere tid til forberedelse. Med andre ord blev tiden til forberedelse slået fast af regeringen og KL med lov 409. Så derfor ser jeg det som uundgåeligt at man i stedet for at ønske sig mere tid til forberedelse skal betragte sin tid til forberedelse som dyrebar og få det bedste ud af den.

Historien om det fælles sprog og overvejelserne om vejen dertil



Line Gundersen Vetter,
naturfagslærer på
Rosendalskolen (Hobro)

Kommentar til Jørgen Løye Christiansen, Karin Lilius, Kari Astrid Thynebjerg, Mari-Ann Skovlund Jensen, John Andersson og Lars Bo Kinnerup: "Evaluering af modelleringsprocessen i naturfagsundervisningen", MONA 2020-4.

Vi har et ganske lækkert fysik/kemi lokale på vores skole hvis jeg selv skal sige det, og det har alle år været en fryd at invitere elever og censor ind i vores store, lyse lokaler til sommerens prøver med udsigten til snarlig ferie og fejring af faglige bedrifter, store som små. Dette har som sådan ikke ændret sig gennem de år jeg har undervist og eksamineret mine elever, men i løbet af de sidste år med fællesfaglige naturfagsprøver har en udfordring fundet vej med ud i solen. Udfordringen er simpel, den handler om sprog, det sprog vi som eksaminator, censor og eksaminand skal have til fælles. Uden et fælles sprog er vi i sandhed alle udfordrede, og med indførelsen af den fællesfaglige naturfagsprøve skiftede vores sprog fra at være et sprog der talte om fakta og faglig viden, til at være et sprog der omhandlede kompetencer, processer og projekter. Det blev til et sprog som brugte gamle ord på nye måder og indeholdt så mange nye muligheder og tolkninger at selv "de lærde", som vi plejer at kunne gå til for hjælp, tolkning og sparring, ikke kunne blive enige om betydningen af de enkelte dele. Så der stod vi så i sommeren 2018 med en gruppe af elever som blev eksamineret i min dialekt af det nye sprog, og med en censor der først var ved at udvikle sin egen tolkning af samme sprog og ude at opdage hvilke udfordringer vi var på vej ud i. Vi opdagede først forskellen i hinandens tolkninger af sproget da det var for sent, og eleverne havde forladt lokalet, og vi var efterladt tilbage for at blive enige om en karakter for deres præstation – 10 sagde den ene, 00 sagde den anden.

Modelleringskompetencen og de tilhørende processer er noget af det der lagde grund til de sproglige misforståelser den pågældende dag, og disse danner også baggrund for den artikel som jeg her forsøger at kommentere. Den præsenterer et evaluerbart procesværktøj, som kan anvendes i undervisningen i naturfagene med tilhørende

praktiske eksempler og en tilhørende figur, som er let overskuelig. Ændres der en smule på layoutet, så kan den med fordel printes ud som plakat og ophænges i lokalerne sammen med sikkerhedsrådene. Mit spørgsmål er om det løser det tidligere beskrevne problem. Kan dette værktøj være med til at hjælpe modelleringen ind i undervisningen i klasselokalerne og bringe modelleringen mere frem i lyset i prøvesituationen?

Personligt oplever jeg en mangel på en italesat anvendelse af og et fælles sprog om hele begrebet modellering, og så længe det mangler, mener jeg ikke vi kan begynde at evaluere på vores arbejde, for vi har ikke arbejdet ud fra samme udgangspunkt. Dertil kommer elevperspektivet, for når vi ikke bruger den fulde bredde af begrebet modellering som det er beskrevet for os i faghæftet, så er der grupper af elever der begrænses markant, og eleverne er reelt ikke vidende om hvad de prøves i.

Alt dette ses nok tydeligst ved at gå ind på de fagportaler og analoge bøger som eleverne skal arbejde med. Gør man det, oplever man i min optik et stort fravær, ikke af modeller, dem er der masser af, men af italesættelse af modeller og forskellige modeltyper. Mine elever opdager ganske enkelt ikke at de arbejder med en interaktiv *model* hvis ikke det bliver præsenteret sådan for dem, og er de ikke bevidste om at de har arbejdet med denne type af model i deres hverdag, så vil de heller ikke overveje at inddrage den i en prøvesituation. Denne manglende italesættelse reducerer ofte mængden af modeller til at være konkrete og illustrative modeller, og er eleven ikke udpræget kreativ, vil dette begrænse eleven markant, blandt andet når det kommer til at udvikle og konstruere egne modeller. For de elever der mestrer selv at producere de konkrete og illustrative modeller, er procesværktøjet der bliver præsenteret i artiklen, en hjælp og en understøttelse af deres arbejde, de resterende elever vil komme til trin 2 i modellen og kun se deres egne begrænsninger og dermed færre anvendelsesmuligheder.

Udfordringen med at højne at brugen af modelleringskompetencerne og modelleringsprocesserne blandt elever og undervisere tænker jeg ikke hjælpes af at få lavet procesværktøjer. Vi er ikke kommet dertil endnu. For mig at se er udfordringen at få alle til at have en fælles forståelse og et fælles sprog omkring hvad vi mener modeller er. Vi skal genopdage at der findes flere typer af modeller, og derefter skal der arbejdes med at sikre at disse modeller inddrages i arbejdsprocesser som så skal evalueres og give os som undervisere et indblik i hvor eleverne befinder sig i deres udvikling omkring forståelsen af modeller og modelleringskompetence. Men at kommer dertil er svært.

Vi havde i vores afdeling engang besøg af en coach, og han gav os til opgave at skrive alle de ord vi kunne komme i tanke om omkring ordet æble. Vi sad 20 mennesker i rummet, vi fik 3 minutter til at skrive i, så der kom masser af ord på papiret. Hvor mange ord vi endte med at have til fælles – 2. Og det var over så simpelt et ord som æble. Overvej hvor mange retninger et ord som modelleringskompetence kan

trække folk i, og hvor mange ord vi i så fald ville kunne få til fælles. Diskussionerne i de enkelte skolars fagteams tror jeg vil have haft samme udgangspunkt, nemlig vores faghæfters definitioner, men det er jo ingen garanti for at vi ender det samme sted.

I den ideelle verden hvor alle undervisere bliver enige om en tolkning og forståelse af disse kompetencebegreber og underviser efter en fælles grundholdning til disse, så mødes eleverne stadig af fagbøger og portaler som ikke inddrager de forskellige kompetencer i nogen imponerende grad. Der er masser af modeller i fagtekster og i portaler, men hvor ofte bliver eleverne bedt om at forholde sig til disse modeller, hvor ofte er en illustration mere end en illustration, men en faktisk opgave omkring modellering. Sætter portalerne nogensinde 3 modeller ind der viser det samme på 3 forskellige måder, for derefter at tage en debat om hvilken model eller modeltype der er bedst? Når eleverne får til opgave at de skal lave en skriftlig eller mundtlig forklaring af vandets kredsløb, ved de så at de arbejder med en verbal modellering?

Nu skal jeg som underviser ikke fralægge mig alt ansvaret for undervisningen og blot forvente at portaler og fagbøger løfter opgaven for mig, men jeg synes at hvis man sammenlignede med de andre naturfaglige kompetencer og den dækning de har i de forskellige naturfaglige kilder, så er det muligvis ikke så underligt at vi oplever en manglende brug af modelleringskompetencen.

Udfordringen med at bringe kompetencernes sprog og forståelse ind i undervisningen er ikke kun en udfordring jeg som underviser skal arbejde med i forhold til eleverne. Det er grundspørg jeg skal blive enig med mit fagteam om, så eleverne på skolen møder en ensartet undervisning. Jeg skal sørge for at formidle det til min censor før prøvens start så denne kan give en reel vurdering af mine elever, og det er noget jeg er nødt til at kræve af mine udbydere at undervisningsmateriale forholder sig til.

Så ville jeg bruge det – procesværktøjet. Ja, det er rigtig fint og gennearbejdet, og havde man det præsenteret som en plakate, så ville jeg hænge den op og henvise til den når jeg og mine klasser arbejder med modellering. Men er dette værktøj løsningen på den udfordring det er, når undersøgelser viser at vi ikke anvender vores modelleringskompetence nok hverken i undervisning eller i prøvesituationer – er det her den modellerede hund ligger begravet? Ikke hvis du spørger mig, men det er et godt afsnit til den historie som gerne skal blive til en fælles historie om modelleringsprocesser og kompetencen.

Folkeoplysning som kvalificering af teknologisk dannelse



Peer Daugbjerg, VIA University College

Kommentar til Nielsen og Sillasen: "Teknologisk dannelse: Hvorfor og hvad?" i MONA. 2020-4.

Indledning

Mit anslag i denne kommentar er Nielsen og Sillasens (2020) bidrag om 'Teknologisk dannelse', som er et meget velkomment forsøg på at rammesætte hvad der kunne være en tidssvarende forståelse af dannelse set fra et teknologisk perspektiv. Forfatterne argumenterer især for at dette teknologiske perspektiv skal være bredt for at kunne understøtte dannende undervisning:

Der er ingen modsætning mellem de intenderede demokratisk-teknologiske kompetencer i faget digital teknologiforståelse og den dannelse vi skriver om her. Men arbejde i skolen med det meget udbredte – og historisk udstrakte – fænomen vi omtaler som teknologi, må omfatte langt mere end nye, digitale teknologier. Dannende undervisning forudsætter at man opererer med et bredt teknologibegreb. (Nielsen og Silassen, 2020, s. 68).

Nielsen og Sillasen (2020) tilstræber at grundskoleelever skal blive kritiske, reflekterende, indgribende og nytænkende gennem den teknologiundervisning de formulerer et grundlag for i deres artikel. Jeg vil i denne kommentar tage udgangspunkt i disse almene dannelsesaspekter i deres rammesætning af deres teknologiske dannelse.

Dannelse inden for naturfag er i Skandinavisk kontekst især rammesat gennem Svein Sjøbergs hyppigt reviderede bogserie om 'Naturfag som almindelig dannelse' (Sjøberg, fx 1998, 2009). I disse peger Sjøberg på forskellige argumenter for naturfagsundervisning: Nytte, (Privat)Økonomi, Demokrati og Kultur. Alle disse har forskellige elementer af dannelse i sig, men især demokrati- og kultur-argumenterne bruges som belæg for naturfags almene dannelsesmæssige værdi. Der er en vis lighed mellem

Nielsen og Sillasens (2020) fremhævelse af indgribende unge og Sjøbergs demokratiargument; begge fremstillinger handler om deltagelse i samfundsdebatter og løsningsudvikling. Endvidere er der også ligheder mellem Nielsens og Sillasens reflekterende og nytænkende unge og så Sjøbergs kulturargument. Her handler begge fremstillinger om forståelse af vilkår for menneskeheden nu og i fremtiden. Der er betydelig overensstemmelse mellem sådanne begrundelser for undervisningens indhold og den danske grundskoles formål om at eleverne skal få tillid til at handle og tage stilling. Den genfindes også i grundskolens naturfags formål, hvor eleverne skal få tillid til egne muligheder for stillingtagen og handlen. Dette har lange historiske traditioner i dansk grundskole og et udspring i højskolernes arbejde med dannelse og folkeoplysning gennem hånd og ånd.

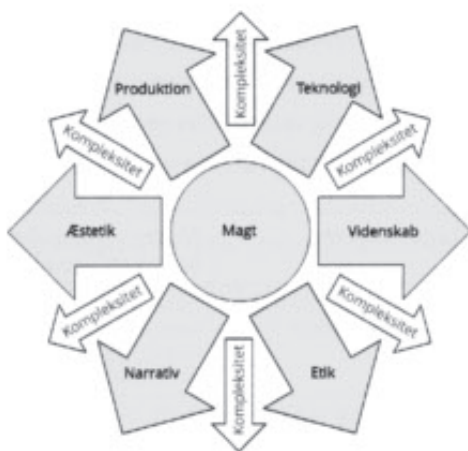
Tidssvarende folkeoplysning

Så er der overhovedet grund til en kommentar? Måske ikke – måske alligevel. En nyere reformulering af dannelsestænkning bygger dels på den klassiske højskole-tænkning om dannelse gennem folkeoplysning, dels på det enkelte menneskes udviklingspsykologi og afledte socialpsykologiske aspekter (Andersen, 2020). Andersen (2020) argumenterer i 'Dannelse – at blive et bedre menneske' for at den danske (og øvrige Nordens) tradition for folkeoplysning tilbyder en unik mulighed for at håndtere aktuelle globale udfordringer. Bogen er normativ som så meget anden dannelseslitteratur (se fx også Gustavsson, 1998), men den går en omvej fra Grundtvig frem til samtidens udfordringer. Omvejen starter med Robert Kegans model for menneskets følelsesmæssige udvikling. Denne har ifølge Andersen (2020) fem faser

- selvopdagende sind
- selvkonsoliderende sind
- socialiseret selvstyrende sind
- autentisk sind
- selvtransformerende sind

Med denne model foretager Andersen en gennemgang af dansk og nordisk folkeoplysningshistorie hvor hun relaterer de tidlige epoker til en stadig mere og mere elaboreret forståelse af samfund og dermed dannelse af individet og befolkningen.

Andersen (2020) sammenfatter sin dannelsestænkning i en dannelsesrose som har til hensigt at skabe muligheden for en kvalificeret samtale om behovet for viden og forståelse. Dannelsesrosen angiver seks sammenhængende domæner der påvirker udvikling af individer og samfund. Magt er placeret i midten fordi den er base for de faktiske beslutninger. Den kan være funderet i religion, styreform, økonomi og lignende afhængigt af det givne samfund (Andersen, 2020).



Figur 1. Dannelsesrosen (Andersen, 2020)

Samtaler med udgangspunkt i dannelsesrosen skal udvikle deltagernes ansvarlighed, selvstyring og autenticitet til at agere som tidssvarende moralske mennesker. Andersen (2020) antyder her et ideal der trækker på karakteristikken af det selvtransformerende individ. Et sådant menneskeligt individ har overskud til at hjælpe andre, accepterer paradokser og har en udpræget relationel tænkning uden behov for principper. På samfundsniveau rummer dannelsesrosen mulighed for en dialog om balance, samarbejde og sammenhæng i det givne samfund.

Folkeoplysning og -dannelse.

I en undervisningsmæssig sammenhæng som fx den danske grundskole tilbyder Andersens modeller og tænkning en progression der bryder de store dannelsesidealer om kritisk tænkning og demokratisk dannelse ned og muliggør en dialog om en progression. Andersen (2020) karakteriserer med brug af Kegan børn som selvkonsoliderende med et behov for ydre autoritet og med evne til struktureret tænkning. Hun formulerer ikke noget om hvad grundskolen skal bidrage med til folkedannelsen, men fremhæver flere aktiviteter hvor børn er fælles om aktiviteter, som spejder, amatørteater og musik. Hun fortsætter med betydningen af fællesskabet i sin folkedannelse for teenagere og unge voksne. Her bruger hun dannelsesrosens domæner til at udfolde hvad hun mener, der kan bidrage til denne aldersgruppes folkedannelse. I henhold til produktion nævner hun: makerspaces, havebrug, friluftsliv; i henhold til teknologi nævner hun: hjemmesidedesign, køre bil med trailer, brandslukning; og endelig i henhold til videnskab nævner hun: førstehjælp og at gennemføre et eksperiment med brug af videnskabelig metode (Andersen, 2020). Med denne udpakning af relevante aktiviteter i nogle af hendes dannelsesdomæner er der indholdsmæssigt

meget god overensstemmelse med Nielsen og Sillasen (2020) i deres eksemplificering af indhold og form af teknologisk dannelse. Disse to forfattere relaterer STL-mål til forskellige af grundskolens naturfag – såvel natur/teknologi som fx fysik/kemi, etc. Men der er flere fag i grundskolen som vil være relevante også at inddrage hvis vi kigger på alle domænerne i dannelsesrosen. Lad mig nøjes med at nævne historie, billedkunst og håndværk og design her. Andersen (2020) pointerer at sådan alsidig uddannelse er en investering og ikke en udgift. Her kan Andersen hjælpe os med at undgå en ørkesløs kamp om hvilke skolefag der er vigtigst. Bemærk at hendes eksempler under domænerne ovenfor alle er fra det civile samfund og ikke fra det statsligt styrede skolevæsen. Vi løser ikke samtidens og fremtidens udfordringer ved skolegang alene. Her har vi i den aktuelle danske grundskolelovgivning skabt en mulighed for at bringe civilsamfund og skolevæsen i dialog gennem Åben skole. En nylig evaluering peger på flere forhold som skal overvejes før åben skole-samarbejde giver mening. Samme evaluering afdækker også at civilsamfundet er repræsenteret gennem idræts- og andre foreninger. Elever på mellemtrinnet tilbydes flere muligheder for at møde civilsamfundets fællesskabers dannende muligheder end udskolingselever som en del af deres skolegang (Danmarks Evalueringsinstitut, 2018).

Omvejen gennem aktuel dannelsesestænkning, som eksempelvis dannelsesrosen, giver en mere holistisk tilgang til at forstå og analysere behovet for oplysning, undervisning og læring. “Jamen, er det besværet værd med al denne holisme?” vil nogle indvende. Andersens historisk funderede gennemgang peger på at det er forudsætningen for at vi som mennesker kan håndtere samtidens og fremtidens udfordringer. Alsidig dannelse får mennesker til at se og tænke i større sammenhænge og med længere sigte samt til at tage ansvar (Andersen, 2020). Min intention med denne kommentar er at gøre opmærksom på at vi netop i Danmark har en tradition for dannelse som andet og mere end skåltaler om demokrati, nemlig som både hånd og ånd. Og at denne tradition også har et tidssvarende sprog til at forstå og tale om børn og unges udvikling af dannelse, som også omfatter teknologi.

Referencer

- Andersen, L. (2020). *Dannelse – at blive et bedre menneske*. København, DK: Nordic Bildung.
- Danmarks Evalueringsinstitut (2018). *Åben skole*. København, DK: Danmarks Evalueringsinstitut.
- Gustavsson, B. (1998). *Dannelse i vor tid*. Århus, DK: Klim.
- Nielsen, K. & Sillasen, M. (2020). Teknologisk dannelse: hvorfor og hvad? *MONA* 2020-4, 66-82.
- Sjøberg, S. (1998). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk*. Oslo, NO: Gyldendal norsk forlag.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse*. Oslo, NO: Gyldendal norsk forlag.

Om modellering og undersøgelse – en replik



Jørgen Løye Christiansen,
Center for Skole og Læring,
Professionshøjskolen Absalon

Replik til Claus Auning & Sanne Schnell Nielsen: Kan modellering adskilles fra undersøgelse i grundskolens naturfagsundervisning? MONA, 2020-4

Claus Auning og Sanne Schnell Nielsen (A&N) kommenterede i forrige nummer af MONA artiklen ‘modeller og modellering i grundskolens naturfag’ (Christiansen, 2020). Tak til A&N for at tage sig tid til en sådan diskussion af modellerings- og undersøgelsesbegrebet. Artiklen (Christiansen, 2020) havde et primært fokus på modeller og modellering, men i den sidste del af artiklen blev den redefinerede modelleringskompetence relateret til en redefineret undersøgelseskompetence i betydningen dataindsamlingskompetence. Det er dette forhold der er omdrejningspunktet for denne replik.

A&N spørger i deres overskrift *Kan modellering adskilles fra undersøgelse i grundskolens naturfagsundervisning?* Det korte svar er ‘Ja’. Fordi det beror på hvordan man vælger at definere undersøgelse og modellering.

Jeg har gennem deltagelse i flere forskningsprojekter registreret at naturfagslærere tillægger begrebet modellering forskellig betydning og indhold. Der opereres fx med modellering og modellering, hvor det ene svarer til modelleringskompetencen (måske som beskrevet i læseplanerne?), og det andet til den proces der resulterer i en model. Så uden opklarende spørgsmål kan det være vanskeligt at afgøre hvad der menes når der siges ‘modellering’. En løsning kunne være at læseplanernes modelleringskompetence blev omdøbt til det desværre længere, men mere korrekt beskrivende: model- og modelleringskompetence.

En anden løsning, som var mit forslag, var at redefinere modelleringskompetencen så det kun var kompetencen til at ‘forstå og anvende’ modellering. Mere præcist skulle modelleringen således forstås som den proces der udspiller sig imellem nogle data (som nogen har indsamlet, måske eleven selv, måske andre) og det færdige produkt, altså modellen. Dataindsamlingen er her som hos fx Hestenes (1992), Schwarz *et al.* (2009) og Levy (2015) ikke en del af modelleringen, om end basal for

modelleringen. Modelkompetencen (som til dels blev tilovers ved redefineringen) blev en del af 'værktøjskassen' for såvel undersøgelses-, modellerings- som perspektiveringskompetencen.

Nedenfor knytter jeg nogle kommentarer til A&N i afsnit svarende til deres.

Forståelse og identifikation af modellering kontra skarp afgrænsning. A&N mener at en klar adskillelse af modellerings- og undersøgelseskompetencen vil være meget svær at omsætte til en meningsfuld praksis. Jeg mener igen at det vil afhænge af hvordan man definerer kompetencerne. Derfor vil en adskillelse af kompetencer på samme hierarkiske niveau ikke give eleverne et mekanisk og misvisende billede af hvordan der arbejdes i naturvidenskab, da kompetencer til at indsamle data på fornuftig vis og til at behandle data på fornuftig vis begge er ligeværdige, men begge vigtige elementer af den naturvidenskabelige praksis.

Modellering uden elevernes egne undersøgelsesdata? A&N er bekymrede for om redefineringen af undersøgelses- og modelleringskompetencen vil begrænse elevernes mulighed for at være aktivt deltagende i centrale dele af den naturvidenskabelige modelleringsproces.

Jeg tænker ikke der er grund til bekymring. Jeg mener ikke at redefineringen gør at noget mangler eller udelades i den daglige undervisningspraksis. Elevernes skal stadig indsamle egne data. Disse data skal stadig kunne danne udgangspunkt for modellering. Og det er naturligvis vigtigt at eleverne udvikler fornuftige dataindsamlingsstrategier og bliver fortrolige med modellering som naturvidenskabelig proces. Og selvfølgelig skal eleverne have erfaringer med hvordan egne data kan danne grundlag for udvikling, efterprøvning og eventuelt revidering af modeller. Men det er muligt, og nogle gange nødvendigt, at modelleringen tager udgangspunkt i data indsamlet af andre. Fx kræver det 30 års indsamling af data før man med nogen sikkerhed kan udtale sig om klimaændringer, og så lang tid plejer eleverne ikke at gå i skole. Men disse data indsamlet af andre kan sagtens udsættes for dataudvælgelse, -behandling og modellering af eleverne.

A&N mener at modellering uden undersøgelse af "genstandsfeltet" vil få karakter af en mangelfuld implementering af modellering som proces (altså i deres forståelse af modelleringsprocessen). Selvfølgelig er der nødt til at være data tilstede om "genstandsfeltet" før der med udgangspunkt i disse data kan modelleres. Hvorfor dette vil give eleverne begrænset mulighed for at arbejde med hvordan modeller kan anvendes, forstår jeg ikke. Eleverne skal have både model- og modelleringskompetence, og de skal kunne anvende modeller i talrige sammenhænge og ikke kun som element i modelleringskompetencen, men også som en vigtig brik i dataindsamlingskompetencen (undersøgelseskompetencen) og perspektiveringskompetencen.

Eleverne evner at arbejde integreret med modellering, undersøgelse og egen data. A&N argumenterer for at en opdeling af kompetencerne som foreslået af Christiansen (2020) kan være hæmmende for elevernes læring. Det er jeg ikke enig i da det jo er en opdeling på baggrund af en redefinering, ikke på indhold og undervisningspraksis. Jeg er derimod helt enig med A&N i at når elever bruger elementer fra andres modeller, kan det afstedkomme metarefleksion over formål, værdier og anvendelse af den valgte model i forhold til deres egen modelbaserede forklaring. A&N argumenterer for at modellering i deres beskrevne case var en vigtig del af undersøgelsesfasen. Og det var den da med de definitioner af undersøgelse og modellering som de anvender.

Modellering som proces inkluderer og kvalificerer undersøgelseskompetencen. A&N mener at en adskillelse af kompetencerne ikke alene vil forringe mulighederne for at udnytte den synergieffekt der kan opstå når kompetencerne integreres funktionelt, men også kan bidrage til at give eleverne et misvisende billede af hvordan der arbejdes i naturvidenskab. Men kompetencerne er jo allerede nu adskilt beskrevet i læseplanerne. Det virker som om at A&N mener at jeg ekskluderer elevernes egne indsamling af data som grundlag for modellering. Nej, eleverne skal deltage i en undervisnings- og evalueringspraksis hvor alle kompetencer ofte kommer i spil. Hvor den problematik eleverne skal arbejde med/behandle/løse, involverer kvalificeret dataindsamling (undersøgelseskompetence) og oftest modellering og perspektivering, kvalificeret gennem kommunikation.

Afslutningsvis. Jeg kan godt se at den nuværende forståelse, rammesætning og daglige brug af begrebet undersøgelse kolliderer med redefinitionen hvor undersøgelse hos Christiansen (2020) kun bliver til en dataindsamlingskompetence. Dette var for at lade de 3 'toneangivende' naturfaglige kompetencer være på samme hierarkiske niveau. Hvis undersøgelse traditionelt har været noget der inkluderer dataindsamling og modellering, burde vi kunne give den en mere fremtrædende plads på højere hierarkisk niveau og måske genindføre begrebet empirikompetence for den dataindsamlingskompetence der placerer sig mellem 'verden' og data om 'verden' (se endv. Christiansen, 2013, Sølberg et al., 2015). Modellering kan dernæst fortsat lade sig definere som den proces der udspiller sig mellem data om 'verden' og model af 'verden'.

Jeg synes fortsat at de naturfaglige kompetencer der beskrives som målkategorier i naturfagenes læseplaner, bør være på samme hierarkiske niveau, eller at det i det mindste beskrives hvordan de hierarkisk er forbundne. Der må endvidere være en nedre grænse for kompetencebegrebet som målkategori. På et tidspunkt er vi vel nede på videns- og færdighedsniveau. Så hvis modeller for den 'nye' empirikompetence kan være et 'dataindsamlingsværktøj', skal vi så i denne sammenhæng tale om modelkom-

petence lige såvel som andre dataindsamlingsværktøjer så ligeledes må benævnes fx titreringskompetence, sommerfuglenetkompetence, pipettekompetence osv.?

Jeg tror ikke vi er helt i mål endnu med en forståelse og rammesætning af de naturfaglige kompetencer, men denne udveksling mellem A&N og mig kan måske være et lille skridt på vejen.

Referencer

- Christiansen, J.L. (2013). *Kompetenceorienteret naturfagsundervisning*. I: Christiansen, J.L., Hansen, N.J., Madsen, J. & Lindhardt, B. (red.): *KOMPIS – Kompetencemål i praksis. Et udviklings- og forskningsprojekt i dansk, matematik og naturfag 2009-2012* (s. 29-39). University College Sjælland.
- Christiansen, J.L. (2020). *Modeller og modellering i grundskolens naturfag*. *MONA* 3, 7-26.
- Hestenes, D. (1992). *Modeling games in the Newtonian World*. *American Journal of Physics*, 60(8), 732-748.
- Levy, A. (2015). *Modeling without models*. *Philosophical Studies*, 172(3), 781-798.
- Schwarz, C.V., Reiser, B.J., Davis, E.A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B. & Krajcik, J. (2009). *Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners*. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 632-654.
- Sølberg, J., Bundsgaard, J., & Højgaard, T. (2015). *Kompetencemål i praksis – hvad har vi lært af KOMPIS?* *MONA*, 2, 46-59.

Udeskole – En brugsbog om udeskolens didaktik



Trine Hyllested, Københavns
Professionshøjskole

Anmeldelse af Udeskole i teori og praksis, Dafolo 2020, Jørgen Bærenholdt og Marianne Hald (red.) Medforfattere: Maria Møller, Ditte Vejby Schou, Camilla Damsgaard, Maj Kærgaard Kristensen, Søren Rasmussen Mølgaard Lunde og Ida Damsø Christiansen.

Bogens udeskoledefinition kan formuleres sådan: Udeskole er en undervisningsmetode hvor skolen åbner sig mod det omgivende samfund som en integreret del af et sammenhængende undervisningsforløb. Metoden indebærer regelmæssige aktiviteter ude og inde og giver bl.a. mulighed for kreativitet, undersøgelser og praktisk arbejde. Denne definition indebærer at udeskole kan forstås som åben skole, virksomhedsbesøg, arbejde på skolens arealer i skolehaverne m.m. Dette illustrerer bogens eksempler rigtig godt.

Bogen er en god brugsbog til lærere og pædagoger der gerne vil i gang med udeskole. Det er en velkomponeret bog med 4 dele. Den første del er en mere teoretisk didaktisk indledning, så følger den anden del som er en samling af eksemplariske forløb fra forskellige undervisere. Her er konkrete ideer til udeskole i mange af folkeskolens fag: Dansk, matematik, natur-

fag, madkundskab og historie. Del tre har et åbnende, konkret og solidarisk fokus på udeskolens potentiale for elever med særlige undervisningsbehov. Bogens fjerde del afslutter med andre aspekter af udeskole, fx gode og grundige overvejelser over hvordan man arbejder med sprog i udeskole, og hvilke specifikke bevægelsesmæssige kvaliteter udeskolen kan have.

Anbefalingerne i den teoretiske indledning viser at det at lave udeskole i virkeligheden handler om at lave god undervisning. Uderummet tvinger dig til at tænke struktureret, målrettet og til at præcisere dit undervisningsmål, for ellers vil den store kompleksitet i uderummet ødelægge dine muligheder for at undervise. Du skal være helt klar på dine metoder, stille masser af praktiske hjælpemidler og forskellige aktiviteter til rådighed hvis du skal kunne nå dit mål.

Du skal give dine elever god tid til fordybelse og refleksion.

Hvis det at lave udeskole kan få lærere til at tænke på denne måde, så lad dog endelig hele grundskolen blive til en udeskole!

Desuden er det sundt. Erik Mygind citeres for resultatet: *“Børn er gennemsnitligt mere end dobbelt så fysisk aktive i løbet af en skoledag med udeskole sammenlignet med en “almindelig” skoledag.”* (s. 186). Eleverne må flytte sig for at komme ud og det er der nu kommet tal og data på (2020).

Teoriafsnittet i del et udfolder grundigt at læring indeholder en følelsesmæssig, en kropslig, en kognitiv og en social dimension. Der refereres til Imsen, Klafki, Jank og Meyer og andre gode folk. Desuden nævnes udeskolen som potentiale for almen og alsidig dannelse, fx en dybere forståelse af sammenhænge i natur og samfund. Der gøres en del ud af at arbejde med transfer-problematikken. Det vil sige at det arbejde man laver i uderummet, kan relateres til det man laver i inderummet. Der henvises til den didaktiske tænkning om “inde-ude-inde”-metoderne. Her spiller lærerens overvejelser om formål, metode, refleksion og evaluering selvfølgelig ind. Heldigvis indeholder bogen mange gode eksempler på transfer, også i de følgende afsnit.

I del et nævnes at omdrejningspunktet i udeskoledidaktik er *stedet*. *“Det er der hvor undervisningens indhold og mål går i dialog med virkeligheden, det autentiske* (s. 42). Bogen viser her sin autoritetstro over for begrebet “autenticitet” og “virke-

lighed”. Jeg mener dog at virkeligheden er det vi gør den til!

Det som eleverne får ud af virkeligheden, handler om hvordan vi didaktiserer den. Græsskråninger bliver først til interessante nord- og sydskråninger med forskellige leveforhold for planter i det øjeblik eleverne sættes i gang med at undersøge at de faktisk er forskellige! Indtil da er det bare skrænter man løber op og ned ad. Nogle rum har en særlig kultur og historie, står der s. 45. Ja, hvis man får formidlet den historie rummet har, ellers forstår man den jo ikke. En dygtig pædagogstuderende konkluderede engang efter vi havde arbejdet med museet som læringsrum: *“Jeg har lært at jeg kan sætte pædagogiske processer i gang der hvor jeg vil”*. Det blev jeg meget glad over. Det er læreren der vælger hvilke processer, og hvordan hun vil sætte pædagogiske processer i gang! Det er ikke skrænterne eller virkeligheden i sig selv der giver de pædagogiske processer. Det er den måde læreren griber virkeligheden an på. Dette giver bogens anden del gode eksempler på.

Jeg er dog langt fra enig i alle udsagn om udeskole. Når forfatterne s. 57 skriver: *“Udeskoledidaktikken er en helt ny måde at tænke undervisning på”*, kan jeg ikke være mere uenig. Da jeg studerede skolehistorien i min ph.d., fandt jeg eksempler på udeundervisning helt tilbage fra 1880 (Hyllested 2007 s. 27). Metoden var måske nok forskellig, men den pædagogiske grundtanke om at ville gå i dialog med den såkaldte virkelighed er den samme.

Ingen steder nævner denne bog dog hvilke problemer der kan være med at lave udeskole, og hvordan man kunne møde disse problemer. Det er virkelig synd! Jeg er også ked af at redaktøren ikke har undgået udtryk hvor elever stemples som afgrænsede fænomener: *“de fagligt stærkeste elever”* s.78 og de *“teorisvage”* elever s.119. Hvad er det for en opfattelse af elever som teksterne her giver udtryk for?

Stemmer den opfattelse overens med bogens ellers meget solidariske del tre om elever med særlige undervisningsbehov? Giver vi de elever de chancer de skal have, når vi på forhånd afgrænser dem med disse betegnelser?

Bogen som helhed er et udtryk for det udsagn der nævnes s.167, hvor der står at hverken ude-skolen eller inde-skolen kan stå alene. Vi skal se udeskolen som et udvidet læringsrum. Som lærere skal vi hele tiden huske på at skolen fra før-

ste færd var et frirum hvor man brugte tid på at reflektere virkeligheden. Vi må bibeholde dette frirum, så vi ikke ender i ren mesterlære! Som von Oettingen skriver: *“Det er skolens paradoks, at den midt i livet underviser om livet.”* (Oettingen 2020 s. 15).

Denne bog giver virkelig mange gode tanker om og idéer til hvordan man kan undervise både ude og inde. Den kan anbefales til alle der interesserer sig for at undervise i grundskolen.

Hyllested, T. (2007): Når læreren tager skolen ud af skolen. Ph.d.-afhandling fra Danmarks Pædagogiske Universitet 2007. Kan findes på <https://www.skoven-i-skolen.dk>.

Mygind, E. red. (2020): Udeskole-TEACHOUT-projektets resultater. Frydenlund. Frederiksberg.

Von Oettingen, Alexander (2020): Undervisning er dannelse. I bogen: Dannelse i alle fag. Dafolo. Frederikshavn.

