

# Matematiklærernes didaktiske brugsmønstre og elevhandlinger når læremidlet MatematikFessor anvendes i undervisningen



Troels Gannerup Christensen, UCL og Nationalt Videncenter for Læremidler



Dorte Moeskær Larsen, SDU og Nationalt Videncenter for Læremidler



Stig Toke Gissel, UCL og Nationalt Videncenter for Læremidler



Louis Køhrsen, UCL og Nationalt Videncenter for Læremidler

**Abstract:** I denne artikel undersøger vi læreres og elevers brug af det digitale, adaptive læremiddel MatematikFessor med særligt fokus på lærernes brugsmønstre og rammesætning, læremidlets feedback og hvordan denne anvendes, samt elevernes handlinger og deres motivation i forhold til arbejdet med læremidlet. Vores datagrundlag udgøres af seks cases med observation af undervisningen, interviews med lærerne og interview og skærmoptagelse med to elever fra hver klasse. I artiklen beskriver vi dels hvordan lærernes og elevernes brugsmønstre tager sig ud i vores cases, men også hvordan vi vil anbefale at lærerne i højere grad rammesætter og støtter elevernes brug af læremidlet.

## Læremiddelbrug – digitale, trænende og adaptive formater

Matematikfaget forbindes i tidligere forskning både nationalt og internationalt med en høj grad af læremiddelstyring, dvs. at matematiklærere ofte følger deres (analoge) grundbog tæt (Remillard, 2005; Niss et al., 2006; Mogensen, 2012; Alseth et al., 2003; Gilje et al., 2016). I Danmark har digitaliseringen af undervisningen i grundskolen haft høj prioritet (Gissel & Hansen, 2021), og undersøgelser indikerer at mange danske læreres brug af digitale læremidler på tværs af fag er omfattende (Styrelsen for

It og Læring, 2021). Fælles Mål i matematikfaget i grundskolen består på den ene side af fagligt stof (fx algebra, geometri, statistik) der især vedrører matematik som et system af redskaber. På den anden side består indholdet af seks kompetencer som fx problemløsning, modellering og ræsonnement. Læseplanen opfordrer til at stof- og kompetenceområderne integreres i undervisningen. Der lægges desuden op til at eleverne skal arbejde med opgaver der relaterer sig til omverdenen, ved at være undersøgende i undervisningen (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019). I arbejdet med IT lægges der samtidig op til at eleverne skal fokusere på at være kritiske, analyserende og kreative (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019, s. 60). Selvom den danske læreplan for matematikfaget er gennemsyret af et kompetenceorienteret syn på matematikfaget, er det dog ikke ensbetydende med at de didaktiske læremidler er gearede til at understøtte en kompetenceorienteret matematikundervisning (Gissel et al., 2019).

Effekterne af at bruge IT i skolen er tvetydige (OECD, 2015; Bulman & Fairlie, 2016) og har hidtil ikke indfriet beslutningstagernes forventninger om at forbedre elevernes præstationer og effektivitet (Cuban, 2015). Tamim et al. (2011) fandt imidlertid flere undersøgelser der viste positive effekter af didaktisk IT-brug, og konkluderede at effekten af at bruge digitale teknologier i undervisningen afhænger af kontekstuelle faktorer såsom pædagogik, indhold og lærerkompetence (se også Gerick et al., 2014). En fortolkning af disse resultater kunne være at vi er nødt til at undersøge brugen af digital teknologi brugt til specifikke uddannelsesformål i ret specifikke sammenhænge i stedet for at forvente at IT generelt vil have en positiv effekt.

I dette studie undersøges læreres og elevers brug af det digitale læremiddel MatematikFessor (Alinea). Alinea oplyser at ca. 80 % af danske grundskoler har adgang til læremidlet, hvormed det må betegnes som meget udbredt. Undersøgelsen bidrager ikke til vidensbasen vedrørende effekter af brug af IT i undervisningen. Studiet bidrager i stedet til at forstå hvordan den kompleksitet og interaktion der opstår mellem læremidlets potentialer og begrænsninger, lærerens brug og ageren når læremidlet anvendes, samt elevernes brugsmønstre, kan have konsekvenser for undervisningens karakter samt kvaliteten af undervisningen og elevernes læringsudbytte.

Som udgangspunkt kan MatematikFessor karakteriseres som et digitalt, didaktisk læremiddel der primært har potentiale til trænende undervisning, men det indeholder også formidlende træk (Gissel & Skovmand, 2018). De trænende træk ses ved at læremidlet lægger op til at eleverne kan træne færdigheder gennem ensartede aktiviteter, lukkede opgaver på stadigt mere krævende niveauer. Desuden giver læremidlet umiddelbar, automatisk feedback på opgaveniveau, men også på procesniveau, hvilket ikke er prototypisk for trænende læremidler. Læremidlet har også formidlende elementer idet eleven kan tilgå videoer der gennemgår forskellige matematiske metoder/emner.

MatematikFessor er også et adaptivt læremiddel. Adaptive læringsressourcer de-

fineres som teknologi der har til formål at skabe en skræddersyet læringsoplevelse til de enkelte elevers læringsbehov ved at tilpasse læringsveje baseret på sporing af elevernes interaktion og input (Liu et al., 2017; Somyürek, 2015). Adaptive teknologier stræber efter optimale læringsoplevelser ved at forsøge at give øjeblikkelig og relevant assistance, ressourcer og feedback (Kerr, 2016; Walkington, 2013). Derfor er intentionen at de adaptive teknologier har potentiale til at fungere som en digital tutor (Taylor, 1980), dvs. varetage de didaktiske kernefunktioner såsom udvælgelse af indhold, præsentation af indhold på en optimal måde, evaluering, differentiering osv. Du Boulay (2016) viser i et metareview om *intelligent tutoring system* (ITS) at de fleste studier drejer sig om STEM-undervisning, og at ITS performer godt i forhold til læreres klasserumsundervisning, men ikke i så høj grad ved 1:1-undervisning, samt at blendede formater er mest optimale, dvs. at lærerne bruger adaptive læremidler, men orkestrerer et samspil med andre læremidler og undervisningsformer.

I adaptive læringsmiljøer er intentionen at læremidlet skal give feedback baseret på forskellige parametre såsom sværhedsgrad af opgaven, læringstempo og andet (Brusilovsky, 1999; Stoyanov & Kirchner, 2004). Adaptiv feedback kan i modsætning til generisk feedback anskues som en mere dynamisk feedback hvor forskellige elever vil modtage forskellig information (Le, 2016). Undersøgelser om brug og udbytte af adaptive læringsressourcer på grundskoleniveau er begrænsede i både antal og robusthed (Holmes et al., 2018). Disse undersøgelser indikerer positive læringsresultater, men fremhæver, ligesom de generelle studier om effekterne af didaktisk brug af IT, vigtigheden af facilitering og instruktion af undervisere (Kulik & Fletcher, 2016; Verdú et al., 2008; Wang et al., 2020). Med andre ord kan vi vedrørende fx feedback ikke antage at det er hensigtsmæssigt at læreren overlader det til læremidlet at give eleven feedback og vejledning uden at involvere sig.

Da vores undersøgelse ikke er intervenerende, har lærerne valgt hvilke dele af MatematikFessor der skulle arbejdes med, og hvordan der skulle arbejdes med læremidlet. Både elev og lærer har forskellige indgange til at bruge MatematikFessor som på forskellig vis og i varierende omfang udnytter adaptiviteten og de andre funktioner i læremidlet. Læreren kan fx vælge selv at udpege hvilke opgaver eleverne skal arbejde med, hvorved adaptiviteten ikke (eller i begrænset omfang) styrer indholdsvalget. Eller læreren kan sende eleverne ind i SuperTræneren hvor den adaptive motor kan bestemme hvilke indholdsområder eleverne skal arbejde med og på hvilket niveau. Eleverne har mulighed for at deltage i SuperTræner Battle hvor de dystes med tre andre elever om at svare korrekt på så mange opgaver som muligt på tid. Her er feedback-funktionen på procesniveau samt de formidlende elementer i læremidlet sat ud af drift, men det er den adaptive motor der bestemmer hvilke opgaver hver enkelt elev møder og på hvilket niveau.

MatematikFessor indeholder elementer af gamification, dvs. brug af spilelemen-

ter og designteknikker som normalt forbindes med spil (Manzano-León et al., 2021), idet eleverne tildeles stjerner og medaljer for deres præstationer, og ved at eleverne generelt måles på tidsforbrug ved hver opgave. Gamification har vist sig at have positive virkninger i forhold til elevers præstationer og motivation hos *nogle* elever (Manzano-León et al., 2021). MatematikFessor byder imidlertid også på såkaldte PDF-opgaver hvori opgaverne er af mere kompetenceorienteret karakter, og der findes analoge hæfter i serien "Regn med Fessor" hvor eleverne kan møde varierede opgaver. I vores data ser vi imidlertid kun de digitalt interaktive dele af læremidlet anvendt hvorfor vi i artiklen udelukkende fokuserer på disse.

Ovenstående gennemgang af de positive outcomes som potentielt eller realiseret har vist sig ved brugen af digitale læremidler, adaptivitet og gamification, skal holdes op mod pointerne om læreplanens kompetenceorientering samt lærerens faglige autonomi og mulighed for meningsfuldt at rammesætte, følge og samle op på elevernes læreproces. Både det digitalt trænende format og adaptiviteten kan trække i retning af at læreren køres ud på et sidespor i forhold til helt centrale didaktiske valg og handlinger som fx indholdsvalg, vejledning og opsamling (Gissel, 2015; Gissel et al., 2020). Det er derfor relevant at undersøge hvordan både lærere og elever handler når de konkret anvender et læremiddel som MatematikFessor.

Det adaptive læremiddel tilpasser indhold mv. i forhold til en tolkning af elevernes input, adfærd og præstationer. Men lærerens adfærd uden om læremidlet, altså lærerens rammesætning, supplerende vejledning og opsamling, er ukendt for det adaptive læremiddel. Som vi vil vise, er netop lærerens brugsmønster afgørende for hvordan forskellige typer elever og elever med forskellige forudsætninger kan og vil gebærde sig i interaktion med læremidlet.

Dette fører os frem til følgende forskningsspørgsmål:

*Hvordan er interaktionen mellem lærerens didaktiske brugsmønster, læremidlets design og elevernes handlinger når MatematikFessor anvendes i undervisningen?*

Efter en gennemgang af vores undersøgelsesmetode vil vi gennemgå de enkelte elementer i forskningsspørgsmålet og hvordan vi operationaliserer hver del af spørgsmålet. Dette indebærer begrebsafklaringer samt specificeringer af hvad vi fokuserer på i undersøgelsen.

## Metode

For at kunne belyse ovenstående forskningsspørgsmål vil vi overordnet se på samspillet mellem de tre punkter i den didaktiske trekant, nemlig lærer, elev og indhold (Hiim & Hippe, 2002). Studier der kombinerer læremiddelanalyse og undersøgelse af



læreres og elevers aktualisering af læremidlets potentiale, er en mangelvare i læremiddelforskningen (Gissel & Buch, 2020; Knudsen, 2011). Vi vil igennem analyserne af de indsamlede data først se på *lærerens* brugsmønstre, dvs. lærerens introduktion, vejledning og opsamling. Derefter vil vi se nærmere på *indholdet*, dvs. læremidlet MatematikFessor med særligt blik for læremidlets feedback og hvordan denne anvendes i undervisningen. Afslutningsvis vil vi se på *elevernes* handlinger og deres motivation i forhold til arbejdet med læremidlet. De kategorier og det indhold vi præsenterer i analyserne, er fremkommet ved at vi i empirien har set hvordan lærere og elever anvender læremidlet i praksis, men også ud fra både læreres og elevers refleksioner på baggrund af deres anvendelser af læremidlet.

Da vi kombinerer en dokumentanalyse af læremidlet med en empirisk undersøgelse af læreres og elevers brug, opstår den situation at vi i vores læremiddelanalyse kan fremanalysere nogle potentielle og i vores optik mere hensigtsmæssige brugsmønstre. Det betyder at vi i analyserne gør rede for både de brugsmønstre vi finder i vores data, og de brugsmønstre som vi på baggrund af vores fagdidaktiske, analytiske blik finder hensigtsmæssige, men som vi i vores begrænsede udvalg af cases ikke ser udført i praksis. På den måde peger artiklen ud over det observerede idet vi tillader os at anbefale praktikere at bruge læremidlet på bestemte måder.

Undersøgelsen af læreres og elevers brug af MatematikFessor blev gennemført som et kvalitativt studie. Seks grundskoleklasser blev af praktiske årsager rekrutteret af læremiddelproducenten Alinea. Forlaget identificerede således abonnenter der anvendte læremidlet. Dette kan give en selektionsbias idet det kunne tænkes at der blev selekteret lærere som i særlig grad anvender læremidlet hensigtsmæssigt og reflekteret. I så tilfælde bliver vores seks cases til kritiske cases (Flyvbjerg, 2006) hvor vi kan sige at hvis der ikke foregår god undervisning med læremidlet her, så er det ikke sandsynligt at det foregår andre steder. Lærerne fik besked om at vi ville undersøge både deres og elevernes brug af læremidlet. I alt indgik to indskolingsklasser, en mellemtrinnsklasse og tre udskolingsklasser. I tabel 1 ses en oversigt over de involverede skoler og klasser i undersøgelsen.

For hver klasse blev en lektion hvori MatematikFessor var i anvendelse, videoobserveret. Lærerne valgte selv hvordan de ville arbejde med programmet, men intentionen var at de skulle arbejde med programmet som de plejer. Klasserumsobservationerne (Raudaskoski, 2020) blev foretaget med henblik på at se hvordan lærerne varetog introduktion, vejledning og opsamling. Efter hver lektion blev der foretaget et semi-struktureret interview (Kvale & Brinkmann, 2015) med matematiklærerne. Formålet med at interviewe var at få indblik i lærernes refleksioner over undervisning med læremidlet, herunder hvordan de mente læremidlet indgik i deres undervisning, hvilke dele af læremidlet de anvendte, samt hvordan de mente læremidlet skulle rammesættes i undervisningen. Lærerinterviewene blev foretaget direkte i forlængelse af

undervisningens gennemførelse for at informanterne kunne have undervisningen skarpt i erindring.

Efter lektionen blev der desuden foretaget skærmoptagelser af to udvalgte elevers arbejde med MatematikFessor, lavet som en think-aloud-test (Nielsen et al., 2002). Eleverne var af læreren udvalgt som værende henholdsvis en højtpræsterende elev og en lavtpræsterende elev inden for matematikfaget. Det var dermed lærerne selv der vurderede hvad der karakteriserer det at være henholdsvis højtpræsterende og lavtpræsterende. I think-aloud-testen blev eleverne indledningsvis sat til at arbejde selvstændigt i læremidlet med en række udvalgte områder, mens de undervejs skulle forklare deres arbejde i programmet. Sluttelig blev der udført semistrukturerede elevinterviews (Kvale & Brinkmann, 2015) som blev videooptaget. Formålet med think-aloud-testen og elevinterviewene var at få indblik i elevernes handlen i, motivation for og oplevelser med læremidlet. Alle klasserumsobservationer og lærer- og elevinterviews blev efterfølgende transskriberet.

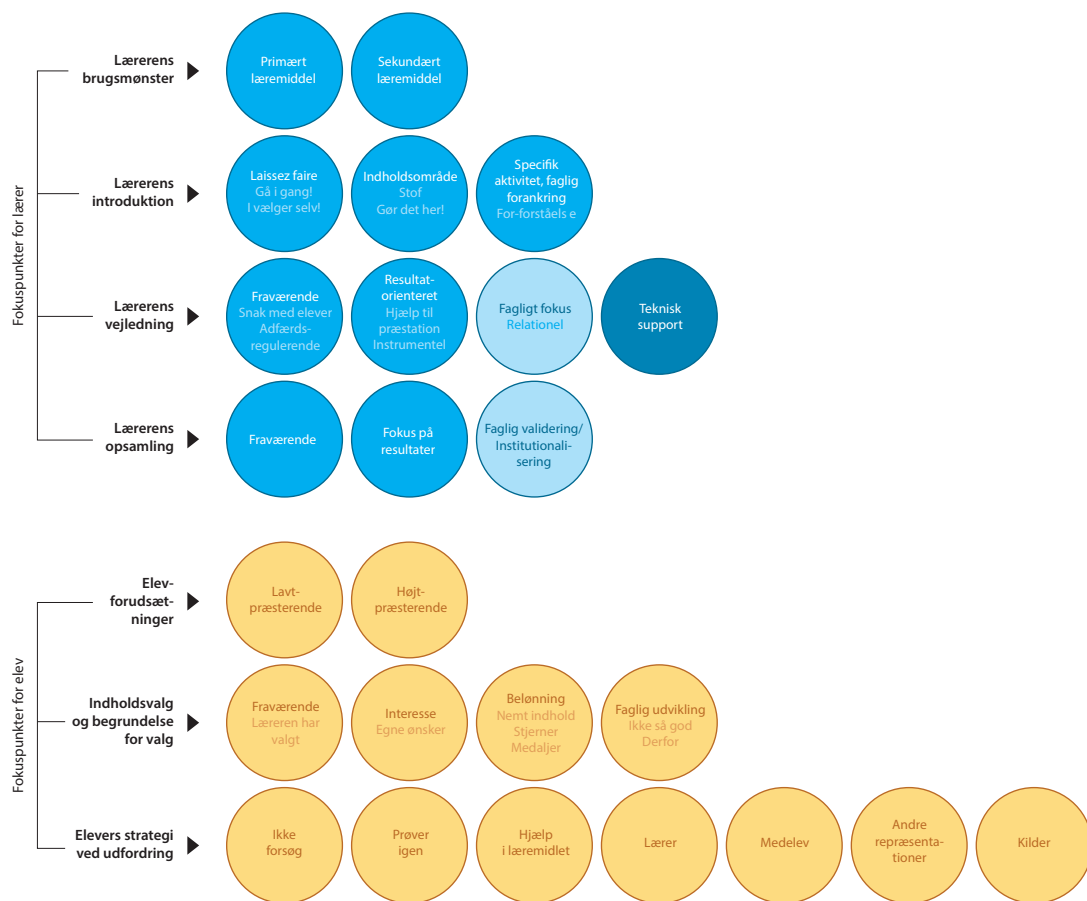
**Table 1.** *Oversigt over involverede skoler og trin for eleverne i undersøgelsen. Alle skolerne er her blevet nummereret.*

Skole	Elevers trin
1	Udskoling
2	Mellemtrin
3	Indskoling
4	Udskoling
5	Udskoling
6	Indskoling

Som nævnt fokuserer vi i undersøgelsen på både læremidlet (indholdet), eleverne og læreren. For det første gør det en forskel hvilke dele af MatematikFessor eleverne arbejder i, da hver del som beskrevet har forskellige karakteristika og funktioner. For lærerens vedkommende har vi interesseret os både for det brugsmønster læreren i interviewet giver udtryk for at have i forhold til MatematikFessor, for den rammesætning og introduktion til lektionen læreren foranstalter i observationen, for lærerens vejledning af eleverne mens de bruger læremidlet, og endelig for lærerens opsamling. Vi medtager også om læreren har udpeget eleverne som højt- eller lavtpræsterende, da dette er en vigtig variabel i vores analyse af elevernes adfærd. Vedrørende elevernes adfærd i interaktionen med MatematikFessor ser vi på hvilket

indhold eleverne vælger (når de kan vælge), og deres begrundelser herfor, elevernes strategier når de bliver udfordret af aktiviteterne, samt deres brug af læremidlets feedback.

Vi har skabt en model over vores fokuspunkter i undersøgelsen som viser de underkategorier vi opererer med i de analyserende afsnit (figur 1). De øverste blå cirkler i modellen viser lærerens brugsmønstre og handlinger i undervisningen. De lyseblå cirkler er vores bud på lærerhandlinger og valg, dvs. valg og handlinger vi ikke observerede, men gerne havde set. Den mørkeblå cirkel signalerer handling som ikke er matematikfaglig. Nederst ses de gule kategorier der viser elevernes valg og handlemønstre. Alle underkategorier vedrørende elevernes adfærd og type er holdt i samme farve, da vi i data har belæg for dem alle.



Figur 1. Modellen viser undersøgelsens fokuspunkter og underkategorier for hvert fokuspunkt.

I det følgende beskrives hvordan analyserne af empirien munder ud i de forskellige fokuspunkter. Derefter peger vi på nogle stier ned igennem modellen for at tydelig-

gøre at udfald på ét niveau i vores optik hænger tæt sammen med udfald på andre niveauer i modellen.

## Lærerens brugsmønster

I lærerinterviewene fortæller lærerne at det er meget forskelligt hvor meget og på hvilken måde MatematikFessor indgår i de forskellige dele af undervisningen. Nogle lærere anvender MatematikFessor som deres primære læremiddel: “Vi lærer alt vores matematik på Fessor” (S3LI)<sup>1</sup>, mens andre fortæller at det er ét læremiddel blandt andre. I tabel 2 ses et overblik.

**Tabel 2.** *Omfang af lærernes anvendelse af MatematikFessor.*

Skole	Anvendelse af MatematikFessor
1	Primært MatematikFessor, men blandet med andre materialer.
2	MatematikFessor er sekundært materiale.
3	Primært, næsten kun MatematikFessor.
4	MatematikFessor er sekundært og er ét blandt mange forskellige materialer.
5	MatematikFessor er primært materiale.
6	MatematikFessor er sekundært og ét blandt mange forskellige materialer.

På tværs af vores seks cases ses en fin variation i forhold til hvor bredt og hvorledes MatematikFessor anvendes i undervisningen. Hos de lærere der primært anvender MatematikFessor i deres undervisning, ses en forskellighed i hvilke dele af læremidlet der anvendes: “Det er mig der bestemmer hvornår vi gør det, men jeg anvender deres [MatematikFessors] årsplan, og jeg bruger de aktiviteter der er ... Så det er faktisk min retningsnor” (S3LI).

Af de lærere som anvender MatematikFessor som ét læremiddel blandt flere andre, ses lidt forskellige anvendelser. En indskolingslærer anvender det som en slags repetition af hvad de har lavet i løbet af året (S6LI). En anden lærer fortæller at de bruger læremidlet til “rugbrødsregning og færdighedsregningstræning” (S1LU). Det kan fx være lige efter et fagligt emne som en måde at automatisere et emne på. Det bliver

<sup>1</sup> Navngivningen af lærerne og eleverne i artiklen er lavet ud fra følgende model: Hver skole får et nummer, fx S1, og så er det angivet om henholdsvis læreren (L) og eleven (E) er fra udskoling (U), mellemtrin (M) eller indskoling (I). Højtpræsterende elever tilføjes et H (fx EUH), lavtpræsterende et L. S3LI betyder således at læreren fra skole 3 underviser i indskoling.

også brugt som et supplement til undervisningen, fx som brain break eller som en slags "luffer". MatematikFessor anvendes også som supplement til fx lektier hvor læreren eksempelvis selv har udvalgt noget specifikt som skal trænes hjemme (S4LU). Det kan også være som ekstra støtteopgaver til elever "der har brug for ekstra opgaver" (S3LI).

Vi ser således overordnet to forskellige brugsmønstre. For det første ser vi at der er lærere der anvender materialet som det **primære** og styrende materiale i undervisningen, hvor lærerne har en forventning om at det er dækkende for hele matematikfaget. For det andet ser vi lærere der anvender det mere som et **sekundært** materiale i forskellige roller, fx til træning eller repetition af specifikke fagområder eller til kortlægning af specifikke fagområder.

## Lærernes introduktion

I tabel 3 ses hvorledes vi kategoriserer de seks læreres introduktion ud fra klasserumsobservationerne.

**Tabel 3.** Fordeling på kategorier af introduktion.

Skole	1	2	3	4	5	6
Eleven vælger selv (ingen faglig introduktion)	x		x		x	
Læreren henviser til indhold (ingen faglig introduktion)				x		
Læreren vælger et specifikt indhold (med faglig introduktion)		x				x

I forhold til introduktionen af undervisningen fortæller flere lærere at de ofte på forhånd har udvalgt specifikke opgaver. Selve introduktionen i lektionen går derfor mest ud på at fortælle eleverne hvor opgaverne befinder sig i programmet. To af lærerne fortæller at de ofte i introduktionen starter med en introduktion til emnet (eksempelvis talforståelse eller trigonometri) efterfulgt af en samtale med eleverne om emnet, hvorefter eleverne går i gang med MatematikFessor.

I klasserumsobservationerne er introduktionen i tre ud af de seks observerede klasser ret kort. Her vælger eleverne selv hvad de vil træne i SuperTræneren, eller hvad de vil arbejde med for at få medaljer. Intentionen og forventningen er at eleverne selv vælger det de har svært ved og skal arbejde med for at blive bedre. De sidste tre af de seks lærere havde i forvejen udvalgt emnet. En lærer (S6LI) havde udvalgt fire indholdsområder eleverne skulle arbejde med i SuperTræneren, mens en anden lærer (S4LU) havde udvalgt emnet målestoksforhold som eleverne skulle nå omkring inden de gik videre med det de havde lyst til.

En enkelt lærer gør opmærksom på at eleverne gerne må arbejde sammen, men en elev svarer straks læreren at det jo ikke er nemt når de skal lave forskellige opgaver. Læreren insisterer dog på at de i så fald kan hjælpe hinanden efter behov. I en enkelt klasse (S2LM) er der dog en forholdsvis lang introduktion hvor der først undervises ud fra elevernes grundbog om brøker, og hvor eleverne efterfølgende arbejder med opgaver inden for samme emne i SuperTræneren.

Overordnet kategoriserer vi lærerens rammesætning i halvdelen af de observerede lektioner med at “eleven vælger selv”, hvorved eleverne får frit spil i forhold til at arbejde med det de har lyst til, uden tydelige krav fra læreren, og hvor den faglige introduktion er fraværende. Hos en enkelt klasse ser vi at læreren henviser til indhold uden faglig introduktion, og i de resterende to klasser at læreren udvælger specifikt indhold med faglig introduktion.

En udbredt kritik af trænende læremidler med lukkede opgaver er at de i ringe grad kobler til en skoleekstern virkelighed eller et mere komplekst anvendelsesniveau (Gissel & Skovmand, 2018) og ikke kobler bredt an til faget, fx kompetencemålene i matematikfaget, men primært færdighedsmål. Eleverne vil med MatematikFessor digitale dele som udgangspunkt øve procedure og har ofte kun mulighed for at få gennemgået et enkelt bud på en mulig procedure hvis de kører fast.

## Lærerens vejledning

I tabel 4 ses hvorledes vi kategoriserer de seks læreres vejledning ud fra klasserumsobservationerne.

**Tabel 4.** Fordeling på kategorier af vejledning, jf. klasserumsobservationer.

	Antal
Fraværende (snakker med elever, adfærdsregulering)	0
Resultatorienteret (hjælp til præstation, instrumentel)	6
Fagligt fokus (relationel)	0

I forhold til lærerens rolle under elevernes arbejde med MatematikFessor beskriver indskolingslærerne i interviewene at det ofte handler om at hjælpe med tekniske udfordringer, fx at forstørre et billede i en opgave, eller hvordan man kommer videre i programmet. Flere af de interviewede lærere giver udtryk for at de er glade for at eleverne hurtigere kan få hjælp i undervisningen gennem læremidlet end hvis de selv skal rundt til eleverne. I MatematikFessor findes “et hjælpelogo ... altså spørgs-

målstegnet ... hvor de får svar med det samme. De får altså forklaringen hvis de svarer forkert” (S4LU) og kan se “små film” (S3LI).

I observationerne ser vi enkelte lærere der mest sidder ved katederet mens eleverne arbejder, og dermed næsten ikke deltager i lektionen. De er i sekvenser **fraværende**, men alle lærerne bevæger sig på et tidspunkt rundt i klassen og hjælper eleverne. Andre lærere går rundt og hjælper eleverne hele tiden. Eleverne stiller oftest opklarende spørgsmål, dvs. hvad de skal gøre i de enkelte opgaver. En lærer (S3LI) hjælper eleverne og fortæller dem hvordan de hurtigt kan komme forbi videoerne hvis de ikke gider se dem, ved blot at trække markøren frem til slutningen i filmfremviseren. Vi vil karakterisere disse læreres vejledning som **resultatorienteret** hvor de hurtigt får eleverne videre så de kan komme til næste opgave. Lærernes vejledning har ofte karakter af IT-teknisk support.

## Lærerens opsamling

I tabel 5 ses hvorledes vi kategoriserer de seks læreres opsamling ud fra klasserumsobservationerne.

**Tabel 5.** Fordeling på kategorier af opsamling.

	Antal
Fraværende	5
Fokus på resultater (medaljer, antal opgaver)	1
Faglig validering (institutionalisering, forståelse)	0

I forhold til opsamlingen i undervisningen fortæller de interviewede lærere at de ikke nødvendigvis gør dette ens lektionerne imellem. En lærer fortæller at han ofte i opsamlingen spørger ind til hvad eleverne har arbejdet med (S1LU). En anden lærer fortæller at han spørger eleverne hvad de mener de har fået ud af dagens arbejde (S2LM), mens andre lærere fortæller at oftest løber tiden fra dem så de ikke når opsamlingen (S3LI og S4LU). En udskolingslærer (S5LU) fortæller at han ofte anvender afslutningen af lektionen til at undersøge hvor langt eleverne er nået. Således bliver afslutningen mere individuel, og det er også her læreren tager stilling til om der er nogle af eleverne der skal have lektier for hjemme.

I de seks klasserumsobservationerne er opsamlingerne stort set fraværende. En enkelt lærer (S1LU) spørger som afslutning ind til hvad eleverne har trænet i Super-Træneren. Læreren kommenterer efterfølgende en elev der svarer “addition”, med



at eleven skal vælge noget sværere næste gang. Overordnet ser vi at opsamlingerne mestendels er helt **fraværende**, eller at der er fokus på **gennemførte aktiviteter/opnåede resultater**, fx hvor mange medaljer eleverne har nået i lektionen.

## Lærerens indholdsvalg og begrundelser

Det er forskelligt hvilke dele af MatematikFessor der bliver anvendt i undervisningen, og hvorledes det begrundes. Lærerne fortæller generelt at de ofte anvender træningsprogrammerne til at kunne træne lidt ekstra eller til at kunne repetere:

“I tredje klasses bog har vi nærmest ingen plus og minus-stykker et helt år, og så kan jeg godt vælge der at sige, at så skal vi altså have noget plus og minus på Fessor for ligesom at holde det ved lige.”

(S2LM)

En indskolingslærer beskriver at han ofte bruger spillene i programmet samt det at eleverne kan se filmene igen og igen. En anden lærer er glad for “test dig selv”-opgaverne fordi den del giver eleverne karakterer (S1LU).

Flere lærere peger på at *medaljejagt* er den aktivitet de er mest glade for fordi eleverne her får forskellige opgaver (fx S4LU), men også fordi eleverne selv kan erfare hvad de er gode til, og samtidig får lynhurtig respons frem for at “der er 83 spørgsmål til du får næste stjerne” (S4LU).

I klasseobservationerne blev der anvendt forskellige dele af MatematikFessor. Det er hovedsageligt SuperTræneren, medaljejagt eller SuperTræner Battle. Der er flere lærere der bruger et klassisk analogt lærebogssystem, men som samtidig anvender MatematikFessor. En af de disse lærere fortæller at undervisningen ofte starter med MatematikFessor hvori eleverne først skal lave et forløb om det specifikke faglige emne, og derefter fortsætter eleverne i deres grundbog. En anden lærer gør det modsatte (S2LM). En tredje lærer fortæller at ud over MatematikFessor anvender de også “muskelopgaver” – dvs. der hentes lidt ekstra træningsopgaver fra matematikbogen.dk (S3LI).

## Elevernes indholdsvalg og strategier ved udfordring

I forhold til elevernes adfærd i interaktionen med MatematikFessor ser vi først på hvilket indhold eleverne vælger (når de kan vælge), og deres begrundelser herfor efterfulgt af elevernes strategier når de bliver udfordret af aktiviteterne.

Elevernes indholdsvalg kategoriserer vi på følgende måde, og vi iagttager følgende fordeling for vores case-elever (tabel 6):

**Tabel 6.** Kategorisering af elevers indholdsvalg samt fordeling blandt eleverne.

	Højtpræsterende	Lavtpræsterende	Total
Fraværende (læreren har valgt)	3	2	5
Interesse (egne ønsker)	2	3	5
Belønning (nemt indhold, stjerner)	4	2	6
Faglig udvikling (blive bedre)	1	1	2

Eleverne giver generelt udtryk for at arbejdet i læremidlet er sjovt og motiverende. En elev udtrykker med reference til et analogt læremiddel at "det er rimeligt kedeligt i bøgerne. Så det er rimeligt sjovt når man skal lave MatematikFessor" (S1EUL). Eleverne beskriver at de motiveres af de gamificerede og konkurrencefordrende elementer i læremidlet. Det drejer sig her således om stjerner, point, medaljer og levels/titler.

De højtpræsterende elever er generelt meget mere optagede af hvilke niveauer/levels de kan nå, antallet af stjerner og konkurrenceelementet: "Fordi der kan man også komme i højere level ..." (S1EUH), "altså jeg vil gerne have sådan mange stjerner ... så jeg vil gerne komme højere opad" (S4EUH), mens de lavtpræsterende elever ikke i samme grad er så optagede eller motiveres af det:

"Der er jeg sådan lidt ligeglad med, de der stjerner der ... De der levels, de viser jo ikke om jeg kan finde ud af det eller ej, det er bare hvor meget jeg har lavet af det."

(S4EUL)

En anden lavtpræsterende elev fortæller at det er bedre at kunne arbejde uden tidspress på SuperTræner-delen:

"Der er ikke rigtigt sådan tidsbegrænsning på, at du-skal-være-færdig-inden-i-morgen-agtigt med sådan 50 opgaver. Det er sådan lidt. Det er mere sådan, lav 20 minutter på SuperTræneren, det er bedre."

(S4EUL)

Nogle elever vælger selv et niveau:

"Ja, altså jeg tager selvfølgelig dem som jeg kan finde ud af, og dem som jeg, altså, jeg tager ikke den nemmeste, men heller ikke sådan de sværeste."

(S1EUL)

Overordnet er det tydeligt at eleverne har meget forskellige forhold til programmet. Dette har konsekvenser når de skal foretage indholdsvalg i undervisningen. Nogle gange har læreren valgt, og derfor er elevernes valg **fraværende**. For nogle elever handler det om hvad de synes er sjovt at lave – de vælger efter **interesse** – men for andre elever handler det om at være hurtigt færdig og at vælge et nemt indhold og derved opnå en masse stjerner. Her er det **belønningen** der er vigtig. For disse elever er det ikke vigtigt om de har lært noget undervejs. Der er også elever der fortæller at de vælger det de har svært ved, fordi de ønsker en **faglig udvikling**.

## Læremidlets feedback og elevernes strategier ved udfordring

Eleverne har i observationerne forskellige tilgange til at få hjælp når de arbejder med programmet. I nogle klasser spørger eleverne hinanden om hjælp. Eksempelvis søger en elev (S5EH) hjælp hos sin makker til en sinus-opgave. Makkeren fortæller derefter hvad hun skal trykke på på sin lommeregner for at løse opgaven. Eleven skriver derefter svaret ind i MatematikFessor. Hun forsøger ikke på anden måde at finde hjælp eller at forstå hvorfor. Når elever hjælper hinanden i MatematikFessor, foregår det i overvejende grad ved at en makker fortæller metoden og/eller resultatet, hvorefter dette indskrives således at eleven kan komme videre i programmet.

Generelt anvender få af eleverne den hjælp som er til stede i læremidlet. Det drejer sig fx om hint-symbolet, videoerne og forklaringerne. Kun i alt tre af de interviewede elever trykkede på hint-knappen undervejs, fem elever læste forklaringen, og fem elever så videoerne. Nogle gange skal eleverne se videoer med forklaringer for at komme videre – her så vi i observationerne flere gange at eleverne blot trækker cursoren frem til slutningen og dermed ikke reelt ser filmen.

Vi finder i elevinterviewene og think-aloud-testene at eleverne har en lang række forskellige strategier når de sidder fast i læremidlet. I tabel 7 ses disse forskellige tilgange og antallet af elever, fordelt på højtpræsterende og lavtpræsterende, der anvender de forskellige tilgange.

Tabel 7. Elevers løsningsstrategier og fordelinger.

Strategi	Højtpræsterende	højtpræsterende i %	lavtpræsterende	Lavtpræsterende i %	Total	Total i %
1. Ikke-forsøg (går videre, går ud, gætter)	5	83 %	5	83 %	10	83 %
1.1. Gætter	5	83 %	5	83 %	10	83 %
1.2. Går ud	2	33 %	0	0 %	2	17 %
2. Prøver igen, udelukker svarmuligheder	3	50 %	1	17 %	4	33 %
3. Bruger hjælp i læremidlet (hint, forklaring, video eller oplæsning)	2	33 %	5	83 %	7	58 %
3.1. Hint	1	17 %	2	33 %	3	25 %
3.2. Forklaring	1	17 %	4	67 %	5	42 %
3.3. Video	1	17 %	4	67 %	5	42 %
3.4. Oplæsning	2	33 %	2	33 %	4	33 %
4. Spørger lærer	4	67 %	4	67 %	8	67 %
5. Spørger medelev	1	17 %	2	33 %	3	25 %
6. Bruger andre repræsentationer (papir, fingre)	3	50 %	2	33 %	5	42 %
7. Søger andre kilder (internet)	2	33 %	1	17 %	3	25 %

En udpræget strategi hos eleverne når de møder opgaver hvor de sidder fast, er at gætte. Samtidig anvender kun en tredjedel af de højtpræsterende elever hjælpen fra læremidlet, mens 83 % af de lavtpræsterende gør. Men interviewene og think-aloud-testene viser at til trods for at godt en femtedel af de lavtpræsterende elever ser videoerne og får hjælpeteksterne læst op, bliver de ikke nødvendigvis hjulpet heraf.

Der er flere eksempler på at eleverne forsøger at hacke, omgå eller "snyde" systemet. En elev giver fx udtryk for en strategi hvor han går ud af opgaven "som jeg

overhovedet ikke har nogen idé om. Fordi så får man for det meste en ny opgave når man kommer ind igen” (S5EUH).

Når eleverne svarer forkert i deres opgaver, observerer vi forskellige reaktioner på dette. Nogle af de observerede smågriner lidt og går straks videre. Kun to af de observerede elever forsøger at forstå forklaringerne på hvorfor besvarelsen var forkert.

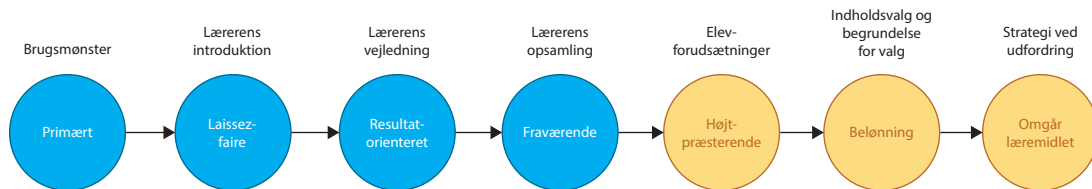
Overordnet kan vi se at eleverne flere gange ikke anvender læremidlets feedback, men blot scroller forbi. De steder hvor eleverne faktisk undersøger feedbacken, fx ved at kigge på hvilke opgaver der er korrekte eller ikke korrekte, anvender de feedbacken på opgaveniveau, dvs. de går ikke videre til at prøve at forstå hvorfor eller hvordan de kunne have lavet dem korrekt. De steder hvor eleverne har anvendt hjælpevideoer, er dette ofte med fokus på proceduren eller forklaringen så de får hjælp til overhovedet at kunne gennemføre opgaven.

## Elevernes handlemønstre i lyset af lærerens brugsmønstre

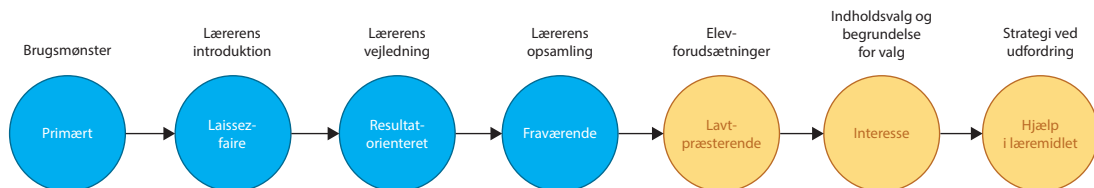
På baggrund af de indsamlede data og ovenstående analyser kan vi tegne fire forskellige handlings- og læringsspor som tager udgangspunkt i hvorvidt lærerne anvender læremidlet primært eller sekundært. Disse fire spor har vi illustreret i figur 2-5 for at samle op og tydeliggøre de enkelte analyser.

### Spør 1 og 2

I disse to spor anvender lærerne læremidlet som primært læremiddel. Vi ser her at lærerne har en “eleven vælger selv”-introduktion og således rammesætter undervisningen meget løst og er resultatorienterede i vejledningen, og opsamlingen er fraværende eller med fokus på resultater. Eleverne må således selv vælge indhold i læremidlet. De højtpræsterende elevers indholdsvalg og begrundelser for indholdsvalg orienterer sig her mod belønning i form af stjerner, point og medaljer (figur 2). Til trods for at de har flere strategier, så omgår de hjælpen fra læremidlet, og de søger oftest hjælp uden for læremidlet. De lavtpræsterende elevers indholdsvalg og begrundelser for indholdsvalg orienterer sig mod hvad de interesserer sig for (figur 3). De søger til gengæld hjælp i læremidlet. Disse spor viser sig at være gennemgående ved skole 1, 3 og 5.



Figur 2. Spør 1: primært læremiddel, læreren og de højtpræsterende elever.

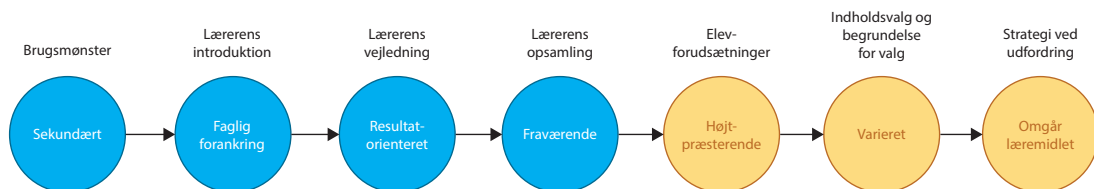


Figur 3. Spor 2: primært læremiddel, læreren og de lavtpræsterende elever.

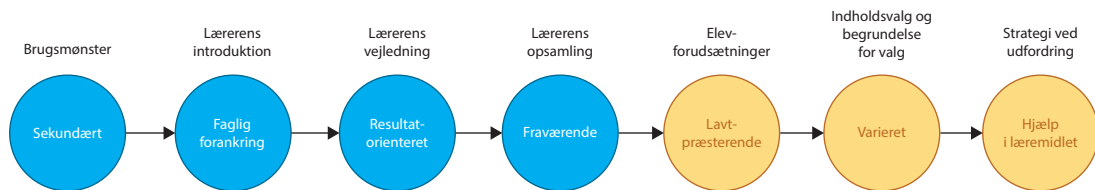
Generelt ser vi i elevinterviewene og i think-aloud-testene at de højtpræsterende elever fx vælger for nemt indhold for at opnå medaljer og status af at være kommet på et højt level. Det betyder at det undervejs i elevernes arbejde mest handler om hvordan de hurtigst får løst udfordringer. Det kan fx handle om at det er hurtigst at gå ud af programmet og få en anden opgave, eller at en kammerat giver dem svaret. At anvende hjælp i programmet tager måske for lang tid. De lavtpræsterende elever vælger oftere et indhold de forestiller sig vil udvikle dem, men det kan være svært for dem at vide præcis hvilket indhold der er passende.

### Spor 3 og 4

I disse to spor anvender lærerne læremidlet som sekundært læremiddel. Vi ser her at lærerne i stedet har en mere fagligt forankret introduktion og dermed i højere grad end ved spor 1 og 2 rammesætter undervisningen. Vejledningen er også her resultatorienteret, mens opsamlingen er fraværende. Både de højtpræsterende og de lavtpræsterende elevers indholdsvalg og begrundelser for indholdsvalg orienterer sig *varieret* mod belønning i form af stjerner, point og medaljer, men også mod faglig udvikling. Dog adskiller de sig, som det var tilfældet ved spor 1 og 2, i deres strategier når de sidder fast. De højtpræsterende søger også her hjælp uden for læremidlet, mens de lavtpræsterende søger hjælp i læremidlet. Disse spor viser sig ved skole 2 og 6.



Figur 4. Spor 3: sekundært læremiddel, læreren og de højtpræsterende elever.



Figur 5. Spor 4: sekundært læremiddel, læreren og de lavtpræsterende elever.

## Diskussion og konklusion

På basis af denne undersøgelse vil vi konkludere at lærerens didaktiske brugsmønster i forhold til dette adaptive læremiddel er afgørende. På trods af at adaptive teknologier og læremidler beskrives som havende potentiale til at fungere som digital tutor (Taylor, 1980) ved at give personlig feedback, vil vi i tråd med Kulik & Fletcher (2016), Verdú et al. (2008) og Wang et al. (2020) hævde at det ikke er hensigtsmæssigt at læreren overlader undervisningen til læremidlet ved at undlade rammesætning og lade læremidlets feedback være den eneste vejledning.

Tværtimod er det vigtigt at læreren involverer sig og vejleder eleverne i hvordan de bedst muligt kan anvende læremidlets ressourcer, og at læreren supplerer læremidlets feedback med en tydelig faglig vejledning med fokus på elevernes matematiske udvikling. Læreren vejledning kunne i højere grad handle om elevernes relationelle forståelse og ikke kun deres instrumentelle forståelse (Skemp, 1976).

Det indebærer at aktiviteterne i højere grad rammesættes med fokus på de faglige mål for lektionen og elevernes forkundskaber så der sker en faglig forankring. Undervejs skal læreren være mere opmærksom på hvilke udfordringer eleverne har, og på at bruge disse data i opsamlingen. Læreren kunne med fordel i opsamlingen tage det faglige emne som eleverne har arbejdet med i lektionen, op til *refleksion, validering og institutionalisering*, hvormed læringsindholdet bliver sammenholdt med de mere generelle og alment accepterede forståelser af indholdet (Brousseau, 1997).

I halvdelen af vores cases blev MatematikFessor anvendt som primært læremiddel. Givet at læremidlet må karakteriseres som færdighedstrænende med formidlende træk, bør lærere der anvender det som primært læremiddel, være opmærksomme på at de skal orientere undervisningen mod fagets kompetencemål, og at de digitale dele af læremidlet ikke kan forventes at facilitere en kompetencerettet undervisning. I de fire handle- og anvendelsesspor vi tegnede, var den centrale variation i forhold til om læremidlet blev brugt som primært eller sekundært læremiddel, at lærerne der brugte det som sekundært læremiddel i deres rammesætning, forankrede aktiviteterne med MatematikFessor fagligt. Det undlod de der anvendte det som primært læremiddel, og vi kan være bekymrede for at sidstnævnte lærere forventer at læremidlet knytter



faget sammen for eleven. For begge grupper var vejledningen resultatorienteret, og opsamling blev nedprioriteret.

Blandt de højtpræsterende elever så vi i vid udstrækning at de ikke anvender læremidlets ressourcer når de har brug for hjælp, men tyr til strategier som hacking eller spørger læreren hvor de så får resultatorienteret vejledning. De lavtpræsterende bruger i højere grad læremidlets ressourcer (og andre strategier), men de får ikke tilstrækkelig hjælp af oplæsningsfunktionen i programmet, og videoernes indhold samt læremidlets forklaringer er for ofte ikke relevante i forhold til deres specifikke udfordring. Også her vil vi pege på at læreren har en afgørende rolle for både de højt- og de lavtpræsterende elever.

I flere af de observerede klasser er der næsten helt ro i hele lektioner, og adskillige elever anvender fx hovedtelefoner, hvorfor de naturligvis næsten ikke snakker sammen. Dette kalder på at lærerne overvejer hvordan læremidlets indhold kan rammesættes så eleverne bringes til at samarbejde og udvikle deres forståelser i fællesskab.

Der har i denne undersøgelse kun deltaget seks skoleklasser, hvilket er et relativt lille datagrundlag. Ligeledes har udvælgelsen af klasserne hverken været en tilfældig sampling eller været systematisk udvalgt ud fra specifikke kriterier. Artiklens ærinde er derfor ikke at hævde generaliserende udsagn om matematiklæreres brugsmønstre og elevers handlemønstre i forhold til MatematikFessor. Snarere ønsker vi at kvalificere både læreres og elevers brug af læremidlet baseret på de brugsscenarioer vi har observeret i de seks cases.

Givet den store udbredelse af MatematikFessor og andre adaptive læremidler kunne det være relevant at gennemføre en større undersøgelse af hvilke kvaliteter disse adaptive programmer har, men også hvilke udfordringer der er ved at anvende sådanne programmer. Det vil være til stor gavn for de mange elever der næsten dagligt laver opgaver i sådanne programmer.

## Referencer

- Alseth, B., Breiteig, T. & Brekke, G. (2003). *Endringer og utvikling ved R97 som bakgrunn for videre planlegging og justering – matematikkfaget som kasus*. Telemarksforskning Notodden.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of Didactical Situations in Mathematics: Didactique des Mathématiques, 1970-1990*. (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland & V. Warfield, overs.). Kluwer Academic Publishers.
- Brusilovsky, P. (1999). Adaptive and Intelligent Technologies for Web-Based Education. *Künstliche Intelligenz*, 13(4), 19-25. <https://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/papers/KI-review.html>

- Bulman, G. & Fairlie, R.W. (2016). Technology and Education: Computers, Software, and the Internet. I: E.A. Hanushek, S. Machin & L. Woessmann (red.), *Handbook of the Economics of Education* (5. bind, s. 239-280). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63459-7.00005-1>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2019). *Matematik – faghæfte 2019*. [https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK\\_Fagh%C3%A6fte\\_Matematik.pdf](https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_Fagh%C3%A6fte_Matematik.pdf)
- Cuban, L. (2015). *The Lack of Evidence-Based Practice: The Case of Classroom Technology*. <https://www.larrycuban.wordpress.com/2015/02/05/the-lack-of-evidence-based-practice-the-case-of-classroom-technology-part-1/>
- du Boulay, B. (2016). Artificial Intelligence as an Effective Classroom Assistant. *IEEE Intelligent Systems*, 31(6), 76-81. <https://doi.org/10.1109/MIS.2016.93>
- Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings about Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245. <https://doi.org/10.1177/1077800405284363>
- Gerick, J., Eickelmann, B. & Vennemann, M. (2014). Zum Wirkungsbereich digitaler Medien in Schule und Unterricht. *Jahrbuch der Schulentwicklung*, 18, 206-238. <https://www.fachportal-paedagogik.de/literatur/vollanzeige.html?Fid=3223492>
- Gilje, Ø., Ingulfsen, L., Dolonen, J.A., Furberg, A., Rasmussen, I., Kluge, A., Knain, E., Mørch, A., Naalsund, M. & Skarpaas, K.G. (2016). *Med ARK&APP – bruk av læremidler og ressurser for læring på tvers av arbeidsformer*. Universitetet i Oslo.
- Gissel, S.T. (2015). Digitale læremidler til læse- og skriveundervisning – hvad skal vi med dem? *Læsepædagogen*, 63(3), 4-9. <https://www.ucviden.dk/da/publications/digitale-l%C3%A6remidler-til-l%C3%A6se-og-skriveundervisning-hvad-skal-vi-m>
- Gissel, S.T. & Buch, B. (2020). A Systematic Review of Research on How Students and Teachers Use Didactic Learning Materials in L1. *Learning Tech*, 7, 90-129. <https://doi.org/10.7146/lt.v5i7.117281>
- Gissel, S.T., Gynther, K., Hansen, T.I., Højgaard, T., Jørnø, R.V.L., Nortvig, A.-M. & Pettersson, M. (2020). *Rhapsode – design, brug og virkning*. <https://laeremiddel.dk/viden-og-vaerktoejer/rapporter-2/rhapsode-design-brug-og-virkning/>
- Gissel, S.T. & Hansen, T.I. (2021). Learning Materials between Didactic Potential and Control. I: M. Roos, K.L. Berge, H. Edgren, P. Hiidenmaa & C. Matthiesen (red.), *Exploring Textbooks and Cultural Change in Nordic Education 1536-2020* (s. 302-317). Brill.
- Gissel, S.T., Hjelmberg, M.D., Kristensen, B.T. & Larsen, D.M. (2019). Kompetencedækning i analoge matematiksystemer til mellemtrinnet. *MONA*, 2019(3), 7-27. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/115580/163893>
- Gissel, S.T. & Skovmand, K. (2018). *Kategorisering af digitale læremidler – en undersøgelse af didaktiske, digitale læremidlers karakteristika*. <https://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2018/05/Kategorisering-af-digitale-l%C3%A6remidler.pdf>
- Hiim, H. & Hippe, E. (2002). *Læring gennem oplevelse, forståelse og handling – en studiebog i didaktik*. Gyldendal.
- Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H. & Mavrikis, M. (2018). *Technology-Enhanced Personalised Learning: Untangling the Evidence*. Robert Bosch Stiftung.

- Kerr, P. (2016). Adaptive Learning. *ELT Journal*, 70(1), 88-93. <https://doi.org/10.1093/elt/ccv055>
- Knudsen, S.V. (red.). (2011). *Internasjonal forskning på læremidler – en kunnskapsstatus*. Høgskolen i Vestfold.
- Kulik, J. & Fletcher, J.D. (2016). Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Interview – det kvalitative forskningsinterview som håndværk*. Hans Reitzels Forlag.
- Le, N.-T. (2016). A Classification of Adaptive Feedback in Educational Systems for Programming. *Systems*, 4(2). <https://doi.org/10.3390/systems4020022>
- Liu, M., McKelroy, E., Corliss, S. & Carrigan, J. (2017). Investigating the Effects of an Adaptive Learning Intervention on Students' Learning. *Educational Technology Research and Development*, 65, 1605-1625. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9542-1>
- Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M.A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J.M., Trigueros, R. & Alias, A. (2021). Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education. *Sustainability*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/su13042247>
- Mogensen, A. (2012). Når pointer styrer matematikundervisning. *MONA*, 2012(3), 40-54. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/35969/37323>
- Nielsen, J., Clemmensen, T. & Yssing, C. (2002). Getting Access to What Goes on in People's Heads? Reflections on the Think-Aloud Technique. I: *NordiCHI '02: Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-Computer Interaction* (s. 101-110). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/572020.572033>
- Niss, M., Andreassen, M., Hansen, K.F., Matthiasen, J., Mogensen, A., Skånstrøm, M. & Holm, C. (2006). *Fremtidens matematik i folkeskolen – rapport fra udvalget til forberedelse af en handlingsplan for matematik i folkeskolen*. Undervisningsministeriet.
- OECD. (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*. OECD Publishing.
- Raudaskoski, P.L. (2020). Observationsmetoder (herunder videoobservation). I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (s. 117-135). Hans Reitzels Forlag.
- Remillard, J.T. (2005). Examining Key Concepts in Research on Teachers' Use of Mathematics Curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211-246. <https://doi.org/10.3102/00346543075002211>
- Skemp, R.R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*, 77(1), 20-26.
- Somyürek, S. (2015). The New Trends in Adaptive Educational Hypermedia Systems. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(1), 221-241. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i1.1946>
- Stoyanov, S. & Kirchner, P. (2004). Expert Concept Mapping Method for Defining the Characteristics of Adaptive E-Learning: ALFANET project case. *Educational Technology Research and Development*, 52, 41-54. <https://doi.org/10.1007/BF02504838>

- Styrelsen for It og Læring. (2021). *Lærernes digitale hverdag – kvantitativ kortlægning*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf21/jun/210621-rapporten-laererens-digitale-hverdag.pdf>
- Tamim, R., Bernard, R.M., Borokhovski, E., Abrami, P.C. & Schmid, R.F. (2011). What Forty Years of Research Says About the Impact of Technology on Learning: A Second-Order Meta-Analysis and Validation Study. *Review of Educational Research*, 81(1), 4-28. <https://doi.org/10.3102/0034654310393361>
- Taylor, R.P. (1980). Introduction. I: R.P. Taylor (red.), *The Computer in School: Tutor, Tool, Tutee* (s. 1-10). Teachers College Press.
- Verdú, E., Regueras, L.M., Verdú, M.J., de Castro, J.P. & Perez, M.A. (2008). Is Adaptive Learning Effective? A Review of the Research. I: Q. Li, S.Y. Chen, A. Xu & M. Li (red.), *Advances on Applied Computer and Applied Computational Science* (s. 710-715). WSEAS Press.
- Walkington, C. (2013). Using Adaptive Learning Technologies to Personalize Instruction to Student Interests: The Impact of Relevant Contexts on Performance and Learning Outcomes. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 932-945. <https://doi.org/10.1037/a0031882>
- Wang, S., Christensen, C., Cui, W., Tong, R., Yarnall, L., Shear, L. & Feng, M. (2020). When Adaptive Learning Is Effective Learning: Comparison of an Adaptive Learning System to Teacher-Led Instruction. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 793-803. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1808794>

## English abstract

*In this article, we examine teachers' and students' use of the digital, adaptive learning material MatematikFessor, with focus on teacher's usage pattern and framing, use of the learning material's feedback, as well as students' actions and their motivation in relation to working with the learning material. Our database consists of six cases with observation of teaching, interviews with the teacher and interviews and screen recordings with two students from each class. We describe how the teacher and students' usage patterns play out, but also how we would recommend that teachers to a greater extent support the students' use of MatematikFessor.*