

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

2021-2

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 Goldbeck, 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
Jette Reuss Schmidt, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland
Karin Lilius, Center for Skole og Læring, Professionshøjskolen Absalon
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Martin Niss, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet
Morten Rask Petersen, Anvendt forskning i pædagogik og samfund, UCL
Sabine Schmidt-Johansson, Afd. for Uddannelse og Studerende, Danmarks Tekniske Universitet
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
- Artikler**
- 6 Overgangsproblemer i matematik
Brian Krog Christensen
- 27 Lærerstuderendes undervisning i modeller og modellering i praktikken – handlinger og udfordringer i et PCK-perspektiv
Lars Brian Krogh, Peer Daugbjerg, Pernille Andersen, Martin Sillasen og Harald Brandt
- 47 Lærerstuderendes udvikling af autonomi
Kari Astrid Thynebjerg og Karin Marianne Lilius
- Aktuel analyse**
- 65 Dyret og fremtidens (antropocæne) medborger
Trine Hyllested og Bjørn Friis Johannsen
- Kommentarer**
- 81 Gymnasiespecialisering, godt på vej eller langt fra målet?
Lene Møller Madsen
- 88 En CAS- og undersøgelsesbaseret tilgang til differentialregning
Kasper Bjerling Søby Jensen
- 92 Udvikling af en didaktik for teknologisk dannende undervisning i naturfagene
Jette Reuss Schmidt
- 97 Må vi bede om en forsker til at dokumentere teknologisk dannelse og STEM på htx?
Pernille Kaltoft
- 102 Kønnede udfordringer i folkeskolen
– Hvordan kønsforskningen kan bidrage til videre analyser
Katia Bill Nielsen og Henriette Holmegaard

Fra redaktionen

Den 24. og 25. marts blev BigBang konferencen gennemført online. Som medarrangør var det for os i redaktionen en god oplevelse at det kunne lykkes at afholde en konference og være i kontakt med de mange mennesker der arbejder seriøst med at udvikle undervisningen i naturfagene – ikke bare i Danmark, der var også deltagere fra Grønland, Færøerne og Norge, og det er jo et plus ved online arrangementer. Ikke alt forløb lige glat, og flere oplevede tekniske udfordringer. Men når vi ser på evalueringsresultaterne hvoraf det fremgår at langt hovedparten har haft en god oplevelse, giver det god lyst til at se frem mod næste års konference 6.-7. april som vi regner med bliver fysisk afholdt i Odense. Husk i øvrigt at deltagerne i år kan se og gense sessionerne på samme link som de deltog på. Andre materialer ligger i øvrigt på <https://bigbangkonferencen.dk/presentationer/>.

Ved en fejl bragte MONA 2021-1 en ikke helt korrekt udgave af Michael E. Caspersens kommentartekst *Fra teknologiforståelse til informatik*. Det beklager vi meget. Den korrekte version kan findes i online-udgaven af MONA på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/125075>.

Dette nummers artikler og kommentarer spænder ganske vidt i det matematisk/naturfagsfaglige spektrum. Den første artikel, *Overgangsproblemer i matematik* er skrevet af Brian Krog Christensen, Silkeborg Gymnasium. På baggrund af en serie spørgeskemaundersøgelser der har kørt over fem år, afdækker den at en ganske stor andel af 1.g-eleverne, inklusiv en del af de dygtigste elever, oplever problemer i matematik ved overgangen fra grundskolen til gymnasiet. Særligt udfordrende er tempoet, abstraktionsgraden, fagsproget, kravene til præsentation af tankegang, it-programmer samt algebra og beviser. Der er også svar fra elever der i grundskolen har fulgt forsøgsvalgfaget “gymnasiematematik”, og undersøgelsen indikerer meget kraftigt at der er mulighed for og perspektiver i at en del af matematikundervisningen i den sidste del af grundskolen foregår med en mere gymnasiel tilgang.

Den næste artikel, *Lærerstuderendes undervisning i modeller og modellering i praktikken – handlinger og udfordringer i et PCK-perspektiv*, er udarbejdet af Lars Brian Krogh, Pernille Andersen, Harald Brandt, Peer Daugbjerg og Martin Sillasen. Den beskriver et casebaseret studie hvor lærerstuderende i deres praktik har gennemført undervisning om modeller og modellering i fagene fysik/kemi og biologi. Studiets empiri er lektionsplaner, videoklip og refleksioner. Resultaterne peger på at de studerende har solid metamodelviden, og at de fortrinsvis baserer deres undervisning på formater som de kender fra læreruddannelsen. Analysen indkredser dog samtidig en række udfordringer som har konsekvenser for arbejdet med modeller og modellering på læreruddannelsen.

Den tredje artikel, Kari Thynebjerg og Karin Lilius's *Lærerstuderingens udvikling af autonomi*, præsenterer hvordan et fokus på formative evalueringsprocesser, herunder selv-evaluering og peer-feedback, i naturfagsundervisningen på læreruddannelsen kan stilladsere de studerendes udvikling mod kompetente professionsudøvere. Litteraturen om emnet sandsynliggør at formative evalueringsprocesser kan bidrage til opfyldelsen af tre basale psykologiske behov, nemlig oplevelsen af kompetence, tilhør og autonomi, og dermed til de studerendes udvikling mod autonom motivation. Artiklen argumenterer for at man således kan understøtte en indsats for øget studieintensitet og fastholdelse.

I dette nummers aktuelle analyse, *Dyret og fremtidens (antropocæne) medborger*, undersøger Trine Hyllested og Bjørn Friis Johannsen hvordan man kan arbejde med dyr som undervisningsindhold når man arbejder med at udvikle grundskoleelevers forhold til naturen. Artiklen argumenterer for at skolen som reaktion på menneskets indflydelse på det globale miljø skal bidrage til at vi lærer at forstå vores gensidige sårbarhed; vi mennesker er selv deltagere i et økologisk system, vi har sat ud af balance.

Covid-situationen har bestemt ikke lagt låg på kommentarlisten blandt MONAs læsere. Vi bringer her en række af dem. Først dem der angår artikler fra MONA 2020-4: I *Gymnasiespecialisering, godt på vej eller langt fra målet?* kommenterer Lene Møller Madsen artiklen *Hvordan uddanner vi gymnasielærere?* af Claus Michelsen. Kasper Bjerling Søby Jensen beskriver i *En CAS- og undersøgelsesbaseret tilgang til differentialregning* sine praktiske erfaringer som kommentar til Henrik Bang, Niels Grønæk og Claus Larsens *Efteruddannelse i CAS – erfaringer fra fire år med CMU*. Jette Reuss Schmidt kommenterer i *Udvikling af en didaktik for teknologisk dannende undervisning i naturfagene* Keld Nielsen og Martin K. Sillasens *Teknologisk dannelse: Hvorfor og hvad?*

Også 2021-1-artiklen *Undervisning i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag* af Sillasen og Nielsen har fået en kommentar, Pernille Kaltofts *Må vi bede om en forsker til at dokumentere teknologisk dannelse og STEM på htx?* Og endelig har Krogh, Elgaard, Secher og Daugbjergs artikel *Pigerne stikker af fra drengene i karakterer til den fællesfaglige prøve?* foranlediget en kommentar fra Katia Bill Nielsen og Henriette Holmegaard: *Kønnede udfordringer i folkeskolen – – Hvordan kønsforskningen kan bidrage til videre analyser.*

Med sommerens komme kan vi nu forhåbentlig både genoptage fysiske møder – det betyder også at vi på MONA genoptager vores kvalitetsudviklingsaktiviteter, herunder skriveworkshop for nye artikelforfattere og reviewerseminar – se mere på www.ind.ku.dk/mona/.

God fornøjelse med at mødes og drøfte dette nummers temaer!

Overgangsproblemer i matematik



Brian Krog
Christensen,
Silkeborg
Gymnasium

Abstract: På baggrund af en serie spørgeskemaundersøgelser er det afdækket at en ganske stor andel af 1.g-eleverne, inklusiv en del af de dygtigste elever, oplever problemer i matematik ved overgangen fra grundskolen til gymnasiet. Særligt udfordrende er tempoet, abstraktionsgraden, fagsproget, kravene til præsentation af tankegang, it-programmer samt algebra og beviser. Igennem fem år har der i undersøgelserne indgået svar fra elever der i grundskolen har fulgt forsøgsvalgfaget 'gymnasiematematik', og undersøgelsen indikerer meget kraftigt at der er mulighed for og perspektiver i at en del af matematikundervisningen i den sidste del af grundskolen foregår med en mere gymnasial tilgang.

Overgangsproblemer i matematik

Hvor stor en andel af 1.g-eleverne oplever at overgangen fra grundskole til gymnasium er ekstra svær i matematik, og hvordan afhænger oplevelsen af udfordringerne af elevernes matematikniveau i grundskolen? Hvad volder særlige vanskeligheder ved overgangen? Kan man reducere overgangsproblemerne for nogle elever ved at indføre valgfaget 'gymnasiematematik' i grundskolen? Dette er eksempler på spørgsmål der søges belyst i den foreliggende artikel.

Indledning

Matematik rummer abstrakte strukturer og begreber samt metoder der er særdeles anvendelige til beskrivelse, analyse og forståelse af forhold i samfundet, økonomien, naturen, teknologien mv. Det er formodentligt en af hovedårsagerne til at befolkningen i almindelighed og politikere i særdeleshed opfatter matematik som et ekstraordinært vigtigt fag. Den høje prioritering af matematik har i mange år fremgået af at undervisningstiden for faget i gymnasiet er større end for de øvrige enkeltfag, og den kom også til udtryk i den seneste aftale mellem stort set alle partier i Folketinget om en reform af gymnasiet:

Naturvidenskab og matematik skal styrkes, både for at understøtte, at flere elever får interesse for disse fagområder, og for at sikre, at alle elever i stx får en bred naturvidenskabelig dannelse og en grundlæggende naturfaglig viden. For at styrke elevernes matematiske

kompetencer... skal matematik B være obligatorisk i hhx og stx... for langt de fleste... Det niveaumæssige løft skal ses i sammenhæng med en generel indsats for matematik... Indsatsen skal desuden ses i sammenhæng med et forventet højere niveau i matematik hos eleverne, når styrkelsen af faget i forbindelse med folkeskolereformen slår igennem (Forligstekst om gymnasireform 2016, s. 15).

Børn og unge befinder sig således i et skolesystem hvor de forventes at møde til matematik i mange timer, og fra 2017 er der sket en forøgelse i andelen af elever der har matematik på et højere niveau i gymnasiet. Man kan vel med nogen rimelighed hævde at formidlerne af matematik i et sådan system er forpligtet til at møde eleverne med et fag der giver mening for eleverne, og som hænger sammen ved overgangen fra grundskole til gymnasium. Faktisk fremgår det sidste meget klart af både folkeskolens formålsparagraf og læreplanerne for matematik i gymnasiet:

Folkeskolen skal i samarbejde med forældrene give eleverne kundskaber og færdigheder, der forbereder dem til videre uddannelse ... (Folkeskoleloven 2020, §1).

Specielt skal undervisningen i grundforløbet tilrettelægges, så der skabes en hensigtsmæssig overgang fra folkeskolens beskrivende og forklarende til gymnasiets ræsonnerende og begrundende matematikfaglige skriftlige og mundtlige aktiviteter (Gymnasiebekendtgørelsen 2017, bilag 111-113).

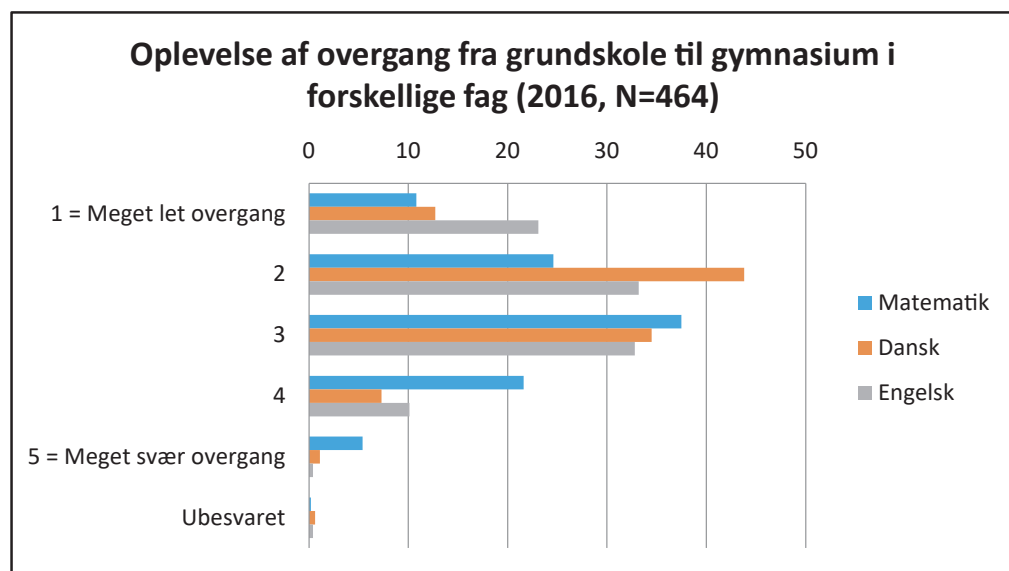
Det har imidlertid gennem mange år været et velkendt problem at matematik relativt til andre fag udgør et svagt led i forhold til at skabe sammenhæng i uddannelseskæden:

Sammenhængsproblemet består i, at det fag, der bærer navnet matematik, i virkeligheden er så forskelligt tænkt, fortolket og realiseret i de forskellige afsnit af uddannelsessystemet, at det kan være svært at få øje på, hvad der er fælles for faget. For de elever, der i forskellige perioder i deres liv skal opholde sig i forskellige uddannelsesafsnit, giver dette anledning til forvirring og orienteringsvanskeligheder. Af særlig styrke er disse problemer, når det gælder overgangen fra et afsnit til et andet (fx fra folkeskole til gymnasiale uddannelser, eller fra gymnasiale uddannelser til videregående uddannelser), hvor der ofte opstår betydelig usikkerhed både hos elever og lærere, spild af mentale og andre ressourcer, svækkelse af motivation og interesse osv. (Niss 2002, s. 23).

Ulriksen et al. fra Københavns Universitet konstaterer i rapporten *Overgangsproblemer mellem grundskole og gymnasium i fagene dansk, matematik og engelsk* at overgangsproblemerne er betydeligt større for eleverne i matematik end i undersøgelsens to øvrige fag. Det skyldes bl.a. at gymnasiefaget matematik for eleverne fremstår som et ganske anderledes fag end grundskolefaget matematik:

Matematik er bare sværere – og til forskel fra de to andre fag, er det meget få, som synes, faget er det samme som i grundskolen. Det er i øvrigt tankevækkende at notere sig, at hvor en stor del af eleverne mener, at engelsk og dansk er det samme, så er det ... ganske få, som mener at matematik er det samme (Ulriksen 2014, s. 67).

På Silkeborg Gymnasium gennemføres hvert år i november en evaluering af grundforløbet samt en særskilt evaluering af overgangen i matematik fra grundskole til gymnasium. I forbindelse med grundforløbsevalueringen bliver 1.g-eleverne spurgt hvordan de har oplevet overgangen fra grundskole til gymnasium i henholdsvis dansk, engelsk og matematik. Hvert år fremkommer i overensstemmelse med ovennævnte fund det samme mønster: En væsentlig større andel af eleverne oplever en svær overgang i faget matematik end i dansk og engelsk. Se figur 1.



Figur 1. Procentvis fordeling af svar på spørgsmålene: Hvordan har du samlet set i forhold til MATEMATIK/DANSK/ENGELSK oplevet overgangen til gymnasiet? Spørgsmålene indgår i en evaluering af grundforløbet og er i 2016 besvaret af 464 1.g-elever, svarende til 88 % af årgangen. Mønstret i elevernes svar er det samme hvert år – også efter gymnasireformen i 2017.

Man kunne få den tanke at de særlige overgangsvanskeligheder i matematik skyldes at der ikke er sammenhæng i styredokumenterne. Hvis målene for matematikundervisningen i grundskolen ikke svarer til det fag man arbejder med i gymnasiet, er det jo ikke mærkeligt at eleverne får problemer. Men hvis man fx sammenligner de faglige mål for 9. klasse, som de beskrives i *Fælles Mål*, og målene i læreplanen for

matematik C i det almene gymnasium (STX), forekommer der at være en meget fin overensstemmelse. Eksempelvis er målene for modelleringskompetence på de to niveauer formuleret således:

Eleverne skal kunne ... anvende simple funktionsudtryk i modellering af data, kunne foretage fremskrivninger og forholde sig reflekterende til disse samt til rækkevidde af modeller (Gymnasiebekendtgørelsen 2017, bilag 113).

Eleverne kan ... afgrænse problemstillinger fra omverdenen i forbindelse med opstilling af en matematisk model, ... gennemføre modelleringsprocesser, ... vurdere matematiske modeller (Fælles Mål 2019, s. 8).

Det er ikke ud fra de aktuelle målformuleringer umiddelbart forståeligt at faget matematik fremstår forholdsvis forskelligt for eleverne i henholdsvis grund- og gymnasieskolen. I flere forskningsrapporter konstateres det også på baggrund af analyse af tidligere styredokumenter at der er en god sammenhæng mellem de rent formelle beskrivelser af matematikundervisningen på de forskellige niveauer. Det gælder både i rapporten *Overgangsproblemer som udfordringer i uddannelsessystemet* (Mathiasen 2009, s. 128) og i ovennævnte rapport fra Institut for Naturfagenes Didaktik:

En gennemgang af de enkelte emneområder i "Fælles mål" og læreplanerne for C- og A-niveau tyder i de fleste tilfælde på en fin sammenhæng ... De fleste "spring" i fagets faglige niveauer ligger ... ikke (eller behøver ikke ligge) i løbet af første år og giver således mulighed for at føre eleverne gennem overgangsvanskelighederne inden de møder de mere krævende emneområder ... Uden at negligere de forskelle som findes, kan blikket på styredokumenterne og elevernes svar pege i retning af vigtigheden af også at undersøge de konventioner og vaner, der er på de to uddannelsesstrin med hensyn til, hvordan matematikundervisningsrammerne fortolkes og forvaltes, og om der her kunne være en mulighed for at mindske overgangsproblemerne (Ulriksen 2014, s. 72).

Meget lidt tyder altså på at de særlige overgangsproblemer i matematik har rod i styredokumenterne. Til gengæld peges der i citatet ovenfor på at lærernes praksis på de to uddannelsesniveauer er afgørende for oplevelsen af overgangen. Matematik adskiller sig i den forbindelse fra fagene dansk og engelsk:

En hel del elever svarer, at det stort set er alt i matematik, som er svært, og betydeligt flere af eleverne nævner læreren og undervisningen som et problem i forhold til matematik end ved dansk og engelsk ... Det går igen i flere svar, ... (at matematik)læreren ikke er særlig god til at forklare det, som er svært (Ulriksen 2014, s. 66).

I forskningsrapporten fra Institut for Naturfagenes Didaktik konstateres det altså at mange elever oplever en mindre god matematikundervisning i et fag, der i øvrigt virker temmelig fremmed i forhold til det matematikfag de kender fra grundskolen. En del af forklaringen på at faget opleves svært, og at der er nogen skepsis over for lærerne, kan måske findes i det forhold at en del elever kommer på gymnasiet med den opfattelse af sig selv at de grundlæggende er dårlige til matematik. De har gennem uheldige oplevelser med matematik fået etableret et selvbillede hvor de føler sig dumme til matematik (Ulriksen 2014, s. 66).

Boaler, der forsker i matematikundervisning på Stanford University, er nået frem til at en væsentlig del af udfordringerne i forhold til at lære matematik kan henledes til opfattelsen af *mulighederne* for at lære matematik – både hos lærere, forældre og eleven selv. Der er nemlig i forhold til matematik en særlig forestilling om at man kan have forskellige anlæg for faget:

Matematik evner mere end noget andet fag at knuse elevernes tiltro til egne evner... Når eleverne får den idé, at de ikke kan finde ud af matematik, opretholder de ofte et negativt forhold til matematik resten af livet... De negative opfattelser af matematik, der er fremherskende, opstår ikke kun af en skadelig undervisningspraksis. De opstår ud af én meget stærk idé, der gennemsyrrer mange samfund, og som danner basis for matematik-fiasko og underpræstationer – nemlig ideen om, at kun nogle mennesker kan blive gode til matematik. Overbevisningen om, at matematik er en "gave", som nogle mennesker har, og som andre bare ikke har, er ansvarlig for meget af den oplevelse af at være en fiasko i matematik, som man finder over hele verden (Boaler 2016, s. x & xii) (forfatterens oversættelse). Ingen bliver født med viden om matematik, og ingen fødes uden evnen til at lære matematik. Men desværre er forestillingen om medfødt begavelse ganske udbredt. Forskere har for nylig undersøgt, i hvilken grad lærere på gymnasieniveau har en forestilling om medfødt begavelse i deres fag, og resultatet var bemærkelsesværdigt: Matematik er det fag, hvor lærerne er mest forudindtaget om, hvem der kan lære faget (Boaler 2016, s. 5) (forfatterens oversættelse).

Boaler fremhæver således det uhensigtsmæssige ved negative forventninger til nogle elevers muligheder for at tilegne sig matematiske kompetencer. Men i forlængelse heraf betones at forskningen i modsætning hertil klart giver anledning til en overbevisning om at (nærmest) alle elever faktisk kan lære matematik:

Der er på baggrund af den seneste hjerneforskning evidens for, at hvis undervisningen gennemføres rigtigt, og hvis der udsendes de rigtige budskaber, så kan alle lykkes med matematik, og alle kan nå det højeste niveau i skolen. Der findes nogle få børn med ganske særlige læringsudfordringer, som gør læring af matematik svær, men for den altovervejende

majoritet – omkring 95 % – er ethvert niveau af skolematematik inden for rækkevidde ... Der har i vores uddannelsessystemer været en fremherskende traditionel forståelse om, at nogle elever ikke udviklingsmæssigt er parate til at lære matematik på visse niveauer ... Der kan være dele af matematikken, som elever endnu ikke er parate til at lære, fordi de stadig mangler at lære noget grundlæggende og forudsættende matematik. Men det er IKKE, fordi deres hjerner er ude af stand til at danne nerveforbindelser som følge af deres alder eller modenhed. Når elever har brug for nye forbindelser, kan de udvikle dem (Boaler, 2016, s. 4, 5 & 8) (forfatterens oversættelse).

Boalers budskab giver anledning til optimisme. Det betyder at det er meget væsentligt at matematiklærere i grund- og gymnasieskolen tror på potentialet i hver eneste elev og sender et klart budskab derom. Det betyder også at elevens oplevelse af overgangen mellem grundskole og gymnasium er vigtig, og at der er grund til at tro at der kan foretages indsatser der gør overgangen mindre svær. Det handler om at opbygge eller fastholde elevernes tro på muligheden for at tilegne sig matematikfaget, for læringsudbyttet er stærkt korreleret til elevernes self-efficacy, altså til elevernes tro på at de kan mestre en given faglig udfordring (Bandura 2006; Boaler 2016; Andresen 2017, s. 13). Det er i den forbindelse vigtigt at både grundskole- og gymnasielærere har viden om hvad der opleves svært for eleverne ved overgangen mellem de to uddannelsesniveauer.

I det følgende vil hovedresultaterne af den systematiske undersøgelse af hvordan eleverne på Silkeborg Gymnasium har oplevet overgangen fra grundskole til gymnasium i matematik, blive præsenteret. Men ét er at kende til overgangsproblemernes karakter, noget andet er at gøre noget effektivt ved problemerne. Som et forsøg på at reducere elevernes oplevelse af overgangsproblemer i matematik har Silkeborg Gymnasium i samarbejde med bl.a. Silkeborg Ungdomsskole gennem en femårig periode givet grundskoleelever mulighed for at følge et valgfag kaldet *gymnasiematematik*. I det følgende vil det fremgå hvordan et sådant valgfag kan påvirke elevernes oplevelse af overgangen mellem grundskole og gymnasium.

Om undersøgelsen

Silkeborg Gymnasium har 18-19 STX-klasser pr. årgang, og gennem en lang årrække er der i november gennemført en spørgeskemaundersøgelse hvor samtlige 1.g-elever har haft mulighed for anonymt at tilkendegive hvordan de har oplevet overgangen fra grundskole til gymnasium i matematik. Spørgeskemaet rummer såvel åbne som lukkede spørgsmål, og i analysen kombineres svarene fra de to kategorier, idet der fx indgår en optælling af hyppigheden af forskellige problemfelter som eleverne bringer frem i de åbne spørgsmål.

Den foreliggende artikel baserer sig på spørgeskemaundersøgelser gennemført i

perioden 2016-2020, idet der derved indgår svar fra nogle af de elever der har fulgt valgfaget gymnasiematematik, der blev udbudt om efteråret i perioden 2015-19. Som følge af gymnasireformen implementeret i 2017 strækker undersøgelsen sig over en periode med to forskellige læreplaner for matematik. Men reformen gav på Silkeborg Gymnasium kun anledning til små justeringer af matematikundervisningen i de første 3-4 måneder af gymnasieforløbet, og det overordnede svarmønster ændrede sig ikke efter 2016. Spørgeskemaet er i ovennævnte periode distribueret til 2621 1.g-elever, og med 2231 respondenter er besvarelsesfrekvensen 85 %. Respondenterne er repræsentative for de studieretningsklasser der er oprettet i den femårige periode, og de er jævnt fordelt på de fem år, idet svarfrekvensen har varieret fra 81 % til 88 %. Blandt respondenterne er 67 elever der har fulgt valgfaget gymnasiematematik.

Udbuddet af gymnasiematematik som valgfag er ophørt fra 2020 som følge af ændringer i centralt fastsatte regler om valgfag i folkeskolen.

Ved at gennemføre årlige undersøgelser af overgangssituationen er det muligt at følge den tidlige udvikling og derved undersøge effekten af indsatser der sigter mod specifikke udfordringer. Formålet med den foreliggende artikel er imidlertid at give et overblik over gennemgående problemer og belyse effekten af valgfaget gymnasiematematik, og derfor behandles data for den samlede spørgeskemabesvarelse gennem fem år frem for tidsserier.

Når der herefter omtales karakterer opnået i grundskolen, er der tale om skriftlige årskarakterer. De skriftlige eksamenskarakterer indgår i datagrundlaget og kunne måske foretrækkes fordi de gives af en ekstern bedømmer. Men pga. corona har den seneste årgang der indgår i undersøgelsen, ikke været til skriftlig eksamen, og derfor anvendes for samtlige årgange årskaraktererne som indikator for om eleverne er dygtige til matematik. Det er retvisende idet langt de fleste elever har ingen eller ét karakterniveau i forskel mellem års- og eksamenskarakter.

Det kan være væsentligt at bemærke at respondenterne i undersøgelsen *ikke* udgør en repræsentativ delmængde af den samlede population af 1.g-elever på de danske gymnasier. Silkeborg er et relativt stærkt socioøkonomisk område, og Silkeborg Gymnasium optager generelt mange dygtige elever fra grundskolen. Omkring 2/3 af de optagne elever har opnået topkarakterer (10 eller 12) i grundskolen i skriftlig matematik med hjælpemidler. Stort set alle andre har fået karakteren 4 eller 7 idet blot 1 % har 02. Det forventede karaktergennemsnit for en specifik gruppe elever, idet der tages højde for forældrenes uddannelsesniveau, karakterer i grundskolen mv., kaldes den socioøkonomiske reference. Profilen for de optagne elever medfører at den socioøkonomiske reference i matematik for eleverne på Silkeborg Gymnasium ligger over landsgennemsnittet. Fx var landsgennemsnittet til skriftlig eksamen i 2016 i matematik på A-niveau 6,8, mens den socioøkonomiske reference for matematik A-eleverne på Silkeborg Gymnasium var 7,7. Eleverne opnåede karaktergennemsnit-

tet 8,3. Pointen med at anføre dette er for det første at hvis de relativt dygtige elever på Silkeborg Gymnasium oplever vanskeligheder i matematik ved overgangen fra grundskole til gymnasium, vil billedet formodentligt være nogenlunde det samme eller værre på de fleste andre (almen)gymnasiale uddannelser i landet. For det andet indikerer et karaktergennemsnit ved skriftlig studentereksamen der med statistisk signifikans er 0,6 højere end den socioøkonomiske reference, at undervisningen er god – i hvert fald i den forstand at elevernes læringsudbytte er større end forventet. Det betyder at (usædvanlig) dårlig undervisning ikke kan bruges som en plausibel forklaring på eventuelle overgangsvanskeligheder.

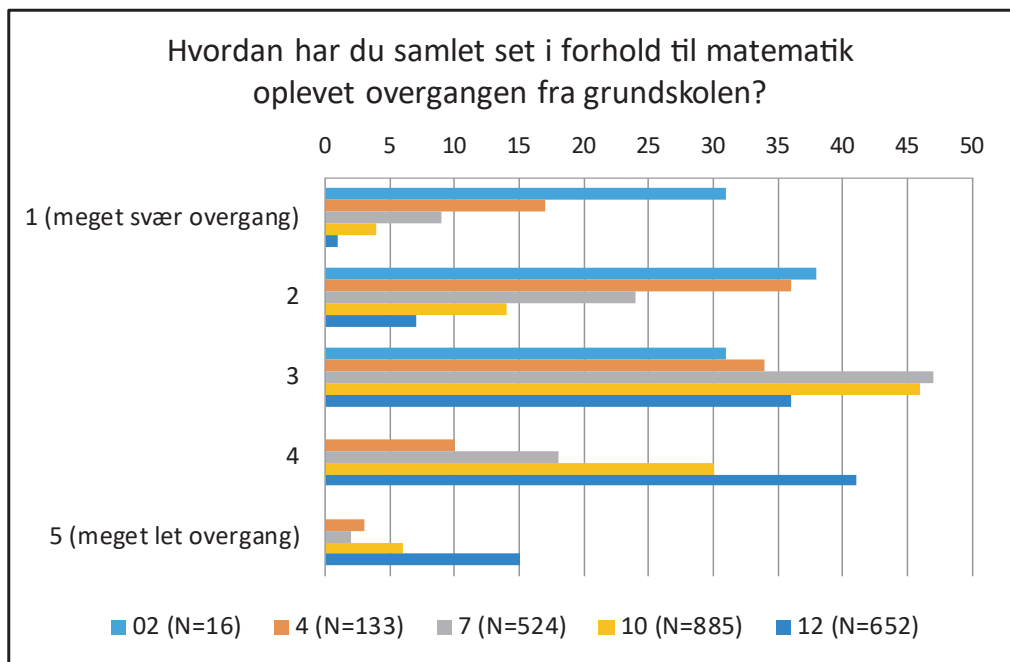
Det ønskes undersøgt om det påvirker elevernes oplevelse af overgangsvanskeligheder at de i grundskolen har fulgt valgfaget gymnasimatematik. Det er i den forbindelse relevant at overveje om valgfagseleverne har en særlig profil. Er det fx udelukkende de dygtigste elever fra grundskolen der vælger at følge valgfaget? Svaret herpå er nej. Blandt de 67 respondenter der har haft valgfaget gymnasimatematik, fik 17% karakteren 4 eller 7 i grundskolen i skriftlig matematik med hjælpemidler, mens det for den samlede population på Silkeborg Gymnasium er 30%. Det betyder at gruppen af valgfagselever er lidt dygtigere end gennemsnittet, hvilket også kommer til udtryk ved at andelen af eleverne med karakteren 12 i grundskolen er højere end for den samlede population, nemlig 50% sammenlignet med 29%. Ved studieretningsvalget i 1.g valgte 54% af valgfagseleverne en studieretning med matematik på A-niveau, hvilket er lidt over de 50%, der vælger en matematik A-studieretning, såfremt man betragter en sammenlignelig delmængde af den samlede population mht. matematikkarakterer fra grundskolen. Der er altså ikke noget der indikerer en for valgfagseleverne meget ekstraordinær præference af matematik sammenlignet med elevgruppen som helhed. Kønsfordelingen for valgfagseleverne svarer til kønsfordelingen for en årgang, nemlig 60% piger. På den ene side må man formode at det alt andet lige giver en vis skævhed at eleverne der har fulgt gymnasimatematik som valgfag, er lidt dygtigere til matematik end gennemsnittet samtidig med at de har foretaget et aktivt tilvalg af ekstra matematikundervisning. På den anden side viser undersøgelsen altså at valgfagseleverne kun vælger matematik A i lidt højere grad end normalt. Dertil kommer at de tilsyneladende ikke er mere pligttopfyldende end normalt. For i spørgeskemaundersøgelsen bliver der spurgt til elevernes forberedelse til en indledende screeningstest i matematik, og valgfagseleverne forbereder sig hverken mere eller mindre end de øvrige elever.

Nogle af de elever der har fulgt valgfaget gymnasimatematik, er efterfølgende begyndt på andre ungdomsuddannelser indeholdende matematik på gymnasialt niveau end det almene gymnasium, nemlig HF, HTX, HHX eller EUX. I den foreliggende analyse indgår kun elever fra Silkeborg Gymnasium, altså STX-elever. I 2019 blev spørgeskemaet dog besvaret af 229 HHX-elever, og besvarelserne indikerer klart

at eleverne på handelsgymnasiet i almindelighed oplever overgangsproblemer der svarer til problemerne ved overgangen til STX.

Hvor stort er overgangsproblemet?

I en samlet vurdering af overgangen til gymnasiet tilkendegiver 21% af eleverne at den har været svær eller meget svær i matematik. Der er 37% af eleverne der vurderer at overgangen har været let. Der er en meget forudsigelig og stærk korrelation mellem matematikkarakteren i grundskolen og oplevelsen af problemer ved overgangen til gymnasiet. Dette er illustreret på figur 2. I gruppen af elever der fik karaktererne 7 eller 4 i grundskolen, er der henholdsvis 33% og 53% der samlet set vurderer at overgangen har været svær (dvs. svarkategorierne 1 og 2 på figur 2). Samlet er der gennemsnitligt i hver eneste klasse på Silkeborg Gymnasium 5-6 elever der har oplevet en svær overgang, mens det typiske i landet måske snarere er mindst 8-9 elever pr. klasse.



Figur 2. Procentvis fordeling for elever med forskellige skriftlige karakterer i grundskolen af svarene på spørgsmålet: Hvordan har du samlet set i forhold til matematik oplevet overgangen fra grundskolen?

Elevernes svar i undersøgelsen viser at de er indstillet på at det bliver sværere at have matematik i gymnasiet, og at der er en vis forståelse for dette. Men når eleverne i undersøgelsen bliver bedt om at vurdere om ændringerne i faget matematik er rimelige,

giver 20 % af eleverne udtryk for at forskellen i sværhedsgrad i grundskolen og gymnasiet er *for stor*. Også her er der en klar sammenhæng mellem grundskolekarakteren og vurderingen af rimeligheden af forskellen idet en tredjedel af eleverne der fik 4 eller 7 i grundskolen, angiver at udfordringen ved overgangen til gymnasiet er *for stor*.

Hvori består de væsentligste overgangsproblemer?

Gennem spørgeskemaet afdækkes det hvad eleverne opfatter som det sværeste ved overgangen. Og hvert år dukker de samme temaer op i elevernes svar. I det følgende nævnes disse hovedproblemer i en rækkefølge der ikke entydigt udtrykker en prioritering.

1. Tempo Mange elever giver udtryk for at der er en meget markant forskel på tempoet i matematikundervisningen i gymnasiet og i grundskolen. De har ofte været blandt de bedste til matematik i deres grundskoleklasse og har været vant til at der var rigtig god tid til at øve sig når man skulle lære noget nyt. På gymnasiet oplever de at der stort set i hver eneste lektion bliver indført nye begreber, metoder eller problemtyper. Eksempler på elevudsagn:

I gymnasiet gik gennemgangen af ting meget hurtigere og der blev ikke samlet op på klassen på samme måde som i folkeskolen (Elev, der fik 4 i grundskolen).

Det går meget hurtigt, så man skal virkelig sørge for at følge med og holde fokus i timen (Elev, der fik 12 i grundskolen).

Mange matematiklærere snakker hurtigt og tror bare, at når de forstår det, så forstår eleverne det også (Elev, der fik 10 i grundskolen).

Tempoet er meget hurtigere end i grundskolen. Tingene bliver forklaret en gang, og så "forventes" det, at man er med. Det kan godt føltes lidt pressende (Elev, der fik 10 i grundskolen).

2. Abstraktionsgrad Samtidig med et øget tempo oplever eleverne ved overgangen til gymnasiet et betydeligt spring i abstraktionsgrad. Der sker en forskydning fra det anvendelses- og hverdagsorienterede til mere abstrakte og generelle problemer, og tallene bliver i vid udstrækning erstattet af algebraiske symboler. Elevernes oplevelse bekræftes af sammenlignende undervisningsobservationer i henholdsvis grund- og gymnasieskolen foretaget af Schou:

Hvor den altovervejende repræsentationsform i grundskolen er tal, er det i gymnasiet de algebraiske symboler der benyttes i langt størstedelen af tiden (Schou 2018, s. 13).

Schou har også gennem sine observationer fundet at udgangspunktet i grundskolen er det konkrete, mens det på gymnasiet er det abstrakte:

Undersøgelsen tyder dermed på at argumenter baseret på konkrete tal kun sjældent videreføres til generelle ræsonnementer i grundskolen, mens sådanne generelle ræsonnementer i gymnasiet omvendt kun sjældent tager udgangspunkt i konkrete beregninger/argumenter (Schou 2018, s. 21).

Det sidste har en dygtig elev indset efter et par måneder på gymnasiet:

På gymnasiet regner man meget i den modsatte retning af, hvad man gjorde i folkeskolen, og man skal selv finde frem til det "svære" resultat først og derefter de mindre og mere åbenlyse (Elev, der fik 12 i grundskolen).

Eksempler på elevudsagn om det sværeste ved mødet med matematik på gymnasiet:

Der er ingen eller færre tal, og der er ingen mening i det. Man skal ikke forklare, hvad man skal bruge det til (Elev, der fik 7 i grundskolen).

Det er en meget anderledes slags matematik heroppe. En masse med bogstaver der ikke giver mening (Elev, der fik 10 i grundskolen).

Jeg synes, at det sværeste ved gymnasimatematik er den mere abstrakte form for matematik, hvor det er mere hypotetisk end egentligt faktisk (Elev, der fik 10 i grundskolen).

3. Bevisførelse og grundlæggende algebra Som eksempel på noget abstrakt, nyt og svært nævner mange elever bevisførelse og de algebraiske manipulationer, der bl.a. foretages i den forbindelse. Elever skriver fx således om det sværeste i matematik på gymnasiet:

Jeg synes, det har været sværest, at man begynder at skulle arbejde med beviser. Man skal lige pludselig til at bevise forskellige formler, hvilket er en del sværere end bare at skulle bruge dem til udregninger, som man gør før gymnasiet (Elev, der fik 12 i grundskolen).

Det mest anderledes ved matematik i gymnasiet er beviserne. For at kunne bevise er man nødt til at forstå. I grundskolen er det godt nok bare at kunne formlerne. Derfor går det pludselig fra at huske til at forstå, hvad man egentlig laver (Elev, der fik 12 i grundskolen).

Algebra er det sværeste. I folkeskolen lærte vi næsten intet, hvis overhovedet inden for algebra, og derfor er det klart noget af det, som var den største udfordring i begyndelsen (Elev, der fik 12 i grundskolen).

I forhold til udfordringerne i forbindelse med algebraiske manipulationer tyder meget praksiserfaring på at problemet ikke begrænser sig til tiden umiddelbart efter overgangen fra grundskolen til gymnasiet. Mange gymnasielærere giver udtryk for at det er meget svært gennem gymnasietiden at få opbygget og efterfølgende konsolideret

elevernes algebraiske færdigheder parallelt med at de skal introduceres til nye begreber og metoder. Selv meget dygtige elever, der har forståelse for fx integralregning og differentiaalligninger, kan i forbindelse med arbejdet med sådanne emner få problemer som følge af at de ikke med sikkerhed mestrer grundlæggende algebra.

I det såkaldte SOS-projekt med fokus på at skabe bedre sammenhæng mellem matematikfaget i grundskolen og gymnasiet fandt Blomhøj og Højgaard Jensen i overensstemmelse med at eleverne i denne undersøgelse fremhæver algebraisk symbolmanipulation som en udfordring, at symbolbehandlingskompetencen er et særligt væsentligt indsatsområde (Blomhøj 2007).

4. Krav til præcision og præsentation af tankegang. For mange elever er det en betydelig omvæltning når de på gymnasiet mødes med forventninger om at de med præcision skal forklare hvordan de er nået frem til et resultat. Dette kommer i særlig grad til udtryk i forbindelse med det skriftlige arbejde hvor de føler at de skal skrive meget forklarende tekst. Mere end 70 % af eleverne udtrykker således enighed i forhold til udsagnet "*Der stilles på gymnasiet meget højere krav end i grundskolen med hensyn til forklarende tekst til matematikopgaver*". Den markante forskel mellem grund- og gymnasieskole kommer fx til udtryk i disse elevudsagn:

Det sværeste er helt klart at man skal skrive en hel roman til et lille stykke udregning (Elev, der fik 10 i grundskolen).

Kommunikationskravene i afleveringerne er der kæmpe forskel på. Det vil sige langt mere tekst end tal i afleveringerne (Elev, der fik 7 i grundskolen).

Det sværeste og mest anderledes er nok, at man efter man har udregnet en opgave og fundet resultatet og skrevet ned – så skal man skrive endnu mere og gerne utrolig forklarende (Elev, der fik 10 i grundskolen).

Matematikken på gymnasiet handler ikke blot om resultater, men den kræver, at man skal kunne forklare hvorfor og hvordan. Det kræver meget mere af en og kræver indsigt og forståelse for emnet! Det er mange niveauer over normal 9. klasses matematik, men det er også rart at forstå, hvordan det hænger sammen (Elev, der fik 12 i grundskolen).

5. Sproget I forlængelse af kravet om at forklare de matematiske ræsonnementer følger også på gymnasiet en forventning om et præcist sprogbrug, der i højere grad end i grundskolen inkluderer brugen af fagtermer. Samtidig oplever eleverne at lærerne bruger et anderledes og sværere sprog end de er vant til. Dette nævner mange elever som noget af det sværeste og mest anderledes i forhold til grundskolen:

At man skulle begynde at 'tale' matematik og pludselig bruge en masse andre begreber (Elev, der fik 7 i grundskolen).

Jeg fik et chok! Min matematiklærer i grundforløbsklassen brugte et helt andet sprog. Det blev straks sværere at have matematik, og jeg er en, der generelt ikke havde svært ved matematik ... Der er et stort spring fra grundskolen til gymnasiet (Elev, der fik 12 i grundskolen). Selve matematikken er okay, men det er det matematiske sprog, der gør det svært at forstå opgaverne og hvad man skal. Plus det med at forklare, hvad man gør er også meget svært, da jeg ikke er så god til at formulere det matematiske sprog (Elev, der fik 10 i grundskolen).

6. IT Endeligt er der en del elever, der peger på mødet med diverse computerprogrammer som noget af det sværeste ved overgangen fra grundskolen til gymnasiet:

Hvor mange flere IT-programmer vi skal kunne (Elev, der fik 10 i grundskolen).

TI-Nspire har virkelig mange funktioner, og der er mange af dem jeg endnu ikke kender til, eller ikke kan huske hvordan man bruger (Elev, der fik 12 i grundskolen).

Man skal bruge TI-Nspire, Det er virkelig træls, at man har brugt 10 år på at lære nogle programmer i folkeskolen, som man ikke kan bruge til noget som helst nu (Elev, der fik 12 i grundskolen).

Ulriksen et al. konkluderer i overensstemmelse med de første fire punkter i ovenstående at tempoet, den øgede abstraktion, beviser (inkl. algebra) og kravet om redegørelse for tankegang af eleverne angives som de væsentligste udfordringer i matematik ved overgangen til gymnasiet (Ulriksen 2014, s. 102).

Gymnasiematematik som valgfag

Man kan naturligvis på mange forskellige måder og på flere niveauer i uddannelsessystemet (forsøge at) imødekomme nogle af de ovenfor nævnte udfordringer, som eleverne oplever i matematik ved overgangen til gymnasiet. Man kan eksempelvis forsøge at forberede eleverne på det næste uddannelsesniveau ved i den sidste del af grundskolen at tilbyde dem et møde med matematikundervisning der i højere grad afspejler en gymnasial tilgang til faget. Dette er afprøvet idet Silkeborg Gymnasium i samarbejde med Silkeborg Ungdomsskole samt yderligere fire grundskoler (heraf en privatskole) gennem en femårig periode har udbudt og afviklet såkaldt gymnasie-matematik som valgfag. Det betyder at elever i 8.-10. klasse fra hele kommunen via udbuddet fra Silkeborg Ungdomsskole har kunnet vælge ekstra matematikundervisning, ligesom elever fra fire udvalgte skoler i forskellige skoleår har kunnet følge et tilsvarende valgfag. Det har primært været elever i 9. klasse der har haft valgfaget.

Der indgik to matematikvalgfag i udbuddet fra Silkeborg Ungdomsskole, nemlig *Introducerende Gymnasiematematik* og *Udfordrende Gymnasiematematik*. Som titlerne indikerer, havde de to valgfag forskellige målgrupper. *Introducerende Gymnasiematematik* blev præsenteret som et tilbud til eleven der gerne ville forberede sig

på at følge matematik i gymnasiet, men som samtidig ikke forestillede sig at matematik skulle fylde mest i ungdomsdannelsen. *Udfordrende Gymnasiematematik* blev præsenteret som et valgfag tilpasset eleven der klarede sig godt i matematik, havde lyst til udfordringer og gerne ville arbejde med mere abstrakt matematik, fx i form af beviser. Det fremgik af orienteringsmaterialet at underviseren var gymnasielærer.

Der blev oprettet et eller flere valgfagshold hvert år i perioden 2015-2019 idet det dog flere gange var nødvendigt at samlæse undervisningen for elever der havde valgt henholdsvis det introducerende og det udfordrende valgfag. Men holdsammenlægningen viste sig flere gange at være hensigtsmæssig idet nogle elever var tilbøjelige til at undervurdere egne matematikkompetencer og dermed vælge det introducerende fag selv om de mestrede det udfordrende niveau. Undervisningen blev afviklet i efterårssemesteret så valgfaget kunne medvirke til at afklare valg af ungdomsuddannelse forud for ansøgningsfristen i foråret. Undervisningen var efter ønske fra grundskolerne typisk planlagt som 15 dobbelt-moduler à 45 minutter. Som følge af fravær og aflysninger deltog valgfagseleverne typisk reelt i undervisningen i 15-20 klokke timer.

Om undervisningen i valgfaget gymnasimatematik

Undervisningen blev varetaget af erfarne gymnasielærere og afspejlede grundlæggende den matematikundervisning der foregår i begyndelsen af 1.g. Der blev således ikke arbejdet målrettet med de temaer der er præsenteret i afsnittet om de væsentligste overgangsproblemer. Men i gymnasimatematikundervisning (og dermed i valgfaget) arbejdes der mere abstrakt og symbolbaseret end i grundskolen, bruges et andet sprog, anlægges et højere tempo, forventes mere uddybende og præcise forklaringer osv., og dermed fik valgfagseleverne automatisk en forsmag på hvad der ventede i gymnasiet.

Det er væsentligt at bemærke at valgfagsundervisningen *ikke* har fokuseret på lineær sammenhæng, der er hovedtema i grundforløbet i gymnasiet. Emnerne i valgfaget har varieret, og det har fx været andengradspolynomier, talteori, klassisk geometri samt 'tal og algebra'.

Grundlæggende og gennemgående har der i valgfaget været fokus på en elevaktiverende undervisning, hvor eleverne har haft medindflydelse i forhold til indhold og niveau. Der har desuden været lagt vægt på at demonstrere at matematikken kan anvendes til at løse problemer knyttet til virkeligheden. Medindflydelse og valgfrihed (naturligvis inden for rammer givet af lærerne) har virket motiverende og har dannet grundlag for at eleverne har kunnet lave små oplæg for hinanden. Orienteringen mod virkeligheden er fx sket ved arbejdet med emnet 'tal og algebra', hvor eleverne har kunnet vælge mellem forskellige problemstillinger som konstruktion af kabler til hængebroer, kort-tricks mv. Ved fx at vise eleverne nogle kort-tricks har idéen været at vække en nysgerrighed i forhold til en generel argumentation for at trickene vir-

ker. Noget af det anvendte materiale findes på nedenstående hjemmesider, hvor det første link henviser til opgaver udviklet i forbindelse med projektet Matematikbroen (Jessen 2017).

www.gymnasiet.dk/om-sg/samarbejde-med-grundskolen/matematikbroen (diverse)

www.youtube.com/watch?v=aNpGxZ_1KXU (præsentation af kort-trick)

www.youtube.com/watch?v=V3uNDe_i_1Y (algebraisk analyse af kort-trick).

Der er fx sket undervisningsdifferentiering gennem brug af træningsmaterialer om talteori til Georg Mohr-konkurrencen og opgaver fra konkurrencens første runde. Dette har været særligt relevant for elever der har valgt faget *Udfordrende Gymnasiematematik*, men alle elever har kunnet vælge at arbejde med et materiale der blev oplevet som svært.

Som en del af valgfaget har eleverne mødt matematiktekster, som de fremtræder i en lærebog til gymnasiet. Fx har eleverne skullet arbejde med et hæfte om andengradspolynomier, hvor de præsenteres for definitioner, sætninger med beviser mv. Med udgangspunktet i en generel definition af et andengradspolynomium har de fx gennem hæftet og ved brug af et CAS-værktøj analyseret og beskrevet den grafiske betydning af værdierne af polynomiets koefficienter. Eleverne har ligeledes skullet arbejde med et generelt bevis for toppunktsformlen. Ved arbejdet med beviser er der fokuseret på at forklare alle detaljer og på faglig præcision. Men også i arbejdet med andengradspolynomier er der lagt vægt på koblingen til virkeligheden. Det er sket gennem analyse af bygningsværkers form og ballistisk bevægelse i computerspil (Angry Bird) samt ved at lave modelleringsforsøg med vandstråler.

Ved evaluering af valgfagsforløbene har eleverne givet meget positive tilbagemeldinger i forhold til den gennemførte undervisning.

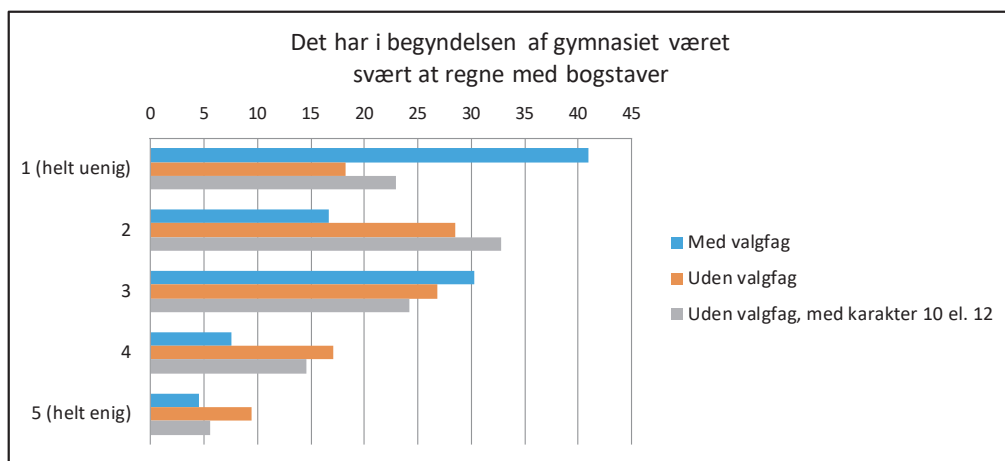
Effekter af valgfaget gymnasiematematik

I alt 67 elever der i løbet af den femårige periode har fulgt valgfaget gymnasiematematik, er efterfølgende blevet optaget på Silkeborg Gymnasium og har besvaret det spørgeskema om matematik og overgangen fra grundskole til gymnasium som alle 1.g-elever bliver opfordret til at besvare. I det følgende vil besvarelses fra valgfagselever blive sammenholdt med besvarelser fra de øvrige elever.

Det er tidligere fremgået at noget af det sværeste for eleverne ved overgangen til gymnasiet er de algebraiske manipulationer, der eksempelvis anvendes i forbindelse med beviser og løsning af ligninger.

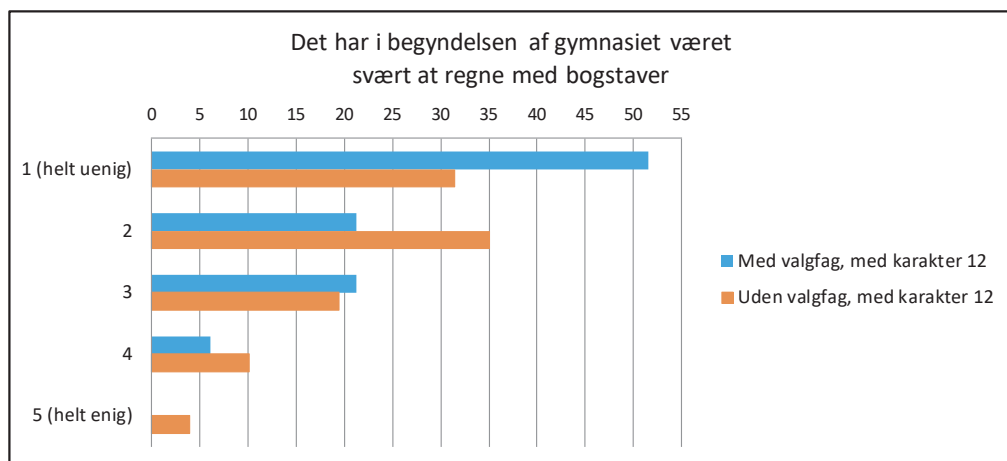
Bogstavregning Ifølge spørgeskemaundersøgelsen har gruppen af elever med valgfag mindre svært ved bogstavregning end eleverne uden valgfag, og forskellen er statistisk

signifikant ($p < 0,05$). Fx udtrykker 13 % af valgfagseleverne enighed i at bogstavregning er svært, mens den tilsvarende andel for elever uden valgfag er 26 %. Hvis man udelukkende sammenligner med nogle af de dygtigste elever uden valgfag, nemlig eleverne med karakteren 10 eller 12 fra grundskolen, er der 21 % der opfatter bogstavregning som svært. Svarfordelingen fremgår af figur 3, og det er værd at bemærke at 41 % af valgfagselever er *helt uenige* i udsagnet “*Det har i begyndelsen af gymnasiet været svært at regne med bogstaver (frem for tal)*”, hvilket er en væsentlig større andel end de øvrige grupper.



Figur 3. Procentvis fordeling af svar i forhold til påstanden: *Det har i begyndelsen af gymnasiet været svært at regne med bogstaver (frem for tal)*. Forskellen mellem svarene fra elever med valgfag adskiller sig med statistisk signifikans ($p < 0,05$) fra grupperne uden valgfag – altså også når man sammenligner den samlede valgfagspopulation med gruppen af ikke-valgfagselever med karakteren 10 eller 12 i grundskolen.

For at sammenligne ensartede grupper med og uden valgfag kan man indsnævre til kun at medtage elever med årskaracteren 12 i matematik fra grundskolen, hvilket altså er cirka halvdelen af valgfagseleverne. Figur 4 viser at også for de to delmængder af elever gælder at eleverne med valgfag opfatter bogstavregning som mindre svært end eleverne uden valgfag. Fx er andelen af elever uden valgfag der opfatter bogstavregning som svært, mere end dobbelt så stor i forhold til elever med valgfag, nemlig hhv. 14 % og 6 %.



Figur 4. Procentvis fordeling af svar fra elever med karakteren 12 i forhold til påstanden: Det har i begyndelsen af gymnasiet været svært at regne med bogstaver (frem for tal).

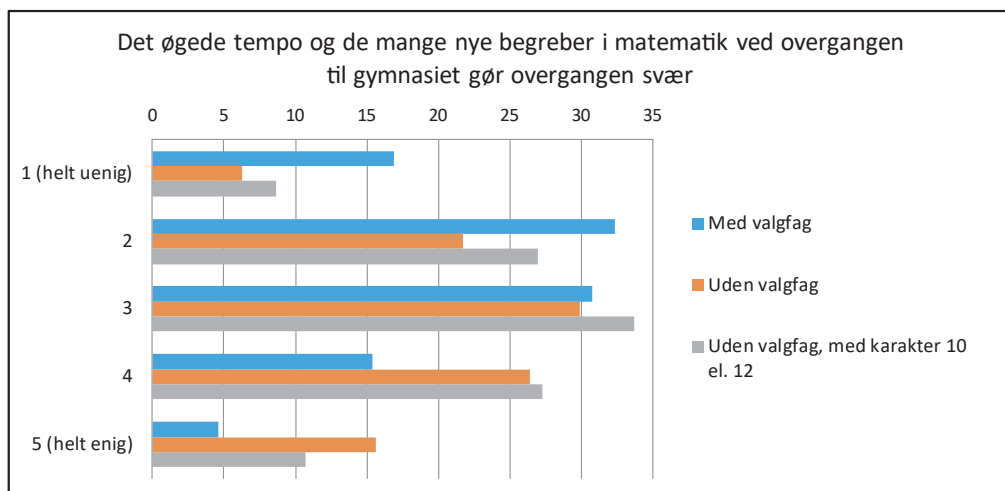
Ligninger På spørgsmål om udfordringer i forbindelse med løsning af ligninger giver 28 % af alle elever udtryk for at de ikke føler sig tilstrækkelig forberedt fra grundskolen. En væsentlig del af eleverne føler således at de mangler grundlæggende færdigheder. Blandt eleverne med karaktererne 10 eller 12, der altså har klareret sig rigtig flot i grundskolen, er det 21 % der har det svært med ligninger i begyndelsen af gymnasietiden. For elever der har haft gymnasie matematik som valgfag, er det en væsentlig mindre andel, nemlig 9 % der har vanskeligheder med ligninger.

Fokuseres der i forhold til løsning af ligninger på sammenlignelige undergrupper af elever, findes følgende: Blandt elever med karakteren 12 har 14 % uden valgfag svært ved ligninger, mens det gælder 6 % af eleverne med valgfaget.

Valgfagseleverne oplever ifølge undersøgelsen statistisk signifikant ($p < 0,05$) færre problemer med ligninger end elever der ikke har haft valgfaget – også når man sammenligner den samlede valgfagspopulation med gruppen af ikke-valgfagselever der har matematikkarakteren 10 eller 12 i grundskolen.

Tempo og nye begreber Som tidligere nævnt fremgår det klart af elevernes svar på åbne spørgsmål at de oplever tempoet og dermed den løbende introduktion af nye begreber som en udfordrende forandring i forhold til grundskolen. Derfor bliver eleverne bedt om at forholde sig til udsagnet “*Det øgede tempo og de mange nye begreber i matematik ved overgangen til gymnasiet gør overgangen svær*”. Samlet udtrykker 42 % af eleverne uden valgfag enighed. Og andelen af enige er næsten lige så stor for de dygtigste elever uden valgfag, dvs. elever med karakteren 10 eller 12 – nemlig 38 %. Blandt valgfagseleverne er det “blot” 20 % der oplever at tempoet gør overgangen svær. Fordelingen på figur 5 illustrerer at eleverne med valgfag har statistisk

signifikant ($p < 0,05$) mindre svært ved det øgede tempo og den hyppige introduktion af nye begreber – også ved sammenligning af den samlede valgfagspopulation med ikke-valgfagselever med karakteren 10 eller 12.

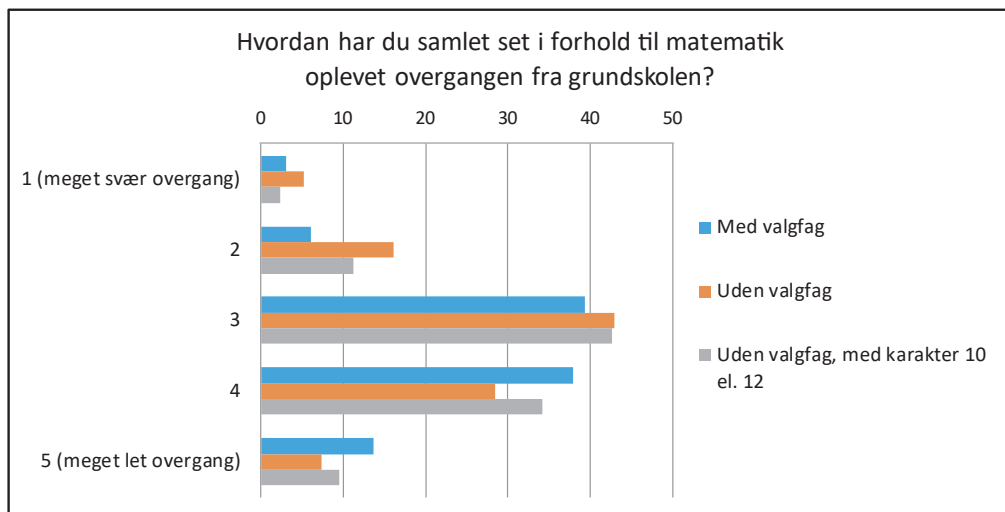


Figur 5. Procentvis fordeling af svar i forhold til påstanden: Det øgede tempo og de mange nye begreber i matematik ved overgangen til gymnasiet gør overgangen svær. Forskellen mellem svarene fra elever med valgfag adskiller sig med statistisk signifikans ($p < 0,05$) fra grupperne uden valgfag.

Fokuseres der i forhold til tempo og begrebsindførelse på sammenlignelige undergrupper af elever, findes følgende: Blandt elever med karakteren 12 har 27 % uden valgfag svært ved tempoet, mens det gælder 9 % af eleverne med valgfaget, idet der faktisk slet ikke er nogen valgfagselever der erklærer sig *helt enig* i at tempoet udgør et problem.

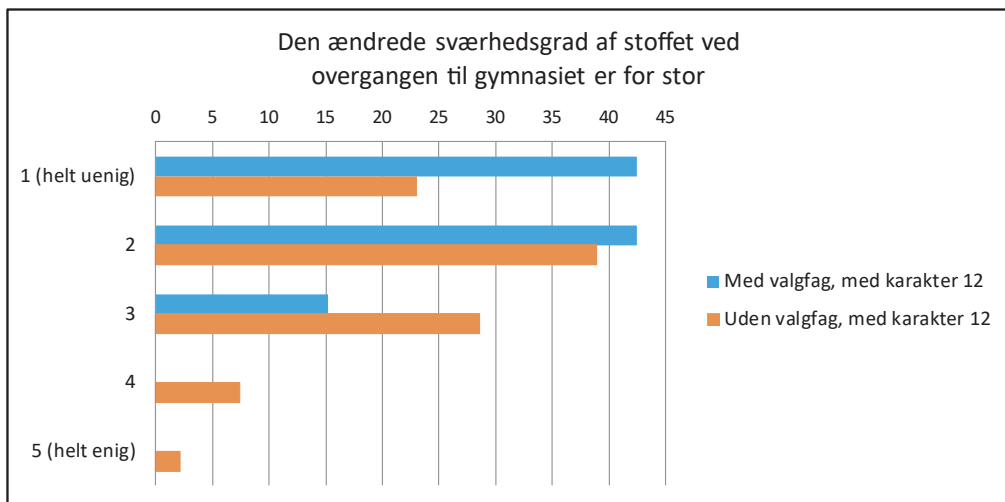
Samlet vurdering af overgangen Figur 6 illustrerer at også når det gælder en samlet vurdering af overgangen fra grundskole til gymnasium i forhold til matematik, er valgfagseleverne mindre pressede end de øvrige elever. Forskellen er statistisk signifikant ($p < 0,05$). Mens 21 % af ikke-valgfags-elever angiver at overgangen er svær, gælder det 9 % af valgfagseleverne. For elever med karakteren 12 er det 9 % af ikke-valgfags-eleverne der synes overgangen er svær, mens ingen af valgfagseleverne har det sådan.

Det tilkendegives af 20 % af ikke-valgfags-eleverne at ændringen i sværhedsgrad fra grundskolen til gymnasiet er *for stor*. For valgfagselever er det kun 8 %. Figur 7 illustrerer en markant forskel når man sammenligner svarmønstret for de dygtigste (og sammenlignelige) elevgrupper. Fx er 85 % af valgfagseleverne uenige i påstanden



Figur 6. Procentvis fordeling af svarene på spørgsmålet: Hvordan har du samlet i forhold til matematik oplevet overgangen fra grundskolen? Forskellen mellem svarene fra elever med og uden valgfag er statistisk signifikant ($p < 0,05$), men det er forskellen til gruppen af ikke-valgfagselever med karakteren 10 eller 12 ikke.

om at ændringen er *for stor*, mens det for ikke-valgfagseleverne er 62 %. Ingen af de dygtigste valgfagselever synes at sværhedsgraden stiger for meget ved overgangen til gymnasiet, men det gør derimod 10 % af de dygtigste ikke-valgfagselever.



Figur 7. Procentvis fordeling af svar fra elever med karakteren 12 i forhold til påstanden: Den ændrede sværhedsgrad af stoffet ved overgangen til gymnasiet er for stor.

Udviklingsmuligheder

Den effekt på elevernes oplevelse af overgangsproblemer som valgfaget gymnasie-matematik ifølge den foreliggende undersøgelse har haft, indikerer klart at der kan være betydelige udviklingsmuligheder ved at en del af matematikundervisningen i den sidste del af grundskolen gennemføres med en mere gymnasial tilgang. Som et led i udviklingen ville det være yderst interessant at gennemføre gymnasie-matematikforløb med følgeforskning for en stor gruppe af elever, der repræsenterer forskellige socioøkonomiske baggrunde. Frem for at være frivillige valgfagsforløb skulle forløbene involvere en række forskellige grundskoler og inddrage hele klasser – eller måske blot de ca. 75 % af eleverne (Undervisningsministeriet 2020), der sigter mod en uddannelse med gymnasial matematik.

Derudover er der grund til mere generelt at overveje og diskutere hvilke (fag)opfattelser, undervisnings- og prøvetraditioner og organisationsformer der ligger til grund for overgangsproblemerne. Udviklingsprojektet illustrerer at blot 15-20 timer med gymnasieorienteret matematikundervisning tilsyneladende kan have en ganske positiv effekt i forhold til at reducere nogle elevers oplevelse af problemer ved overgangen fra grundskole til gymnasium. Dette giver anledning til at tro på en positiv udvikling, hvis en række centrale aktører tog overgangsproblemet alvorligt og havde vilje til at afprøve forskellige tiltag for at hjælpe eleverne.

Referencer

- Andresen, B. (2017). Feedbackstrategier i matematik. *MONA 2017-3*.
- Bandura, B. (2006). Guide for Constructing Self-Efficacy Scales. I: Urdan, T. & Pajares, F. (red.), *Self-Efficacy Beliefs of Adolescents* (s. 307-337). Charlotte: Information Age Publishing.
- Blomhøj, M. & Højgaard Jensen, T. (2007). SOS-projektet – didaktisk modellering af et sammenhængsproblem. *MONA 2007-3*.
- Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets*. Josey-Bass, San Francisco.
- Folkeskoleloven (2020). Lovbekendtgørelse nr. 1396 af 28. september 2020.
- Forligstekst om gymnasiereform (2016). Aftale mellem regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Liberal Alliance, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti og Det Konservative Folkeparti om styrkede gymnasiale uddannelser – 3. juni 2016.
- Fælles Mål (2019). *Matematik Fælles Mål 2019*. Undervisningsministeriet.
https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_F%C3%A6llesM%C3%A5l_Matematik.pdf.
- Jessen B.E. & Winsløw C. (2017). Matematikbroen: brobygning for elever gennem efteruddannelse for lærere. *MONA 2017-3*.
- Mathiasen, H. (2009). *Overgangsproblemer som udfordringer i uddannelsessystemet*. Forskningsrapport, Aarhus Universitet.

- <http://www.gymnasieforskning.dk/wp-content/uploads/2013/10/Udfordringer-i-overgange.pdf>.
- NCUM (2020). dpu.au.dk/forskning/nationalt-center-for-udvikling-af-matematikundervisning (hjemmesiden er besøgt d. 21/1-21).
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). Kompetencer og matematiklæring: Idéer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18 – 2002. Undervisningsministeriet.
- Schou, M.H. (2018). Hvad sker der i matematikundervisningen? Om overgangen fra grundskole til gymnasium, *MONA 2018-2*.
- Ulriksen, L., Ebbensgaard, A.B. & Jacobsen, J.C. (2014). Overgangsproblemer mellem grundskole og gymnasium i fagene dansk, matematik og engelsk. IND's skriftserie, nr. 37.
- Undervisningsministeriet (2017). Aftale om at løsne bindingerne i Fælles Mål. <http://www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2017/maj/170519-ny-aftale-giver-oeget-frihed-om-faelles-maal-i-folkeskolen> (hjemmesiden er besøgt d. 20/2-21).
- Undervisningsministeriet (2020). Hvad vælger eleverne, når de forlader grundskolen efter 9. og 10. klasse i 2020? Notat. Undervisningsministeriet. www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2020/mar/200326-de-unge-soeger-ungdomsuddannelser-ligesom-sidste-aar (hjemmesiden er besøgt d. 21/1-21).

English abstract

In mathematics, the transition to Upper Secondary School is rather difficult for many students, including some of the most skilled. A survey based on a questionnaire reveals that especially the pace of introducing new concepts, the level of abstraction, the use of mathematical terms, the requirements of precision and unfolding of reasoning as well as algebra and proofs constitute the main problems. Through a five-year period, a group of students in Lower Secondary School have followed a special course of mathematics preparing for Upper Secondary School. The results are promising regarding a reduction of the problems of transition.

Lærerstuderendes undervisning i modeller og modellering i praktikken – handlinger og udfordringer i et PCK-perspektiv



Lars Brian Krogh, VIA University College, Aarhus



Pernille Andersen, VIA University College, Aarhus



Harald Brandt, VIA University College, Aarhus



Peer Daugbjerg, VIA University College, Aarhus



Martin Sillasen, VIA University College, Aarhus

Abstract: I dette casebaserede ($N=29$) studie har lærerstuderende i kontekst af deres praktik gennemført undervisning om modeller og modellering (M&M) i fagene fysik/kemi og biologi. Undervisningen er dokumenteret vha. lektionsplaner, videoklip og refleksioner. Empirien er analyseret mhp. at identificere typiske træk og udfordringer i de lærerstuderendes tidlige praksis. Cases er samtidig analyseret for tegn på M&M-PCK ud fra en nyudviklet analyseramme. Resultaterne peger på at de studerende har solid metamodelviden, og at de fortrinsvis baserer deres undervisning på formater som de kender fra læreruddannelsen. PCK-analysen indkredser dog samtidig en række udfordringer som har konsekvenser for arbejdet med M&M på læreruddannelsen.

Baggrund

Modelleringskompetence er central som målkategori i nationale mål for alle naturfagene i grundskolen. Følgeforskning i forbindelse med prøver afholdt i sommeren 2017 viser at færdiguddannede lærere i folkeskolen har svært ved at adressere aspekter af modelleringskompetencen i forbindelse med prøven (Krogh & Daugbjerg, 2018). Dette afspejler sig også i læreres ønske om kompetenceudvikling, hvor hver fjerde naturfagslærer i grundskolen peger på et behov inden for modelleringskompetence (Secher &

Hindsholm, 2019), hvilket yderligere antyder et behov for at kvalificere arbejdet med modeller i læreruddannelsen. Her udvikles kommende læreres didaktiske kompetencer så de i deres kommende praksis kan udvikle elevers modelleringskompetencer.

I læreruddannelsen i VIA opstod der i 2018 i naturfaggruppen en erkendelse af behovet for at forbedre arbejdet med modelleringskompetence på læreruddannelsen, hvilket i 2018-2019 resulterede i et trestrengt udviklingsprojekt: 1) Intern kompetenceudvikling i undervisergruppen, 2) udvikling af et nyt undervisningsformat om modeller og modellering samt 3) et tilhørende forsknings- og udviklingsprojekt som fokuserede på lærerstuderendes udvikling af undervisningsfaglighed om modeller og modellering.

Vores forståelse af undervisningsfaglighed om modeller og modellering var forankret i den internationale litteratur om PCK (bl.a. Gilbert & Justi, 2016). Da den omfattede både viden om modeller og evne til modellering, betegner vi den M&M-PCK i artiklen her.

I en tidligere artikel (Andersen et al., 2020) har vi formidlet indsigter fra udviklingsprojekterne 1) og 2). Denne artikel rapporterer resultaterne af den tilhørende forskningsindsats om lærerstuderendes M&M-PCK (udviklingsindsats 3 ovenfor), hvor følgende forskningsspørgsmål har været i centrum:

RQ1: Hvordan implementerer lærerstuderende arbejdet med modellering i deres praktik? Hvilke udfordringer er der for deres tidlige M&M-praksis?

RQ2: Hvilke elementer af lærerstuderendes M&M-PCK kommer til udtryk i praktikvideoer og de relaterede planer og refleksioner?

Teoretisk baggrund

Artiklens grundlæggende teoretiske fundament udgøres af en forståelse af modeller og modellering og et begreb om PCK som forenes i et begreb om M&M-PCK. Med inspiration fra den internationale litteratur er M&M-PCK-forståelsen operationaliseret i form af en rubric som fokuserende redskab for vores analyse i relation til RQ2. Disse aspekter vil kort blive omtalt i det følgende sammen med de for forskningsspørgsmålene mest relevante forskningsstudier.

Forståelsen af modeller og modellering

Projektet forstår modeller som repræsentationer af træk ved virkeligheden ("representational view", fx Giere (Giere, 1999). Hvad angår elevers formåen ift. arbejdet med modeller har Schwartz et al. (Schwarz et al., 2009) formuleret en konsensusmodel der indbefatter at eleverne både skal have viden *om* modeller ("metamodelling knowledge" med specificerede delelementer) og kunne indgå i modellering som proces, fx opbygge, validere og revidere modeller ("modelling practices"). I det danske felt har Schwarz et al.s konceptualisering også været brugt af andre (Christiansen et al., 2019).

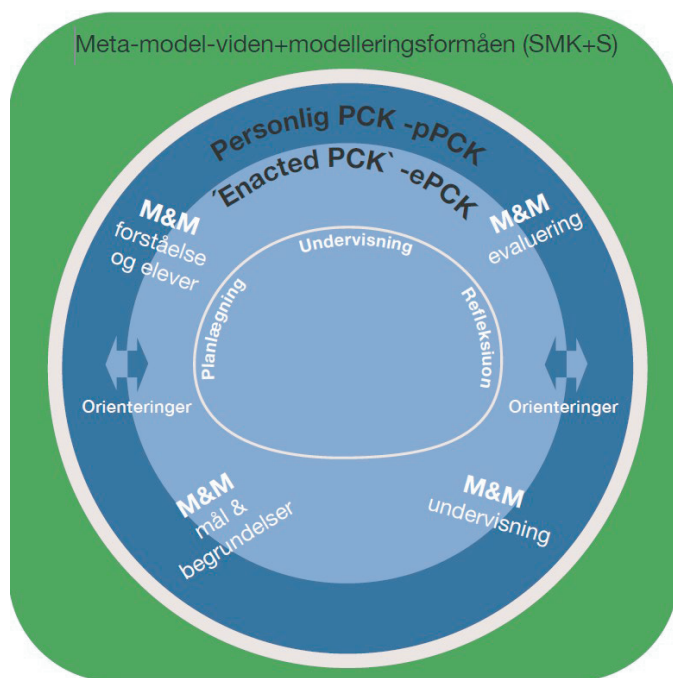
Læreres undervisningsfaglighed (PCK)

I artiklen forstår vi PCK i overensstemmelse med den såkaldte *Refined consensus model* (RCM-PCK) af Carlson & Daehler (Carlson & Daehler, 2019).

Vores primære fokus er her ePCK, der skal forstås som “den specifikke viden og undervisningskompetence som bruges af den enkelte lærer” i en situeret kontekst (ibid., s. 83). ePCK er den delmængde af en større personlig PCK (pPCK) som aktiveres og anvendes i den specifikke undervisningskontekst (“omsat PCK”). Den kommer til udtryk i lærerens undervisningsplanlægning, den realiserede undervisning samt i lærerens refleksioner over den konkrete undervisning til den givne elevgruppe. En mere udfoldet diskussion vil blive givet ifm. figur 1 nedenfor, hvor det også vil blive tydeligt at vi har hentet yderligere analytiske fokuspunkter fra en tidligere PCK-model af Magnusson et al. (Magnusson et al., 1999).

M&M-PCK

Figur 1 viser vores syntesemodel for M&M-PCK med særligt fokus på M&M-ePCK.



Figur 1. M&M-PCK-model udarbejdet som en syntese af Gilbert & Justi (2016) og Carlson & Dahler (2019) samt Magnusson et al. (1999).

I centrum for modellen er M&M-ePCK- “enacted” eller “omsat” PCK af relevans for arbejdet med modeller og modellering. Figuren fremhæver at denne både udtrykkes gennem planlægning, faktisk undervisning og refleksioner omkring undervisning af M&M i en given kontekst. Uden om ePCK-domænet er den større og mere dekontekstuelle fagdidaktiske pPpPCK, som er afsættet for den situerede ePCK. Afgørende for hvilke dele af pPCK som aktiveres i konteksten, er lærerens undervisningsmæssige præferencer eller *orienteringer*. Disse optræder som filtre og forstærkere i situationen. Inspireret af Magnusson et al. (1999) anser vi tillige at M&M-ePCK (lige så vel som M&M-pPCK) kan inddeles i domæner der handler om henholdsvis 1. *M&M-mål og begrundelser*, 2. *M&M-forståelse og elever*, 3. *M&M-undervisning/-strategier* og 4. *M&M-evaluering*. Hvor cirklerne anskueliggør den undervisningsfaglige M&M-PCK, så anskueliggør figurens yderste grønne firkant at underviseren selvfølgelig også skal have en fagfaglig viden om modeller og evne til selv at modellere (Subject matter knowledge, SMK).

Studier relateret til modeller og modellering i læreruddannelsen

En række udenlandske studier har relevans for dette projekt da de enten belyser lærerstuderendes undervisningsfaglige M&M-udbytte af målrettede interventioner eller belyser lærerstuderendes udfordringer ved at omsætte M&M til praksis.

Danusso et al. (2010) undersøgte 400 fysik- og matematiklærerstuderes viden om M&M efter at de havde været udsat for struktureret undervisning om modellering. Efter den forskningsbaserede intervention var cirka 2/3 af de studerende i stand til at beskrive naturvidenskabelige modellers natur, komponenter og funktioner, centrale aspekter af metamodelviden.

Nogle studier viser at lærerstuderende har svært ved at opfatte modeller som andet end statiske, simplificerede og skematiske repræsentationer af virkeligheden. Et eksempel er et hollandsk studie hvor de studerende før en praktik udtrykte en intention om at vægtlægge elevers design og revision af modeller, men endte med ikke at engagere eleverne i en modelleringsproces. Det kan ifølge van Driel & de Jong (2007) skyldes en mulig præference for kendte og “sikre” undervisningsstrategier såsom at præsentere og udlægge kanoniserede modeller.

Andre studier godtgør dog at man kan bearbejde lærerstuderendes præferencer og kompetence mht. modellering som proces i undervisningen. Et studie hvor lærerstuderende fx konstruerede deres egne dynamiske modeller på en computer, viste således at de samtidig fik udvidet deres forståelse af modellering som proces og blev mere artikulerede omkring modeller (Crawford et al., 2004). Tilsvarende har Soulios & Psillos (2016) vist at modelbaserede undersøgelser kan forstærke lærerstuderendes procesorienterede og epistemologiske viden om modeller.

Justi & van Driel (2005) studerede hvorledes en gruppe af lærerstuderende opbyg-

gede model-PCK (i Magnusson-forstand) gennem et kursusforløb hvor de indledningsvis fik input som de bagefter inkorporerede i egen undervisning og reflekterede over. Forfatterne konkluderede bl.a. at de lærerstuderendes praktiske afprøvning var af største vigtighed for PCK-tilvækst, og at deres refleksioner blev fremmet hvis de blev holdt fast på at analysere ud fra forskningsmæssige perspektiver.

Metode

Dette studium er i udgangspunktet et multicase-study sådan som dette er udlagt af Stake (Stake, 2006). Lærerstuderende udgør de enkelte cases mens det samlede fokus er hvorledes lærerstuderende i praktik håndterer M&M-arbejdet og bringer M&M-PCK i spil. Hensigten er at forstå den enkelte for derigennem at forstå problemer og muligheder knyttet til flerheden.

Caseudvalget: Der er alt i alt 29 cases, hver repræsenterende en lærerstuderende eller et par af lærerstuderende i praktik. Cases relaterer sig til fagene fysik/kemi og biologi på 2. og 4. læreruddannelsesårgang, som det fremgår af tabel 1.

	Fysik/kemi	Biologi
2. årgang	5	7
4. årgang	5	12

Tabel 1. Fordelingen af cases i samplet

Samplet er formålsrettet, alle cases er tjenlige til at belyse den centrale problemstilling – og alle har et sammenligneligt afsæt ved at være undervist i henhold til det M&M-format som på undersøgelsestidspunktet var etableret på læreruddannelsen i VIA (Andersen et al., 2020). Konkret giver formatet de studerende adgang til:

- forskningsbaseret viden om modeller, svarende til artiklen *What Teachers of Science Need to Know about Models – an overview* (Oh & Oh, 2011)
- øvelser og diskussioner omkring forskellige tilgange til undervisning med fokus på M&M (se tekstboks 2 i (Andersen et al., 2020))
- diskussioner om modelleringskompetence og træning i at evaluere modelleringskompetence via micro-teaching
- forskningsbaserede overvejelser om progression og forløbsopbygning med fokus på M&M
- planlægning, gennemførelse, refleksion og postaktiviteter i forlængelse af afprøvning af M&M i praktik (denne artikels udgangspunkt).

På tværs af cases er der således væsentlige fælles forudsætninger. Samtidig betyder de forskellige fag og læreruddannelsesårgange at forskningsspørgsmålene belyses med betydelig diversitet.

Empiriindsamlingen: Blandt de hyppigst anførte karakteristika ved casestudy-forskning er at denne prøver at forstå sine cases, og at dette må ske kontekstuel. Fx anfører Stake (2006, s. 2): "Kvalitativ forståelse af cases kræver, at man oplever case-aktiviteten i dens kontekst og specifikke situation". Derudover betoner man typisk at der må indsamles en mangesidig ("rig") empiri hvortil især hører observationer i kontekst. (ibid. s. 4).

Vores empiriindsamling omfatter:

- **Videoklip** fra de studerendes afprøvnings i praktik
- **Lektionsplaner og postrefleksioner** for den undervisning som er på videoerne. I udgangspunktet var der flere videoer, men studiet her forholder sig til de 29 cases hvor der også foreligger lektionsplaner og postrefleksioner
- **Post-survey** med åbne refleksive spørgsmål
- **Diverse underviserobservationer** fra opsamling med de studerende ved tilbagekomst fra praktikken.

Kommentarer og uddybninger til empirien:

- *Videoklippene er den centrale empiri for dette studium:* Først og fremmest fordi de er så rige på information. De giver adgang til observation og muliggør indblik i casekonteksten. Videoklip bruges i stigende grad som omdrejningspunkt for læring og forskning i læreruddannelsen, herunder i studier af PCK (se fx Nilsson & Karlsson, 2019).

Videoklippene er relativt korte og tillige rammesat af at være en særlig praktikopgave. Opgaveformuleringen var her at de studerende skulle planlægge og gennemføre "en undervisningssekvens, hvor I arbejder målrettet med at udvikle et eller flere delasppekter af modelleringskompetence." Afprøvningsen skulle dokumenteres med lektionsplan, et udvalg af videosekvenser (1-2 klip, i alt maks. 5 min.) samt et refleksionspapir med begrundelser, kommentarer til egen læring og punkter til postdrøftelse med andre lærerstuderende.

Alt andet lige betyder denne rammesætning at vi kun har et begrænset vindue ind til de studerendes M&M-praksisser. Da de studerende selv har udvalgt videoklippene, er der en reel risiko for at nogle kan have fravalgt videoklip som stiller dem i et uheldigt lys. Omvendt lægger rammesætningen omkring efterbehandling op til at der ud fra et læringsperspektiv gerne må være noget at diskutere ifm. de udvalgte klip.

- Postrefleksionspapirer er én blandt en række måder at fremme lærerstuderendes refleksion og deres professionelle blik for elever og undervisning (se fx Coffey, 2014). Opgaveformuleringen her indeholdt kun få og overordnede prompts for ikke at styre de studerendes refleksion. Videorefleksionerne blev indsamlet i tilknytning til videoerne på IrisConnect-plattformen.
- Post-surveyen blev indsamlet ved modulafslutningen, dvs. et antal uger efter fremlæggelser og peer-drøftelser af videoerne. Den bestod af nogle få åben-respons-spørgsmål, bl.a. “Hvad var det vigtigste, som du lærte om modeller og modellering i undervisningen i din seneste praktik?” og “Hvad lærte du mest af i forløbet?”.

Analyseprocesser: Alle cases (videoer og tilhørende materialer) er studeret af flere uafhængige forskere fra projektet for på denne måde at sikre at de analytiske kondenseringer blev dækkende (se nedenfor), og at der var enighed om de identificerede udfordringer i den enkelte case.

Analysen af lærerstuderendes praksis og udfordringer i relation til M&M (RQ1): Her var analysen overvejende induktiv: videoer og øvrigt materiale blev studeret – og casen blev genbeskrevet vha. en overordnet template som sikrede at en række forhold i hvert fald var ret ensartet beskrevet. Den kondenserede beskrivelse skulle bl.a. omtale hvorledes aktiviteten var rammesat, hvad det var for en M&M-aktivitet, hvordan den var tænkt ind i et fagligt forløb, lærerrollen, herunder lærerens input, stilladsering og måden at indgå i M&M-dialog med eleverne. Endelig indeholdt casebeskrivelsen også en vurdering af evt. udfordringer hos casens studerende. Overlappende casebeskrivelser fra flere forskere blev diskuteret og afstemt (“forsker-triangulering”). Det endelige case-kondensat blev herefter det analytiske udgangspunkt for at forstå den enkelte case.

Den sammenlignelige casebeskrivelsesstruktur gjorde det relativt overkommeligt at analysere på tværs af cases, fx at identificere typiske eller sjældne træk ved casene sådan som det især er relevant for besvarelsen af RQ1.

Analysen for M&M-ePCK (RQ2): Mange forskere (bl.a. Gess-Newsome, 1999) har anført at PCK-begrebet nemt bliver en flydende betegn. Derfor har det været vigtigt for os at få M&M-ePCK operationaliseret og bragt på en form så det muliggør en mere deduktiv analyse af empirigrundlaget. Dette har resulteret i en analytisk ramme hvor operationaliseringen i forlængelse af vores PCK-forståelse primært søger at eksplicitere M&M-ePCK knyttet til hver af de fire dimensioner:

- M&M-mål og begrundelser (fire indikatorer – som tegn på M&M-ePCK)
- M&M-forståelse og elever (fire indikatorer)
- M&M-undervisning/-strategier (ni indikatorer)
- M&M-evaluering (tre indikatorer)

Vores analytiske ramme operationaliserer tillige vigtige aspekter af *Orienteringer* og af fagfaglig metamodelviden og modelleringsformåen. Disse analyseaspekter er først og fremmest brugt til at belyse RQ1. Det fulde skema udgør en syntese af forskningen i henholdsvis PCK og i M&M i forlængelse af bl.a. Gilbert & Justi (2016) og Kenyon et al. (2011).

Af pladshensyn vises kun dimensionen M&M-undervisningsstrategier, se tabel 2. Det fuldstændige skema kan tilgås via linket (<https://drive.google.com/file/d/1bEvy6IfneADkCfrf-I9M63BRj7lK24vH/view?usp=sharing>). Der er tale om en deduktiv analyse hvor empirien i form af lektionsplaner, videoer, refleksioner m.m. nærstudies for en række konkrete indikatorer.

Undervisningsstrategier til M&M	1. Udvikler selv M&M-indslag – genbruger ikke kun andres aktiviteter m.m.
	2. Bruger hyppigt modeller til faglige forklaringer.
	3. Giver eksempler, analogier, narrativer, cases som afsæt for at fremme elevernes M&M-forståelse.
	4. Italesætter og ekspliciterer hyppigt træk ved modeller (deres natur, formål og anden metamodeleringviden).
	5. Har forskellige strategier for at få modellering (som proces) ind i undervisningen (fx model-based inquiry).
	6. Demonstrerer kendskab til multimediale læringsressourcer som støtte for M&M-undervisningen.
	7. Stilladserer elevernes M&M-læring i den løbende dialog (fx gennem spørgsmål, hints, kompleksitetsreduktion, modellering.)
	8. Integrerer M&M-læringen med anden faglig læring.
	9. Etablerer sammenhæng og progression i arbejdet med M&M.

Tabel 2. Operationaliseringen af dimensionen *Undervisningsstrategier* i analytisk rubric.

Med anvendelse af dette analyseværktøj er den enkelte case blevet analyseret og genbeskrevet for hver PCK-dimension. Som det var tilfældet ved første forskningsspørgsmål, er disse PCK-kondensater blevet brugt som afsæt for cross-caseanalysen. I tvivlstilfælde eller ved uenighed har det i nogle tilfælde været relevant at gå tilbage til den oprindelige empiri for at opnå afklaring.

Resultater

Resultatafsnittet er struktureret i to hovedafsnit, som hver især svarer på de to forskningsspørgsmål.

RQ1: Hvordan implementerer lærerstuderende arbejdet med modellering i deres praktik? Hvilke udfordringer er der for deres tidlige M&M-praksis?

På tværs af cases ser vi de lærerstuderende gå selvtillidsfuldt til M&M-opgaven, og de fleste lykkes med at planlægge og implementere M&M-undervisning af rimelig kvalitet. Ikke overraskende baserer mange sig på aktiviteter som de er fortrolige med fra læreruddannelsen, svarende til første trin i en use-modify-create-progression for tilegnelse af M&M-undervisningsstrategier. Som det vil blive udfoldet nedenfor, ser vi imidlertid ikke alle læreruddannelsens input omsat til tidlig M&M-praksis på videoerne.

I det følgende vil vi med tre udvalgte cases forsøge på samme tid at anskueliggøre hyppige praksistræk og udtalte udfordringer hos samplets lærerstuderende. I mange af praktikvideoerne viser de studerende at de anvender modeller til at forklare og simplificere faglige pointer. Koblingen mellem model og virkelighed er et andet område som en del studerende forsøger at inddrage i modelarbejdet ved at lade eleverne drøfte og pege på styrker og svagheder ved anvendte modeller. Endelig forsøger en række studerende at formidle metamodelviden. De valgte cases belyser bl.a. disse forskellige tilgange.

Case 1: M&M-perspektivet overskygges nemt af fagfaglige forklaringer

Vi er i videoklipet inviteret indenfor i en 7. klasse, der forud for en dissektionsøvelse af hjertet er blevet undervist i det humane blodkredsløb. Den lærerstuderende (LS) understreger i sit refleksionspapir at hun har betonet i undervisningen at svinehjertet der skal dissekeres, skal betragtes som en model for menneskehjertet.

Sammen med to faglige mål associeret til biologifaglig viden angiver undervisningsplanen M&M-mål med et indhold der handler om at elever skal kunne anvende og have viden om modeller, og at de skal have viden om hvordan man vurderer modeller i naturfag.

I videoklipet ser vi at eleverne får udleveret et svinehjerter og en illustrationsmodel af hjertet. LS indleder en dialog med en gruppe af elever da hun opdager at eleverne har svært ved at finde rundt i de forskellige begreber knyttet til hjertet. Hun forsøger at få eleverne til at koble de to modeller med hinanden og dermed lave koblingen mellem model og virkelighed: *“Prøv at se på hjertet ... er væggen tykkere her (peger på venstre side af hjertet i illustrationsmodellen) end her (peger på højre side i modellen)?”*. Eleven forsøger at orientere sig i hjertets opbygning og finde venstre og højre side på svinehjertet og svarer: *“Det er lidt svært det her – synes de er lige tykke.”* Vender og

drejer hjertet igen og peger så på venstre side: *“Okay – den er lidt tykkere her”*. LS: *“Ja – hvorfor er hjertet tykkere her?”* Eleven mumler lidt og svarer: *“Der skal hjertet åbne sig lidt.”* LS er ikke helt tilfreds med svaret og forsøger at ændre spørgsmålet: *“Hjertet er faktisk en muskel. Hvorfor er musklen større i venstre side sammenlignet med højre?”*

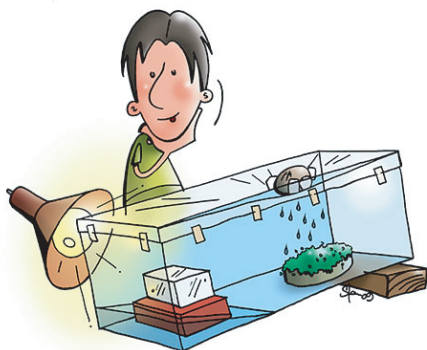
Den nye formulering af spørgsmålet aktiverer tydeligvis noget hukommelse hos eleven, der prompte svarer: *“Det er fordi blodet skal pumpes rundt i hele kroppen fra venstre side.”* LS fortsætter dialogen og inddrager i de efterfølgende spørgsmål illustrationsmodellen når hun spørger ind til svinehertets opbygning. Hun forsøger at vise de biologifaglige begreber på illustrationsmodellen på det konkrete hjerte og dermed bygge bro mellem model og virkelighed. Ingen af hendes spørgsmål er dog knyttet til de beskrevne modelleringsmål.

Casen illustrerer et eksempel på en studerende der på den ene side har gode intentioner om at bruge og introducere forskellige modeller i undervisningen til at forklare komplicerede sammenhænge. Men i forhold til intentionen med undervisningen, hvor målene var tydelige omkring at modelleringskompetencen skulle i spil i øvelsen, viser casen og i særdeleshed den studerendes postrefleksion at det fagfaglige omkring blodets kredsløb overtager på bekostning af M&M-læringsmålene.

Case 2: Den vanskelige stilladserende samtale om modeller

Vi er i en 9. klasse på en efterskole for elever med dysleksi, hvor undervisningen handler om det tværfaglige tema om *“drikkevandsforsyning for fremtidige generationer”*. Videoen er en sammenklipning af flere forskellige situationer hvor der anvendes forskellige typer af modeller og modellering i undervisningen. Det overordnede mål for undervisningen er beskrevet som at eleverne kan modellere vandkredsløbet og få en større forståelse for hvor vandet kommer fra.

Der anvendes forskellige typer af modeller i videomaterialet: Eleverne bruger et atlas til at undersøge klima- og befolkningsdata, de ser en video om vandets kredsløb, hvori der indgår en animation, og til sidst skal eleverne konstruere en model over vandets kredsløb [i Capetown]. Eleverne får udleveret en række konkrete materialer, og LS forklarer opgaven og linker denne til andre aktiviteter i undervisningsforløbet. LS pointerer bl.a. at eleverne skal bruge fagbegreber til forklaring af modellen, de fagbegreber som er blevet vist og forklaret i animationsvideoen.



Figur 2. Standard modelforsøg om vandets kredsløb (efter Ole Steen Pedersen. Gengivet med tilladelse af Økolariet).

Det fremgår af refleksionspapiret at målet med modelleringsopgaven om vandets kredsløb er at have fokus på forskellen mellem model og virkelighed, men også at kunne videreudvikle modellen så den bliver mere detaljerig. I refleksionspapiret skriver LS således at eleverne skal undersøge hvad der ville ske hvis vi skruede op for varmen i vandets kredsløb (klimaforandringer) ud fra den konstruerede model.

LS beskriver hvordan eleverne er konkrettænkende og har svært ved at overføre konkrete materialer til faglige begreber. Fx mener flere elevgrupper at folien der lægges over akvariet (se figur 2), er et symbol på drivhuseffekten, mens den egentlig var tænkt til blot at skulle illustrere atmosfæren og dannelse af kondensvand. Det vanskelige ved at koble model og virkelighed kommer til udtryk da LS beder en elev forklare sin model: "Vandet fordamper, så kommer det op og rammer vita wrappen og bliver kølet ned, så løber det ned til stenen, hvor det skal forestille at blive tungt..." LS: "Kan du huske hvad det hed i filmen?" Elev: "Ikke helt – nej." LS: "Der skete en fortætning." Elev: "Der skete en fortætning, og så bliver det for tungt til at være deroppe, og så ryger det ned som regn, og så rammer det skålen." Den studerende får aldrig fastholdt en samtale om hvorledes model og virkelighed svarer til hinanden – og ender med at afbryde elevens redegørelse for kredsløbsprocessen med sit spørgsmål om en sproglig betegnelse.

Opsamlende er indtrykket af casen at den studerende er godt på vej til reflekteret at inkorporere modeller og modellering i sin undervisning. LS har imidlertid ikke helt gennemskuet hvor vanskeligt det kan være for konkret tænkende elever at rumme det fysiske fænomen, den konkrete fysiske model og en fagsproglig modelrepræsentation af vandkredsløbet i hovedet på samme tid. Stillet over for denne udfordring savner LS et fokus for sin stilladserende indsats samt et lydthørt optag af elevbidrag og gode opfølgende spørgsmål.

Case 3. Metamodelviden med indbygget lærercentrering

Konteksten er her en 8. klasse i faget fysik/kemi. Timen er en optakt til et forløb om energiteknologi. Ud over et par fagfaglige mål har den lærerstuderende angivet modelleringsrettede mål, nemlig 1) at eleverne skal lære hvad modeller er, og hvad de kan bruges til, 2) Eleven kan vurdere modellers anvendelighed og begrænsninger.

Efter en kort generel optakt til energiforløbet går LS lige på i plenum: *“Hvad er en naturvidenskabelig model i det hele taget?”* *“I får lige to minutter til at snakke med jeres sidemand eller bordgrupper om hvad en naturvidenskabelig model er ... og hvilke kender I?”* Efter et par minutters livlig snak i grupper starter LS en fælles opsamling med metafokus: *“Kan vi få nogle bud ... hvad gør en sådan model godt for? Kan I give eksempler?”* Trods tre-i-én-spørgsmålet byder eleverne ind med gode eksempler: Vandets kredsløb, fotosyntese, respiration. I et enkelt tilfælde spørger LS opfølgende, men noget diffust: *“Tænk du, hvad tænker du på der ... eller ... hvordan ser sådan en model ud, fx ... eller ... hvor har du set den henne?”* Eleven påbegynder svar som LS hurtigt overtager så han får sin pointe frem om hvad der gør elevens bud til en model. En elev bringer på bane at modeller *“gør det nemmere at forstå”* – hvilket LS straks sætter på tavlen og italesætter som en grund til at have modeller. Her får det følgeskab af et andet elevudsagn om at en model *“giver et billede af noget”*. LS tvister et elevsvar, så *“forklare noget”* også kommer på tavlen. Det bliver aldrig helt klart at stikordene alle handler om modellers funktion. LS viser dernæst et billede af en model af Jordens *“strålingsbalance”*. LS diskuterer specifikke træk: Hvorfor en pil her? Hvorfor er den lille der? Hvorfor gul hhv. rød? Her er spørgsmålene mestendels retoriske. Hurtigt og uden markering ryger fokus fra metamodelbetragtninger til en lærerforklaring af modellens faglige indhold.

LS introducerer dernæst en elevaktivitet med fokus på metamodelviden: *“Nu skal I gå på Google og finde en model af strålingsbalance eller drivhuseffekten – og prøve at lave en vurdering af den”*. Til støtte for elevernes arbejde er der et selvudviklet ark med stilladserende spørgsmål om modellens formål, hvilke fagbegreber den viser, og om disse vises mere eller mindre korrekt. Yderligere spørges der til modeltype og brug af virkemidler.

I næste videoklip fremlægger elevgrupper deres modelanalyse: *“Modellen er korrekt, men vi synes ikke, at den er så præcis”*. LS spørger M&M-relevant ind til hvorfor de mener det – men besvarer jævnt hen spørgsmålene selv. En gruppe har selv lavet en model, og LS italesætter at det er et mål at de lærer at lave egne modeller. Den aktuelle model viser faktisk en atmosfære der er for tyk ift. Jorden. LS pointerer, at *“modellen simplificerer virkeligheden – men er ikke virkeligheden!”*.

Denne sidste case viser en lærerstuderende der har en solid base af fagfaglig viden om modeller. Han demonstrerer gode planlægningsovervejelser og formår også at få eleverne til at arbejde fint med metamodelviden. LS vil imidlertid etablere for mange

pointer på for kort tid – og har ikke erfaring med hvordan elever guides til at *opdage* nogle af disse. Derfor ender det med at LS siger alle de rigtige ting, mens det forbliver uvist om eleverne faktisk tilegner sig den metamodelviden der var målet.

RQ2: Hvilke elementer af lærerstuderendes M&M-PCK kommer til udtryk i videoer og de relaterede planer/refleksioner?

I dette afsnit fremlægges analysen af de lærerstuderendes tidlige praksis mhp. at afdække i hvilken udstrækning læreruddannelsen har hjulpet dem med at opbygge M&M-ePCK. Udgangspunktet er vores analytiske ramme for M&M-ePCK, og resultaterne vil blive omtalt med samme dimensioner og struktur som denne (jf. link ovenfor).

M&M-mål og begrundelser: I samplet er der ingen lærerstuderende som anfægter at M&M er et prioriteret mål for den naturfaglige undervisning. Der er enkelte eksempler på LS som eksplicit samtaler med sine elever om at M&M-læring er en vigtig del af faget/naturfagene. Hvor dette sker, er det snarere som en kendsgerning end ud fra en argumentation om at naturvidenskab af natur handler om modeller og modellering.

Det er i vores empiri tydeligt at flertallet (to af tre) af de lærerstuderende begrundet deres undervisning eksplicit ved at referere til mål relateret til M&M i Fælles Mål. De studerende refererer ofte til relevante vejledende M&M-målpar fra Fælles Mål uden direkte at forholde sig til de mere forpligtende formuleringer af delkompetencen "Modellering i naturfag". Kun et mindretal af de studerende formulerer til gengæld nedbrudte og mere specifikke M&M-læringsmål. Hvor det sker, er de typisk hentet direkte fra prøvevejledningen uden at der eksplicit henvises til denne. Eksempler er her læringsmål som "Eleverne kan reducere kompleksitet og skabe overblik ved hjælp af modeller", "Eleverne kan benytte relevante symboler og repræsentationer". Det hører til sjældenhederne i vores cases at eleverne får kendskab til de konkrete læringsmål, hvilket gør at arbejdet bliver knap så målrettet som det kunne have været.

I vores materiale findes der også praktikvideoer fra fællesfaglige forløb, og der er eksempler på at M&M-arbejde ses tværfagligt. For eksempel er der en LS som både eksplicit italesætter M&M som en central kompetence der binder de tre naturfag sammen, og samtidig italesætter M&M som vigtig også fx i danskfaget.

M&M og elevers forståelse: Som det er fremgået ovenfor, ser vi flere eksempler på LS som tilsyneladende i situationen har svært ved at forstå de udfordringer eleverne har ved fx at koble model til virkelighed. Det fremgår fx af elev-/lærerdialogen i enkelte af klippene at de taler forbi hinanden. LS svarer på noget andet end det eleverne spørger ind til. I et tilfælde fremgår det dog af det tilhørende refleksionspapir at LS er i stand til selv at få øje på problemet og selv foreslå en anden strategi i forhold til at agere som lærer i forhold til denne type M&M-udfordring.

Der er også flere eksempler på LS's manglende stilladsering af elevers M&M-arbejde. Vi kan i videomaterialet fx se LS bruge modelleringsaktiviteter de selv har mødt i læreruddannelsesregi, men *uden* den stilladsering de selv har mødt. Det vidner om en ukritisk genbrug af M&M-aktiviteter uden blik for sværhedsgraden i forhold til målgruppen.

Flere LS kommenterer i refleksionspapiret at eleverne sådan set ikke havde svært ved at italesætte hvad en model er, men at udfordringen lå i at koble fagbegreber til model.

Der er også en række eksempler på undervisning hvor LS tydeligt har fokus på at ekspliciterer hvad modeller kan og ikke kan, og hvad der kan misforstås ud fra den valgte model.

Enkelte LS reflekterer også over betydningen af elevernes faglige og begrebsmæssige forudsætninger, dog uden direkte at reflektere over på hvilket niveau eleven skal kende et begreb før eleven vil kunne lave en faglig repræsentation af det. Fornemmelsen er her at især de andetårsstuderende i udgangspunktet har manglet viden om elevers vanskelighed ved M&M forud for praktikken, og at de derfor har svært ved at inkorporere en sådan tænkning i deres planer. I M&M-undervisningen på læreruddannelsen har de til gengæld mødt en tænkning om progression (Schwarz et al., 2009). Vi ser imidlertid ikke eksempler på at denne viden bringes i spil i de studerendes praksis.

M&M og undervisning/strategier for undervisning: Modelleringsundervisningen bedrives i langt de fleste tilfælde som en fagligt integreret aktivitet med M&M-arbejde inden for de faglige tematiseringer som man lige var i gang med. Som vi har set ovenfor, betyder dette dobbelte læringsperspektiv samtidig at fagfaglige aspekter risikerer at overskygge M&M-læringen.

Omkring 80 % af praktikvideoerne indeholder modelleringsaktiviteter som LS har hentet inspiration til gennem undervisningen på læreruddannelsen. Flere har konstrueret en modelopgave hvor eleverne bliver præsenteret for to eller flere modeller af samme fænomen, og elevernes opgave er efterfølgende at finde styrker og svagheder ved modellerne. Denne type af modelopgaver ses i mange variationer, hvor fx interaktive modeller sammenlignes med konkrete modeller og illustrationsmodeller. Det er ofte i forbindelse med en faglig gennemgang af processer og fænomener at modellerne tages i anvendelse i undervisningen, og modellerne bruges i høj grad som undervisningsredskab til at supplere en forståelse af en faglig pointe. I ca. 1/3 af vores cases arbejder eleverne med at konstruere modeller, men da udelukkende af konkret eller illustrativ art. Vi ser ingen tilfælde hvor eleverne gennemløber en modellerende proces, hvor undersøgelse og modellering går hånd i hånd. Det er lidt overraskende at denne tilgang til M&M-undervisning er fraværende, al den stund at model-based inquiry har været et tema i undervisningen på læreruddannelsen. Dette kunne in-

dikere at undersøgelse og modellering hver for sig er udfordrende dagsordener for kommende undervisere – og samtænkningen forøger bare kompleksiteten.

I en del af videoerne interagerer LS med eleverne når elevgrupperne arbejder med modelopgaverne og fx undersøger styrker og svagheder ved modellerne. I disse tilfælde hjælper lærerspørgsmålene med at give en retning på vurdering af modellerne. Når eleverne i efterfølgende klassesamtaler skal udtrykke styrker og svagheder ved modellerne, afspejler videoklippene at eleverne giver gode eksempler på forskelle modellerne imellem, og at de i mange tilfælde også har fået øje på væsentlige aspekter ved modellerne. Det er dog sjældent at eleverne forklarer og udtrykker sig med et decideret mofdelfagsprog, hvilket kan skyldes den manglende stilladsering af netop denne del fra LS.

M&M-evaluering: Vi har kun enkelte cases hvor modelleringskompetence målrettet evalueres. I en enkelt video ser vi LS agere eksaminator i en fællesfaglig prøveeksamen, hvor eleverne har medbragt egne modeller, og praktiklæreren optræder som censor. LS stiller en række spørgsmål som imidlertid udelukkende er af faglig karakter. Følgelig tjener de hverken til at afdække elevernes modelleringskompetence eller metamodelviden.

Tilsvarende går den formative feedback i videomaterialet hyppigere på fagligt indhold end på M&M-aspekter. I videomaterialet finder vi dog eksempler på at LS giver feedback på arbejdet med modeller i en klasserumsdialog. Feedbacken er da anerkendende, men ikke for alvor formativ, idet der mangler den information som fremadrettet kunne forbedre elevernes M&M-arbejde eller deres modelleringsrelevante fagsprog. Situeret feedback er generelt vanskeligt, og udfordringen synes at blive større når genstandsfeltet er så komplekst som M&M.

Evaluering nævnes i flere refleksionspapirer, undertiden med angivelse af tegn på M&M-læring ifm. lektionen såsom: "Kan eleven argumentere med fagord og lave en vurdering?" Selvom der således er eksempler på eksplicite vurderingskriterier, vurderes graden af målopfyldelse udelukkende uformelt, fx ved at tage bestik af elevernes fremlæggelse af deres modelvurderinger. Ingen studerende har brugt værktøjer eller på anden måde systematisk søgt at evaluere om de intenderede læringsmål er nået. Fraværet af systematisk evaluering relateret til modelleringskompetence er en væsentlig barriere for den videre udvikling af M&M-praksis.

Der er ikke eksempler på at eleverne inddrages i peer-to-peer-evaluering. I enkelte tilfælde ser vi dog forsøg på at eleverne indvies i kvalitetskriterier for M&M-arbejde, hvilket er et første skridt i etableringen af både peer-to-peer-evaluering og selvevaluering.

Diskussion og implikationer

De studerende synes at anerkende arbejdet med modeller og modellering som en naturlig del af en tidssvarende naturfagsundervisning. I materialet ser vi ingen holdningsmæssige barrierer for arbejdet med modelleringskompetence i undervisningen. Disse aspekter af *orienteringer* er således positive hos de lærerstuderende. Samtidig ser vi dog at mange iscenesætter M&M-undervisning som brug af en model til forklaringer, samt en tendens til at intenderet M&M-indhold overskygges af det faglige indhold når først der undervises. Der tegner sig dermed et billede af at de lærerstuderende enten ikke aldeles har frigjort sig fra et traditionelt videnscentreret fagsyn og/eller simpelthen tyer til velkendte og "sikre" formater, som beskrevet af Jong & van Driel (2007).

I forlængelse heraf er det påfaldende at en stor del (ca. fire ud af fem) af de lærerstuderende tager udgangspunkt i M&M-formater som de har mødt på læreruddannelsen. De fleste lærerstuderende har tilegnet sig et vist repertoire af M&M-indslag, som de i deres udviklingsproces er nået til at (gen)bruge og i bedste fald tilpasse ift. den givne elevgruppe. De færreste er nået til selv at udtænke M&M-indslag – et aspekt som kunne styrkes i læreruddannelsen.

Det omtalte fokus på fagfaglig brug af modeller og på udvalgte aspekter af meta-model-viden (fx styrker og svagheder ved en model) sker på bekostning af modellering som proces. Kun 4 af 29 studerende/grupper af studerende lader således deres elever konstruere eller revidere modeller og kun én via en egentlig proces. Retfærdigvis må man her fastslå at undervisning mht. modellering som proces er så sammensat og kompleks at det forudsætter en temmelig udbygget M&M-PCK. Det ville være ønskeligt at styrke arbejdet med modellering som proces på læreruddannelsen, herunder at få det ind i en progression for lærerstuderendes tilegnelse af M&M-undervisningskompetence. Da der aktuelt ikke foreligger et empirisk belagt bud på en sådan progression, ligger her en relevant udviklingsopgave.

Hvad angår metamodelviden, indikerer vores studium at de lærerstuderende grundlæggende har tilegnet sig et fundament af viden om modeller. Vi ser således ingen situationer hvor lærerstuderende udlægger modellens natur, forholdet mellem model og virkelighed samt modellens formålsrettethed på misvisende manér. Men kun i 6/29 cases bliver disse aspekter eksplicit italesat ift. eleverne. Tilmed ser vi i flere tilfælde at lærerstuderende har svært ved at formulere sig om disse ting på måder som mere konkret tænkende elever kan forstå. Metamodelviden er et aspekt af Nature of Science (NOS), og fra den omfattende NOS-forskning ved man at det er ultimativt vigtigt at NOS-læring forudsætter at pointerne italesættes og reflekteres af eleverne (Akerson et al., 2000). Eksplicit-refleksive tilgange til M&M-undervisning bør rimeligvis betones i undervisningen af de lærerstuderende.

M&M-ePCK-analysen indikerer generelt at komponenterne planlægning og især

post-refleksion af M&M-undervisning står stærkere end praktisk undervisning. Det er velkendt fra forskningen i både læreruddannelse og efteruddannelse at det er vanskeligt at gå fra teoretisk “knowing-about” til handlerettet “knowing-to” (fx Sun & Strobel, 2014), træk som vi altså også genfinder her.

Inden for de forskellige PCK-dimensioner finder vi at de studerende har kendskab til og forholder sig til modellering i Fælles Mål, mens de i mindre grad selv formulerer specifikke M&M-mål for deres interventioner. De studerende har rimelige refleksioner over relevansen af M&M ift. læreplanerne, men typisk er begrundelserne mere pædagogiske end epistemologiske således at modelarbejdet i højere grad anskues som et hjælpemiddel til faglig læring end som et centralt aspekt af naturvidenskabens videnskabsbærende natur. I de (få) enkelttilfælde hvor vi ser lærerstuderende begrunde M&M-arbejdet ift. elever, sker det med henvisning til de formelle rammer for faget, først og fremmest at det er prøverelelevant. Det forekommer relevant her at styrke deres indsigt i modellering som en altafgørende komponent i naturvidenskabens praksis. Dette ville samtidig styrke arbejdet med modellering som proces.

De lærerstuderende har i udgangspunktet kun begrænset viden om elevers modeltænkning og få praktiske erfaringer for hvor M&M-arbejdet bliver vanskeligt for elever. Det gør det rimeligvis svært for de lærerstuderende at planlægge deres interventioner med hensyntagen til elevudfordringer, fx via differentierende indslag og stilladsering. I hvert fald ser vi meget lidt af den slags i de studerendes lektionsplaner, praktikvideoer og refleksioner. Af flere postrefleksioner fremgår det til gengæld at praksisafprøvningen faktisk bidrager til at udvikle den dimension af M&M-ePCK som handler om elever og M&M. En lærerstuderende anfører som sin vigtigste læring af afprøvningen at have indset “hvor ringe forudsætninger elever har for modellering,” en anden hæfter sig ved at eleverne “ikke i så høj grad er kritiske ift. modeller,” mens en tredje har indset at “modellering er ekstra svært for børn med autisme – men at det kan lade sig gøre hvis tempoet, målene og strukturen er tilpasset efter dem”. Her åbner ePCK-tilvækst således for overvejelser om differentiering og stilladsering.

Af M&M-ePCK-analysen fremstår stilladsering som en særligt udfordrende undervisningsstrategi. I forskningslitteraturen er forhåndsplanlagt (såkaldt “hård stilladsering”) oftest nemmere at realisere end in-situ-stilladsering (“blød stilladsering”). Først og fremmest fordi underviseren har tid til at tænke sig om. I de analyserede lektionsplaner er der imidlertid meget lidt hård stilladsering. Videoanalysen godtgør samtidig at der også i en række tilfælde er problemer med at gennemføre blød stilladsering, først og fremmest at stille M&M-spørgsmål og give eksempler som ikke lukker for elevernes aktive medtænkning. Her er problemet at man på læreruddannelsen godt vil kunne oparbejde M&M-ePCK mht. hård stilladsering, mens træning af M&M-ePCK reelt kun lader sig gennemføre i en autentisk skolekontekst.

I det omfang evalueringsdimensionen af M&M-ePCK bearbejdes via afprøvningen,

er det primært knyttet til formativ evaluering. Det er påfaldende at mens de lærer-studerende generelt er i stand til at udpege læringsmål i relation til modellering, så bliver disse sjældent fulgt til dørs i en struktureret evaluering. I nogle få tilfælde indgår tegn på læring i de studerendes postrefleksioner, men ellers bunder evalueringen mestendels i løse indtryk af elevskabte modeller eller af elevernes modelbaserede fremlæggelser. Hvilket helt modsvarer til rutinerede læreres mangel på evaluering af nye interventioner i efteruddannelsessammenhænge, som fx projektet *Engineering i skolen*. I det M&M-format som ligger til grund for indsatsen på læreruddannelsen, er der faktisk bud på forskellige evalueringsformater for metamodelviden, men ingen af disse har fundet vej til de studerendes praksis. Igen et eksempel på at “knowing-about” ikke nødvendigvis er tilstrækkeligt.

Vores studie peger alt i alt på at M&M-PCK-dimensionerne knyttet til mål og til undervisningsstrategier i udgangspunktet er bedst tilgodeset gennem den aktuelle undervisning. Det peger samtidig på at praktikafprøvningen i særdeleshed gavner udviklingen af M&M-ePCK knyttet til viden om elever og deres forståelse af M&M. Hvor praktikafprøvningen i sig selv træner planlægnings siden af M&M-ePCK, anfører flere studerende at videgranskningen efterfølgende har været særlig brugbar ift. udviklingen af den reflektive side af M&M-ePCK. På alle M&M-ePCK-dimensioner er der plads til forbedring – men samtidig må man holde sig for øje hvad man realistisk kan nå inden for naturfagernes timerammer på læreruddannelsen. Måske ville det være mere givtigt at udvikle og indarbejde et udvidende M&M-ePCK-forløb i transitionen til professionen.

Afslutningsvis vil vi tage forbehold for at vores resultater relaterer sig til et begrænset sample og en rammesat videoopgave. I rapporteringen her har vi først og fremmest vægtet gennemgående træk på tværs af årgange og fag, hvorfor resultaterne må anses at være rimelig robuste. Hvad angår opgavens rammesætning, betyder denne givetvis at vi ikke har fået *fuldt* indblik i de lærerstuderes M&M-ePCK. Her vil det være relevant med yderligere og mere dybtgående studier, fx gerne videooptagelser i kombination med CoRe-skrivning (Nilsson & Karlsson, 2019) om konkrete M&M-aspekter. Et sådant opfølgende studie vil naturligt kunne bruge den operationalisering af M&M-ePCK som vi her har udviklet. Denne vil også kunne bruges på læreruddannelsen ifm. diskussioner om M&M, herunder i video-club-drøftelser. Operationaliseringen er således efter vores opfattelse et selvstændigt og meget relevant bidrag til det fagdidaktiske felt.

Referencer

- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a Reflectiver Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Andersen, P.; Brandt, H.; Krogh, L.; Sillasen, M.; & Daugbjerg, P. (2020). Udvikling af modelleringskompetence i læreruddannelsen. *MONA (Matematik Og Naturfagsdidaktik)*, 19(2), 65-83.
- Carlson, J.; et al. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume, A.; Cooper, R.; Borowski (Ed.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science (77-94)*. Springer International Publishing.
- Christiansen, J.; Andersson, J.; Hansen, D.; Jensen, M.; Kinnerup, L.; Lilius, K. (2019). Brug af modeller og modellering i udskolingens naturfagsundervisning. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 4, 8-27.
- Coffey, A. M. (2014). Using Video to Develop Skills in Reflection in Teacher Education Students. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(9), 86-97.
- Danusso, L., Testa, I., Vicentini, M., Danusso, L., Testa, I., & Vicentini, M. (2010). Improving Prospective Teachers' Knowledge about Scientific Models and Modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*, 32(7), 871-905.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education*. (Issue 1, 3-17). Kluwer Academic Publishers.
- Giere, R. N. (1999). Using models to represent reality. In P. Magnani, L.; Nersessian, N.J.; Thagard (Ed.), *Model-based Reasoning in Scientific Discovery (41-57)*. Kluwer/Plenum.
- Gilbert, J.K.; Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Springer International Publishing.
- Justi, R., & Driel, J. Van. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education*, 27(5), 549-573.
- Kenyon, L., Davis, E. A., & Hug, B. (2011). Design Approaches to Support Preservice Teachers in Scientific Modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 22(1), 1-21.
- Krogh, L.B.; Daugbjerg, P. (2018). Fællesfagligheden til prøve. *MONA (Matematik Og Naturfagsdidaktik)*, 4, 28-54.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education* (Issue 4, 95-132). Kluwer Academic Publishers.
- Nilsson, P., & Karlsson, G. (2019). Capturing student teachers' pedagogical content knowledge (PCK) using CoRes and digital technology. *International Journal of Science Education*, 41(4), 419-447.

- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- 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(6), 632-654.
- Secher, A.;Hindsholm, M. (2019). Kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 4, 28-48.
- Soulios, I., & Psillos, D. (2016). *Enhancing student teachers' epistemological beliefs about models and conceptual understanding through a model-based inquiry process*.
- Stake, R. (2006). *Multiple Case Study Analysis*. Guilford Publications.
- Sun, Y., & Strobel, J. (2014). From Knowing-About to Knowing-To: Development of Engineering Pedagogical Content Knowledge by Elementary Teachers through Perceived Learning and Implementing Difficulties. *American Journal of Engineering Education*, 5(1), 41-60.
- Van Driel, J.;De Jong, O. (2007). Growth of prospective chemistry teachers' pedagogical content knowledge of models and modelling. In *Research in chemistry teaching: New horizons: contextualizing and modelling*. Universitat Autònoma de Barcelona.

English abstract

This case-based (N=29) study follows teacher students as they practice-teach about models and modelling (M&M) in secondary science subjects. Their performance is documented by lesson plans, video-clips, and post-reflections. These empirical components are analyzed in order to identify characteristics and challenges of students' early M&M-practices. Cases are also analyzed from a PCK-perspective, using a new operationalization of enacted M&M-PCK. Results indicate that students act on a solid base of knowledge of metamodeling, but largely confine themselves to re-using M&M-activities from teacher education. PCK-analysis pinpoints further challenges that suggest changes in M&M-teaching in teacher education.

Lærerstuderendes udvikling af autonomi



Kari Astrid Thynebjerg, Center for Skole og Læring – Roskilde.



Karin Marianne Lilius, Professionshøjskolen Absalon.

Abstract: Artiklen præsenterer hvordan et fokus på formative evalueringsprocesser, herunder selv-evaluering og peer-feedback, i naturfagsundervisningen på læreruddannelsen kan stilladsere de studerendes udvikling mod kompetente professionsudøvere. Et litteraturstudie sandsynliggør at evalueringsprocesser kan bidrage til opfyldelsen af de tre basale psykologiske behov oplevelsen af kompetence, tilhør og autonomi og til de studerendes udvikling mod autonom motivation. Motivation kan stilladsere generalisering af læringsaktiviteter og udvikling af de lærerstuderendes kompetencer. Vi sandsynliggør at formative evalueringsprocesser via udviklingen af de studerendes autonome motivation kan understøtte regeringens indsats for øget studieintensitet og fastholdelse.

Baggrund og relevans

Regeringen har igangsat et udviklingsarbejde af læreruddannelsen og dermed den undervisning der leveres på landets professionshøjskoler. Behovet for nytænkning udspringer af et dokumenteret ringe fremmøde til undervisningen samt et stort frafald på læreruddannelsen (UFM, 2020). Udviklingsgruppen (UFM, KL, DLF, LL og DP) har nedsat en række arbejdsgrupper der skal udvikle konkrete løsningsmodeller i forhold til at skabe bedre sammenhæng i uddannelsen, et højere fagligt niveau og øget studieintensitet. De endelige løsningsforslag skal foreligge i april 2021.

Et område som regeringen udtrykker ønske om at styrke, er læringskulturen blandt undervisere og lærerstuderende på uddannelsen. Der peges på forskellige initiativer som kan understøtte dette (UFM, 2020). Med afsæt i dette er der på tværs af landets professionshøjskoler gennemført og implementeret et udviklingsarbejde med professionalisering af studiegrupper (LLN 2020).

Tema B i regeringens udviklingsarbejde (UFM, 2020), *Øget studieintensitet, større faglig progression samt bedre fastholdelse og rekruttering*, er relevant for vores forskning. Vi vil med dette afsæt undersøge muligheden for at øge studieintensiteten og støtte op om fastholdelse ved at kvalificere gruppearbejdet blandt de lærerstuderende

i naturfag. Gennem en intervention der er baseret på arbejdet med formative evalueringer i og på tværs af studiegrupper, vil vi stilladsere de lærerstuderendes udvikling af autonomi, som vi i denne artikel vil argumentere for relaterer sig til de studerendes motivation og dermed bidrager til fastholdelse.

Forskningsspørgsmålet der bliver undersøgt i projektet, lyder:

Hvilken betydning har et fokus på formativ evaluering gennem selv-evaluering og peer-feedback på de lærerstuderende i naturfags udvikling af autonomi?

Litteraturstudiet

Vi lægger ud med en kort beskrivelse af litteraturstudiet bag projektet. Det blev foretaget af artiklens forfattere, der begge har kendskab til forskningslitteratur på området. Med afsæt i allerede erhvervet viden blev Second International Handbook of Science Education (Fraser, B et al (2012)) anvendt. Litteratursøgningen tog udgangspunkt i de

Temaer	Definition	Ressource/ Kilder	Perspektiv/ Dimensioner	Vores anvendelse
Self Determination Theory				
Selvregulering				
Self Directed learning				
Integrated course design				
Motivation				
Stilladsring				
Læringsstrategier				
Generalisering				
Transfer				
Evaluering				
Feedback				
Motivationsorientering				
Autonomi				
Kompetence				

Skema 1. De centrale begreber, der var udgangspunktet for vores litteraturstudie.

temaer der er listet i skema 1. Forskningsartikler der kunne medvirke til at afdække og konkretisere definitioner af de centrale begreber der bringes i anvendelse i vores forskning, samt disses underliggende begreber, blev lokaliseret. Dertil lokaliseredes forskningsartikler der kunne bidrage med indsigt i relevante fokus- og/eller opmærksomhedspunkter.

Dataekstraktionen foregik ved at anvende en skematisk opstilling af de centrale begreber og tilknyttede definitioner og litteraturhenvisninger ud fra læsning af litteratur (se skema 1). Efterhånden som skemaet tog form, tilføjedes underliggende begreber som vi fandt udgjorde relevante fokus- og opmærksomhedspunkter til yderligere begrebsafklaring.

Vi havde på forhånd valgt at basere vores spørgeskemaspørgsmål på Ryan & Decis self-determination theory (Ryan & Deci 2008), der gør gældende at vi alle har brug for at føle os *kompetente, autonome og relaterede til andre*. Vi diskuterer derfor ikke her denne teori op imod andre motivationsteorier, men berører kun disse perifert i forbindelse med andre begreber, fx autonomi, kompetence og generalisering/transfer.

Autonomi

Autonomi er en tilstand af motivation der afspejler selvstyrende adfærd og dermed selvstændige handlinger (Ryan & Deci, 2008). Udviklingen af autonomi i læring kan opfattes som at komme fra en "tilpasning" til læringsaktiviteter initieret af underviseren hen mod en motivationsstruktur som kommer indefra – "intrinsic motivation". Autonomiudvikling gennem indre motivation kan forstås som den lærendes egen konstruktion af sammenhæng og mening.

Flere psykologer og sociologer har forholdt sig til autonomispørgsmålet (White, Bandura, Stern og Habermas i Jørgensen 2001 med baggrund i bl.a. Berger & Luckmann). Jørgensen definerer et autonomt individ som:

"Et individ, der er skabt med en rettethed mod verden – "verdensåbenhed", (...) En forudsætning for at tale om autonomi i en reel betydning af ordet er, at individet tager stilling, vælger, forholder sig til – og derved bliver til som person." (Jørgensen, 2001, s. 4)

Jørgensen (2001) understøtter i sin tese forståelsen af at handleaspektet fordrer tilstedeværelsen af personlig dannelse i autonomi som begreb – autonomi hviler på og forudsætter færdigheder og strategier som gør personen i stand til at tage de nødvendige initiativer for at udvikle sine færdigheder til et optimalt niveau. Han formulerer det som en stigende beherskelse, en udvidet kunnen, en intensiveret og nuanceret ageren, en stadig mere effektiv handlen – færdigheder der udvikles frem mod en kvalificeret udfoldelse der optimerer individets muligheder for udvikling som autonomt individ (Jørgensen, 2001).

Hvor autonomi er en udvikling af selvet mod at være selvinitieret, så er selvreguleret læring en del af "at lære at lære". Selvregulering defineres af Weinstein, Bråten og Andreassen (Andreassen et al, 2015) til at finde sted gennem otte trin: Sætte sig et mål, reflektere over læringsopgaven, udvikle en plan, udvælge tilsyneladende effektive strategier, iværksætte strategier, overvåge og evaluere brugen af strategier, evt. modificere brugen af strategier og slutevaluering af brugen af strategier. Inden behovet for selvreguleret læring opstår, må en undervisning være initieret så mål, planlægning, strategier og evaluering fremstår relevant. Dermed kan selvreguleret læring betragtes som en delmængde af de færdigheder og strategier den autonome person er i besiddelse af.

Vi anvender i vores definition af autonomi en syntese af definitionerne, beskrevet af Ryan & Deci (2008) og Jørgensen (2001). Begge definerer autonomi som selvstændighed i adfærd og handling, og Jørgensen understreger i sin definition desuden at handleaspektet understøttes af en udviklet autonom personlighed.

Kompetence

Ifølge Jørgensen hviler autonomi på og forudsætter færdigheder og strategier der udvikles frem mod en kvalificeret udfoldelse (Jørgensen 2001). Det er derfor nødvendigt at afdække hvordan kompetencebegrebet afgrænses og defineres.

Der har gennem tiden været mange bud på definitioner af kompetencebegrebet. De introducerede definitioner er udvalgt da de traditionelt finder anvendelse i pædagogiske og didaktiske sammenhænge. Et andet kriterie har været at udvikle en definition af kompetence som vi kan knytte an til de studerendes udvikling af autonomi gennem en meningsdannende, refleksiv og en handlingsrettet komponent.

Jørgensen (1999) definerer kompetencebegrebet som:

"... en person er kvalificeret i en bredere betydning. Det drejer sig ikke kun om, at personen behersker et fagligt område, men også om, at personen kan anvende denne faglige viden – og mere end det: anvende den i forhold til de krav, der ligger i en situation, der måske oven i købet er usikker og uforudsigelig" (Jørgensen, 1999, s. 4).

I 2001 tilføjer Jørgensen at kompetencer er personligt kvalificerende færdigheder der udvikles og anerkendes som en personlig proces i en social kontekst. Kvalificeringsprocessen indebærer mulighed for at udtrykke og formidle tolkning og vurdering både individuelt og i en social kontekst hvilket både inkluderer retrospektive, prospektive og eksistentielle refleksioner (Jørgensen, 2001).

Bandura (1977) introducerer begrebet *det kompetente selv* som opnås gennem udvikling af kompetencer der kræves i en specifik social kontekst (self-efficacy).

Illeris (2011) definerer kompetencebegrebet som dispositioner, potentialer og kapaciteter relateret til mulige handlingsområder som er helhedsbetonede fornufts- og

følelsesmæssigt forankrede og kan realiseres gennem vurderinger, beslutninger og handlinger i relation til kendte og ukendte situationer (Illeris, 2011).

Dale (1998) bidrager med en professionsrettet vinkel på kompetencebegrebet og kategoriserer professionskompetence på tre niveauer:

- K1 er kunnen på området for undervisningsafvikling der indbefatter empati, indføling og myndighed som er væsentlig for undervisningsrummet.
- K2 omhandler kvalifikationer til at tilrettelægge, planlægge og evaluere sin undervisning så mål og undervisningsplaner bliver overholdt.
- K3 er kvalifikationer til at indgå tolkende, begrebsudviklende og reflekterende i forhold til niveau 1 og 2.

Dale (1998) argumenterer for Schöns begreb *handlingsrefleksion* som en nødvendighed for en kompetent professionsudøver når læreplanens intention skal oversættes til processer hvor eleverne reelt lærer det intenderede i spændingsfeltet mellem K1- og K2-niveauerne. Handlingsrefleksionen kan desuden ses som den professionsrettede kapacitet til handling, som Illeris fremhæver i sin kompetencedefinition.

Jørgensen, Bandura og Illeris er enige om at den kompetente person har viden, færdigheder og strategier til at handle i forhold til mere eller mindre ukendte situationer. Jørgensen og Bandura medtager at kompetence er personligt kvalificerende færdigheder der udvikles og anerkendes i den sociale kontekst og giver underbegrebet professionskompetence mening idet lærergerningen netop skal leve op til de sociale forventninger til professionensudøvelsen før man kan tale om en kompetent varetælgelse. Ved dertil at inkludere Dales begreb *handlingsrefleksion* i afklaringen af kompetencebegrebet kan det fremhæves at professionskompetente handlinger sker på et refleksivt grundlag og ikke spontant eller tilfældigt. *Handlingsrefleksion* forudsætter en veludviklet professionsidentitet der rimer på udviklet autonomi. Dermed kobles kompetencebegrebet til den valgte definition af autonomi.

Generalisering og transfer

I vores anvendelse af kompetencebegrebet indgår det at kunne handle i mere eller mindre ukendte situationer. Denne overskridelse fra det kendte til det ukendte forudsætter en generalisering eller transfer. Begge begreber afdækkes i det følgende.

Vansteenkiste et al. definerer generalisering som overførsel af en adfærd til en anden social kontekst eller til en anden aktivitet. En aktivitet der udføres i en bestemt sammenhæng/kontekst, og hvor samme aktivitet efterfølgende gennemføres i en helt ny sammenhæng/kontekst, defineres som generalisering på tværs af kontekster. Generalisering på tværs af aktiviteter er defineret ved en situation hvor dynamikken omkring en aktivitet overføres til en anden aktivitet, men i samme kontekst. Det antages at typen af den motiverende dynamik (engagementet) under den indledende

inddragelse af aktiviteten er afgørende for at generaliseringen finder sted (Vansteenkiste et al, 2010).

Bandura (1997) anfører at generalisering mest sandsynligt vil ske i forbindelse med aktiviteter der ligner de aktiviteter under hvilke den lærende oplevede den største grad af kompetence (det kompetente selv).

Hos Sasson & Miedijensky (2020) er begrebet transferkompetence defineret som graden i hvilken en adfærd gentages i en ny læringssituation, eller den lærendes evne til at bruge tidligere opnået viden og færdigheder og anvende dem i nye situationer. Dermed mestrer den transfer-kompetente både nær- og fjern-transfer. Hos Sasson & Dori (2012) defineres nær-transfer som nye læringssituationer der er identiske med de foregående og dermed kun adskiller sig lidt fra disse, mens fjern-transfer henviser til at den lærende i nye læringssituationer kan skelne mellem mønstre der er forskellige fra dem de er vant til.

Sasson & Dori argumenterer for at de vigtigste faktorer til forbedring af den lærendes transfer er kvaliteten af den indledende læring, inddragelse af flere eksempler, sammenligning mellem eksempler og dannelse af generalisering (Sasson & Dori, 2012).

Der er ikke afgørende forskelle på definitionerne af generalisering og transfer når man ser på underbegreberne generalisering på tværs af aktivitet og generalisering på tværs af kontekst, som modsvarer henholdsvis nær- og fjern-transfer. Alle lægger vægt på motivation; Vansteenkiste direkte, mens Sasson og Miedijensky og Bandura gør det indirekte ved at fremhæve kvaliteten af den indledende læring som vigtigst for at generalisering/transfer sker.

Vansteenkiste et al's begreb generalisering anvendes i forskningsprojektet idet begrebet direkte knytter an til motivation, som er et bærende element i vores forskning.

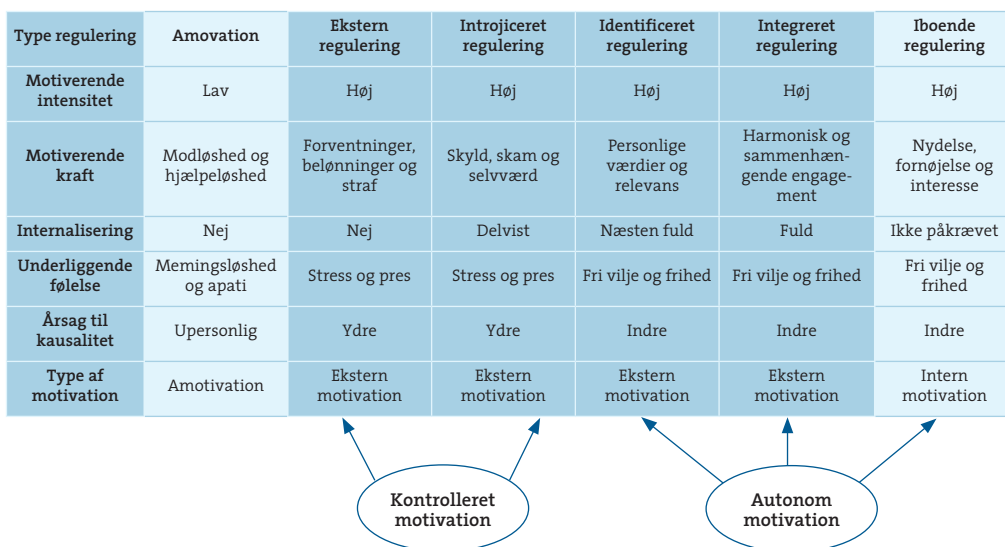
Motivation

Generalisering forudsætter motivation gennem en motiverende dynamik under den indledende inddragelse af aktiviteten. Som nævnt ovenfor har vi alene udvalgt litteratur om motivation der funderer motivationsbegrebet som det er defineret i self-determination theory (Ryan & Deci 2000 a og b, 2007, 2008, Vansteenkiste et al. 2010).

Som sagt argumenterer Ryan & Deci (2008) i deres self-determination theory for at vi alle har brug for at føle os kompetente, autonome og relaterede til andre. Sociale og faglige sammenhænge der sikrer opfyldelsen af disse tre grundlæggende psykologiske behov, vil understøtte menneskets iboende aktivitet, fremme en mere optimal motivation og give de mest positive psykologiske, udviklingsmæssige og adfærdsmæssige resultater. I modsætning hertil vil sociale miljøer der forhindrer opfyldelse af disse behov, give mindre optimale former for motivation og have skadelige virkninger på menneskets oplevelse af trivsel.

Teorien definerer indre motivation som det at udføre en handling fordi aktiviteten i sig selv er interessant og umiddelbart tilfredsstillende. Hvis man er interesseret i det man laver, så vil man udvise nysgerrighed, udforske nye stimuli og arbejde for at kunne mestre optimale udfordringer. Ydre motivation defineres som det at engagere sig i en handling fordi udførelsen eller det ikke at udføre handlingen medfører en konsekvens der ikke relaterer sig direkte til handlingen, som for eksempel at opnå en belønning eller at undgå en straf (Ryan & Deci, 2008).

Vansteenkiste et al (2010) rangerer motivation på et kontinuum fra at være amotiveret til at have opnået fuld indre/iboende motivation og bidrager med uddybende karakteristika for hvert niveau, se figur 1.



Figur 1. Skematisk oversigt over de forskellige typer af regulering i forhold til motivation i self-determination theory (Vansteenkiste, 2010) (vores oversættelse).

- *Amotivation* opleves som modløshed og hjælpeløshed og har sin oprindelse i en opfattelse af fravær af mening.
- *Ekstern regulering* drives af udsigt til belønning og/eller undgåelse af straf fx karakterer.
- *Introjiceret regulering* beror på et ønske om at opnå øget selvværd ved at undgå skyld og skam, fx ved forventningspres fra forældre, lærere/undervisere etc.

Ved begge niveauer af **kontrolleret motivation** opleves stress og pres.

- *Identificeret regulering*, her fremstår mål og værdier som relevante, fx når aktiviteter afspejler anvendelse i virkeligheden.

- *Integreret regulering* drives af et harmonisk og sammenhængende engagement, fx når eksternt stimulerede valg og handlinger ligger i naturlig forlængelse af egen identitet.
- *Iboende regulering*, her er en interesse i og glæde ved selve deltagelsen. Denne type regulering kan sammenlignes med et barns begejstring for deltagelse i aktiviteter.

Ved de tre niveauer af **autonom motivation** opleves fri vilje og frihed.

I forskningsprojektet beskæftiger vi os med at analysere den eksterne motivation der i figur 1 er markeret med mørkeblåt, idet vi betragter undervisning som en ekstern motiverende støtte.

Feedback og evaluering

Self-determination theory argumenterer for at de tre basale psykologiske behov forstået som oplevelsen af at være kompetent, autonom og relateret til andre er en betingelse for at kunne opnå at være motiveret (Ryan & Deci i Vansteenkiste, 2010). I en læringssituation vil vi argumentere for at formativ evaluering i form af feedback-processer som fx peer-feedback og selv-evaluering kan sikre opfyldelsen af de tre psykologiske behov.

Formativ evaluering har umiddelbart to positive effekter på undervisning. Den kan øge underviserens fokus på de studerendes læring (Black et al, 2004) og den kan, hvis den anvendes som positiv forstærkning, understøtte den lærendes positive adfærd (Bandura, 1977). Begge effekter udfoldes teoretisk nedenfor.

Brug af formativ evaluering flytter underviserens fokus fra undervisning til læring. Undervisningsplaner evalueres derfor for i hvor høj grad aktiviteterne stilladserer de studerendes læring, og hvor eksplicit de kan informere underviseren og de studerende selv om hvad der læres. Med skiftet i underviserens fokus og forventninger til de studerende er de studerende (og underviseren) nødt til at ændre deres rolle og dermed adfærd i undervisningen. Ændringen beskrives af Black et al (2004) som en bevægelse af de studerende fra at være passive modtagere af den viden som underviseren tilbyder, til aktive studerende der er i stand til både at tage ansvar for og styre deres egen læring. Når det forventes af de studerende at de reflekterer, evaluerer sig selv og giver feedback til hinanden samt accepterer de udfordrende forventninger og samarbejdet i gruppen, tager de studerende del i ansvaret for deres egen læring og gør brug af og udvikler deres metakognitive færdigheder. Dermed opnår de studerende en dybere indsigt i deres egen læring, som de igen kan udvikle yderligere gennem selv-evaluering og peer-feedback (Black et al, 2004).

Leahy & William (L. & W. citeret fra Gardener, 2012) sondrer mellem de impliceredes roller og deres ansvar på tre hovedprocesser inden for den formative evaluering, se skema 2. Underviserens rolle er at stilladserer de studerende i forhold til retning mod

målene både i opstartsfasen, midt i et forløb og ved afslutningen. Rollerne for peers og den lærende er hhv. at støtte op om og bidrage til læringsprocesserne og at tage ansvar for egen læringsproces.

	Hvor skal den lærende hen?	Hvor befinder den lærende sig netop nu?	Hvordan når den lærende i mål?
Underviser	Formidle læringsmål og dele kriterierne for succes	Tilrettelægge klasserumsdiskussioner, aktiviteter eller andet der kan afdække tegn på læring	Tilbyde feedback der får den lærende til at bevæge sig frem mod målet
Peer	Bidrage til fælles forståelse af læringsmål og kriterier for succes	Aktivere de lærende som ressourcer for hinanden i læringsarbejdet	
Den lærende	Forstå læringsmålene og kriterierne for succes	Aktivere den lærende til at tage ejerskab over egen læring	

Skema 2. Roller i og aspekter af formativ evaluering hos Leahy & William (L. & W. citeret fra Gardener 2012) (vores oversættelse).

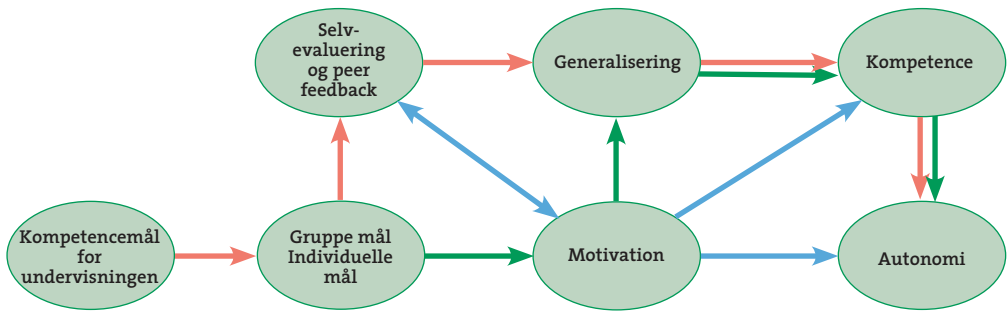
Feedback indvirker forstærkende på den lærendes adfærd, men ifølge Bandura (1977) kun hvis den lærende er overbevist over feedbackens positive indvirkning, altså en metaforståelse af at feedback fremmer udvikling af kompetence. Når den lærende registrerer og reflekterer over informationer i den modtagne feedback, får han/hun forstærket anvendelsen af de strategier der er i spil i en specifik læringsaktivitet. Positiv feedback på adfærd bidrager derimod ikke til at øge den lærendes overbevisning om udviklet kompetence hvis den lærende gennem andre feedback-informationer kan få indtryk af at samme adfærd ikke vil blive påskønnet i fremtidige situationer (Bandura, 1977).

Black et al (2004), Leahy & William (L. & W. citeret fra Gardener, 2012) og Bandura (1977) bidrager til forståelsen af feedback som positiv forstærkning opnået gennem refleksion og sprogliggørelse. Effekten øges gennem gruppearbejde og selvrefleksion. Sprogliggørelsen bliver central i den formative evaluering gennem selv-evaluering og peer-feedback og bidrager dermed til at både den enkelte og gruppen reflekterer over læringsaktiviteter såvel i selve processen som i situationen der skabes omkring den formative feedback. Det er denne forståelse af formativ evaluering og feedbackmekanismer vi bringer videre i vores forskningsprojekt.

Opsummering

Ovenfor har vi forfulgt og afklaret bærende begreber der danner teorigrundlaget for vores intervention. Vi har sandsynliggjort koblingen mellem processerne: Fra styringsdokumenternes kompetencemålsbeskrivelser, gennem de studerendes egne mål, selv-evaluering og peer-feedback til udvikling af autonomi hos de lærerstuderende. Vi har redegjort for hvordan arbejdet med formative evalueringsprocesser kan sikre generalisering af læringsaktiviteter og føre til udvikling af kompetencer. Udvikling af kompetence er en forudsætning for udvikling af autonomi.

Figur 2 viser den sammenhæng vi i denne artikel argumenterer for og undersøger effekten af at stilladse: Gruppens egne formulerede mål er omdrejningspunkt for evalueringsprocesserne og retningsgivende for læreprocesserne som leder til udvikling af autonomi.



Figur 2. Teoretisk grundlag for udvikling af de studerendes autonomi. Røde pile repræsenterer et udviklingsspor der er direkte relateret til læreprocesserne. Blå pile viser elementer af læreprocesserne der drives af den udviklede motivation. Grønne pile viser et udviklingsspor hvor selvbestemmelse virker positivt ind på udviklingen af autonomi.

Centralt i figur 2 står motivation. Gennem de studerendes involvering i at opstille egne mål og arbejde med selv-evaluering og gruppernes peer-feedback stimuleres de studerendes motivation hvilket vi har argumenteret for med self-determination theory (Ryan & Deci, 2008). I teorien vil motivation drive generalisering, udvikling af kompetence og udvikling af autonomi.

Det er afgørende at mål for undervisningen er transparente når undervisningen skal lede frem til at den lærende udvikler kompetencer der rækker ud over den rene beherskelse af fagstof (Nielsen & Dolin, 2016). Mål som de studerende selv beskriver, vil i deres udgangspunkt være transparente. Nielsen & Dolin (2016) anfører at et stærkt læringsmålsfokus indebærer en risiko for en instrumentaliserings af undervisningen der kan fremme en præstationsorientering og således underminere målstyringens formål. Med vores fokus på at engagere de studerende i selv at målsætte deres kompetenceudvikling undgås denne risiko for instrumentalisering.

Målene udmøntes på baggrund af de til undervisningen formulerede mål med afsæt i studieordningens målbeskrivelser. Generaliseringen af erfaringer og erkendelser fra læringsaktiviteterne kan bidrage til de lærerstuderendes udvikling af kompetencer og medføre udvikling af autonomi (røde pile i figur 2).

Koblingen mellem formative evalueringsprocesser i og på tværs af studiegrupper forstærker de studerendes motivation for læringsprocesserne, og motivationen kan bidrage til at forstærke udvikling af kompetence og autonomi (blå pile i figur 2).

Selvbestemmelse til at målsætte egen læring kan styrke motivationen og understøtte generaliseringen i relation til læreprocesserne mod udvikling af kompetencer og autonomi (grønne pile i figur 2).

Forskningsdesign

En intervention blev påbegyndt ved start af to undervisningsforløb i linjefagene fysik/kemi og natur/teknologi i efteråret 2020 og afsluttes hhv. december 2021 og maj 2021. De indsamlede data samt vores analyse og konklusion præsenteres i en opfølgende artikel.

I dataindsamlingen indgår interview med kolleger der underviser i naturfagene på læreruddannelsen, samt spørgeskemaer der følger to hold studerende i hhv. fysik/kemi og natur/teknologi.

Gennem spørgeskemaer til de studerende fordelt hen over holdenes undervisningsforløb (henholdsvis 6 og 3 spørgeskemaer) søger vi at dokumentere interventionens understøttelse af de studerendes udvikling hen mod autonom motivation og autonomi.

Kollegainterview

I tilknytning til og inden interventionens start gennemførtes kollegainterview for at danne et øjebliksbillede af hvordan der undervises i naturfag på læreruddannelsen.

Følgende spørgsmål blev stillet til lærerunderviserne i interviewene:

- *Hvordan forløber en normal undervisningsgang (oplæg, opgaver, gruppearbejde, evaluering etc.)?*
- *Hvad gør du for at optimere de lærerstuderendes studieaktivitetsniveau og fremmødefrekvens?*

Gennem interviewene søger vi at afdække undervisernes opmærksomhed på mål, evaluering og feedback samt strategi til at motivere de studerende til studieaktivitet.

Interventionen

Interventionen blev implementeret på to hold så de studerendes udvikling af autonomi i undervisningsfagene kunne følges fra start til slut. Undervisningen på f/k-hol-

Interventionens delelementer udfoldet i praksis	Formative evalueringsprocesser i spil (se skema 2)	Det teoretisk grundlag for valg af handling i interventionen
Ved undervisningens start formidles de af underviseren formulerede kompetencemål	Formidler mål, kriterierne for succes og tilrettelægger aktiviteter	<i>Formativ evaluering</i>
Grupperne sætter mål for gruppens arbejde frem mod opnåelse af målene for undervisningen på baggrund af de overordnede kompetencemål	Bidrager til fælles forståelse af kompetencemål og kriterier for succes	<i>Formativ evaluering</i> <i>Motivation:</i> De tre basale psykologiske behov – oplevelse af tilhør, kompetence og autonomi <i>Generalisering på tværs af aktiviteter</i> <i>Proces for kvalificering af kompetenceudvikling:</i> Mulighed for at tolke og vurdere i den sociale kontekst, udtrykke og formidle, prospektive refleksioner
De studerende sætter egne individuelle mål for deres bidrag til opnåelse af gruppens mål	Aktiverer de lærende som ressourcer for hinanden i læringsarbejdet	<i>Formativ evaluering</i> <i>Motivation:</i> De to basale psykologiske behov – oplevelse af kompetence og autonomi <i>Generalisering på tværs af aktiviteter</i> <i>Proces for kvalificering af kompetenceudvikling:</i> Mulighed for at tolke og vurdere individuelt, prospektive refleksioner
Studiegrupperne arbejder med høj grad af selvbestemmelse med aktiviteter. Underviser indgår i formative evalueringssdialoger med grupperne	Underviseren tilbyder grupperne formative evalueringssdialoger der kan få de lærende til at bevæge sig frem mod målet for undervisningen	<i>Formativ evaluering</i> <i>Motivation:</i> De tre basale psykologiske behov – oplevelse af tilhør, kompetence og autonomi <i>Generalisering på tværs af aktiviteter</i> <i>Proces for kvalificering af kompetenceudvikling:</i> Mulighed for at tolke og vurdere i den sociale kontekst, udtrykke og formidle
Den sidste del af undervisningen (ca. 30 min.) reflekterer grupperne over niveauet af både egen individuel og gruppens målopnåelse	Bidrager til fælles forståelse af gruppens niveau for målopnåelse og kriterier for succes. Forstår læringsmålene og kriterierne for succes	<i>Formativ evaluering</i> <i>Generalisering på tværs af aktiviteter</i> <i>Kompetence:</i> Anerkendelse i den sociale kontekst <i>Proces for kvalificering af kompetenceudvikling:</i> Mulighed for at udtrykke og formidle, tolke og vurdere individuelt og i den sociale kontekst, retrospektive, prospektive og eksistentielle refleksioner
Undervisningen afsluttes med holdenes peerfeedback til de andre grupper kommunikerede refleksioner	Aktiverer de lærende som ressourcer i læringsarbejdet for hinanden og den lærende til at tage ejerskab over egen læring	<i>Formativ evaluering</i> <i>Generalisering på tværs af aktiviteter</i> <i>Kompetence:</i> Anerkendelse i den sociale kontekst <i>Proces for kvalificering af kompetenceudvikling:</i> Mulighed for at tolke og vurdere i den sociale kontekst, udtrykke og formidle
Herefter gemmes gruppernes refleksioner for undervisningsgangen i en fælles mappe	Aktiverer de lærende som ressourcer for hinanden i læringsarbejdet	<i>Kompetence:</i> Anerkendelse i den sociale kontekst <i>Proces for kvalificering af kompetenceudvikling:</i> Retrospektive, prospektive og eksistentielle refleksioner

<- Skema 3: Kobling mellem interventions teoretiske grundlag og dens udfoldelse i praksis.

det består af tre moduler. Hvert modul er på 76 lektioner over 12 uger med 4,5 lektioner pr. gang. N/t-holdet har ligeledes tre moduler, men da forløbet er et komprimeret efteruddannelsesforløb, svarer et modul til 10 uger med 2 timers onlineundervisning pr. uge. Dertil kommer to sammenhængende opstarts dage á 6 lektioner pr. dag.

I interventionen er de lærerstuderende inddelt i studiegrupper som ved start og slut af undervisningsgange/forløb bliver stilladseret til at målsætte og evaluere både på gruppe- og individniveau. Skema 3 viser sammenhængen mellem interventionens udfoldelse i praksis og den teoretiske begrundelse for denne praksis.

For at kunne afdække en evt. progression i graden af udviklet autonomi og motivation hos de lærerstuderende gennem forløbet beder vi de studerende i f/k ved hvert moduls start og afslutning om at besvare et spørgeskema, altså seks gange i alt. For det komprimerede n/t-forløb besvares spørgsmålene ved afslutning af hvert af forløbets tre moduler, altså tre gange i alt.

Vi søger med følgende spørgsmål svar på de lærerstuderendes opfattelse af deres egen rolle i undervisningen og indirekte til deres udvikling af autonom motivation:

- *Hvad motiverer dig til at være aktivt deltagende på studiet?*
- *Hvad er underviserens rolle i forbindelse med din læring?*
- *Forklar på hvilken måde arbejdet med mål og feedback påvirker din læring?*

I svarene på disse spørgsmål kigger vi efter udsagn der ud fra et teoretisk afsæt i self-determination theory kan kategorisere de studerendes niveau af autonom motivation og udvikling fra en lærerstyret forståelse af undervisning til en studentercentreret forståelse. Ved undervisningsfagets afslutning tilføjes i skemaet følgende spørgsmål:

- *Hvad har det kontinuerlige og konsekvente arbejde med mål og evaluering på modulerne betydet for din læring og motivation?*

Med spørgsmålet vil vi afklare om de studerende reelt tillægger det værdi selv at være engageret i målsætning og formative evalueringsprocesser som en del af deres udvikling mod lærerprofessionalitet da dette er afgørende for interventionens succes (Bandura, 1977).

Med afsæt i vores teorigrundlag har vi begrundede forventninger om at interventionen kan udvikle de studerendes autonome motivation, autonomi og derigennem bidrage til øget studieintensitet.

Gennem litteraturstudiet redegjorde vi for en teoretisk sammenhæng mellem de tre psykologiske behov (kompetence, autonomi og tilhør) som en betingelse for at opnå motivation. I interventionen udvikles de studerendes motivation mod autonom

motivation gennem deres meningsfulde arbejde i grupper hvor de selv formulerer mål og evaluerer på både gruppens og egen målopnåelsen. Det kan stilladsere refleksion og sprogliggørelse af egen kompetenceudvikling på baggrund af arbejdet med de valgte læringsaktiviteter. Den øgede autonome motivation gennem de studerendes oplevelse af studiet som meningsfuldt og forpligtende forventes dermed at kunne bidrage til en høj studieintensitet og fastholdelse samt de studerendes udvikling af undervisningsfagenes professionsrettede kompetencer.

Foreløbige indikationer fra data

Foreløbigt er spørgeskemaerne til de studerende besvaret tre gange af f/k-holdet og to gange af n/t holdet. F/k-holdet er midtvejs i modul 2, mens n/t-holdet er midtvejs i modul 3.

I besvarelsenerne af spørgsmål 2: *“Hvad er underviserens rolle i forbindelse med din læring?”* ser vi indikationer på at interventionen for de fleste studerende giver den ønskede effekt – de studerendes bevægelser fra at være passive modtagere af den viden som underviseren tilbyder, til at være aktive studerende der er i stand til både at tage ansvar for og styre deres egen læring (Black et al, 2004).

Følgende tre besvarelser fra samme studerende antyder denne progression:

1. *“Jeg synes underviseren spiller en stor rolle ift. min læring – en underviser som er engageret i sit fag og formidler stoffet på forskellige måder, skaber læring.”*
2. *“Når lærer er engageret i sit undervisningsfag – Feedback fra underviseren.”*
3. *“Rammesætning af undervisningen. Et godt og trygt læringsmiljø.”*

Vi ser dog også studerende der indtil videre holder fast i en mere underviserstyret forståelse:

1. *“Underviseren skal præsentere mig for relevant arbejde.”*
2. *“Underviseren skal præsentere mig for relevant arbejde.”*
3. *“Udvælge materialer, stilladsere undervisningen.”*

Under den netop afsluttede praktikperiode, bl.a. i forbindelse med praktikeksamen april 2021, demonstrerede f/k-studerende der fra start har deltaget i denne intervention, at de kunne handlingsreflektere over egen praksis og handle på baggrund af refleksioner i forbindelse med observeret, tilrettelagt og afviklet undervisning. Dermed ser vi tegn på at de studerende gennem praktikken får generaliseret væsentlige strategier fra arbejdet i naturfagsundervisningen på læreruddannelsen og dermed får udviklet professionsrettede kompetencer og demonstrerer handlingsrefleksion. Dette spor forfølger vi når vi analyserer spørgeskemaerne efter f/k-holdets praktikforløb i foråret 2021 (n/t-holdet er et efteruddannelseshold, som derfor ikke er i praktik). Her

bliver det muligt at sammenligne besvarelser mellem studerende der har været og ikke har været i praktik.

En foreløbig analyse af spørgsmål 1 i interviewene med undervisere – *“Hvordan forløber en normal undervisningsgang? (oplæg, opgaver, gruppearbejde, evaluering etc.)”* – hvor vi har fokus på de tre basale psykologiske behov samt mål, evaluering og feedback i undervisningen, giver følgende indikationer:

Målsætning og evaluering af undervisningen nævnes ikke af nogen af underviserne. Ordet feedback nævnes kun en gang og her som feedback til underviseren og ikke til den studerende. Informant U1 giver udtryk for at lytte til hvad de studerende udtrykker af behov, hvilket kan opfattes som at give de studerende medbestemmelse i målsætning af undervisningen:

“Det bliver jo noget med at vi som undervisere tager dem hen i et eller andet fagområde, fortæller noget, så får de forskellige former for aktiviteter, og man spørger dem selv om hvad de har brug for inden for det her emne.”

Spørgsmålet der rejser sig her, er på hvilket grundlag målsætningen sker, så de studerende har et sigtøjepunkt for hvor de skal hen.

I en tilsvarende foreløbig analyse af spørgsmål 2 (*Hvad gør du for at optimere de studerendes studieintensitetsniveau og deres fremmødefrekvens?*) har vi fokus på kvalificering af de studerendes gruppearbejde gennem oplæg til peer-feedback, selvevaluering samt relationsdannelse. Dette vil blandt andet give sig til udtryk gennem undervisere der påtager sig en rolle som vejleder og facilitator af de studerendes studiearbejde, så undervisningen bliver studentcenteret.

U2 nævner **relationer**:

“... involvering betyder også rigtig meget i den forbindelse. Alle bliver hørt og alle bliver set, og det har betydning at alle folk kommer. Det har betydning at man kommer.”

U3 nævner **grupper**:

“Vi holder øje med hinanden, det synes jeg er vigtigt [...] – og de har et ansvar for hinanden i de her grupper. Det er faste grupper, det gør også at de får et større ansvar og en større aktivitet ...”

U4 nævner sit engagement i at **facilitere de studerendes gruppearbejdet**, som både viser et fokus på grupper såvel som på underviserens rolle:

“... at fortælle dem hvor vigtigt det er at man arbejder i studiegrupper og er ansvarlige over for sine medstuderende, fordi jeg siger til dem at [...] glæden ved og udbyttet af deres studie er meget afhængigt af hvordan de selv bidrager og støtter hinanden i den der studieproces.”

Altså jeg er en lille del af det, men jeg kan ikke støtte det hele, så deres studiegrupper, deres aktivitet er et bærende element for at de vil trives og få noget ud af det.”

De tre udsagn viser at informanterne har viden om og kommunikerer om gruppearbejdets vigtighed til de studerende. Det er interessant på hvilken måde mål og evaluering bidrager til retning for og kvaliteten af studiearbejde i grupper, hvilket vi vil arbejde videre med i artikel 2.

Af elementer som ud fra vores teorigrundlag ikke bidrager til udvikling af autonomi, men derimod til udvikling mod eksternt reguleret motivation, er kontrol eller et ønske om kontrol gennem fx pligtige afleveringsopgaver og afkrydsning af fremmøde.

U3 siger:

“For det første bliver de prikket af, som det hed i gamle dage.”

U5 siger:

“Men, jeg er jo også en af dem der er i et evigt dilemma om der burde være en eller anden form for obligatorisk fremmøde eller kontrol eller et eller andet.”

Et flertal af informanterne nævner at de studerende skal aflevere opgaver efter hver undervisningsgang.

Afrunding

I vores søgning er vi ikke stødt på litteratur, der redegør for eller undersøger koblingen mellem peer-feedback og selvevaluering, motivation og studerendes udvikling af kompetence og autonomi. Vi har derfor gennem en analyse af litteraturen identificeret og argumenteret for det teoretiske grundlag for koblingen mellem de formative evalueringsprocesser og udvikling af autonomi til brug for vores forskning. Vi har gennem litteraturstudiet synliggjort at *et kontinuerligt og struktureret arbejdet med selv-evaluering og peer-feedback på baggrund af egne opstillede mål vil kunne skabe mulighed for de lærerstuderende i naturfags udvikling af autonomi.*

Dolin (2015) anfører at undervisning ikke er et mål i sig selv, men et middel til at opnå noget bestemt hos den lærende (viden, færdighed, kompetencer, personlig udvikling, demokratisk indsigt, studieparathed etc.). De formative evalueringsprocesser kan betragtes som selve undervisningen, og kvalitet i undervisningen handler om de lærendes læring. Jo højere kvalitet i undervisningen, jo større er potentialet for at de lærende lærer (Dolin 2015). Denne betragtning går igen når Black et al (2004) argumenterer for at formativ evaluering flytter underviserens fokus fra undervisning i en traditionel forståelse henimod de lærendes læring. Med det nye fokus ændres de

lærendes adfærd fra *passiv modtagelse* til *aktiv deltagelse* i deres egen kompetenceudvikling (Black et al, 2004). Begrebet undervisning får dermed ny betydning. Ifølge Black et al (2004) kræver implementering af evaluering for læring (formativ evaluering) en personlig forandring hos underviseren, da måden der undervises på er uløseligt forbundet med underviserens egen personlighed og identitet (Black et al, 2004).

Da studerende i naturfag på læreruddannelsen har en lang historie bag sig med at være elever, kan man argumentere for, at også de må gennemgå en personlig forandring. Det kræver at de accepterer formativ evaluering som undervisning og derved medvirker til at undervisningen ændres fra lærerstyret til studentercentreret. Når målet er at de studerende i naturfag på læreruddannelsen udvikler professionsrettede kompetencer kan kvalitet i undervisningen styrkes gennem brug af formative evalueringprocesser. En mulighed for succesfuld udvikling af undervisningens kvalitet afhænger derfor af både de studerendes og undervisernes anerkendelse af de formative evalueringprocesser som undervisning.

En opfølgende artikel vil præsentere de endelige analyser af interviews med naturfagsunderviserne på læreruddannelsen samt af data fra spørgeskemaerne til de studerende indsamlet under interventionen.

Referencer

- Andreassen, R., Bjerresgaard, H., Bråten, I., Hattie, J., Hermansen, M., Hopfenbeck, T. N., Kirkegaard, P. O., Madsen, C., Timperley, H., Weinstein, E., Wille, T. S. (2014): Feedback og vurdering for læring, Dafolo.
- Bandura, A., (1977) Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change, Psychological Review 1977, Vol. 84, No. 2, 191-215.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. William, D., (2004): Assessment for Learning – Putting it into practice, Open University Press.
- Dale, E.L., (1998). Pædagogik og professionalitet, Forlaget Klim.
- Danske Professionshøjskoler (DP) (2020) Udvikling af læreruddannelsen – Retning, indhold, principper og progression i fremtidens læreruddannelse. http://www.laereruddannelsenet.dk/wp-content/uploads/Udvikling-af-laereruddannelsen-202257_1.pdf.
- Dolin, J., Horst, S., Nielsen, K (2015. Hvad er kvalitet i matematik- og naturfagsundervisning?, MONA 2015-1, 67-75.
- Fraser, Barry, Tobin, Kenneth, McRobbie, Campbell J., 2012. Second International Handbook of Science Education, Editors: (Eds.).
- Gardner, J., (2012) Assessment for learning, SAGE.
- Illeris, K. (2017). Kompetence – Hvad, Hvorfor, Hvordan?, Samfundslitteratur.dk.
- Jørgensen, P.S. (1999). Hvad er kompetence? Uddannelse, 3, s. 4-13.
- Jørgensen, P.S., (2001). Kompetence – Overvejelse over et begreb, Nordisk Psykologi, 53, s. 181-208.

- LLN 2020, <https://www.laereruddannelsesnet.dk/professionalisering-af-studiegrupper/> lokaliseret 17.02.2021.
- Nielsen, J. A., Dolin, J., (2016) Evaluering mellem mestring og præstation. MONA 2016-1 51-62.
- Ryan, E. L. & Deci R. M. (2000a): Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions, *Contemporary Educational Psychology* 25, 54-67, 2000.
- Ryan, E. L. & Deci R. M. (2000b) Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being, *American Psychologist*, 2000.
- Ryan, E. L., Deci, R. M. (2007). Facilitating Optimal Motivation and Psychological Well-Being Across Life's Domains (*Canadian Psychology*, Vol. 49, No. 1, 2008, 14-23.
- Ryan, E. L. & Deci R. M. (2008): Self-Determination Theory: A Macrotheory of Human Motivation, Development, and Health, *Canadian Psychology* 2008, Vol. 49, No. 3, 182-185.
- Sasson, Irit, Dori, Yehudit, J. (2012) Transfer Skills and Their Case-Based Assessment. In: Fraser B., Tobin K., McRobbie C. (eds) *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, vol 24. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_46.
- Sasson, I., Miedijensky, S. (2020): Transfer skills in teacher training programs: the question of assessment, *Professional Development in Education*.
- Uddannelses- og Forskningsministeriet (UFM), referencenummer 2020-4912, 27. november 2020 (<https://ufm.dk/aktuelt/pressemeddelelser/2020/filer/notat-om-udvikling-af-laerer-uddannelsen.pdf>).
- Vansteenkiste, M., Niemiec, C.P. and Soenens, B. 2010: The development of five mini-theories on self-determination theory: An historical overview, emerging trends and future directions, *Advances in Motivation and Achievement* 16 Part A:105-165.

English abstract

This paper presents how a focus on processes of formative assessment in science teacher education through self-assessment and peer feedback may scaffold students' development towards competent teachers. A literature study makes it probable that assessment processes can contribute to the fulfilment of the three basic psychological needs for experience of competence, belonging and autonomy, and to the students' development of autonomous motivation, which in turn scaffolds generalization of learning activities and development of the students' competences. We make it probable that formative evaluation processes, through the development of students' autonomous motivation, can support the Danish government's efforts to increase study intensity and retention.

Dyret og fremtidens (antropocæne) medborger



Trine Hyllested,
Institut for
Læreruddannelse,
Københavns
Professionshøjskole.



Bjørn Friis
Johannsen, Institut
for Læreruddannelse,
Københavns
Professionshøjskole.

Denne analyse undersøger hvordan man kan arbejde med dyr som undervisningsindhold når man arbejder med at udvikle grundskoleelevers forhold til naturen. Måden vi i hverdagslivet formidler, omgås, avler, opdrætter, afliver, forarbejder, forbruger, tilbereder og fortærer dyr på, er som oftest et udtryk for et materielt forhold til dyr og natur, men også for den kultur og den ideologi som forholdet blev til i. Men dyr er ikke blot fænomener der skal studeres, forstås, beskrives, undertvinges og bruges som fødegrundlag. De kan betragtes som ligeværdige medspillere i vores fælles økologiske system og kan være en nøgle til at børn lærer at se sig selv som en integreret del af det system. Artiklen her argumenterer for at skolen som reaktion på menneskets indflydelse på det globale miljø skal bidrage til at vi lærer at forstå vores gensidige sårbarhed. Vi mennesker er selv deltagere i et økologisk system, vi har sat ud af balance. Som led og måske vej hertil ser vi et behov for bevidsthed om dyrenes økologiske og kulturelle betydning og deres relation til vores egen eksistens. I denne analyse tilbyder vi nogle perspektiver og diskuterer eksempler på hvordan dyr kan have en plads i undervisning der bidrager til at børn kan lære at leve som oplyste, demokratiske borgere i det antropocæne samfund.

Dyrene er i danske børn og unges liv repræsenteret på mange måder:

- De har kæledyret hunden, den domesticerede ulv, der ligger i fodenden af sengen.
- De spiser produkter fra svin, høns, får, heste og køer, der produceres i det specialiserede, industrialiserede danske landbrug og leverer fødevarergrundlag og eksportindtægter til Danmark (se fx Landbrug og Fødevarer 2020; Danmarks Naturfredningsforening og Dyrenes Beskyttelse 2017).
- De oplever at religiøse, kulturelle og politiske overbevisninger giver forskellige indstillinger til denne mad hos deres klassekammerater og naboer.

- Et fåtal af dem uddanner sig til at arbejde med dyr som landmænd, dyrepassere, dyrlæger m.m.
- I Jylland finder man ulve, indvandret fra Tyskland, der spiser af landmændenes får. Der føres en debat om tilstedeværelsen af vilde dyr i Danmark, der fylder medierne.
- Giraffen Marius disseskeres offentligt i Zoologisk Have 2014 og udløser en verdensomspændende debat.
- November 2020 viser medierne billeder af mink der var opdrættet med henblik på pelsproduktion. Minkene kunne smitte med den frygtede COVID-19-virus og blev alle beordret aflivet i november 2020. Nogle uden gyldigt lovgrundlag. I skrivende stund er det et åbent spørgsmål hvor mange ministre det skal koste jobbet.

Dyr bliver også fremstillet i eventyrene, i teatret, i legetøjet, i skabelsesmyterne og i den fabulerende filmverden, hvor dyrene tillægges værdier der udløser sym- og antipatier.

Der bliver oplyst naturfagligt om dyr i naturfilm, som bliver til indhold og arbejdsgrundlag i skolens undervisning.

Derfor er det vigtigt at en naturfagslærer gør sig sin egen indstilling klar og overvejer hvorfor og hvordan man arbejder med dyr som en del af sin pædagogiske praksis. Denne analyse tilbyder en diskussion af aktuelle forhold om dyr i skolen og eksempler på forskningslitteratur som kan bruges til at sætte gang i disse overvejelser. Analysen udspringer af et forsknings- og udviklingsprojekt på Københavns Professionshøjskole i samarbejde med Dyrenes Beskyttelse, som dog blev foreløbigt bremset af coronasituationen 2020. Men emnet er vedvarende aktuelt.

Dyrene findes i lovgrundlaget

Formelt kan arbejdet med dyr begrundes i Fælles Mål fra Undervisningsministeriet. I natur/teknologi er det angivet at man skal arbejde med undersøgelser af organismer i den nære natur, sammenligninger af mennesker og dyr samt fænomener i naturen lokalt og globalt. Eleverne skal beskæftige sig med naturen og teknologien i et bæredygtigt perspektiv samt menneskets samspil med naturen. I Fælles Mål for overbygningsfagene i 7.-9. klasse har alle fag dyr eller aspekter af dyrs levevilkår som en del af deres formål. I biologi er det angivet at eleverne skal beskæftige sig med økosystemer og evolution. De skal kende til hvordan man anvender biologisk viden i fødevareproduktionen og lægemiddelproduktionen. I geografi arbejder man med grundlæggende naturgivne og kulturskabte forudsætninger for levevilkår i Danmark og resten af verden. I fysik/kemi arbejder man med grundlæggende fysiske og kemiske forhold i naturen og miljøet. I alle tre overbygningsfag arbejder man med "bæredygtig

udvikling og menneskets samspil med naturen”. Det at arbejde med dyr og produktion af dyr er altså formelt en del af naturfagsundervisningen i folkeskolen.

Fremtidens voksne må forstå det grundlag for sameksistens som dyr og mennesker deler. Det naturfaglige pædagogiske perspektiv er derfor væsentligt at holde sig for øje. Her er det vigtigt at erkende at børn tænker anderledes end voksne når de skal lære (Hyllested, 2007; Hyllested 2020). Børn og unge, der skal arve denne jord, skal ikke lære **om**, men lære **med** verden. De skal medinddrages og lære at de **er** natur, og ikke alene ansvarliggøres i dette spil som forvaltere og hjælpere af en “oprindelig” naturlig verden der eksisterer parallelt med mennesket (Taylor 2017). Perspektivet stiller store krav til refleksion og kræver nuancering af den måde man underviser børn på. Det er måske særlig svært for voksne at bryde deres vanetænkning og i stedet lære at leve med implikationen af at vi og vores handlinger er en naturkraft der virker over geologisk tid, Antropocæn. En række artikler, der i det følgende bruges til at beskrive forskellige måder at arbejde med dyr på i en pædagogisk kontekst, illustrerer hvordan man kan lære **med** dyrene og ikke kun **om** dyrene. Dette perspektiv står som modsætning til et husdyrholdsperspektiv der betragter dyr og natur som noget man passer på eller gør noget med for at sikre sin egen eksistens. Taylor og Pacini-Ketchabaw (2019, s. 5) beskriver implikationerne af et natursyn hvor vi i gensidig sårbarhed skal skabe og genskabe betingelserne for vores fælles eksistens:

Full recognition of our mortal entanglement with other species leads to the concomitant recognition of mutual interspecies vulnerability. Moreover, once recognised, this knowledge carries considerable ethical responsibility, not only to find ways to secure the ecological futures of our children, but the future generation of all other species, with whom our fates and futures are irrevocably bound.

Dette betyder at vi må udvikle en mere kritisk dyrepædagogik (se fx Dinker og Pedersen 2016, 2019) som skifter perspektiv fra at holde dyr med henblik på selv at udnytte dem som husdyr og undervisningsdyr til at erkende og respektere vores gensidige afhængighed og sårbarhed. Vi slutter artiklen med at foreslå dette perspektiv som formålstjenstligt sammenvævet med etik og moral – fx som en autentisk undersøgende tilgang til at beskæftige sig med det faglige indhold.

Menneskedyret dominerer livsgrundlaget for alle dyr

Det er åbenlyst at vi ikke tankeløst kan udlede forurenede vand, gasser og affald uden at det forringer vores eget, kommende generationers og andre organismers livsgrundlag (Richardsson 2019). Måden vi som mennesker forvalter andre dyr på, påvirker den økologiske balance i verden. Husdyrene udgør ca. 65 % af de hvirveldyr der findes. De såkaldt vilde dyr udgør 3 %, og menneskedyret som en del af hvirveldyrene udgør

32 % (Richardsson 2019). Vi bruger betegnelsen “menneskedyrene” for at understrege et biocentrisk perspektiv på relationen menneske-dyr, som tager udgangspunkt i at mennesket er et dyr på linje med andre dyr (inspireret af fx Kronlid og Öhman 2013). Menneskedyret har udvirket at husdyrene er blevet en dominerende del af biomassen. Deres føde og restprodukter påvirker imidlertid alle dyrs fælles anvendelse af naturgrundlaget.

I Danmark har vi mange arter der er truede af den landbrugsmæssige anvendelse af naturgrundlaget. Ca. 57 % af vores arealer er opdyrkede, og det betyder færre levesteder for fx salamandere, lærker, sommerfugle osv. (Danmarks Naturfredningsforening og Dyrenes Beskyttelse 2017). Det er ikke kun i Danmark at antallet af insekter og dermed også potentielle bestøvere af planter og omsættere af biomassen er hastigt på retur (Andersen 2020, s. 57).

Taylor anfører at man ved at ville løse miljøproblemerne med tekniske løsninger og med et syn på naturen som en ressource for menneskene risikerer at forstærke den tilgang der grundlæggende har skabt forstyrrelsen af jordens økosystemer. Naturen og kulturen kan ikke ses som adskilte, men må betragtes som et fælles system (Taylor 2017). Man må ifølge Taylor møde problemerne i Antropocæen med større ydmyghed, refleksion og etisk stillingtagen. Derfor er det værd at overveje hvorfor og hvordan man som lærer vil arbejde med dyr i pædagogisk øjemed. Fremtidens undervisning kræver at vi udvikler vores tænkning om undervisningens forhold til naturen, herunder forholdet til dyr og vores egne ubevidste holdninger til begge dele.

Hvor kommer børn og unges indstilling til dyr fra?

Børn og unges forhold til dyr grundlægges dels gennem det fysiske møde med dyr og dels gennem de kulturelle repræsentationer som deres voksne og samfundet omkring dem kommunikerer i det fysiske møde og gennem film, lyd og skrift. Pædagogisk arbejde og undervisning om dyr er et af de væsentlige fysiske møder børn og unge har med dyr i vores del af verden. Kun ca. 3 % af den danske befolkning beskæftiger sig med dyr i de primære erhverv som landbrug og fiskeri (Danmarks Naturfredningsforening og Dyrenes Beskyttelse 2017), og dyr er derfor ikke en naturlig del af alle børn og unges hverdag. Selvfølgelig møder eleverne deres egne og andre familiers kæledyr, men de fleste elever lever i bymæssig bebyggelse langt fra områder med varieret natur og såkaldt vilde dyr og meget langt fra de landbrugsdyr vi spiser og sælger. Børn og unges måder at reagere på dyr og møder med dyr vil være udtryk for det de har lært og er opdraget til i familien, og det de har lært som en del af det vestlige samfunds skoler og institutioner. Her spiller skolen også en uendelig vigtig rolle i uddannelsen af demokratiske samfundsborgere.

Hvad er vigtigt at lære?

Menneskedyrets forhold til resten af naturen og de naturgivne omgivelser er for det første et forhold der handler om hvordan menneskedyret rent fysisk påvirker det fælles livsgrundlag. Hvilken betydning har fx den måde vi driver husdyrhold på, for det samlede økologiske regnskab? Hvilken økologisk betydning har det at vi spiser kød?

Disse naturfaglige aspekter indebærer også en etisk stillingtagen til hvordan menneskedyret bør forholde sig til sin indflydelse på livsgrundlaget, herunder hvordan menneskedyret skal forholde sig til de andre dyrs livsgrundlag og ret til eksistens.

I Danmark, hvor mange mennesker lever helt adskilt fra den konkrete dyreproduktion, er meget af selvfølgheden i at man kan slå dyr ihjel for selv at leve, slet ikke mere så entydig.

I naturfagene diskuterer man det energitab som næringsenhederne gennemgår fra græsmark til hakkebøf. Igennem det økologiske stofkredsløb tabes noget af den energi der produceres af primærproducenterne ved fotosyntesen, op igennem fødekæden til tertiærkonsumenterne, rovdyrene, der spiser kød, fx mennesket, der optager koens kød i sin krop. Groft sagt kan man sige at 10 kg græs bliver til 1 kg ko, som bliver til 100 g menneske (Richardsson, 2019). Regnskabet er lidt anderledes for grise, høns osv. I forhold til energitabet i det økologiske kredsløb er det altså ikke rentabelt at vi spiser så meget kød. Dette er alene opgjort i relation til den økologiske balance for vores eget livsgrundlag og ikke relateret til de dyr der lægger krop til.

I pædagogiske sammenhænge er forholdet til dyrs død meget aktuelt. At forholde sig til at man har et dyr i sin varetægt og altså har magt over et væsen der er svagere end en selv, kan give mulighed for bearbejdning af holdninger. Magtforholdet er et væsentlig spørgsmål at tage op med børnene uanset dyrets størrelse. Slagtningen af giraffen Marius og den verdensomspændende storm mod Zoologisk Have i København 2014 fortæller noget om de følelser der er forbundet med dyr. I den danske skole har vi regler for dyrehold i skolen angivet i hæftet "Når klokken ringer" (Klingenberg 2018). I lovteksten: "Bekendtgørelse om slagtning og aflivning af dyr" er det angivet at børn under 14 år ikke må udføre bedøvelse, aflivninger og slagtninger af dyr. De dyr som man holder i daginstitutionen/skolen, skal slagtes af en dyrlæge eller anden autoriseret person før man må spise dem. Dette er lovstof der forholder sig til børns velfærd og til utilsigtet mishandling af dyr.

Men det faktum at man slår andre levende væsner ihjel for selv at leve, har også aktiveret en mere etisk holdning til dyr. I 2020 dannedes Veganerpartiet, der arbejder imod at man spiser dyr og udnytter dyr. DR1 satte i efteråret 2020 spot på kødforbruget i udsendelsen "Maden flytter ind", hvor børn og unge bliver bedt om at vælge om de vil spise de dyr som de selv har passet i deres familie. Der er debat om kødforbruget i den offentlige sektor, hvem der vil og skal spise hvad i institutionerne. Eleverne vil være præget af denne samfundsdebat. Uanset hvad man underviser i, og hvordan man

gør det, vil faglig oplysning og diskussion om en etisk holdning til fødevarerproduktion, landskabsforvaltning og forsøgsdyr være en fuldstændig nødvendig del af den demokratiske dannelse og er dermed et område som skolens naturfagsundervisning skal varetage.

Hvordan kan man arbejde pædagogisk med dyr?

Der findes såkaldt vilde dyr og såkaldt domesticerede dyr. Dyrene kan bruges både til at undervise i konkrete naturfaglige emner og til at befordre mere overordnede dannelsesprocesser.

Uanset om undervisningen om dyr foregår i den almindelige skole eller i de eksterne læremiljøer, er det vigtigt at være bevidst om hvad det er man gør. Dyr er et almindeligt fænomen, som alle kender til, og de appellerer umiddelbart til både børn og voksne. Undervisningen kan baseres på repræsentationer af dyr i billeder og film, det kan være tekst om og billeder af dyr i trykte materialer, det kan være at arbejde konkret med levende dyr og med udstoppede dyr. Det kunne fx være oplagt at undervise i hvorfor og hvordan dyr bliver udstoppet. Det kan være iagttagelse af dyr i deres naturlige omgivelser eller i deres bure. Sådanne valg har alle konsekvenser for hvordan elever lærer at forholde sig til dyr. Langt de fleste mennesker tænker konkret og responderer på konkrete genstande (Hyllested 2020). Derfor er det en meget effektiv undervisning man kan lave med levende dyr, fordi dyrene er konkrete og autentiske. De levende dyr giver respons og bevæger sig. De udstoppede dyr har også en autenticitet og tydelige kendetegn, man kan genkende dem på billeder, slå op og læse mere om dem. Film kan gengive dyr og situationer med dyr man aldrig selv ville have mulighed for at se, fx i dybhavet, i øde naturområder eller i en yngelplejesituation.

Man kan sige at det at lære er at udvikle sig (Hermansen 2018). Pædagogiske processer kan defineres som professionelt prægede situationer hvor børn og unge involveres med henblik på at lære noget fagligt eller socialt. Altså en situation hvor nogle har en faglig intention med nogle andre; de vil lære nogle andre noget. De erfaringer vi hver især har med dyr, danner basis for det næste vi kan lære om og med dyr. Så en erkendelse af elevernes forforståelser er virkelig vigtig når man som lærer arbejder med dyr. Forforståelserne bunder i elevernes kulturelle forudsætninger og deres konkrete erfaringsgrundlag (Hyllested 2020).

Eksempler på pædagogisk arbejde med dyr

I Trines undervisning af voksne på læreruddannelsen arbejdes der både med levende og døde dyr. Dyr hentes i naturen og sættes senere ud igen. Vi dissekerer en fisk og kigger på svinehjerter. Vi bruger den store samling af udstoppede dyr som læremid-

del. Med levende regnorme som eksempel på dyr der omsætter organisk stof, åbner vi diskussionen om konsekvenserne af konventionelt og økologisk landbrug. For Trine er det vigtigt at en kommende natur-/teknologilærer ikke er bange for at røre ved en regnorm. Mange lærerstuderende er faktisk bange for at røre ved de smådyr som man naturligt vil kunne finde i en skoles omgivelser, men hvis de har prøvet det i undervisningen, kan man have et naivt håb om at de ikke er lige så fremmedgjorte når de står i en skolegård med eleverne. Der er også gode eksempler at hente hos naturvejlederne: På et seminar for ca. 30 naturvejledere i februar 2020 på Hindsgavl arbejdede vi med eksempler på hvordan naturvejlederne brugte dyr som en del af deres pædagogiske praksis, men også med hvilke argumenter de havde for at gøre det. De gav fx følgende begrundelser: Det er en nærværende formidling når man bruger levende dyr. Det giver fokus for eleverne og mulighed for fordybelse. Det kan give følelse af handlekompetence og mestring. Det giver en god base for fællesskab, for at lære empati, og det kan give naturfaglig dannelse.

Et spørgsmål vi dog ikke har arbejdet med naturvejlederne om at finde svar på, er hvordan man kan få samme gode udbytte, men med metoder som minder mindre om husdyrhold og i stedet antager et mere biocentrisk perspektiv. Svaret finder man sandsynligvis i at det skal gæntænkes hvordan man tænker om "det gode udbytte".

Foreløbig har vi ikke haft mulighed for at få kontakt til flere danske lærere der arbejder pædagogisk med dyr, men vi har fundet beskrevne eksempler på hvorfor, med hvad og hvordan man kan formidle dyr. Her vil vi referere til forskellige konkrete internationale eksempler på professionel undervisning med dyr.

75 lærere der bruger dyr på forskellige måder i undervisningen

I en undersøgelse i Ontario, Canada om læreres holdning til at holde dyr som læringsmulighed i klasseværelset har forskerne (Daly og Suggs 2010) samlet data fra et spørgeskema med både lukkede og åbne spørgsmål besvaret af 75 grundskolelærere på seks forskellige skoler. Lærerne havde selv meldt sig til at deltage. Skemaet undersøgte holdninger til og erfaringer med at holde dyr i et klasseværelse. Lærerne mente at det at holde dyr i et klasseværelse kunne øge elevernes empati samt sociale og følelsesmæssige udvikling. Det var alle mulige forskellige slags dyr fra hunde, katte, pindsvin, gnavere, til gekkoer, skildpadder, frøer og fisk. Aktiviteterne handlede meget om at passe dyret, give det mad, rense bur osv. Her blev dyrene brugt til at give ansvar og undervise i holdninger til dyr. Dyrene blev også brugt som studieobjekter, der blev vejet, målt og undersøgt. Der blev fortalt og fabuleret om dyrene mundtligt og skriftligt. Dyrene blev i weekenden passet af lærerne, og nogle lærere udlovede det at passe dyret som en belønning til elever. Lærerne fortalte anekdoter fra klasseværelserne om dyrene og det studiearbejde de lavede med dyr i nærområdet og i zoologiske haver, på gårde m.m. Alt i alt rummer dette generelle spørgeskema et billede af nogle

meget engagerede lærere, der pædagogisk bruger dyreholdet på utallige måder både i forhold til at være husdyrholdere og mere kritiske undervisere.

Vaskebjørne og kænguruer der kommer tæt på

En nyere artikel tager fat på undervisning i dyr i Antropocæn (Taylor og Pacini-Ketchabaw 2017). De to forskere fra henholdsvis Australien og Canada afdækker hvordan børnehavebørn udvikler forskellige forhold til to arter af dyr der er ved at tilpasse sig bylivet, aktuelt den grå kænguru i Australien og vaskebjørnen i Canada. Børns oprindelige forhold til dyr er præget af opdelingen mellem natur og kultur. Den eksisterende naturopfattelse har været at man kan udnytte naturen med kulturen eller beskytte den fra kulturen ved at frede den. Det har i disse forskeres optik bevirket en kunstig adskillelse og har bl.a. resulteret i den tilstand miljøet nu er i.

Når dyrene kommer så ekstremt tæt på, som de gør på disse børn, er opdelingen ikke mere helt givet. Børnenes møde med naturen er præget af den forvirring og sammensathed som det er at vaskebjørne og kænguruer bevæger sig ind på territorier de normalt ville holde sig fra. De bliver en del af børnehavens udeområde og en del af parkens græs. Det bevirker en vis kejtethed og ængstelse både hos børn og voksne i mødet med dyrene. På den ene side er dyrene fascinerende, og deres liv ligner vores, på den anden side repræsenterer dyrene fremmede bakterier/virus og mulige angreb. Dyrene kommer fordi menneskene og klimaændringerne har ødelagt deres oprindelige levesteder. De voksne tøver med at få jaget dyrene væk fordi de er så fascinerende. Børnene tegner dyrene og leger spontant at de selv er dyrene, og undersøger på denne måde hvordan de selv er ens og forskellige fra dyrene. En trafikdræbt kænguru fascinerede børnene og bevirkede et spontant teater om hvordan kænguruen blev dræbt. Børnene legede sig ind i dyrenes liv. Samtaler om liv, død og bilernes rolle kom til at fylde meget. Forskerne beskriver hvordan de etiske dilemmaer i Antropocæn mellem mennesker og dyr blev en del af de pædagogiske samtaler.

Aflivning af vandrende pinde

På samme måde beskriver en anden artikel hvordan en klasse holder vandrende pinde fra Vietnam, og hvilke etiske dilemmaer det sætter lærerne og børnene i (Nxumalo og Pacini-Ketchabaw 2017). De vandrende pinde formerer sig med stor hast. I et bur vil de mistrives, spise hinandens ben og blive mindre i størrelse fordi de bliver for mange. Der er ikke naturlige fjender, og ernæringstilstanden vil ændres. For at de dyr der er i buret, skal trives, er man nødt til at holde antallet af dyr på et vist niveau. Man må fjerne deres æg, fjerne levende dyr og slå æggene og nogle dyr ihjel ved at koge eller fryse dem. Så selve det at holde dyr på denne måde indebærer at tage ansvar for aflivning. På den ene side kvalificerede dyreholdet i klassen viden om dyret og engagement i dyret. På den anden side gav det mulighed for en fagligt inspireret, etisk

debat. Børnene tegnede dyrene og diskuterede hvordan de kunne løse problemet. De diskuterede en evt. udsættelse af dyrene i den nærliggende skov eller en aflevering tilbage til butikken. Lærerne var som dyreforvaltere tvunget ind i en etisk rolle, som var svær. De arbejdede med at slå de dyr ihjel der var for meget i forhold til burets størrelse. Lærerne havde svært ved at inddrage eleverne i disse processer, men måtte tale med dem om dem og blev på denne måde udfordret på et mere "ikke-romantisk" natursyn (jf. Fink 2003). Ved slutningen af undervisningsåret valgte lærerne at donere de vandrende pinde til forsøg. De vandrende pinde afdækkede for eleverne hvad det kræver at holde dyr som undervisningsdyr i en sådan klasse, og sætter spot på om det er rimeligt, og hvad man skal bruge det til.

Bier og bæredygtighed

En måde at arbejde med bier der involverer eleverne aktivt, illustreres af en forsker fra Gøteborg (Weldemariam 2019). Her arbejder elever i børnehaveklassen med udgangspunkt i et teaterstykke. Det handlede om det verdensomspændende problem at bier og andre insekter uddør bl.a. på grund af sprøjtemidler. Det bevirker mangel på bestøvere og omsætning af organisk stof. Dermed trues udviklingen i naturen herunder bestøvning af fødevarer til den voksende menneskehed. Undervisningen kom derfor til at omhandle samfundsmæssige og bæredygtige problemstillinger. Artiklen beskriver en involverende undervisningsmetode. Eleverne iagttagte teaterstykket, deltog som statister og medudviklede handlingen. Efterfølgende arbejdede de umiddelbart selv videre med emnet helt spontant i månederne efter. Lærerne støttede dem aktivt. Børnene tegnede, sang, legede bier, plantede bivenlige blomster m.m. Arbejdet kunne beskrives som at engagere og indleve sig i biernes verden og ikke blot være iagttagere af bierne. Donna Haraway (2008) citeres for at beskrive handlemåden som "becoming-with-others". Biprojektets måde at arbejde med dyrene kunne også karakteriseres som et slags kritisk rollespil, hvor man udfordrer eleverne didaktisk på en ny måde. Den samme metode kan bruges til ældre elever ved diskussion af interessekonflikter i anvendelsen af naturområder (Hyllested 2020).

Andre måder som dyr optræder i børns liv på

Dyr kan have en terapeutisk og motiverende funktion

Til forskel fra de abiotiske eller endda konstruerede fænomener, som man oftest arbejder med i naturfagsundervisningen, har børn en helt anderledes følelsesmæssig reaktion og indgang til at lade sig motivere af dyr. Dyr kan åbne nogle andre deltagelsesmuligheder for børn som ellers ikke kan finde dem, eller de kan bruges til at bryde klassens tillærte vaner. Dyr udgør en mulighed for at kommunikere med et andet levende væsen. Dette væsen bruger ikke samme sprog som mennesker og respon-

derer anderledes. Dyret vil trække sig, og man kan ofte aflæse dyrets reaktioner hvis man forstår dets adfærd. Man kan identificere sig med dyrene på en anden måde end man kan identificere sig med et menneske. Dyr giver fx en mulighed for berøring og reaktion på berøring. Den betydning vi ubevidst tillægger dyrenes signaler til os som mennesker, kan give os en oplevelse af kærlighed, tryghed, accept og tilgivelse. Dyr kan endda vise hensyn til et barn der har behov for det. Fx bruges heste i rideterapi med handicappede børn.

En hverdag i samvær med et dyr som en hund eller kat kan for nogle mennesker betyde forøget velvære. Nogle psykologer hævder at vi har et iboende behov for at nære omsorg. Det har rødder der går tusindvis af år tilbage, og omtales ofte som et "bånd" (bond) (Bustad 2014). Flere har bevist at tilstedeværelsen af et dyr kan skabe en kontakt mellem mennesker. Bare det at der er et dyr i rummet, kan give en oplevelse af tryghed. (Hansen og Thodberg 2014).

Den følelsesmæssige tiltrækning som dyret har, kan også skabe motivation hos eleverne i en undervisningsmæssig sammenhæng. Det er en motivation at man får ubetinget kontakt med dyret, fx når hunden ser på en og logrer med halen. Det kan give motivation at sidde med et sjældent kranium i hånden eller se et helt særligt udstoppet dyr. Dyrene kan også bruges som en form for assistenter i pædagogiske sammenhænge.

Dyr kan assistere rent pædagogisk

Dyreassisteret pædagogik defineres som en målrettet professionel virksomhed hvor menneske-dyr-interaktionen inddrages for at fremme bestemte færdigheder. Nogle typer samvær med dyr kan anvendes terapeutisk til at fremme sundhed, velbefindende og måske læring. Der er fundet resultater som nedsat blodtryk og mindre stress i forbindelse med at have et dyr (Hansen og Thodberg 2014). Det vi især vil fokusere på her, er læring. Det kan fx være læsehunde, der bruges til at læse højt for. Hundene betegnes som blide og ikkefordømmende lyttere, der fremmer elevernes lyst og selvtilid i forhold til læsning. *"Der er aldrig modstrid mellem deres verbale kommunikation og nonverbale signaler – da kun sidstnævnte er til rådighed. Det gør det enklere at forholde sig til dyret end til et menneske."* (Hansen og Thodberg 2014, s. 22). Dyret bliver opfattet af eleverne som om de giver en ubetinget, positiv anerkendelse.

En undersøgelse af 46 børn i to 1.-klasser i Østria viste at tilstedeværelsen af en hund i tre måneder kan have en positiv effekt på elevernes sociale kompetencer (Hergovich m.fl. 2002). Den blotte tilstedeværelse af en hund i klasseværelset, der reagerer umiddelbart og på en anden måde end mennesker ved larm og uro, kan bidrage til at børnene udvikler mere "fredelige" samværsformer. Hunde kan også være kammerathunde, der bruges pædagogisk til at fremme samværet i en gruppe. Hunden fungerer som et fælles tredje man kan tale om.

I en undersøgelse af brug af hunde i skolerne i Danmark viste det sig at man især i Nordjylland brugte hunde i skolerne (Hansen og Thorpe 2017), fx som læsehunde, der tilsyneladende opmærksomt, men ukritisk lytter med når man øver sig i at læse højt for den. Der er sandsynligvis mange steder hvor man i dag arbejder med læsehunde mere eller mindre systematisk. Artiklen konkluderer at et præcist formål og et kendskab til hunden er væsentligt for et godt udbytte af det pædagogiske arbejde (Hansen og Thorpe 2017).

Hvad betyder det at have et kæledyr i hjemmet?

Generelt opfattes det som af betydning for børns opvækst at have et nært forhold til et levende dyr.

En artikel fra engelske og amerikanske forskere beskriver et litteraturstudie af dette (Purewal m.fl. 2017). Forskningsområdet er i udvikling, og der er derfor inddraget et meget bredt udvalg af 22 artikler med mange forskellige metoder. De kæledyr der optræder i artiklerne, er overvejende hunde, men også heste, katte, gnavere, krybdyr, fugle og fisk. Litteraturstudiet finder en positiv sammenhæng mellem det at have et kæledyr og en lavere forekomst af negativ selvopfattelse og ensomhed. Der observeres også en positiv sammenhæng mellem det at have et kæledyr og en positiv kognitiv/social udvikling.

At have en tilknytning til kæledyr har en lang række fysiske og psykologiske fordele viser også et andet litteraturstudie (Wanser et al 2019). Der observeres en stærkere tilknytning til ens kæledyr når man får søskende, når forældrene bliver skilt, eller når barnet oplever andre livskriser. Det understreges dog at yngre børn under ni år skal have opsyn af voksne når de omgås kæledyr. De kan have svært ved at læse dyrets signaler. Børn over ni år kan selv begynde at tage ansvar for dyret.

I et studie fra Australien af børns tilknytning til deres hund fremhæves det at børn der kun lever med én forælder, har en stærkere tilknytning til deres kæledyr end børn der lever i en familie med to forældre (Bodsworth og Coleman 2001). Studiet er baseret på 141 frivillige familiers besvarelse af et spørgeskema: CABS (Companion-Animal Bonding Scale).

En artikel fra Japan (Sato et al 2019) har kortlagt hvad det betyder for børn at have kontakt til et kæledyr allerede tidligt i barndommen. Studiet sammenligner børn der fra 3½-årsalderen har haft et dyr, og børn der ikke har. Det diskuterer den efterfølgende adfærdsudvikling, fx hvordan barnet kan udtrykke sig følelsesmæssigt når de bliver 5½ år. Studiet er en bearbejdning af data fra forældre som i anden sammenhæng løbende har indrapporteret til det japanske sundhedsministerium. Studiet konkluderer at det at have et kæledyr i en tidlig alder forbedrer børns evne til at kontrollere følelsesmæssige udbrud og til at udtrykke sig om deres følelser når de bliver lidt ældre.

Elevernes egne kæledyr og deres relation til dem kan også bruges i undervisningen,

både til naturfaglige forståelser af dyrs adfærd og til dyreetiske diskussioner. De kan desuden bruges i alle de andre fag da kæledyr og husdyr generelt har så stor følelsesmæssig betydning (Hansen og Thodberg 2014, Gjerløff 2012).

Dyr kan også bruges uden for naturfagsundervisningen

En vigtig pointe at drage fra de forrige afsnit er at dyr i undervisningen er mere end bare et naturfagligt læremiddel. Folkeskolens formålsparagraf §1, stk. 3 om "deltagelse, medansvar, rettigheder og pligter i et samfund med frihed og folkestyre" er en paragraf der kan bruges som argument for at dyr kan spille en rolle i mange fag. I vores selvforståelse som en art blandt andre arter på kloden adskiller vi os som et væsen der kan forholde sig til formål, fornuft og føle medlidenhed. Det er et væsentligt aspekt at tale med eleverne om. Eleverne har krav på undren og diskussion om vores etiske forhold til dyr for at vi kan leve op til folkeskolens formålsparagraf stk. 3. Og også i forhold til "bæredygtig udvikling og menneskets samspil med naturen" er der nok at diskutere på et naturfagligt, et dyrevelfærdsmæssigt og et menneskeligt følelsesmæssigt plan, såvel som i et historisk og et kulturhistorisk perspektiv. Her er nogle få antydninger:

Slagtingen i landbrugssamfundet foregik op til 1900-tallet uden bedøvelse. Her var slagteritualet fastsat med regler om hvem der måtte slagte, hvornår der måtte slagtes, og hvad der faktisk kunne slagtes og spises (Hedegaard 2008, Gjerløff 2012). Industrisamfundet har i dag udviklet en ligefrem praksis hvormed produktionsdyr aflives anonymt og uden opmærksomhed. Det betragtes som en form for "human aflivning" at grise bedøves med CO₂ og hænges op i benene hvorefter de stikkes i halsen og forbløder. Kvæg aflives med en bolt pistol.

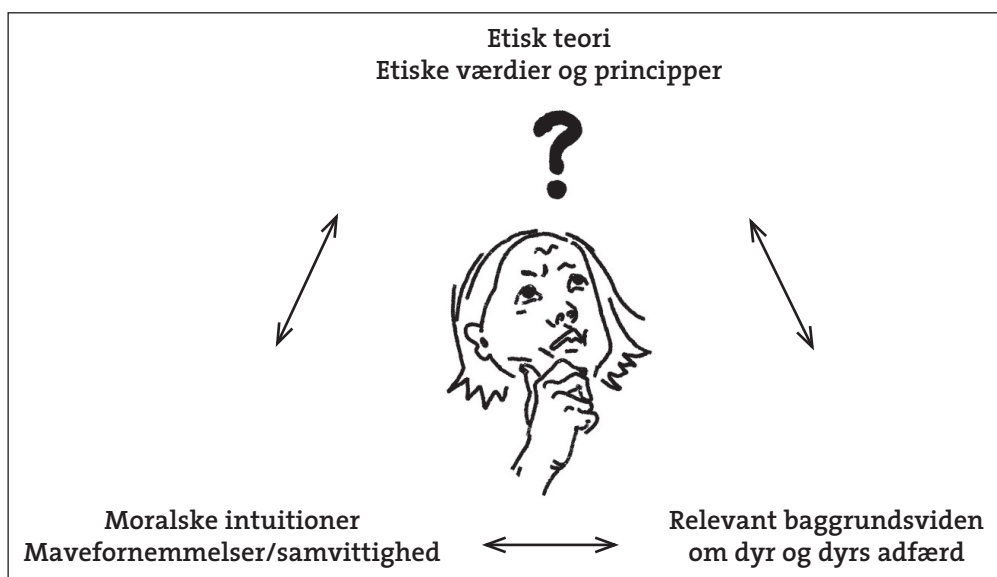
Den store minkaflivning i november 2020 kom til gengæld billedmæssigt ud i alle medier og skabte en politisk storm. Aflivningen kom helt ind i stuerne.

At slå dyr ihjel som en rekreativ aktivitet er en realitet i det danske samfund. I 2019/20-sæsonen lå antallet af jagttegnsløse på ca. 177.000 (Kristensen 2020). Diskussionen om zoologiske havers aflivning og sterilisation af deres dyr er nødvendig for at forstå det underholdningslandbrug som en zoologisk have er.

Hvorfor skal vi diskutere dette med eleverne?

Et godt sted at starte en autentisk og vedkommende naturfagsundervisning om dyr er at diskutere etik og moral – som vi også kender det fra andre forløb der er præget af "socio-scientific issues" (se fx Sadler 2011). Når vi kender de adfærdsmæssige og økologiske belastninger som det industrialiserede dyrehold kan være for dyr og natur (se fx Danmarks Naturfredningsforening og Dyrenes Beskyttelse 2017), skal vi så blive ved med at spise kød? Diskussionen kræver viden om dyrenes adfærdsmæssige behov, men også viden om forbrugeradfærd.

Alle mennesker har en moral, det enkelte menneskes indre rettesnor. Moral kommer til udtryk i menneskets handlinger og i dets holdninger til andres måde at handle på. Begrebet indgår som en del af opdragelsen til den demokratiske samfundsborger. Etik handler mere overordnet om menneskehedens samlede forsøg på ved tankens hjælp at forbedre, underbygge og forstå den måde som hvert enkelt menneske handler og bedømmer andres handlinger på. Etik er en kritisk refleksion over hvordan man handler, og den bygger på både følelser og fornuft (Brønsted 2018). Moral uden etik kan siges at være forstokket. Etik uden moral er tom. Beskæftiger man sig som lærer med de emner som denne artikel omhandler, altså vedkommende undervisning om dyr, står man i situationen midt i feltet illustreret i modellen i figur 1.



Figur 1. Model inspireret af Brønstedes (2018, s. 71) "Etisk refleksionsmodel", tegning af Ida Hy.

Det handler om at tænke over hvilken rolle vi selv spiller, og hvilken rolle dyr spiller i forhold til vores fælles sårbare eksistens. Der er behov for at diskutere nogle klare og velbegrundede etiske grænser for udnyttelsen af dyr. Med udgangspunkt i viden om dyrs normaladfærd kan man bedømme om et dyr påføres lidelse. Her adskiller etik sig fra en mere objektiv, naturvidenskabelig beskrivelse af dyrs adfærd og behov: en naturvidenskabelig beskrivelse af dyret kunne fx tage udgangspunkt i naturvidenskabelige resultater om dyrenes hormonniveauer, og med denne naturvidenskabelige viden kan man tage etisk stilling til hvordan man opstalter dyr på en bestemt måde, og om man skal blive ved med det.

Opfattelsen af etik baserer sig bl.a. på viden. Man danner sit etiske standpunkt til

dyr og naturforvaltning bl.a. på baggrund af saglig viden om dyrs adfærd og viden om vores naturgrundlag (Sandøe 1999; Jensen 1999).

Det er et etisk spørgsmål om man må opdrætte dyr for at slå dem ihjel og spise dem, pelse dem eller holde dem som kæledyr, forsøgsdyr, undervisningsdyr og dyr i zoologisk have. Det er et etisk spørgsmål hvordan dyrene skal leve og dø når de er underlagt menneskets magt.

Det er nemt at illustrere at dyreetik handler om oplysning og viden både hos forbrugerne, erhvervsliv, embedsmænd og politikere. Nogle dyr udsættes for lidelser på grund af uvidenhed, tankeløshed og grådighed. I vores gennemregulerede samfund sætter dyreværnslovgivningen ind. Den lov skal producenterne rette sig efter. En væsentlig etisk dyrevelfærdsdiskussion involverer de intensive produktionssystemer, hvor spørgsmålet er om dyrenes adfærd tilgodeses i tilstrækkelig grad. Her er også forbrugerne ved deres køb af visse produkter i processen med til at afgøre hvordan dyr og produkter fra dyr fremstilles: hvis et flertal af forbrugerne prioriterer billige fødevarer eller eksklusive minkpelse, er de med til fremme udviklingen af intensive produktionssystemer. Virksomhedernes valg har dog også en betydning. Mærkningen af varerne tydeliggør hvordan de er produceret. Coop afskaffede i 2018 salg af buræg, og salget af økologisk mælk er i 2019 steget til 33 % af den mælk der sælges (Mejeriforeningen marts 2019). Derfor er bevidstgjorte og oplyste forbrugere vigtige. Det er dog først og fremmest en politisk beslutning hvad man vil tillade. Her er politikernes valg af afgifter og vedtagelse af lovgivning vigtige instrumenter, der kan styre forbrugernes valg.

Grundskolens undervisning har betydning i forhold til at bevidstgøre og oplyse. Måske starter det med at lære **med** bierne i første klasse eller prøve at holde vandrende pinde i sin klasse. Måske handler det om at diskutere hvor skolens udstoppede dyr kommer fra, eller hvad årsagen til at holde mink og aflive mink var.

Undervisning og oplysning er derfor et væsentligt spørgsmål i Antropocæn. Undervisning om dyr i grundskolen skal i høj grad handle om undervisning **med** "en bæredygtig udvikling og menneskets samspil med naturen" og ikke kun undervisning **om** "en bæredygtig udvikling og menneskets samspil med naturen".

Referencer

- Andersen, A. C. (red.) (2020). *Naturvidenskabens ABC (udg. juni 2020, rettet sept. 2020)*. København: Børne- og Undervisningsministeriet.
- Anneberg, I. (2020). *Husdyr (Serien Tænkepauser, nr. 77)*. Århus: Århus Universitetsforlag.
- Brønsted, A.B. (2018): Professionsetik. I B. Bogish (red.) *KLM på tværs – sociologiske, historiske og filosofiske perspektiver (2. udg.) (s. 51-86)*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.

- Bodsworth, W. and Coleman, G.J. (2001). Child-companion animal attachment bonds in single and two-parent families. *Anthrozoös*, 14(4), 216-223.
- Bustad, L. K. (2014). Nyere opdagelser om vores forhold til naturen. *Psyke & Logos* 35(2), 5-16.
- Crossmann, M. K., Kazdin, A. E., & Knudson, K. (2015). Brief unstructured interaction with a dog reduces distress. *Anthrozoös* 28(4), 649-659.
- Daly, B. & Suggs, S. (2010): Teachers experience with humane education and animals in the elementary classroom: Implication for empathy development. *Journal of Moral Education*, 39(1), 101-112.
- Danmarks Naturfredningsforening og Dyrenes Beskyttelse (2017): *Tal om landbruget (fra serien Sådan ligger landet)*. København: Danmarks Naturfredningsforening.
- Dinker, K. G., & Pedersen, H. (2016). Critical animal pedagogies: Re-learning our relations with animal others. I H. E. Lees & N. Noddings (red.): *The Palgrave international handbook of alternative education* (s. 415-430). London: Palgrave Macmillan.
- Dinker, K. G. & Pedersen, H. (2019). Critical animal pedagogy: Explorations toward reflectice practice. I A. J. Nocella II m.fl. (red.): *Educational for total liberation: Critical animal pedagogy and teaching against speciesism* (s. 45-62). New York: Peter Lang.
- Fink, H. (2003): Et mangfoldigt naturbegreb. I P. Agger, A. Reenberg, J. Læssøe, & H. P. Hansens (red): *Naturens værdi – Vinkler på danskernes forhold til natur* (s. 29-36). København: Gads.
- Gjerløff, A.-K. (2012): Offer, fjende, frænde og føde. Dyrs roller i Danmark i 1800-tallets slutning. *Historisk Tidsskrift* 132(3), 392-422.
- Hansen, T. G. B., & Torpe, C. F. (2017). Hundeassisteret pædagogik? *Psyke & Logos* 38(2), 226-253.
- Hansen, T. G. B., & Thodberg, K. (2014). Aktuelle perspektiver på menneskers forhold til dyr. *Psyke & Logos*, 35(2), 17-34.
- Haraway, D. (2008). *When species meet*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Hedegaard, E. (2008). Den kulturhistoriske dimension. 1. I U. Didriksen, & T. Hyllested (red.) *Er dyr til børn er børn til dyr?* (s. 7-11). København: Skoletjenesten, Zoologisk Have.
- Hergovich, A., Monshri, B., Semmler, G., & Zieglmayer, V. (2002). The effects of the presence of a dog in the classroom. *Anthrozoös* 15(1), 37-50.
- Hermansen, M. (2018). *Læringens Univers*. København: Reitzels Forlag.
- Hyllested, T. (2007). *Når læreren tager skolen ud af skolen*. Ph.d.-afhandling: Danmarks Pædagogiske Universitetskole. Århus Universitet.
- Hyllested, T. (2020). *Natur/teknologi-didaktik-naturfagsundervisning for begyndere*. København: Reitzels Forlag.
- Jensen, K. H. (1999). Adfærdsbiologiens grundprincipper. I S. K. Nielsen m.fl. (red.): *Etik, velfærd og adfærd i husdyrbruget* (s. 25-52). Århus: Landbrugsforlaget.
- Klingenberg, P. (2018). *Når Klokkerne ringer. Branchevejledning til grundskolen og det almene gymnasium*. København: BFA.
- Kristensen, T. K. (2020). mailkorrespondance, 23.11.20. Bios Aarhus Universitet.

- Kronlid, D. O., & Öhman, J. (2013). An environmental ethical conceptual framework for research on sustainability and environmental education. *Environmental Education Research*, 19(1), 21-44.
- Nxumalo, F. & Pacini-Ketchabaw, V. (2017). 'Staying with the trouble' in child-insect-educator common worlds. *Environmental Education Research*, 23(10), 1414-1426.
- Landbrug og Fødevarer (2020). *Fakta om fødevarer-klyngen*. København: Landbrug og Fødevarer.
- Purewal R., Christley, R., Kordas, K., Joinson, C., Meints, K., Gee, N., & Westgarth, C. (2017). Companion animals and child/adolescent development: A systematic review of the evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(3), 234.
- Richardson, K. (2019). *Hvordan skaber vi en bæredygtig udvikling for alle?* København: Informations Forlag.
- Sadler, T. D. (Ed.) (2011). *Socio-scientific issues in the classroom*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Sandøe, P. (1999). Etik og husdyrproduktion. I S. K. Nielsen m.fl. (red.): *Etik, velfærd og adfærd i husdyrbruget* (s. 7-24). Århus: Landbrugsforlaget.
- Sato, R., Fujiwara, T., Kino, S., Nawa, N., & Kawachi, I. (2019). Pet ownership and children's emotional expression: Propensity score-matched analysis of longitudinal data from Japan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5), 758.
- Taylor, A. and Pacini-Ketchabaw, V. (2019). *The common world of children and animals*. New York: Routledge.
- Taylor, A. (2017). Beyond Stewardship: common world pedagogies for the Anthropocene. *Environmental Education research*, 23(10), 1448-1461.
- Taylor, A. & Pacini-Ketchabaw, V. (2017). Kids, raccoons, and roos: awkward encounters and mixed affects. *Children's Geographies*, 15(2), 131-145.
- Wanser, S. H., Vitale, K. R., Theilke, L. E., Brubaker, L. & Udell, M. A. R. (2019). Spotlight on the psychological basis of childhood pet attachment and its implications. *Psychology Research and Behavior Management* 12, 469-479.
- Weldemariam, K. (2019). 'Becoming-with-bees': generating affect and response-abilities with the dying bees in early childhood education. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 41(3), 391-406.

Gymnasiespecialisering, godt på vej eller langt fra målet?



Lene Møller
Madsen, Institut
for Naturfagenes
didaktik, Københavns
Universitet.

Kommentar til Claus Michelsen: Hvordan uddanner vi gymnasielærere? MONA, 2020-4.

Claus Michelsen beskriver i "Hvordan uddanner vi gymnasielærere?" (Michelsen, 2020) at de på Syddansk Universitet har udviklet en række tilbud om didaktiske aktiviteter til studerende på de naturvidenskabelige tofagsuddannelser der sigter mod en fremtid som gymnasielærer. Samtidig giver han en fin oversigt over hvordan det at blive gymnasielærer i Danmark adskiller sig fra mange af de andre nordiske og europæiske lande ved at der i Danmark ikke er en egentlig læreruddannelse på universitetsniveau. Det er inspirerende at læse om de forskellige didaktiske aktiviteter de studerende kan deltage i, og få indsigt i deres overvejelser omkring relevansen og indholdet af disse. Det synes ligeledes opløftende at der er et indtryk af at det at blive gymnasielærer er i højere kurs end tidligere.

Er vi godt på vej?

På Københavns Universitet har vi lignende didaktiske aktiviteter knyttet tæt til fagene og den didaktiske transposition af videnskabsfaget til undervisningsfaget. Således blev det med indførelsen af gymnasiespecialiseringerne på de naturvidenskabelige fag på KU i 2007 obligatorisk for studerende på disse specialiseringer at tage Grundkursus i de naturvidenskabelige fags didaktik. Kurset havde sin oprindelse før gymnasiespecialiseringerne og havde fra starten en overvægt af matematikstuderende. Efterhånden er de naturfagsstuderende kommet til at fylde mere, og vi har de sidste mange år haft omkring 60-80 studerende med 20-30 matematikstuderende. Det er et 7,5 ECTS bachelorkursus med fælles introduktioner til naturfags- og matematikdidaktikken og med såkaldte tonede øvelseshold for de enkelte fag hvor de studerende arbejder konkret med didaktiske transpositioner af videnskabsfaget til undervisningsfag.

Nogenlunde samtidig med indførelsen af gymnasiespecialiseringen på de naturvidenskabelige fag blev der for nogle af fagene (biologi, fysik, kemi og naturgeografi)

indført et kandidatkursus der indfører de studerende i den undersøgelsesbaserede undervisningsmodel. Her modellerer vi vores undervisning efter den undersøgelsesbaserede undervisningsmodel 6F således at de studerende gennem konkrete erfaringer inden for deres fagfaglige område får forståelse for undervisningens opbygning og tilrettelæggelse samtidig med at de udvikler en teoretisk forståelse af læring og læringsituationer (se Madsen et al., 2020). Som en del af kurset (da vi har et begrænset antal studerende, afholder vi som oftest kandidatkurserne som et fælles kursus på tværs af de studerendes fag) er de studerende ude at undervise i gymnasiet. Eksamen er afprøvning af en autentisk undervisningssituation hvor de studerende laver aftaler med en gymnasielærer om at overtage undervisningen i et modul baseret på hvad klassen aktuelt er i gang med, samt en mundtlig eksamen hvor de studerende reflekterer teoretisk over den gennemførte undervisning, både egen og medstuderendes.

For matematikstuderende har det i en lang årrække også før gymnasiespecialiseringerne været muligt at tage et kandidatkursus i matematikdidaktik. Dette kursus har et teoretisk fokus hvor de studerende gennem litteratur og øvelser bliver introduceret til en række forskellige teorier og metoder samt selvstændigt udarbejder en mindre teoretisk analyse af en konkret matematisk problemstilling.

Ud over de nævnte kurser kan de studerende have praktikophold på gymnasier og skrive både didaktiske bacheloropgaver og specialer. Sidstnævnte sker i et vist omfang med udgangspunkt i de studerendes deltagelse på de fagdidaktiske kandidatkurser og særligt inden for matematikdidaktik (se Studenterserien, mere end 90 projekter siden 2007).

Hvis vi vender blikket mod Teoretisk Pædagogikum, som de studerende nu som færdige kandidater møder når de har begyndt deres undervisningspraksis i gymnasiet, er der her ligeledes sket et løft af fagdidaktikken med studieordningen fra 2019 (Studieordning for teoretisk pædagogikum, 2019). Her blev der indført et fagdidaktisk projekt for alle kandidaterne, som ligger i forlængelse af deres deltagelse på de fagdidaktiske kurser. Idéen med det fagdidaktiske projekt er at kandidaterne træner deres brug af "teori – caseanalyse – aktionslæring"-modellen, der danner grundlag for kandidaternes udvikling af deres undervisningspraksis, også efter at de har deltaget i Teoretisk Pædagogikum. Modellen er et gennemgående centralt element i Teoretisk Pædagogikum (Beck, 2019). Det er således intentionen at uddanne gymnasielærere "som kan reflektere og forholde sig undersøgende og udviklende til egen undervisning" (Studieordning for teoretisk pædagogikum, 2019: 1). I det fagdidaktiske projekt arbejder kandidaterne med en selvvalgt problemstilling i deres undervisningspraksis, som de gennem brug af fagdidaktisk viden undersøger ved at gennemføre en aktion og belyse elevernes udbytte heraf. Projektet er begrænset i omfang, men allerede nu kan vi se hvordan det for kandidaterne bliver mere konkret at arbejde fagdidaktisk med deres praksis, omend vi stadig arbejder på at udvikle især de teoretiske forankringer af

kandidaternes aktioner i fagdidaktisk teori. Her er en af udfordringerne kandidaternes meget forskellige fagdidaktiske ballast fra deres universitetsuddannelse.

Ligeledes er der etableret levedygtige efteruddannelser af gymnasielærere inden for det naturfagsdidaktiske område med Masteruddannelsen i Science Undervisning (MiSU) og Master i Gymnasiepædagogik. Godt nok begge begrænsede i optag, men de kører og er ambassadører for vigtigheden af det naturfagsdidaktiske eller pædagogiske i samspil med den faglige viden.

Alt dette peger i retning af at der gennem de sidste små 15 år, som Michelsen også beskriver det for SDU, er etableret et større fokus på det fagdidaktiske i de forskellige elementer af gymnasielæreruddannelsen.

Den manglende vilje, politisk og institutionelt

Udviklingen kan ses som væsentlige fremskridt for uddannelsen af fremtidens gymnasielærere, men samtidig også som lappeløsninger på at vi i Danmark tilsyneladende ikke har politisk vilje eller interesse i at styrke gymnasielæreruddannelsen i retning af et mere gennemgribende fokus på koblingen mellem det fagfaglige og fagdidaktikken. Michelsen beskriver udviklingen af gymnasielæreruddannelsen i de uddannelsespolitiske dokumenter og konstaterer at de ikke indeholder opsigtsvækkende visioner om uddannelse af gymnasielærere. Dette er egentlig underligt i betragtning af de sidste mange års indsats inden for naturfagsområdet og matematik samt de ikke uvæsentlige fondsmidler allokere bredt til at skabe større interesse for naturfagene blandt børn og unge.

Faglig viden skattes højt, og som Michelsen så rigtigt skriver, er den grundlæggende tanke i den danske uddannelse af gymnasielærere at først tilegner de studerende sig et højt fagfagligt niveau, og derefter stifter de bekendtskab med pædagogik og fagdidaktik samt møder undervisningspraksissen i gymnasiet. De tiltag som Michelsen beskriver som didaktiske aktiviteter de studerende kan deltage i gennem deres universitetsuddannelse på SDU, udfordrer på sin vis denne tankegang ved tidligere at indføre en sammenhæng mellem de forskellige elementer en kommende gymnasielærer skal mestre. Det er også det vi ser på Københavns Universitet, hvilket vidner om at det strukturelt er muligt for de studerende at integrere fagdidaktikken i løbet af uddannelsen.

Kan vi så ikke være meget glade for den udvikling? Jo, det er opløftende at det nu er muligt for de studerende at stifte bekendtskab med fagdidaktikken i løbet af deres uddannelse og få et blik for deres kommende profession som gymnasielærere. At det strukturelt er muligt. Men det er en stor udfordring at det fagdidaktiske ikke i højere grad er integreret i de studerendes uddannelser, og at det er de studerende der selv bliver bærere af kulturen da der ikke er institutionel interesse og vilje til at bære dette igennem.

Der er mange årsager til dette manglende institutionelle fokus på gymnasielæreruddannelsen. Først og fremmest var indførelsen af gymnasiespecialisering på Københavns Universitet i 2007 ikke ledsaget af et krav eller ønske fra ministeriet om at ændre i de eksisterende kurser omend kravene til indførelsen blev oplevet som høje og svært forenelige inden for de eksisterende studier, særligt i relation til de strukturelle krav. Det ministerielle krav om gymnasiespecialiseringen blev således beskrevet internt: *“Der har ikke været noget ønske om at ændre studierne så de afpasses reglerne for gymnasiekompetence, men det kommer muligvis en anden gang”* (sept. 2007, pers. mail). Dette har med stor sandsynlighed været udslagsgivende for at det fagdidaktiske er kommet til at ligge uden for fagene, at de studerende der går på de gymnasierettede specialiseringer, har alle deres fag med ordinære studerende på både deres hoved- og sidefag. Dermed har de meget få forudsætninger for at være i fællesskaber med andre studerende med samme drøm om at blive gymnasielærer. Tilsvarende har underviserne meget få muligheder for at tone det faglige indhold i retning af undervisningsfaget i gymnasiet (omend det sker på enkelte fag såsom matematik). Derudover har der gennem årene været en meget lav søgning til de gymnasierettede specialiseringer på de naturvidenskabelige fag.

Det er således svært at genkende det billede Michelsen beskriver, af at mange studerende ser tofagskandidatuddannelsen som vejen til et attraktivt og spændende job i gymnasiet og ikke som tidligere giver udtryk for at gymnasielærer bare er noget man altid kan blive. Det er stadig en del af den kultur de studerende møder hos os, desværre. Således viser Nielsen og Holmegaard (2016) i en undersøgelse af kandidaterne fra kemi at selvom 25 % efter endt uddannelse arbejder som lærere primært i gymnasieskolen, udtrykker kandidaterne at det ikke var en mulighed der blev italesat på uddannelsen. I en pilotundersøgelse (et geografisk udvalgt udsnit af en årgang) af kandidaterne på teoretisk pædagogikum og deres vej til at blive gymnasielærere finder Elmeskov og Holm (2019) at næsten halvdelen af kandidaterne inden for de naturvidenskabelige fag har startet en anden karriere før de er blevet gymnasielærere. Det betyder ofte at disse kandidater ikke har haft didaktiske kurser eller andre didaktiske aktiviteter i løbet af deres universitetsuddannelse.

Men hvorfor er det egentlig sådan? Dette vil jeg forsøge at give bud på i det følgende med udgangspunkt i et af vores forskningsprojekter om uddannelsesvalg.

Det med kulturen

“Elm blev mere og mere fascineret af muligheden for at forfølge et forskningsspor i sin uddannelse. Det var ikke at nogen direkte sagde at en forskningskarriere var mere attraktiv fordi det var svært, men de studerende beskrev det ofte som noget man skulle forvente ville være hårdt og tidskrævende. For nogle studerende var dette en del af det der gjorde det spændende og attraktivt. Elm for eksempel fandt at det var

motiverende at vælge noget der var svært, og mens forskningsvejen faldt inden for denne kategori, blev det at ville være gymnasielærer portrætteret som det modsatte – noget som man altid kunne blive. Mens forskningsvejen blev fremstillet som noget ønskværdigt og beundringsværdigt, var det mest opsigtsvækkende ved gymnasievejen at den nærmest ikke blev nævnt. I de situationer hvor gymnasievejen blev positioneret som direkte mindre attraktiv, var det ofte gennem humor.” (Elm er en af de universitetsstuderende vi har fulgt gennem workshops, interviews og deltagerobservation over en toårig periode hvor de var i gang med at vælge deres nærmeste fremtid efter endt bacheloruddannelse. Citatet er oversat fra Nielsen and Madsen, submitted p. 8).

Det som analysen af Elm viser i beskrivelsen ovenfor, er noget som vi først i de senere år er blevet mere opmærksomme på betydningen af, og som vi nu i højere grad har forskningsmæssig viden om, nemlig at de studerende der kommer ind på de naturvidenskabelige uddannelser, møder en kultur hvor det at blive gymnasielærer i mange tilfælde ikke bliver italesat, og hvis det endelig gør, så ikke som noget attraktivt.

Hvilke valg de studerende træffer, er en forhandlingsproces hvor den studerende afvejer og afprøver sine overvejelser i samspil med sine omgivelser (Holmegaard, 2015). Samtidig er den studerendes valg en proces som hele tiden pågår, og de valg der træffes, må kunne legitimeres i den kulturelle kontekst de udspiller sig i (Holmegaard et al., 2014; 2016, Ulriksen et al., 2015; 2017). Køn spiller i øvrigt en ikke uvæsentlig rolle i disse forhandlinger (Madsen et al., 2015). Gennem vores seneste forskning hvor vi har bevæget os fra at forske i overgangen mellem ungdomsuddannelse til videregående uddannelse til også at forske i overgangen mellem bachelor- og kandidatuddannelserne, har betydningen af faget og fagets kultur fået et langt større fokus i vores forståelse af de studerendes valgprocesser.

Det som noget af vores nyere forskning viser, er at fagets kultur sætter rammen for de studerendes valg. Dette er ikke overraskende i sig selv; det der er centralt, er at vi kan vise at selvom det strukturelt er muligt for de studerende at gå gymnasievejen, og selvom der gennem årene er kommet et større udbud af fagdidaktiske tilbud, så kan den studerendes forhandling af gentagne gange at skulle vælge at ville være gymnasielærer være svær at legitimere, både over for sig selv og på studiet – grundet hvad man med et bredt begreb kunne kalde fagets kultur. Her er det vigtigt at understrege at det ikke er en bevidst kultur, samt at det er mange enkeltstående ting i kulturen som i sig selv kan virke uskyldige (humor omkring det at ville være gymnasielærer, informationsmøder hvor gymnasiespecialiseringen udelades), men som når man ser det samlede billede, gør det svært for den enkelte studerende at legitimere sit valg af gymnasielærerprofessionen (Nielsen og Madsen, submitted).

Lad os slutte positivt. Et sted hvor instituttet arbejder bevidst med kulturen og med at fremme interessen for gymnasielærerprofessionen, er matematikstudiet i København. Dette betyder at der i bacheloruddannelsen dels er etableret fællesskaber for

studerende der er interesserede i gymnasieprofessionen, hvor de blandt andet mødes til rusintroduktionen og er sammen i mentorordningen. Men også at der er etableret konkrete tiltag i undervisningen. Der er blandt oprettet et springbrætskursus for sidefagsstuderende hvor gymnasie matematikken genopfriskes, og på de første obligatoriske matematikkurser kommer de sidefagsstuderende på øvelseshold sammen hvor de har mulighed for at udvikle sig sammen mod en kommende gymnasielærerprofession. Ligeledes tilbydes der fag såsom UvMat (matematik i undervisningsmæssig sammenhæng) hvor de studerende arbejder med at få dybere matematisk indsigt i gymnasie matematikken – med andre ord at slå bro mellem gymnasie matematikken og universitets matematikken (Winsløw and Grønbæk, 2014).

Det er tydeligt for os på IND at disse tiltag, som måske kan tolkes som en begyndende kultur der italesætter og værdisætter en gymnasielærerprofession, har en positiv betydning for de studerende i deres udvikling af deres gymnasielærerprofession når vi møder dem på Grundkursus i de naturvidenskabelige fags didaktik.

Referencer

- Beck, S. (2019). *Didaktisk tænkning på arbejde: en brugsbog til almen didaktik på det gymnasiale pædagogikum*. Bogforlaget Frydenlund.
- Elmeskov, D.C. & Holm, C. (2019). *Forestillinger om og veje til at blive gymnasielærer*, IND's skriftserie, no 55. Københavns Universitet.
- Holmegaard, H.T. (2015) Performing a Choice-Narrative: A qualitative study of the patterns in STEM students' higher education choices. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1454-1477.
- Holmegaard, H.T., Madsen, L.M. & Ulriksen, L. (2014): Når forventningerne ikke stemmer overens med virkeligheden: En undersøgelse af de studerendes valg og strategier i overgangen til de længere videregående teknat-uddannelser. *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift* 9 (16) 44-57.
- Holmegaard, H.T., Madsen, L.M. & Ulriksen, L. (2016): Where is the engineering I applied for? A longitudinal study of students' transition into higher education engineering, and their considerations of staying or leaving. *European Journal of Engineering Education* 41 (2) 154-171.
- Madsen, L.M., Holmegaard, H.T & Ulriksen, L. (2015): Being a woman in a man's place or being a man in a women's place: insights into students' experiences at science and engineering at university. Chapter 19: 315-330, in E. K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (eds.), *Understanding Student Participation and Choice in Science and Technology Education*. Dordrecht Heidelberg New York London: Springer.
- Madsen, L.M., Evans, R., og Bruun, J. (2020). Undersøgelser baseret undervisning: 6F-modellen – dens tilblivelse og udvikling i Danmark. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, 2020-1, 26-45.

- Michelsen, C. (2020). Hvordan uddanner vi gymnasielærere? *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, 2020-4, 7-25.
- Nielsen, T.L.B. og Holmegaard, H.T. (2016). *Kemikandidaters overgange til arbejdslivet. En undersøgelse af kandidater fra Kemisk Institut, og deres oplevelser, udfordringer og refleksioner i arbejdslivet*. Københavns Universitet.
- Nielsen, K. and Madsen, L.M. (submitted). Choosing (not) to be a chemistry teacher: Students' negotiations of science identities at a research-intensive university.
Studenterserien: <https://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/>.
- Studieordning for teoretisk pædagogikum (2019): https://www.sdu.dk/da/om_sdu/institutter_centre/ikv/uddannelse/paedagogikum/om_teoretisk_paedagogikum/studieordning_folger_paedagogikumbekendtgørelsen: Bekendtgørelse om pædagogikum i de gymnasiale uddannelser, BEK nr. 1169 af 24/09/2018.
- Ulriksen, L., Madsen, L.M. & Holmegaard, H.T. (2015): The first-year experience: students' encounter with science and engineering programmes. Chapter 15: 241-257, in E. K. Henriksen, J. Dillon & J. Ryder (eds.), *Understanding Student Participation and Choice in Science and Technology Education*. Dordrecht Heidelberg New York London: Springer.
- Ulriksen, L., Holmegaard, H.T., and Madsen, L.M. (2017): Making sense of curriculum – the transition into science and engineering university Programmes, *Higher Education*, 73 (3) 423-440.
- Winsløw, C., and Grønþæk, N. (2014). Klein's double discontinuity revisited: contemporary challenges for universities preparing teachers to teach calculus. *Recherches en didactique des mathématiques*, 34(1), 59-86.

En CAS- og undersøgelsesbaseret tilgang til differentialregning



Kasper Bjerling Søby
Jensen, lektor ved
Roskilde Katedralskole
og medlem af
gymnasieekspertgruppen
ved NCUM.

Kommentar til Bang, Grønbæk og Larsen: Efteruddannelse i CAS – erfaringer fra fire år med CMU. MONA 2020-4.

Tak for en spændende afrapportering fra fire års arbejde i CMU, Center for Computer-baseret Matematikundervisning (Bang, Grønbæk og Larsen, 2020). Og tak for invitationen til at give konkrete eksempler på hvordan man kan bruge digitale værktøjer som pædagogisk redskab – og ikke bare til opgaveløsning.

Først dog en enkelt kritisk bemærkning om brugen af forkortelsen CAS, der som bekendt står for *Computer Algebra System*. I min optik er CAS et af flere forskellige digitale værktøjer som kan anvendes i en matematikundervisning, men det bliver ofte i gymnasiedebatter brugt som samlebetegnelse for alle former for digitale værktøjer.

I stedet vil jeg foreslå at man netop anvender begrebet “digitale værktøjer”, mens CAS-værktøj anvendes om digitale værktøjer der kan udføre forskellige former for algebraiske manipulationer på symbolholdige udtryk, herunder algebraisk ligningsløsning samt analytisk differentiation og integration af funktioner.

Et værktøj der hurtigt kan udføre beregningstunge operationer på store datasæt, eksempelvis en statistisk metode som regression, er således ikke et CAS-værktøj. Det gælder tilsvarende for værktøjer der tegner billeder af funktionsgrafer, eller som tillader at arbejde dynamisk med geometriske situationer.

En nuancering af de enkelte digitale værktøjer ud fra hvad deres funktion faktisk er, kan formentlig være med til at skabe en tiltrængt nuancering i diskussionen af digitale værktøjers anvendelse.

Vi har netop brug for denne nuancering til at lave en skarp skelnen mellem digitale værktøjers rolle i konkret opgaveløsning overfor deres rolle som pædagogisk værktøj ved begrebsindlæring.

Funktionsanalyse i tre trin

I et klassisk gymnasieforløb om funktionsanalyse vil man typisk starte med at beskæftige sig med overgange fra sekant til tangent for at kunne udlede (bevise) en række simple differentialkvotienter samt simple regneregler for disse. Samtidig vil man anvende disse simple resultater til at bestemme afledede funktioner til en række konkrete simple funktioner.

I forlængelse af denne indledning vil man introducere begreber som voksende/aftagende, lokalt og globalt ekstremum samt monotoniforhold. Man vil opbygge sætninger om sammenhængen mellem fortegnsvariation for afledet funktion og monotoniforhold for den funktion den er afledet fra.

Der er mindst tre dagsordener der bliver blandet sammen i et sådan forløb:

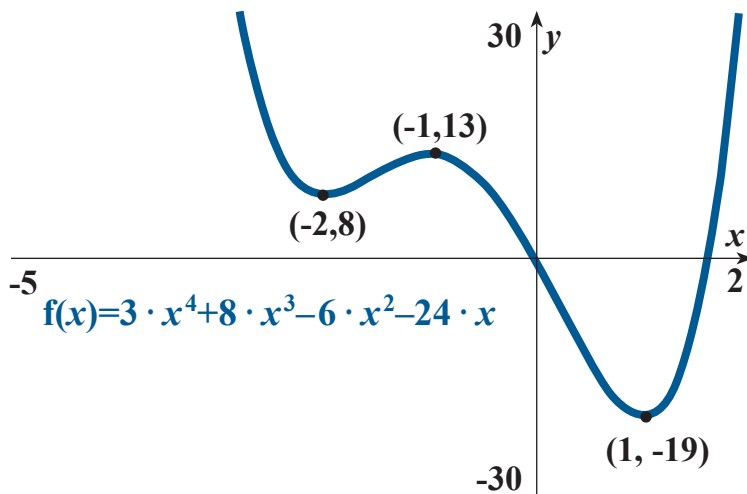
1. Indlæring af en række centrale *begreber* til beskrivelse af en funktion, herunder begrebet "afledet funktion" og dets sammenhæng til de øvrige begreber.
2. Indlæring af *færdigheder* i konkrete teknikker til at bestemme afledede funktioner.
3. Indlæring af den særlige *bevisgang* der knytter sig til beviserne for udledning af simple differentialkvotienter og regneregler for disse.

Før udbredelsen af digitale værktøjer var denne sammenblanding svær at komme udenom (selvom det sikkert er lykkedes for nogen). I grove træk havde man ikke adgang til det ene uden at have gjort det andet. Derfor måtte de tre dagsordener køre parallelt.

Det er imidlertid svært for gymnasieelever, særligt på B-niveauet, at holde rede i alle disse dagsordener på én gang. Det er derfor en pædagogisk styrke at få delt det samlede forløb op i tre adskilte forløb med hver sin dagsorden. Digitale værktøjer skaber en række muligheder for dette.

Over en årrække har jeg selv udviklet gode erfaringer med at opdele funktionsanalysen for mine B-niveau-elever i netop tre forløb. I anden halvdel af 1.g et forløb med fokus på *begreber*. I første halvdel af 2.g et forløb med fokus på afledet funktion og såvel *færdigheder* i bestemmelse af sådanne som deres *teoretiske forbindelse* til begreberne. Og endelig i anden halvdel af 2.g et forløb med fokus på *beviser og bevisgang* i emnet.

Det begrebsorienterede forløb lader sig gøre ved anvendelse af digitale værktøjer der kan tegne grafen for en funktion samt undersøge denne. Det kan være muligheden for at bestemme lokalt minimum og maksimum og på den baggrund opstille monotoniforhold for funktionen ud fra forløbet af dens grafiske billede (se figur 1).



Figur 1. Eksempel på tegning til brug ved funktionsanalyse baseret på grafisk undersøgelse med programmet TI-Nspire.

CAS-værktøjer giver ofte også mulighed for at bestemme ligninger for tangenter til et punkt med en bestemt x -værdi. Det kan i TI-Nspire være med kommandoen “tangentline($f(x), x=2$)”. Det giver mulighed for at indføre og arbejde med begreber som tangent og tangenthældning uden at indføre afledet funktion.

I det andet forløb introduceres afledet funktion som noget der kan bestemmes med CAS-værktøjet, og som bestemmer tangenthældninger (et begreb, der allerede er kendt og trænet). Med dette afsæt kan man eksperimentere sig frem til forskellige anvendelser af afledet funktion samt træne brug af vigtige formler, fx for tangentens ligning.

Det centrale er dog at man med CAS-værktøjet kan gennemføre et induktivt eksperimenterende forløb hvor man bruger CAS-værktøjet til at udlede principper for bestemmelse af afledet funktion uden brug af CAS. Fx ved at bestemme differentialkvotient for x^2 , x^3 , x^4 og x^5 og herfra generalisere et princip.

I det tredje forløb når eleverne har haft en chance for at forstå indholdet i begrebet differentialkvotient samt udføre færdighedsbaserede differentiation, introduceres centrale beviser for de sætninger som de undersøgte regneregler og sammenhænge bygger på. Her spiller digitale værktøjer en mindre rolle, men bruges typisk til at visualisere “overgangen fra sekant til tangent”.

Det er altså ikke et spørgsmål om at erstatte færdigheder og beviser med digitale værktøjer, men om at udnytte sidstnævnte til at fremme forståelsen af førstnævnte pædagogisk mere effektivt.

En faldgrube for de svageste elever er at de holder fast i problemløsningsteknikker knyttet til det første forløb; det kunne eksempelvis være ved at bestemme monotoni-forhold fra en grafisk undersøgelse, som den vist på figur 1. Men disse elever vil uanset

hvad have svært ved at få de mere avancerede teknikker lært, så måske er det netop meget godt at de trods alt får noget af funktionsanalysen på plads.

Funktionsundersøgelse på A-niveau

På A-niveauet vil jeg typisk køre i et lidt højere tempo, men også i tre forløb. Tidligt i 1.g vil vi introducere centrale begreber, herunder afledet funktion, som dog bestemmes alene ved brug af CAS-værktøjer. Typisk bygget op omkring begrebsparrene nulpunkter/fortegnsvariation, lokale ekstrema/monotoniforhold og vendepunkter/krumningsforhold (Jensen 2021).

Anvendelsen af CAS-funktioner til at arbejde med funktioner gør det muligt at arbejde med forholdsvis komplicerede funktioner samt uproblematisk også at arbejde med afledede af højere orden og dermed også bane vejen for senere arbejde med vektorfunktioner og især funktioner af to variable.

Senere i 1.g følges op med andet forløb hvor samme undersøgende tilgang som for B-niveauet anvendes til at opdage en metode til at differentiere funktioner uden CAS-værktøj.

Endeligt falder tredje forløb på et passende tidspunkt i 2.g hvor der med afsæt i grænseværdi-begrebet udvikles beviser for en række af de anvendte sætninger og teoretiske sammenhænge. Men her spiller digitale værktøjet en mindre eller slet ingen rolle.

Det er værd at udvikle gode ideer til undervisningsforløb hvor digitale værktøjer kan bruges til at muliggøre indlæringen af centrale begreber inden for et bestemt emne før andre og mere avancerede aspekter af emnet kommer på dagsordenen.

Andre områder hvor der allerede findes gode eksempler, kan være anvendelsen af dynamiske geometriprogrammer til at udvikle begreber og forståelse af løsninger inden for eksempelvis trigonometri og vektorregning. Og simuleringer af stokastiske processer i et regneark kan danne en god klangbund for sandsynlighedsregningen.

Digitale værktøjer åbner formidable muligheder af didaktisk og pædagogisk art, men er samtidig lidt af en fælde for matematikfaget hvis de får lov vedvarende at spille en alt for stor rolle i problemløsning og opgaveregning.

Referencer

- Bang, H.P., Grønæk, N. og Larsen, C.R. (2020). Efteruddannelse i CAS – erfaringer fra fire år med CMU. MONA 2020(4).
- Jensen, K.B.S (2021). Funkteoriens grundbegreber – note til gymnasial undervisning. Kan hentes på <http://bjerling.dk/mat/funktioner.pdf> (23/3-2021).

Udvikling af en didaktik for teknologisk dannende undervisning i naturfagene



Jette Reuss Schmidt,
UCN

Kommentar til Keld Nielsen og Martin K. Sillasen: Teknologisk dannelse: Hvorfor og hvad? – Oplæg til diskussion, MONA, 2020-4.

En teknologiforståelsestrilogi udfoldes i MONA i 2020 og 2021. Derfor skal der lyde en stor tak til Keld Nielsen og Martin K. Sillasen, som dermed tager fat på en længe ventet diskussion af begrebet teknologiforståelse. I første del (Nielsen & Sillasen, 2020a) gør Nielsen og Sillasen på velargumenteret vis op med Børne- og Undervisningsministeriets meget snævre definition af teknologiforståelse, som oftest er begrænset til digital teknologi. I trilogiens anden del, som er den del denne kommentar retter sig imod, diskuteres behovet for en didaktik om teknologisk dannende naturfagsundervisning. I artiklen *Teknologisk dannelse: Hvorfor og hvad?* er der et fokus på den viden og de færdigheder eleverne skal tilegne sig som kommende borgere i en fremtid med komplekse udfordringer knyttet til teknologi.

Med udgangspunkt i såvel teknologiens fremskridt som teknologiens negative konsekvenser argumenterer Nielsen og Sillasen for at undervisning der omhandler teknologi, skal være teknologisk dannende så *“eleverne bliver kritiske, reflekterende, indgribende og nytænkende i forhold til teknologi”* (Nielsen & Sillasen, 2020b s.67). Afsættet for en tydeligere teknologisk dannende dagsorden tages i rapporten *“Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology”* (STL) fra 2007, hvor der er opsat 20 delmål for Technological Literacy. I artiklen argumenterer Nielsen og Sillasen for at disse delmål kan være en inspirationskilde for en didaktik om teknologisk dannelse i dansk naturfagsundervisning. De sammenligner således STL’s delmål med teknologiske mål i de fire danske grundskolefag natur/teknologi, fysik/kemi, biologi og geografi. Sammenligningen viser at der i naturfagsmålene er flere mangler vedrørende teknologiens væsen – eller som de vælger at kalde det “Nature

og Technology”, og de argumenterer for at der bør være fokus på både teknologiens funktion og teknologiens betydning for vores verdensforståelse, omgangsformer og for sociale og økonomiske strukturer.

Emnet teknologisk dannelse er både interessant og relevant, og Nielsen og Sillasen har jævnt ovenstående givet et fint oplæg til en diskussion af emnet, som jeg gerne deltager i. Det efterfølgende er således mit bidrag til hvad en didaktik om teknologisk dannelse i naturfagsundervisningen kan indeholde.

Technological Literacy eller teknologisk dannelse

I artiklen kædes teknologisk dannelse sammen med Technological Literacy hvilket til en vis grad giver mening, men i min optik har det kontinentale dannelsesbegreb meget mere at byde på i forbindelse med en udfoldet teknologiforståelsesdidaktik. Mens Literacy-begrebet “*refererer til evnen til at kunne forstå, kunne analysere, kunne diskutere, kunne formidle og kommunikere*” (Jensen, s.d. s. 4), forholder dannelse sig i mange definitioner også til menneskelige og sociale dyder. I det tyske *Bildung*, som det danske dannelsesbegreb har tætte relationer til, træder de menneskelige og sociale dyder tydeligt frem, for i hvilket (for)billede skal et menneske dannes? Undervisning i teknologiforståelse vil uvægerligt ske på baggrund af vores forbilleder, hvad enten vi er bevidste om dem eller ej. Teknologifilosofi kan være med til at bevidstgøre os om disse forbilleder. Når teknologiforståelse således tilknyttes en kontinental dannelses-tradition, tilknyttes det også en retorisk-etisk dimension om menneskelige og sociale dyder (Jensen, s.d. s. 11). Ifølge nyhumanisten Wilhelm von Humboldt sker dannelse i en vekselvirkning mellem mennesket og verden (Sorkin, 1983). Dannelsesforestillinger og dannelsesidealer forandres, og den teknologiske udvikling har stor betydning for disse forestillinger og dermed for vekselvirkningen mellem menneske og verden.

Filosoffen Martin Heidegger har i *Spørgsmålet om teknikken* (Heidegger 1999) et godt eksempel på hvordan teknologisk udvikling kan være med til at påvirke (afdække) vores syn på verden. Om brunkulsteknologien skriver han: “*Et landområde udfordres derimod med henblik på produktion af kul og malm. Jordbunden afdækker sig nu som kuldistrikt, undergrunden som malmaflejring [...] Det er tydeligt her, at den moderne tekniks afdækning betyder, at vi ser naturen anderledes. At dens sandhed fremstår anderledes eller på en bestemt måde for os. Den afdækker, eller afslører, noget bestemt om virkeligheden omkring os*” (Heidegger, 1999, s. 44-45). En vigtig pointe hos Heidegger er at vi forstår teknikkens væsen som en udnyttelse af naturen som ressource (bestand), og at mennesket selv kan fremstå som en ressource.

Filosofi som refleksionsgrundlag for teknologiforståelsesmål

I artiklen skriver Nielsen og Sillasen kort om den kritik Mahdi G. Nia og Marc J. de Vries har af STL. Denne kritik bygger på teknologifilosofiske overvejelser om bl.a. teknologis

normative karakter, hvilket ifølge Nia og de Vries fylder for lidt i STL-rapporten (Nia & de Vries s.12). Ligeledes kritiseres STL for ikke i tilstrækkelig grad at inddrage det filosofiske spørgsmål om hvad teknologisk viden egentlig er. Nielsen og Sillasen skriver at de ikke vil forfølge denne kritik nærmere (Nielsen & Sillasen, 2020b s. 74), men det er netop her man i min optik skal være skarp i en kommende teknologiforståelsesdidaktik. Som Nia og de Vries skriver, opregner STL-rapporten en liste over vigtige delmål som bør medtages i en undervisning med fokus på Technological Literacy. Listen finder de dog ikke helt udtømmende, og de savner altså det filosofiske grundlag som kan danne refleksionsbund for valg af delmål for viden – og færdighedsområder.

Jeg er enig med Nielsen og Sillasen i at vi i Danmark kan lade os inspirere af STL-rapporten, men i udviklingen af en didaktik for teknologiundervisning i naturfag med fokus på teknologisk dannelse må vi sikre at vores valg af viden- og færdighedsområder bygger på et filosofisk refleksionsgrundlag. Hvilket filosofisk refleksionsgrundlag der skal inddrages, er så et åbent spørgsmål, men Aristoteles vil være et godt sted at starte idet han på mange måder har præget vores syn på viden og forståelse, og fordi hans idéer kan danne grundlag for en forståelse af såvel teknologiens funktion som teknologiens betydning. Som udgangspunkt for teknologiforståelse giver det derfor god mening at tage livtag med de tre vidensformer episteme, techne og fronesis. Episteme står således for den teoretisk-videnskabelige viden, mens techne kan betegnes som fremstillingsviden, og fronesis er fornuftens disposition indeholdende en praktisk-etisk klogskab om det gode liv og om hvordan man kan handle så man fremmer betingelserne for det gode liv (Gustavsson, 2001) Teknologiens normativitet vil med disse tre vidensformer blive tydeliggjort, og ifølge Aristoteles har techne mulighedskarakter idet det fremstillede altid kunne have været anderledes. Sat ind i en dannelseskontekst gælder det om fronesisk kundskab at den er personlig og erfaringsbaseret og kan derfor ikke læres ved undervisning, men ved opdragelse, det gode forbillede og gennem handling.

Mod artiklens afslutning medtager Nielsen og Sillasen et citat af John Dakers om inddragelse af filosofiske spørgsmål vedrørende teknologiens betydningsaspekt. Daker argumenterer således for inddragelse af etiske, politiske og hermeneutiske aspekter af teknologi i undervisningen. For en dybere forståelse af teknologiens hermeneutiske egenskaber kunne man med stor fordel inddrage Hans-Georg Gadamers hermeneutiske cirkel. Forståelse opnås således hos Gadamer gennem fortolkning (som en modsætning til naturvidenskabens forklaring) og er uløseligt forbundet med (for) billeder forankret i tidligere gjorte erfaringer (Gadamer, 2004). Fortolkning skal her forstås som et redskab til at få videnskabelig viden om menneskeskabte fænomener.

Jürgen Habermas vil i øvrigt være oplagt at inddrage i forbindelse med teknologikritik, men her kan flere nyere teknologifilosoffer også komme på banen. Fx kunne Carl Mitchams teknologidefinition, som er den Nia og de Vries bruger i deres analyse

af STL, være oplagt at medtage i en didaktik for teknologiforståelse i naturfagene. Ikke mindst Mitchams fokus på *teknologi som vilje* (Mitcham, 2001) synes interessant.

Teknologiforståelse for STEM og/eller teknologiforståelse for de enkelte naturfag
Ifølge Nielsen og Sillasen vil det være mest hensigtsmæssigt at en teknologisk dannende undervisning i naturfagene "*knyttes til STEM-begrebet og til udvikling af STEM-didaktikken*" (Nielsen & Sillasen, 2020b s. 77).

Her oplever jeg en diskursiv spændetrøje. Teknologiforståelse giver naturligvis rigtig god mening i STEM-undervisning, men det giver også god mening i forhold til de enkelte naturfag. For tiden er læreruddannelsens nationale netværk inden for de forskellige fag ved at beskrive hvordan teknologiforståelse inddrages i fagene. En didaktik for teknologiforståelse i naturfagene bør også kunne rumme dette.

Nielsen og Sillasen skriver desuden at Engineering er "*en væsentlig del af hvad der skal til for at have en almen forståelse af teknologi, nemlig den proces hvor ny teknologi skabes*" (ibid. s. 77), og de fortsætter "*Teknologisk dannende undervisning vil derfor kræve overvejelser om hvordan man kan beskrive og forstå Engineering som en helt igennem teknologisk aktivitet*" (ibid. s. 77). Med udgangspunkt i techne-viden giver det god mening at give plads til Engineering, men Engineerings inddragelse i naturfagene aktualiserer forskellige fortolkninger om hvorvidt Aristoteles mente at et menneske som besidder en techne-viden, også skal kunne fremstille produkter i praksis. I mange tilfælde kan Engineering bidrage med substans qua kravet om produktfremstilling, men i flere tilfælde giver det af mange grunde ikke mening. I en didaktik om teknologiforståelse i naturfag vil det således være givtigt at inddrage Engineerings produktfremstilling i bred forstand, men produktfremstilling skal ikke nødvendigvis inddrages i alle naturfaglige møder med teknologiforståelse.

Teknologiforståelsens *hvordan*

Første og anden del af teknologiforståelsestrilogien har beskæftiget sig med teknologiforståelsens *hvad* og *hvorfor*. Vi mangler således *hvordan*, men det kommer der formentlig et bidrag om i 3. del, som jeg glæder mig til at læse. Det er nemlig ikke helt enkelt at sammenkæde elevernes/de studerendes praktiske fremstilling eller indsigt i andres praktiske fremstilling med handlingsrettede aktiviteter indeholdende etiske, kritiske og hermeneutiske overvejelser over teknologi. En forhåbentlig kommende didaktik om dannende teknologiforståelse i naturfag bør derfor medtage konkrete forslag til hvordan undervisningen kan forløbe på baggrund af didaktiske/filosofiske refleksioner over hvad og hvorfor. Ifølge Nia og de Vries er dette stadig en mangelvare også i STL.

Referencer

- Gadamer, H. G. (2004). *Sandhed og metode*. København: Gyldendal.
- Gustavsson, Bernt (2001). *Vidensfilosofi*. Klim.
- Heidegger, M. (1999). *Spørgsmålet om teknikken og andre skrifter*. København: Gyldendal.
- Jensen, Hans Siggaard (s.d.). *Digital dannelse – et overblik*. Lokaliseret d. 16. december 2020 på: https://centralbibliotek.dk/sites/default/files/legacy/digital_dannelse_-_et_overblik.pdf.
- Mitcham, Carl (2001). Philosophizing About Technology: Why Should We Bother? *ethix.- Business. Technology. Ethix*, juni 1, 2001. Lokaliseret d. 16. december 2020 på: https://ethix.org/2001/06/01/philosophizing-about-technology-why-should-we-bother_.
- Nia, M. G., & de Vries, M. J. (2016). "Standards" on the bench: Do standards for technological literacy render an adequate image of technology? *Journal of Technology and Science Education*, 6(1), 5 – 18. Lokaliseret d. 16. december 2020 på: <https://doi.org/10.3926/jotse.207>.
- 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? – Oplæg til diskussion*. MONA, 4, 66 – 82.
- Sorkin, D. (1983). Wilhelm Von Humboldt: The theory and practice of self-formation (Bildung), 1791-1810. *Journal of the History of Ideas*, 55-73.

Må vi bede om en forsker til at dokumentere teknologisk dannelse og STEM på htx?



Pernille Kaltoft, htx-lærer og fagkonsulent for faget teknologi.

Kommentar til Martin K. Sillasen og Keld Nielsen: "Undervisning i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag", MONA 2021-1.

Jeg har med stor interesse læst "Undervisning i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag" samt de forudgående to artikler i serien. Jeg kender desuden til de to forfatters øvrige arbejde – udført i samarbejde med andre – med at udvikle en engineering-didaktik til grundskolen (Auener et al 2018). Det er alt sammen vældig relevant og vigtigt arbejde.

Til gengæld er det provokerende at opleve sin egen virkelighed negligeret, en virkelighed hvor teknologisk dannelse er og har været omdrejningspunktet i 25-30 år. Jeg er htx-lærer og fagkonsulent for faget teknologi på htx. Htx er en 3-årig gymnasial uddannelse, der i 25 år har udført gymnasial engineering-undervisning og haft teknologisk dannelse som sit overordnede mål. Peter Larsen beskrev i dette tidsskrift teknologifagets historie i "STEM på htx. 25 år med teknologi og engineering i de gymnasiale uddannelser i Danmark" (Larsen 2020). Artiklen giver en klar fremstilling af udviklingen i teknologifaget på htx i dets levetid. Teknologifaget er groet frem i en dansk kontekst bl.a. baseret på tankegods fra danske ingeniøruniversiteter i 1980'erne og 1990'erne, og af den grund er begreberne ikke afstemt med et nutidigt internationalt og engelsksproget begrebsapparat, hvad der ser ud til at have gjort os, htx, usynlige og ikke-eksisterende. Og det er ærgerligt! Htx rummer endda mere end teknologifaget med relevans for STEM-undervisning og "technological literacy", teknologisk dannelse. Vi har bl.a. et omfattende teknikfag. Det er et obligatorisk A-fag, hvor den enkelte elev vælger imellem fire forskellige versioner af faget, repræsenterende forskellige teknologiområder. Teknikfag er mere 'hardcore' engineering end faget teknologi. Det er teknisk specifikt, hvor teknologi er et metodefag med bredt indhold. Vi har med

gymnasiereformen i 2017 fået et nyt idéhistorie fag (obligatorisk B-niveau), designet til htx som afløser af og en videreudvikling af det tidligere teknologihistorie C (også obligatorisk). Dertil kommer at alle science-fagene på htx er på et samlet højt obligatorisk niveau sammenlignet med stx.

Vi kan altså med vores htx-uddannelse byde massivt ind med erfaringer med teknologisk dannelse og STEM-undervisning:

- teknologisk dannelse via htx's nye idehistoriefag, vinklet fra et historisk, et idéhistorisk og et filosofisk perspektiv,
- teknologisk dannelse via fagene teknologi, teknikfagene, kommunikation og IT, informatik og programmering – fag som alle er engineering-fag og dermed repræsenterer E'et i STEM – og
- teknologisk dannelse via science-fagene og matematik som værktøjsfag for de teknologiske fag.

Jeg vil hermed invitere forskere til at gå ombord i htx og beskrive os og vores undervisning med brug af moderne begreber som “technological literacy” og STEM-begreber.

I det følgende opridser jeg med udgangspunkt i artiklen af Sillasen og Nielsen tre temaer i relation til teknologisk dannelse. Jeg anser – på baggrund af min hverdag på htx og viden om udviklingen af htx – disse temaer som værende interessante og relevante for en forskningsindsats som kan bidrage til udviklingen af teknologisk forståelse i læreruddannelsen og i næste led hos eleverne i grundskolen.

1. I hvor høj grad kan og skal det funktionelle adskilles fra det betydningsrelaterede?

Sillasen og Nielsen skriver s. 28: “Desuden bør undervisningen rumme både elementer rettet mod forståelse af teknologiers funktionalitet ... og elementer rettet mod teknologiens betydning ...” (Sillasen & Nielsen, 2021). Peter Larsen (2020) beskriver en udvikling i teknologifaget på htx der er gået fra et meget bredtfavnende teknologifag, der integrerede elementer af teknologihistorie og forståelse af dynamikken imellem samfund og teknologiudvikling, teknologivurdering og miljøvurdering, til et mere snævert og klart defineret produktudviklende fag (mere ‘ren’ engineering). Vi er altså i teknologifaget på htx gået fra en integration internt i faget af de to elementer i teknologiforståelsen i retning af en opsplittning sådan at de teknologiske fag (engineering-fagene) primært tager sig af det funktionelle, hvor den begrebslige forståelse af betydningen af teknologiudvikling i historisk, samfundsmæssigt, filosofisk og etisk perspektiv er udbygget i og med det nye idehistoriefag, men også i højere grad i dag er ‘udliciteret’, dvs. er taget ud af de teknologiske fag. Der er ingen tvivl om at kvaliteten af undervisningen i teknologiens betydningsmæssige aspekter qua udliciteringen til faggrupper der specifikt er uddannet hertil, isoleret set har højnet fagligheden i forhold

til dengang hvor ingeniører på bedste beskab forsøgte at inddrage teknologihistoriske aspekter, teknologivurdering, etikbegreber og andet samfundsfagligt-humanistisk gods i deres teknologi-undervisning. Men hvordan påvirker det eleverne på htx når koblingen mellem det funktionelle og det betydningsmæssige gøres svagere? Bliver de mere teknologisk dannede, eller mister de teknologisk dannelse? Det skal tilføjes at flere end hver fjerde elev på htx i 2020 skrev deres SOP (Studieretningsprojekt, pendant til SRP på stx) med idéhistorie som det ene fag.

Jeg læser ud af Sillasen og Nielsen (2021) at de to aspekter er nært koblede i læreruddannelsen. Mini-kurset, som en stor del af artiklen omhandler, er således designet som en 'betydnings-overbygning' til et forudgående engineering-forløb. Men på sigt kunne dette – som i htx's tilfælde – udvikle sig i retning af en opsplnitning med mindre vi får viden om en negativ betydning af en sådan opsplnitning. Det er ligeledes en vigtig dimension at have i fokus når det almene gymnasium netop i denne tid har påbegyndt en diskussion om teknologisk dannelse på stx, jf. udtalelse af Birgitte Vedersø til Ingeniøren (Josefsen, 2021).

2. Hvordan diskuterer man teknologibegrebet med elever?

I artiklen beskriver Sillasen og Nielsen en konkret øvelse med deres lærerstuderende der optræder under overskriften: "Udfordring 1: Hvad er teknologi, og hvordan taler man om det i en klasse?" (s. 38). Jeg laver en lignende øvelse med grundskoleelever i brobygning på min skole – efterfulgt af en konkret engineering øvelse – og øvelsen er spredt til kollegaer. Jeg og mine kollegaer har altså års erfaringer med at diskutere hvad teknologi er, med grundskoleelever fra 8.klasse og opefter på baggrund af ganske simple spørgsmål som "kom med eksempler på avanceret teknologi, kom med eksempler på teknologi som vi har kendt meget længe historisk – hvor langt tilbage kan I tænke?" eller "kom med eksempler på teknologi som er en ting, og kom med eksempler på teknologi som er systemer, kom med eksempler på teknologi fra hverdagen". Eksemplerne som eleverne kommer op med efter få minutter i grupper, omfatter forventeligt mobiltelefon, computere, satellitter, industrirobotter, men de kommer også af sig selv med eksempler som bålsted, hjul, elvandkoger, vaskemaskine, vindmøller, servere og nogle af sig selv, andre hjulpet, med eksempler som kloaksystem, elnet, internettet. Vi beder herefter eleverne om at nå frem til en definition af teknologi, og det gør eleverne ganske flot! Det er altså ikke eleverne der er begrænsede eller begrænsende i forhold til en fornuftig forståelse af teknologibegrebet!

I forhold til teknologibegrebet overordnet er jeg *helt* enig med Nielsen & Sillasen (2020) og enig med alle der enten selv er uddannede ingeniører eller har tænkt bare lidt teoretisk over begrebet – se fx indledningsartiklen af Johannes Fibiger i den lille antologi "Teknologiforståelse" (Fibiger, 2020). Begrebet teknologi dækker selvfølgelig over langt mere og andet end digital teknologi. Det svære er at afgrænse hvad

der *ikke* er teknologi. Forsøgsfaget i grundskolen må enten have et andet navn eller et andet indhold! Gerne det sidste, men det betyder bestemt ikke at jeg er imod at elever lærer at programmere i grundskolen. På samme måde bør mit eget fag på htx omdøbes enten til det engelske 'engineering' eller til noget dansk som 'ingeniørfag' eller 'produktudvikling' hvilket dog lige for tiden kolliderer med at vi på htx har et grundforløb der hedder produktudvikling.

3. Hvilken forståelse af viden bygger vi uddannelser på?

Jeg tillod mig tidligere – i min opremsning af tre forskellige bidrag på htx til teknologisk dannelse – at kalde science-fagene og matematik for værktøjsfag for de teknologiske fag. Det vil helt sikkert falde nogle for brystet. Ligesom det ofte i skole-sammenhæng diskuteres i hvilket omfang matematik er et redskabsfag for de naturvidenskabelige fag versus et fag i sin egen ret, så kan vi på htx føje et punkt mere til denne diskussion idet vi i vid udstrækning tænker og bruger de naturvidenskabelige fag og matematik som redskabsfag for de teknologiske fag. Nu går jeg – som ikke-forsker inden for uddannelsesfeltet – ud på teoretisk tynd is, men jeg prøver alligevel at udfordre: Jeg synes ikke at kunne læse ud af artiklerne af Sillasen og Nielsen hvilken forståelse af viden de arbejder ud fra, eller om de overhovedet tænker at det betyder noget i sammenhæng med at diskutere STEM kompetencer og teknologisk dannelse. Jeg læste i 1990'erne om begreberne modus 1-viden og modus 2-viden (Gibbons et al., 1994), begreber udviklet af en international forskergruppe inden for feltet videnssociologi. Denne forskning rummede et opgør med forestillingen om at viden i første omgang produceres på universitetet (elfenbenstårnet) for derfra at blive kommunikeret ud og anvendt af andre længere 'nede' eller længere 'ude' i systemet. I stedet mente forskergruppen at viden i dag produceres alle mulige steder og i alle mulige konstellationer. Grundforskning kommer jævnlige ud af kommercielle aktiviteter (fx inden for det medicinske område), praktisk produktudvikling fører indimellem til banebrydende nyheder (fx moderne vindmøller) og så videre. Modus 2-viden er således en forestilling om at viden produceres tværfagligt, tværsektorielt og er båret af alskens konkrete interesser. Modus 1-viden er en forestilling om at viden ideelt set er interessefri, "ren", og produceres af fagnørder i isolerede vidensinstitutioner og herfra skal formidles videre til de uvidende. Jeg ser for mig at htx er født ud af en modus 2-forståelse af hvad viden er, og hvordan viden bliver til. Konkret eksempel: Elever på htx i teknologifaget tilegner sig viden gennem deres livtag med at analysere og forsøge at løse dagens samfundsmæssige problemer. I denne proces må de opsøge og tilegne sig den viden der er nødvendig. Noget af den viden har de til rådighed via andre fag i uddannelsen, og noget viden må de opsøge fra bunden af eller i forlængelse af den viden de allerede er i besiddelse af. De må søge inden for skolen og uden for skolen og omsætte det hele via deres eget arbejde til et konkret håndgribeligt fysisk

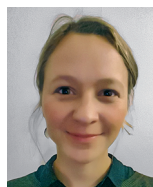
realiseret produkt. Denne måde at arbejde på gør eleven kritisk tænkende og er personligt myndiggørende – med en klar forbindelse til det klassiske dannelsesbegreb.

Referencer

- Auener, S., Daugbjerg, P. S., Nielsen, K. & Sillasen, M. (2018): Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor, VIA University College i samarbejde med Engineer the future, Astra og Naturvidenskabernes Hus, https://astra.dk/sites/default/files/eis_rapport_v4_1.pdf.
- Fibiger, J. (2020): Var den inde? Teknologibegrebet endevendt og anvendt. KVAN, 117, september, 40. årgang.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., Trow, M. (1994): *The new production of knowledge – The dynamics of science and research in contemporary societies*. London, Sage.
- Josefsen, H. (2021): Nu skal teknologi være almendannelse: Danske Gymnasier foreslår helt nyt fag, *Ingeniøren online*, hentet <https://ing.dk/artikel/nu-skal-teknologi-vaere-almendannelse-danske-gymnasier-foreslaar-helt-nyt-fag-242322>.
- Larsen, P. (2020): STEM på htx. 25 år med teknologi og engineering i de gymnasiale uddannelser i Danmark. *MONA*, 3, 39-51.
- Nielsen, K. & Sillasen, M. (2020): Teknologiforstyrrelse: Hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver “teknologi”? *MONA*, 3, 63-73.
- Sillasen, M. & Nielsen, K. (2021): Undervisning i teknologisk dannelse i læreruddannelsens naturfag. *MONA*, 1, 27-49.

Kønnede udfordringer i folkeskolen

– Hvordan kønsforskningen kan bidrage til videre analyser



Katia Bill Nielsen,
Institut for Naturfagenes
Didaktik, Københavns
Universitet.



Henriette Holmegaard,
Institut for Naturfagenes
Didaktik, Københavns
Universitet.

Kommentar til Krogh, Elgaard, Secher og Daugbjerg: 'Pigerne stikker af fra drengene i karakterer til den fællesfaglige prøve?' MONA 2021-1.

I sidste nummer af MONA præsenterede Krogh, Elgaard, Secher og Daugbjerg resultater fra deres følgeforskning af den fællesfaglige prøve for elever i 9. klasse. Den fællesfaglige prøve blev indført i 2017, og følgeforskningen har fulgt denne i de følgende tre år. Resultaterne stammer fra en kombination af både kvantitative registerdata og spørgeskemaer samt kvalitative observationer på fire skoler. I artiklen viser forfatterne at pigerne opnår højere karakterer i disse prøver end drengene, og at denne forskel kun er blevet større sammenlignet med tidligere naturfaglige prøver. I artiklen undersøger Krogh et. al. om dette kan skyldes forskelle i elevernes motivation for den fællesfaglige og naturvidenskabelige undervisning. Konklusionen viser at motivation alene ikke kan forklare karakterforskellen, og at der derfor må være andre faktorer på spil.

Prøveformer og (u)lighed

Artiklen adresserer en yderst relevant problemstilling, som det er uhyre vigtigt at vi tager seriøst og fortsætter med at undersøge og udvikle. Den præsenterede litteratur, som forfatterne gennemgår, peger på en sammenhæng mellem prøveformat og uligheder mellem forskellige elevgruppers resultater. Samme sammenhæng er fundet på de videregående naturvidenskabelige uddannelser hvor forskere som Cotner og Ballen (2017) eksempelvis har påvist hvordan eksaminer øger forskelle mellem mænd og kvinders præstationer, mens andre prøveformer, såsom afleveringer og gruppeopgaver, udjævner denne ulighed. En interessant forskel er imidlertid at det er kvinderne der

i Cotner og Ballens undersøgelse underpræsterer i forhold til mændene. Selvom der er stor variation i kønsforskelle og uligheder på tværs af det naturvidenskabelige felt, så peger litteraturen på at unge kvinder bliver mødt med en række barrierer i deres uddannelsesspor mod naturvidenskaberne (se bl.a. Archer et al., 2013, 2020; Gonsalves & Danielsson, 2020). Et interessant spørgsmål er derfor hvornår i uddannelsesforløbet ulighedspilen skifter side, og hvad der spiller ind på denne ulighed?

Køn og naturfaglige kompetencer

I sidste del af artiklen diskuterer forfatterne mulige forklaringer på den påviste forskel mellem drengene og pigernes karakterer til den fællesfaglige prøve. Baseret på forskningslitteraturen og deres egen empiri opstiller forfatterne fire hypoteser. Hypotese et til tre fokuserer på forskelle mellem elevernes kompetencer til at forberede sig til og gennemføre selve prøven. Det diskuteres om pigerne er bedre til at forberede sig til prøven, og om drengene har sværere ved at planlægge og kontrollere deres arbejde samt håndtere samarbejde og tidsdeling (p. 19-22).

I forhold til undersøgelsens fokus på kønnede forskelle ser vi imidlertid et uudnyttet potentiale for i højere grad at trække på perspektiver fra den eksisterende forskning om køn og det naturvidenskabelige område. Nedenfor deler vi nogle bud på hvilke spørgsmål denne litteratur kan rejse til analysen, og vi håber at forfatterne vil gå den vej i deres videre arbejde.

Hvordan anerkendes og performes køn i folkeskolen?

Hvor prøveformer sigter mod at måle elevernes læring og kompetencer, så har uddannelsessociologer længe beskæftiget sig med hvordan prøver også maskerer social ulighed (Radnor et al., 2007). At piger scorer højt i grundskolens prøver, er hverken nyt eller et dansk fænomen. Ligesom social baggrund slår ud i prøver, så gør etnicitet, dialekt og køn det også. Dog finder vi det ligesom forfatterne nærliggende at spørge om de observerede forskelle reelt handler om elevernes kompetencer, eller om forskellene er udtryk for noget andet. Med baggrund i kønsforskningen kunne disse forskelle også ses som et resultat af hvordan køn *anerkendes* og *performes* forskelligt.

Vi ved fra en række undersøgelser at naturfag generelt positioneres som maskulint (se bl.a. Achiam & Holmegaard, 2015; Archer et al., 2020; Gonsalves & Danielsson, 2020) og noget der kræver at man er særlig intelligent, motiveret og dedikeret, idet feltet generelt anses som svært og kun for de udvalgte få (Bøe et al., 2011). Således stemmer feltet ikke overens med populære feminine idealer, såsom at være glamourøs, omsorgsfuld og flittig (Archer et al., 2012, 2013). En af de vigtige pointer i denne forskning er at køn er noget vi gør – det er noget der performes ud fra idealer om hvad

der er feminint og maskulint (Gonsalves & Danielsson, 2020; Hasse, 2000), og at det kan være vanskeligt at performe femininitet og samtidig blive genkendt i naturfag.

Baseret på denne viden er det nærliggende at overveje hvordan prøver i folkeskolen – og de kompetencer sådanne prøver honorerer – positioneres af elever og lærere. I artiklen beskrives det hvordan en lærer mener at prøven særligt begunstiger elever der har selvdisciplin, selvmotivation samt er systematiske. I den forbindelse kunne et interessant perspektiv være om dette er kompetencer der særligt begunstiges og anerkendes hos piger. Et andet perspektiv der kunne være interessant at udfolde videre, er hvorvidt prøven rent faktisk belønner elever der indfrier målene. I andre dele af uddannelsessystemet har kønsforskningen peget på at dette ikke altid er tilfældet. Eksempelvis er det blevet vist hvordan fysikstuderende belønnes mere for at overskride fagenes mål, ved at stille spørgsmål og 'lege' med opgaven frem for at følge opgaveinstrukserne (Hasse, 2000). I tråd med dette ligger også retorikken om 12-tals-piger som kedelige, sygelige eller pleasere (Hansen & Blom, 2017).

Diskussionen om hvad der honoreres, ligger i tråd med forfatterens fjerde hypotese, der peger på lærerbias som en mulig forklaring. På trods af at lærerne i undersøgelsen generelt anser drengene og pigerne for lige dygtige, har de stadig forskelligartede forventninger til eleverne baseret på deres køn, eksempelvis at 'mange drenge er mindre strukturerede i selvstændigt arbejde' (p. 22). Lærerne har således indlejret en ofte ubevidst idé om eleverne baseret på en stereotyp forestilling om piger og drenge, og denne forestilling risikerer at forstærke (eller måske ligefrem skabe) forskellene. Udover at skabe forskellige forventninger til eleverne risikerer stereotype forestillinger at bevirke at eleverne honoreres forskelligt alt efter hvem de er, og hvilken situation det drejer sig om. Når lærerne oplever at det især er pigerne der proaktivt bekymrer sig om prøven (p. 20) og i højere grad end drengene søger lærerens hjælp (p. 20), kan det også ses som et udtryk for at piger og drenge anerkendes forskelligt for forskellig adfærd. Udtrykt anderledes kunne man sige at der er forskellige positioner til rådighed for eleverne i klassen, hvor nogle roller er mere eller mindre lette at indtage for den enkelte elev.

Intersektionalitet som muligt perspektiv

En anden teoretisk tilgang, hvor kønsforskningen kan bidrage til at åbne analysen yderligere, findes i begrebet intersektionalitet. Dette perspektiv fokuserer på hvordan sociale kategorier som køn, etnicitet og social baggrund spiller sammen (Avraamidou, 2020). For at tage højde for dette samspil må forskning interessere sig for variationerne på tværs af kategorierne frem for at fokusere på 'drenge' og 'piger' som homogene kategorier. Som analytisk tilgang kan intersektionalitet bidrage med en række nuancerende spørgsmål til vores analyser. I forhold til artiklen kunne vi for eksempel

spørge: Er der forskel på drenges karakterer i relation til social baggrund – og er der tale om en polarisering af især drengegruppen (så gennemsnittet af karakterniveau dækker over stor variation på tværs af gruppen der kan forklares med sociale forskelle)? Det leder til næste spørgsmål inspireret af Andreassen (2007) nemlig om drenge fra familier med kortere uddannelse og lavere indtægter er anderledes stillet end piger fra samme type familiebaggrund?

Kønsudfordringer i egen forskning

En sidste refleksion med inspiration fra kønsforskningen er hvordan vi forskeres egen position og forestillinger altid spiller sammen med vores forskning. Ligesom lærerne kan have stereotype forventninger til eleverne og dermed ligge under for 'stereotypernes trussel', kan vi som forskere også let komme til at ligge under for de samme bias. Vi er alle socialiseret ind i kulturelle forestillinger om hvad der er feminint og maskulint, og derfor er det ikke et spørgsmål om vi som forskere er biased, men *hvordan* vi er det (Agar, 1996). En vigtig kontinuerlig refleksion er derfor: hvordan optræder vores egne kønnede forestillinger i vores måde at stille spørgsmål og analysere data på?

Referencer

- Achiam, M., & Holmegaard, H. T. (2015). *D2.1 Criteria for Gender Inclusion* (Ref. Ares(2015)5452946). University of Copenhagen.
- Agar, M. H. (1996). Who are you to do this? In *The professional stranger, an informal introduction to ethnography* (2. udgave). Academic Press.
- Andreassen, K. (2007). *Karakterer og køn—Et narrativt perspektiv*. 12.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2013). 'Not girly, not sexy, not glamorous': Primary school girls' and parents' constructions of science aspirations. *Pedagogy, Culture & Society*, 21(1), 171-194. <https://doi.org/10.1080/14681366.2012.748676>
- Archer, L., Moote, J., & MacLeod, E. (2020). Chapter 3. Lighting the Fuse: Cultivating the Masculine Physics Habitus – A Case Study of Victor Aged 10-18. In A. J. Gonsalves & A. T. Danielsson (Eds.), *Physics Education and Gender: Identity as an Analytic Lens for Research* (Vol. 19). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41933-2>
- Avraamidou, L. (2020). Science identity as a landscape of becoming: Rethinking recognition and emotions through an intersectionality lens. *Cultural Studies of Science Education*, 15(2), 323-345. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09954-7>
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: Young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549621>

- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Cotner, S., & Ballen, C. J. (2017). Can mixed assessment methods make biology classes more equitable? *PLOS ONE*, 12(12), e0189610. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189610>
- Gonsalves, A. J., & Danielsson, A. T. (Eds.). (2020). *Physics Education and Gender: Identity as an Analytic Lens for Research* (Vol. 19). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41933-2>
- Hansen, K. R., & Blom, J. N. (2017). 12-talspigerne i medierne: Rammesætning og stereotypificering af højtpræsterende piger og kvinder i det danske uddannelsessystem [Straight-A girls in the media: The framing and stereotypification of high performance girls and women in the Danish system of education]. *MedieKultur: Journal of media and communication research*, 33(63), 28 p.-28 p. <https://doi.org/10.7146/mediekultur.v33i63.26451>
- Hasse, C. (2000). *Kraftfeltet: Kulturelle læreprocesser i det fysiske rum*. Institut for Antropologi, Københavns Universitet.
- McNay, L. (1999). Gender, Habitus and the Field: Pierre Bourdieu and the Limits of Reflexivity. *Theory, Culture & Society*, 16(1), 95-117. <https://doi.org/10.1177/026327699016001007>
- Radnor, H., Koshy, V., & Taylor, A. (2007). Gifts, talents and meritocracy. *Journal of Education Policy*, 22(3), 283-299. <https://doi.org/10.1080/02680930701269186>

