

Lad os gøre overgangsproblemer i matematik til et overgangsfænomen!



Brian Krog
Christensen,
Silkeborg
Gymnasium

Abstract: I den foreliggende artikel repeteres en række problemer som elever oplever i matematik ved overgangen fra grundskole til gymnasium, hvorpå der bl.a. på baggrund af en spørgeskemaundersøgelse anføres en række eksempler på tiltag der kan have potentiale i forhold til at reducere overgangsproblemerne.

Indledende opgave til læseren

Indledningsvist bedes du overveje følgende spørgsmål, der besvares senere i artiklen: Til hvilken aldersgruppe forestiller du dig at man typisk kan stille denne matematikopgave?

Angiv uden brug af lommeregner følgende tal i rækkefølge efter deres størrelse:

$$1, \frac{3}{4}, \frac{-4}{-5}, \frac{5}{4}, \frac{3}{-4}$$

Hvad er problemet?

Det har gennem mange år været kendt at elever oplever overgangen fra grundskole til gymnasium som ekstraordinært svær i matematik sammenlignet med andre fag (Niss, 2002; Mathiassen, 2009; Ulriksen, 2014). Undersøgelser viser, at særligt tempoet, abstraktionsgraden, fagsproget, kravene til præsentation af tankegang, IT-programmer samt algebra og beviser volder problemer i begyndelsen af gymnasietiden (Blomhøj, 2007; Ulriksen, 2014; Jessen, 2015; Christensen, 2021).

Det er en selvfølge at overgangsproblemerne bedst reduceres ved en bevidst, målrettet og gerne evidensbaseret indsats i forhold til disse både på grundskole- og gymnasieniveau. I denne artikel fokuseres på tiltag der kan iværksættes med henblik på at reducere overgangsproblemerne i matematik mens eleverne er i grundskolen. Dette fokus skyldes at den foreliggende analyse ligger i forlængelse af MONA-artiklen *Overgangsproblemer i matematik* (Christensen, 2021) hvor resultatet af et femårigt udviklingsprojekt præsenteres. I udviklingsprojektet er grundskoleelever i udskolingen blevet undervist af gymnasielærere i et valgfag kaldet 'gymnasiematematik' hvor der er blevet undervist med en gymnasial tilgang til faget. Det konkluderes på baggrund af forsøget at blot 15-20 klokketimer med gymnasieorienteret matematikundervisning har en ganske positiv effekt i forhold til elevernes oplevelse af overgangen fra grundskole til gymnasium. Specifikt har valgfagseleverne markant færre udfordringer i forhold til algebraisk symbolmanipulation, bevisførelse og ligningsløsning. Samtidig har eleverne der har fulgt valgfaget gymnasiematematik, det mindre svært med det øgede tempo på gymnasiet, inklusiv forøgelsen i frekvensen af mødet med nye begreber. Det er bemærkelsesværdigt at den positive effekt af valgfagsundervisningen kommer til udtryk et år eller mere efter eleverne har haft valgfaget.

Når der i det følgende omtales en undersøgelse, og når der indgår elevcitater, henvises til den serie af årlige spørgeskemaer om overgangsproblemer i matematik der indgår i evalueringen af ovennævnte udviklingsprojekt. Datagrundlaget består således af spørgeskemabesvarelser fra 2231 1.g-elever på Silkeborg Gymnasium, svarende til 85 % af 1.g-eleverne i perioden 2016-20 (Christensen, 2021).

Forsøget med valgfaget gymnasiematematik viser altså at man faktisk kan gøre noget der reducerer oplevelsen af overgangsproblemer. Men når man anbefaler forskellige tiltag på grundskole- eller gymnasieniveau der kan reducere overgangsproblemerne, mødes man nogle gange af matematiklærere med spørgsmålene: Skal det ikke være sværere at have matematik på gymnasiet end i grundskolen? Må eleverne ikke mærke at de går fra et uddannelsesniveau til det næste? Jo, men det er væsentligt at være bevidst om at 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). Tilsvarende er det vigtigt at man ikke bidrager til en (over det meste af verden) udbredt forestilling om at matematik er uretfærdig idet nogle har særlige anlæg for faget mens andre ikke har nær så gode muligheder for at lære det (Törner, 2013; Boaler, 2016). Hvis overgangen mellem grundskolen og gymnasiet i matematik opleves som værende *for svær*, er der risiko for at unødvendigt mange unge mennesker mister troen på egne evner med et læringstab til følge. Eksempelvis beskriver en elev med matematikkarakteren 4 fra grundskolen sin oplevelse således i begyndelsen af 1.g i forbindelse med undersøgelsen af overgangsproblemer: *Hver gang jeg rent faktisk føler mig selvsikker i*

matematik, viser det sig at det ikke var sådan man skulle gøre det, og det får mig til at føle mig rigtig dum og usikker igen.

Forslag fra elever vedrørende reduktion af overgangsproblemer

Når man efterspørger gode råd fra 1.g-elever til hvordan matematikundervisningen i henholdsvis grundskolen og gymnasiet kan medvirke til at skabe en bedre overgang, kommer der udsagn af denne type:

Vi skulle have haft mere bogstavregning i folkeskolen så man vænner sig til den abstrakte tankegang. For i gymnasiet fjerner man de fleste reelle regnestykker og erstatter dem med bogstaver.

I grundskolen at arbejde med beviser og grunde til hvorfor vi fik de resultater som vi gjorde. Min matematiklærer i grundskolen fortalte os dog at vi ville møde beviser osv. på gymnasiet, men jeg kunne godt have brugt at vi arbejdede lidt med det.

Gymnasiet skulle have startet hvor man er kommet til i grundskolen. Niveauet stiger fra grundskolen til gymnasiet, og man er ikke blevet så meget bedre til matematik på en sommerferie.

Min matematiklærer i grundskolen var fantastisk. Han lærte os det på en måde som blev forståelig og sjov. Men klart så kunne det have hjulpet hvis han havde forberedt os der nu gerne ville starte på STX, ved at enten forklare de metoder vi brugte, og/eller bare generelt gået mere i dybden med ting.

Fortæl hvad man skal lære i matematik i gymnasiet, og hvad fra grundskolen man ville bygge videre på. Fortælle om forskellene på folkeskolen og gymnasiet og lave en lille 'intro'.

Essensen er at eleverne beder matematiklærerne bygge bro mellem de to uddannelsesniveauer. Og de opfordrer i al mindelighed til at broen bygges fra begge sider. Der er en slående overensstemmelse mellem elevernes opfordring og en række grundlæggende læringsteorier der betoner vigtigheden af at møde eleverne (tæt) på det kompetencemæssige niveau hvor de er (Dolin, 2006).

Netværksdannelse som brobygger

Det sidste citat ovenfor er repræsentativt for mange elevudsagn. Det handler om at når der nu er to fag i henholdsvis grund- og gymnasieskolen der begge kaldes matematik, men som af eleverne opleves som værende temmelig forskellige, så kunne forskellene i det mindste blive italesat. Men hvis matematiklærere i grundskolen skal være i stand

til at fortælle eleverne hvad der venter i gymnasiet, og hvis gymnasielærere skal kunne italesætte forskellen i tilgangen til matematik, kræver det et gensidigt kendskab til undervisningspraksis (inklusiv tolkning af fagets formål og undervisningsmål, undervisningsmaterialer, fagterminologi, brug af IT-værktøjer mv.) på forskellige niveauer. Et sådant kendskab kan eksempelvis etableres gennem systematisk og vedvarende samarbejde i netværk bestående af matematiklærere fra forskellige uddannelsesniveauer. I spørgeskemaundersøgelsen foreslås dette (indirekte) af en elev: *“Jeg synes ikke altid det virker som om ens folkeskolelærere og gymnasielærere altid har den samme agenda. Det er nogle lidt andre ting man fokuserer på, så det ville være en god ide at snakke bedre sammen mellem folkeskolen og gymnasium”*. Et styrket samarbejde er bl.a. anbefalet af en matematikkommission nedsat af Undervisningsministeriet med henblik på rådgivning forud for den seneste gymnasireform (Undervisningsministeriet, 2016, s. 29-31), og flere forskningsrapporter om overgangsproblemer peger på netværksdannelse som et oplagt udviklingsfelt:

Forskningsrapporten kan anbefale, at institutionerne omkring hver enkelt overgang, hhv. grundskole og gymnasium og gymnasium og universitet, indleder et forpligtende fortløbende samarbejde, hvor det ikke alene drejer sig om institutionsbesøg for elever, der skal på gymnasium eller universitet, men om at lærere på de implicerede institutioner indgår i samarbejdet. Det skal ikke kun ske for at gøre overgangen “smertefri” men også for at sikre gensidig viden om, hvordan fagene praktiseres, og hvilke betydningsindhold der ligger i faglige begreber og i pædagogiske begreber om fx projektarbejde og tværfaglighed. Det drejer sig om klart at kommunikere, hvilke krav og forventninger, der stilles på de to niveauer, og om at sikre sig, at der etableres et fælles fagsyn og læringssyn på tværs af niveauerne (Mathiasen, 2009, s. 166).

Skolernes erfaringer og vores tværgående analyser viser, at en meget væsentlig brik i forhold til at afhjælpe overgangsproblemer består i at øge lærernes viden om og forståelse af undervisningens form og indhold hos hinanden. Grundskolelærerne har glæde af at vide, hvad de elever, som fortsætter i gymnasiet møder af forventninger og rammer, og gymnasielærerne har brug for at vide, hvilke erfaringer eleverne bringer med sig, hvilket indhold og hvilke undervisningsformer de har mødt i grundskolen, og som gymnasiet kan arbejde videre på og forholde sig til. Især har de deltagende lærere oplevet møder på tværs af skoletrin og gensidige observationer i undervisningen som meget frugtbare.

Selvom langt fra alle elever i grundskolens afgangsklasser skal i gymnasiet, så gav de deltagende grundskolelærere udtryk for at indsigt i kravene på det niveau, der ligger over deres eget, kan bidrage til at kvalificere deres eget faglige arbejde og give dem selv større forståelse for deres fags betydning for eleverne. ... (M)an (kan dog) ikke gå ud fra, at skolerne har blik

for behovet, fordi skolerne kan have tendens til at betragte deres eget uddannelsestrin som en afsluttet helhed (Ulriksen, 2014, s. 16 & s. 87).

Der er allerede visse steder i landet velfungerende samarbejder mellem grundskoler og gymnasier om overgangsproblemer i matematik. Men der er helt sikkert et stort udviklingspotentiale, som med fordel kan bringes i spil med NCUM, det nye Nationale Center for Udvikling af Matematikundervisning, som katalysator. Det er netop en hovedopgave for NCUM at *“etablere solide tværgående netværk, så den matematikdidaktiske kultur i Danmark styrkes ved, at ... undervisere tilbydes mulighed for deltagelse i relevante aktiviteter ... og netværkssamarbejde”* (NCUM, 2020). Ved åbningskonferencen for NCUM anførte Carl Winsløw, Københavns Universitet da også overgangsproblemer som en af tre systemiske hovedudfordringer som NCUM bør medvirke til at håndtere (Winsløw, 2020). Men NCUM kan ikke klare opgaven alene. Det kræver ressourcer at samarbejde, så der er brug for opbakning fra ledelser på både grundskole- og gymnasieniveau, hvilket meget gerne skulle fremmes gennem en tydelig politisk prioritering på lokalt og nationalt niveau af overgangsproblematikken. Den politiske prioritering kan dels motiveres af et ønske om at forbedre elevernes lyst til og læring af matematik i sig selv. Men derudover kan en reduktion af overgangsproblemerne i matematik medvirke til implementering af en del af den nationale naturvidenskabsstrategi (Undervisningsministeriet, 2018), der bl.a. har som mål at en øget andel af gymnasieeleverne vælger en naturvidenskabelig studieretning og efterfølgende en videregående STEM-uddannelse. Baggrunden herfor er den udprægede anvendelse af matematik i de naturvidenskabelige og tekniske fag samt en veldokumenteret sammenhæng mellem udvikling af self-efficacy og kompetencer i forhold til matematik og tilbøjeligheden til at vælge en STEM-uddannelse (Blotnicky, 2018; Kaleva, 2019).

En arbejdsgruppe under Undervisningsministeriet der skulle forberede en national strategi for STEM-uddannelserne, har tidligere anbefalet at der på sigt etableres en såkaldt *overlapmodel* hvor (nogle) lærere har kompetence til at undervise på flere forskellige uddannelsesniveauer (Undervisningsministeriet, 2008, s. 32). I lyset af erfaringerne fra forsøget med valgfaget gymnasie matematik hvor gymnasielærere har undervist i et grundskolefag, forekommer det perspektivrigt at afprøve dette i videre format. Man kunne ligeledes lave forsøg hvor matematiklærere fra udskolingen i grundskolen på baggrund af et videreuddannelsesforløb underviser i grundforløbet på de gymnasiale uddannelser.

Udfordringer i forhold til sammenhæng i uddannelseskæden

Ulriksen konstaterer at grundskolerne kan have tendens til at betragte deres eget uddannelsestrin som en afsluttet helhed (Ulriksen, 2014), og begrunder dermed at det ek-

sempelvis kan være en udfordring at få matematiklærere i grundskolen til at tage det alvorligt og reagere på at matematiklærere i gymnasiet har den opfattelse at mange elevers grundlæggende færdigheder og forståelse af symbolsprog ikke er tilstrækkelig (Ulriksen, 2014, s. 68). Ovennævnte udfordring kan ligeledes hænge sammen med at nogle fokuserer meget på det forhold at en del grundskoleelever ikke efterfølgende skal på gymnasiet. Men det er faktisk omkring 75 % af en årgang der gennem de seneste år har søgt optagelse på en ungdomsuddannelse med matematik på gymnasialt niveau, altså STX, HHX, HTX, HF, IB eller EUX (Undervisningsministeriet, 2020).

Selv med en bevidsthed om at en meget stor andel af de unge søger en gymnasial uddannelse, vil der formodentligt i nogle kredse i grundskolen være en vis modstand mod tiltag hvor der skal praktiseres en mere gymnasial tilgang i matematikundervisningen. En modstand, der bl.a. udspringer af en oplevet forpligtelse til i den sidste del af grundskolen at bruge betydelige ressourcer på at klargøre eleverne til folkeskolens afgangsprøve. Det er meget forståeligt idet der dermed sigtes mod at eleverne skal opnå bedst mulige karakterer, og det er jo noget der danner grundlag for sammenligning af grundskolerne i diverse statistikker over "Key Performance Indicators". Men resultaterne fra Silkeborg viser at selv om eleverne klarer sig fint i grundskolen til afgangsprøven i matematik, kan en betydelig andel opleve væsentlige overgangsproblemer. Man kan derfor overveje om afgangsprøven korresponderer med formålsparagraffen for folkeskolen. For når nu et af hovedformålene med folkeskolen er at klargøre til videre uddannelse (Folkeskoleloven, 2020, §1), burde dette så ikke implicere at de faglige kompetencer og færdigheder der evalueres ved afgangsprøven, i vid udstrækning harmonerer med de krav der møder (75 % af) eleverne på det næste uddannelsesniveau? Spørgsmålet er væsentligt idet det er velkendt at form og indhold i forbindelse med afsluttende eksamener med tiden virker definerende for undervisningen (Binau, 2021).

Overgangsproblemerne indikerer at selv om der er en god sammenhæng i styredokumenterne for matematik på grundskole- og gymnasieniveau (Mathiasen, 2009; Christensen, 2021), og de overordnede faglige mål på forskellige uddannelsesniveauer forekommer at beskrive et kontinuert forløb, garanterer dette ikke en undervisningspraksis der sikrer eleverne passende færdigheder og kompetencer til det næste uddannelsesniveau. Ifølge Lindhart kan forskellene i udfoldningen af matematik til dels forklares ved forskellige faglige identiteter der gennem tiden etableres hos matematiklærere i henholdsvis grundskolen og gymnasiet (Lindhart, 2021). Flere undersøgelser indikerer da også at der allerede ved indgangen til studier på henholdsvis læreruddannelsen og universitetet er forskel på den typiske matematikfaglige profil for de kommende lærere i grundskolen og på gymnasiet (EVA, 2009; VIVE, 2019). Lindhart henviser ligeledes til forskellige dannelsesforståelser som en mulig del af forklaringen idet han peger på at der i grundskolematematikken lægges forholdsvis stor vægt på

elevernes fremtidige anvendelse af matematik som borger i et samfund, mens der på gymnasiet er en relativ større orientering mod indvielsen i faget og dets indre struktur. For en gymnasielærer kan det sidstnævnte på den ene side forekomme at være en lidt for snæver udlægning af dannelsesforståelsen i gymnasiet idet det fx af læreplanerne på både A-, B- og C-niveau på forskellig vis fremgår som et formål at eleverne skal lære om matematikkens betydning for fx teknologi samt samfundsmæssige og kulturelle spørgsmål, samtidigt med at matematikundervisningen skal bidrage til at klæde eleverne på til at indgå i et demokratisk samfund (Undervisningsministeriet, 2017). På den anden side har Lindhardt givetvis ret i forestillingen om at overordnede forskelle i de to lærergrupperes identiteter og fagforståelser har afgørende betydning for etablering af overgangsproblemer i matematik. Men hvilken gevinst har eleverne af at der findes en plausibel forklaring på at de oplever overgangsproblemer? At have en (del af en) forklaring på problemernes opståen kan for eleverne kun være vigtigt og relevant såfremt en række aktører handler på baggrund af den opnåede erkendelse.

I forlængelse heraf kan man spørge: Hvilken betydning kan det have for sammenhængen i uddannelsessystemet at forligskredsen bag folkeskolereformen (Undervisningsministeriet, 2017a) i 2017 med gode og på nogle måder forståelige intentioner og med opbakning fra en række interessenter (bl.a. Danmarks Lærerforening) besluttede at gøre færdighedsmålene i *Fælles Mål* vejledende frem for bindende? Måske er det i den forbindelse ikke hensigtsmæssigt at behandle alle fag ens. Måske har matematik en særlig kumulativ karakter. Og måske kan de særlige overgangsproblemer i matematik begrunde og delvist imødekommes med relativt præcise færdighedsmål knyttet til udvalgte dele af fagets områder (fx algebra) så udfoldningen af faget bliver lidt mere ensartet. Det kunne i hvert fald være interessant at gennemføre systematiske forsøg med kontrolgrupper mv. hvor effekten af sådanne tiltag med præcise færdighedsmål i forhold til blandt andet algebra undersøges. Sådanne færdighedsmål kunne i udskolingen være differentierede i forhold til elevernes fremtidsplaner mht. ungdomsuddannelse. Man skulle i den forbindelse undersøge hvordan der kan etableres en synergi mellem en kompetenceorienteret matematikundervisning og arbejdet med præcise færdighedsmål. Det kunne ligeledes være interessant at undersøge hvordan det ville virke hvis grundskolerne i forhold til matematik systematisk fik tilbagemeldinger om hvordan lige netop deres elever klarede sig og oplevede overgangen til næste uddannelsesniveau. For som det typisk er i dag, gælder det for både grundskoler og gymnasier at man ikke reelt og systematisk på skoleniveau evaluerer de centrale formål der handler om henholdsvis at klargøre til videre uddannelse og at udvikle studiekompetencer.

Udnyttelse af elevernes overskud i undervisningen

I overensstemmelse med tidligere fund (Hansen, 2011) fremgår det meget tydeligt af 1.g-elevs udsagn i undersøgelsen og gennem samtaler med eleverne i begyndelsen af gymnasieforløbet at mange elever føler at de havde et stort overskud i matematik i grundskolen, og at der kunne være gjort mere for at udfordre dem og klargøre til næste niveau. Dette kan illustreres med et par eksempler på elevs anbefaling til grundskolen i forhold til overgangsproblematikken:

Jeg tænker måske at der kunne have været en slags niveaudeling på den måde at hvis man kunne tænke sig at have matematik på højniveau, kunne man få nogle lidt sværere opgaver (Elev der fik 12 i grundskolen).

Lavet faglig udfordrende undervisning og ikke repeteret alt 10000000000000000000 gange (Elev der fik 10 i grundskolen).

Men hvis man i grundskolen med en orientering mod gymnasiet skal imødekomme sådanne elevønsker om niveaudeling og faglig udfordring, vil det kræve en vis omlægning af den måde hvorpå faget praktiseres. Dette kan være svært at få gennemført. Eksempelvis mødes man i forbindelse med drøftelser af overgangsproblemerne i matematik nogle gange med det synspunkt at det er urimeligt eller uforståeligt at gymnasielærere tillægger grundlæggende færdigheder i algebra særlig betydning, og at det ikke kan passe at elever i en tid med CAS-værktøjer mv. stadig skal kunne regne med brøker. På samme måde kan man også finde gymnasielærere der undrer sig over nogle af de matematikfærdigheder der prioriteres i forhold til visse videregående uddannelser. Det er naturligvis helt legitimt at udtrykke uenighed i forhold til indholds- og færdighedsmæssige prioriteringer. Men det må være vigtigt at fagpolitiske uenigheder ikke går ud over eleverne og de studerende. Dvs. hvis underviserne på det næste uddannelsesniveau generelt konstaterer at en given færdighed er væsentlig for at de kan arbejde videre med eleverne i forhold til de faglige mål, så skylder det underliggende niveau eleverne eller de studerende at tage dette alvorligt. Eventuelt samtidigt med at der argumenteres for en ændring af nogle af prioriteringerne i det samlede uddannelsessystem.

Det udspændte gymnasium

Det er antydnet i ovenstående at problematikken vedrørende overgangsproblemer ikke er isoleret til overgangen mellem grundskole og de gymnasiale uddannelser. Hovedvægten i denne artikel har af grunde der tidligere er redegjort for, ligget på tiltag der kan iværksættes i grundskolen. Der kan og bør naturligvis også på gymna-

sieniveau iværksættes målrettede tiltag der kan lette overgangen fra grundskolen i matematik. Men koblingen til det tertiære uddannelsesniveau udgør en udfordring for gymnasierne der således er udspændt mellem et behov for brobygning til grundskolen og formålet om at levere studiekompetente unge der kan håndtere kravene på de videregående uddannelser. For at illustrere dette vendes der nu tilbage til den indledende opgave i denne artikel om oplistning af nogle brøker i voksende rækkefølge. Brøkopgaven har nemlig i nyere tid indgået som en del af den første afleveringsopgave der skal laves af matematikstuderende (inkl. matematik-økonomistuderende og sidefagsstuderende) på Aarhus Universitet (Ugeseddel 2019). Det formodes at være overraskende for mange at det på universitetsniveau er nødvendigt at repetere helt basale forhold vedrørende brøker. Lederen af *Institut for Matematik* på Aarhus Universitet roser på den ene side de nye studerende:

Der er lige så mange af de dygtigste studerende som der plejer at være, og de er lige så dygtige som altid. De studerende er generelt utroligt velmotiverede og exceptionelt gode til at organisere deres arbejde både individuelt og i grupper (Møller, 2021).

På den anden side udtrykker institutlederen i overensstemmelse med flere tidligere evalueringer af overgangen til de videregående uddannelser (Hansen, 2011; Undervisningsministeriet, 2016) en vis frustration over de studerendes manglende grundlæggende færdigheder:

[Det er et] generelt problem for STEM-fagene: [De studerende] har ikke basalt matematisk håndværk som en del af deres faglige sprog (Møller, 2021).

Som eksempel på det manglende matematiske håndværk nævnes (ud over vanskeligheder med brøker) løsning af simple ligninger samt diskussion af proportionalitet og omvendt proportionalitet i forbindelse med opgaveløsning i et kemikursus. Det har ligeledes i erkendelse af de studerendes manglende faglige sikkerhed når de kommer fra gymnasiet, været nødvendigt at indføre differentiation af funktioner af én variabel i et indledende matematikkursus (Møller, 2021).

Samlet må man konstatere at en del tyder på at hidtidige forsøg på i forhold til faget matematik at skabe et sammenhængende uddannelsessystem med en passende progression ikke i nyere tid er lykkedes godt. Det forekommer at være tiltrængt med en ny gennemtænkning af matematik i det samlede uddannelsessystem: Hvem skal lære hvad, og hvilken betydning tillægger vi i den forbindelse 'at lære'? Hvorfor skal de lære det? Hvornår skal de lære det? Hvordan sikres en fornuftig sammenhæng i uddannelseskæden?

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.
- Binau, C.F., Dolin, J., Elmose, S., Nielsen, J.A. & Schmidt, J.R. (2021). Kompetenceorienteret undervisning i naturfagene. *MONA 2021-3*.
- Blomhøj, M. & Højgaard Jensen, T. (2007). SOS-projektet – didaktisk modellering af et sammenhængsproblem. *MONA 2007-3*.
- Blotnicky, K.A., Franz-Odenaal, T., French, F., & Joy, P. (2018). A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. *International Journal of STEM Education*. (2018) 5:22.
- Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets*. Josey-Bass, San Francisco.
- Christensen, B.K. (2021). Overgangsproblemer i matematik. *MONA 2021-2*.
- Dolin, J. (2006). *Læringsteorier*. I: Damberg, E., Dolin, J. & Ingerslev, G.H. (red.), *Gymnasiepædagogik – En grundbog* (s. 140-180). Hans Reitzels Forlag. København.
- Folkeskoleloven (2020). LBK nr. 1396 af 28. september 2020.
- EVA (2009). *Komparativt studium af de nordiske læreruddannelser*. Danmarks Evalueringsinstitut.
- Hansen, H.C. et al. (2011). *Moderne matematiske færdigheder fra skolestart til studiestart*. Undervisningsministeriet.
- Jessen, E.J., Holm, C. & Winsløw, C. (2015). *Matematikudredningen*. Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.
- Kaleva, S., Pursiainen, J., Hakola, M., Rusanen, J. & Muukkonen, H. (2019). Students' reasons for STEM choices and the relationship of mathematics choice to university admission. *International Journal of STEM Education*. (2019) 6:43.
- Lindhart, L. (2021). Læreres betydning for overgangsproblemer i matematik. *MONA 2021-3*.
- Mathiasen, H. (2009). *Overgangsproblemer som udfordringer i uddannelsessystemet*. Forskningsrapport, Aarhus Universitet.
- <http://www.gymnasieforskning.dk/wp-content/uploads/2013/10/Udfordringer-i-overgange.pdf>.
- Møller J.S. (2021). Lidt om de studerende vi møder. Slides præsenteret på NCUM-møde 12. maj 2021. Aarhus Universitet.
- NCUM (2020). dpu.au.dk/forskning/nationalt-center-for-udvikling-af-matematikundervisning (hjemmesiden er besøgt d. 8/9-21).
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Idéer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18 – 2002. Undervisningsministeriet.

- Törner, G., Arzarello, F., Dreyfus, T. & Gueudet, G (2013). Solid Findings in Mathematics Education: Living with Beliefs and Orientations – Underestimated, Nevertheless Omnipresent, Factors for Mathematics Teaching and Learning. *European Mathematical Society Newsletter* 87:42-44.
- Ugeseddel (2019). *Matematisk Analyse 1, Efterår 19 – Ugeseddel 1*. Aarhus Universitet af 24. august 2019.
- 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 (2008). *Et fælles løft – Rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en National Strategi for Natur, Teknik og Sundhed*. Andersen, N.O. et al. Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet (2016). *Matematikkommissionen – Afrapportering*. Grønbæk, N. (formand) et al. Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet (2017). *Læreplan for matematik A/B/C*.
- Undervisningsministeriet (2017a). *Aftale om at løsne bindingerne i Fælles Mål*. www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2017/maj/170519-ny-aftale-giver-oeget-frihed-om-faelles-maal-i-folkeskolen (hjemmesiden er besøgt d. 8/9-21).
- Undervisningsministeriet (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. Undervisningsministeriet.
- 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. 11/9-21).
- VIVE (2019). *Lærerruddannelse i et internationalt perspektiv – en kortlægning*. Viden til Velfærd. Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd.
- Winsløw, C. (2020). *Udfordringer til matematik*. Oplæg nr. 8 på åbningskonference for NCUM den 2. oktober 2020. www.dpu.au.dk/forskning/nationalt-center-for-udvikling-af-matematikundervisning (hjemmesiden er besøgt d. 21/1-21).