

Undersøgende STEM-undervisning med lærings- platforme

Af Andreas Lindenskov Tamborg, Jonas Dreyøe, Aalborg Universitet, Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, og Morten Misfeldt, Aalborg Universitet

Korrekt citering af denne artikel efter APA-systemet (American Psychological Association System, 6th Edition):
Tamborg, A. L., Dreyøe, J., Gissel, S. T. & Misfeldt, M. (2019).
Undersøgende STEM-undervisning med læringsplatforme.
Learning Tech - Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi,
(6), 228-249. DOI 10.7146/lt.v4i6.110774

Abstract

Denne artikel undersøger, hvilke muligheder og begrænsninger der er for at planlægge undersøgende STEM undervisning i digitale platforme, og hvad der har betydning for dette. Det empiriske grundlag er to forløb, der er udviklet i samme læringsplatform, hvor det ene af disse forløb har været målrettet en undersøgende tilgang. Det teoretiske udgangspunkt for artiklen er instrumentel genese, som stammer fra kognitiv ergonomi, samt grundprincipper fra undersøgende undervisning. Artiklen viser, at dele af platformens design vanskeliggør muligheden for at tilrettelægge undervisningen med en undersøgende tilgang. Vi påviser samtidigt, at lærerne har mulighed for at kunne tilpasse platformene til deres ønsker og behov, men at det kræver, at lærerne gennem tydelige og artikulerede didaktiske principper og pædagogiske intentioner har opbygget resiliens for deres undervisningspraksis, herunder deres didaktiske valg.

This article investigates the possibilities and limitations in planning inquiry-based teaching sessions in STEM education within digital platforms, as well as how the platforms influences this. The empirical foundation for the article is two teaching sequences developed within the same digital learning platform, where one of these sequences were developed deliberately to meet an inquiry-based approach. The theoretical point of departure is instrumental genesis from cognitive ergonomi as well as principles from inquiry-based teaching. The article shows that parts of a platform's design hinders the possibilities to plan teaching with an inquiry-based approach. We also show that the teachers have the possibility to adapt the platform to their wishes and needs, but that this require that the teachers have articulated and clear didactical principles and pedagogical intentions for their teaching practice and their didactical choices.

Undersøgende STEM-undervisning med lærings- platforme

Almendidaktisk infrastruktur til fagdidaktisk arbejde

Indledning

Undervisning og læring digitaliseres i disse år. Denne proces involverer både nye mål for undervisningen, nye undervisningsmetoder, samt nye værktøjer, der understøtter lærere og elevers arbejde, samarbejde og kommunikation i undervisningssektoren. En af de nyeste eksempler på teknologier til understøttelse af netop dette er de såkaldte digitale læringsplatforme. Disse læringsplatforme er en del af Brugerportalsinitiativet, der er en omfattende strategi for digitalisering af den offentlige sektor (Undervisningsministeriet, Finansministeriet, KL, Ministeriet for Børn, Ligestilling, Integration og Sociale Forhold & Økonomi- og Indenrigsministeriet, 2014). Siden 2017 har det været obligatorisk for alle landets kommuner at have indkøbt og implementeret en læringsplatform, og disse teknologier er således anvendt af størstedelen af det pædagogiske personale på landets folkeskoler. Der findes flere varianter af læringsplatformene, der dog har det til fælles, at de alle lever op til 64 kravspecifikationer angivet af KL og Styrelsen for IT og Læring. Disse kravspecifikationer omhandler bl.a., at lærere skal kunne planlægge, gennemføre og evaluere deres undervisning i platformen (KL, 2016).

Ønsket om i højere grad at digitalisere skolen vil helt naturligt transformere de mål og midler, der bringes i anvendelse i skolesektoren, og har i praksis også gjort det i tilfældet med læringsplatformene. Læringsplatformene er både udviklet til at understøtte kommunikation, infrastruktur og pædagogisk arbejde og er tænkt som et redskab til især at understøtte læreres arbejde med de forenkledede Fælles Mål og læringsmål i det hele ta-

Af Andreas Lindenskov Tamborg,
Jonas Dreyøe, Aalborg Universitet,
Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole,
og Morten Misfeldt, Aalborg Universitet

get (KL, 2014). Det er sandsynligt, at denne gennemgribende forandring af både planlægning og gennemførelse af undervisning, som platformen kan lægge op til, vil få konsekvenser for, hvilke typer af undervisning der lader sig gennemføre let og enkelt, og hvilke der er mere vanskelige. Det er klart, at der vil være store individuelle og organisatoriske forskelle på eventuel påvirkning af undervisningssituationen fra digitale læringsplatforme. Man kan fx forestille sig, at en teknologisk kompetent lærer vil have lettere ved at forfølge egne pædagogiske og didaktiske idéer med platformen end en lærer, der har vanskeligt ved at anvende teknologien og derfor har et meget begrænset repertoire i platformen (Bundsgaard, Petterson & Puck, 2014). Formålet med denne artikel er at undersøge den gensidige påvirkning mellem læringsplatforme og didaktikken i læreres planlagte forløb. Relationen mellem platform og didaktik er meget vigtig at være opmærksom på, fordi skjulte eller utilsigtede påvirkninger fra platformen på didaktikken kan have stor betydning for undervisningens kvalitet og dermed altså også værdien af digitaliseringsprocesserne.

I denne artikel vil vi mere specifikt diskutere, hvordan undersøgende undervisning medieres i læringsplatformen. Denne undervisningstilgang vinder stadig større udbredelse indenfor matematik og naturfagsundervisning, dvs. STEM-fagene (Science, Technology, Engineering and Mathematics) (European Commission, 2007; Dreyøe, Larsen, Hjelmberg, Michelsen & Misfeldt, 2017). Formålet med artiklen er således at besvare spørgsmålet:

Hvilke muligheder og begrænsninger er der for at planlægge undersøgende STEM-undervisning i digitale platforme, og hvad har betydning herfor?



Empirisk tager artiklen udgangspunkt i to forskelligartede forløb. Det ene forløb er udviklet i læringsplatformen Meebook, hvor udgangspunktet var en gruppe lærere, der havde til formål at demonstrere platformens mange muligheder. Det andet er et naturfagsforløb udviklet i samme læringsplatform, men med det formål at udvikle undervisning baseret på en undersøgende tilgang. I artiklen viser vi, at dele af platformens design, især

evalueringsmulighederne i platformen, umiddelbart gør det vanskeligt at tilrettelægge undervisning baseret på en undersøgende tilgang til undervisning. Vi påpeger imidlertid også, at lærere har mulighed for at tilpasse læringsplatformene i planlægning af undervisning, så det er muligt i højere grad at planlægge forløb baseret på de visioner for god undervisning, lærerne måtte have. Dette forudsætter imidlertid tydelige, artikulerede didaktiske principper og pædagogiske intentioner for undervisning. Disse pointer træder frem på baggrund af analyser, der har fokus på tre centrale grundprincipper for undersøgende undervisning, som vi udvikler på baggrund af den internationale forskningslitteratur om undersøgende undervisning. I tillæg til disse tre grundprincipper anvender vi desuden det teoretiske perspektiv instrumentel genese (Guin, Ruthven & Trouche, 2005). Dette teoretiske perspektiv har rødder i matematikkens didaktik og er udviklet til at undersøge den gensidige påvirkning mellem bruger og teknologi i aktiviteter, der er medierede af enten teknologier og/eller artefakter. Vi anvender begreber herfra til at undersøge, hvordan læreres pædagogiske og didaktiske agenda i planlægning af forløb kan fungere som middel til at tilpasse læringsplatformen deres behov, mens lærernes didaktiske agenda og beslutninger samtidig omvendt kan påvirkes af de læringsplatforme, som de gør brug af i planlægningsarbejdet.

Teoretisk blik – IBSME¹ og instrumentel genese

IBSME

I denne artikel tager vi udgangspunkt i den fagdidaktiske grundtilgang kaldet inquiry-based science and mathematics education (IBSME). Denne tilgang er en undersøgelsesorienteret tilgang til undervisning i naturfag og matematik. Tilgangen lægger op til, at elever bliver stillet overfor en realistisk og autentisk problemstilling, der indeholder matematiske og/eller naturfaglige problemer, som de selv skal stå for at undersøge og/eller løse med støtte fra læreren.

IBSME er en videreudvikling og konceptualisering af induktiv undervisning, som står i kontrast til traditionelle,

¹ IBSME er et akronym for det engelske koncept “inquiry based science and mathematics education”. Det forekommer også noteret som IBSE, særligt i internationale studier.

deduktive og færdighedsorienterede tilgange til undervisning (European Commission, 2007). En deduktiv tilgang til undervisning er kendetegnet ved læreprocesser, hvor elever indføres i en regel, som de efterfølgende skal anvende i konkrete situationer. Undervisning baseret på IBSME er derimod kendetegnet ved at være elevstyret og ved, at lærerens rolle er vejledende (i modsætning til docerende).

I 2007 udgav Europa-Kommissionen en rapport (European Commission, 2007), der undersøgte, hvorfor elevers motivation for at lære matematik og naturfag var dalende. I denne rapport blev IBSME undersøgt, og et af de centrale fund var, at elevers motivation i IBSME-forløb var højere end i traditionel deduktiv undervisning. Denne positive indvirkning på elevers motivation blev bl.a. tilskrevet autenciteten i elevernes arbejde med at undersøge og udforske matematiske fænomener. Autenciteten består i, at undervisningen tager udgangspunkt i den viden, eleverne allerede besidder, i deres arbejde med problemer relateret til omverdenen. Eleverne oplever på denne måde bl.a. en anerkendelse af deres livsverden, og de får selv mulighed for at tage ejerskab over deres undersøgelse, hvilket øger motivationen (Makar, 2014).

I litteraturen om IBSME lægges der vægt på, at der bygges bro mellem verdenen udenfor og matematikkens domæne. Måden denne brobygning typisk foreslås i IBSME er at lade eleverne udforske omverdenen i undersøgelser ved at anvende matematiske begreber og tilgange. Formålet med denne tilgang er at anvende kollaborativt undersøgende arbejde som et middel til at fremme kritisk refleksion overfor deres resultater og tilgange til at beskrive virkeligheden (Artigue & Blomhøj, 2013). Autenciteten i det undersøgende arbejde, eleverne foretager sig, sigter mod at øge elevernes evne til at håndtere hverdagssituationer, der har elementer af matematik eller naturfag i sig. IBSME giver på denne måde eleverne muligheder for at opnå indsigt i matematikkens rolle i samfundet samt i matematikkens natur og strukturer (Bruder & Prescott, 2013). Hensigten er således at skabe et rum for at udvikle elevernes evner til at tænke matematisk kreativitet, som ofte overses i undervisning, der overvejende er orienteret mod at udvikle elevernes matematiske *færdigheder* (Bruder & Prescott, 2013; Sriraman, Haavold & Lee, 2013).

Det understreges dog af European Commission (2007), at undervisningen i IBSME ikke skal stå alene, men at den bør kombineres og suppleres med en deduktiv tilgang, der udstyrer

eleverne med matematiske færdigheder og viden. Årsagen til dette er, at forudsætningen for, at eleverne kan udføre undersøgende arbejde i mere eller mindre komplekse opgaver er, at de har et grundlæggende vidensfundament, de kan basere disse undersøgelser på (Van Harpen & Presmeg, 2013).

Denne artikel er rettet mod at undersøge muligheder og begrænsninger ved at planlægge IBSME-forløb i læringsplatformene. For at kunne omsætte litteraturen til undervisningsforløb er det imidlertid nødvendigt at formulere nogle overordnede principper for, hvordan sådanne forløb skal se ud. Baseret på indsigterne i det ovenstående afsnit foreslår vi nedenfor, at læreres planlægning af undervisning skal inkludere tre principper for at understøtte IBSME. Disse tre omfatter åbenhed, *læringsveje* og en *spørgende tilgang*, som vi i det følgende vil redegøre nærmere for.

Som tidligere anført kan IBSME betragtes som en videreudvikling og en konceptualisering af induktiv undervisning. En af karakteristikaene ved både induktiv undervisning og IBSME er, at bevægelsen fra del til helhed er baseret på elevernes egne undersøgelser. Her er der således ikke tale om, at det på forhånd er besluttet, hvad eleverne skal lære, men snarere at eleverne skal understøttes i at finde frem til deres egne resultater. Dette karakteristika kan omsættes til princippet åbenhed, der består af opbyggelsen og fastholdelsen af et procesorienteret klasserum, der tager udgangspunkt i en åben og tryk klasserumskultur med plads til fejl. Heri skal elevernes livsverden anerkendes ved, at der fx tages udgangspunkt i det, eleverne i forvejen kender, ved eller har erfaret.

Dette betyder også, at der skal vækkes en grundlæggende undren hos eleverne, der skal være motor for undersøgelsesprocesser, ligesom det ses i naturvidenskabelig grundforskning. Dette omsætter vi til princippet *en spørgende tilgang*. Denne tilgang er særligt kendetegnet ved induktive læreprocesser, der tager udgangspunkt i at undersøge verden, som den er. Ud fra disse undersøgelser er det hensigten, at eleverne skal kunne systematisere resultaterne af deres undersøgelser for efterfølgende at kunne udlede en regel. Det kræver, at læreren indstiller sig på at slippe kontrollen for undervisningens færd og dermed indtager en vejledende rolle i forhold til elevstyrede undersøgelser og læreprocesser.

Åbenhed og den spørgende tilgang rammesætter i høj grad elevstyrede aktiviteter, som tilgås på mange måder, og hvor der

ikke er ét korrekt svar. Som vi allerede har beskrevet, betyder dette, at eleverne kan tilgå opgaverne med forskellige forudsætninger og erfaringshorisonter. De elevstyrede aktiviteter betyder imidlertid også, at opgaveformuleringer skaber rum for undersøgelser af vidt forskellige veje. Derfor er IBSME også karakteriseret ved princippet *læringsveje*.

Læringsvejene skal ses i lyset af lærerens forberedelse af ”gode” spørgsmål, så eleverne kan generalisere matematiske idéer. Herunder skal læreren have mulighed for at kunne bidrage til en organisering af elevernes løsninger eller opstilling af problemer, som drejer sig om komplekse og indbyrdes relaterede fænomener. Eleverne skal således stilladseres af læreren i deres undersøgelse, hvor de selv er i centrum. Opgaverne skal desuden designes, så de indeholder flere korrekte løsninger eller flere metoder, som kan resultere i et korrekt svar (Dreyøe et al., 2017).

Instrumentel genese

Artiklens analyse af undervisningsforløbene er baseret på teorien instrumentel genese (Guin, Ruthven & Trouche, 2005), der er udviklet inden for matematikkens didaktik. Den instrumentelle genese er et teoretisk perspektiv designet til at undersøge konsekvenser af anvendelse af artefakter såsom software, redskaber og teknologier for undervisning og læring af matematik (Gueudet, Buteau, Mesa & Misfeldt, 2014). En af de centrale idéer i den instrumentelle tilgang er, at artefaktens design og brugeres anvendelse påvirker hinanden gensidigt snarere end at hverken brugerens intentioner eller artefaktets design determinerer brugssituationen (Haspekian, 2005).

En af de centrale idéer i den instrumentelle tilgang er en skelnen mellem henholdsvis artefakter og instrumenter. Et artefakt er defineret som et kulturelt og socialt produkt, der tilbyder medieringer af menneskelig aktivitet, mens et instrument er defineret som produktet af et individs intentionelle brug af et artefakt i en bestemt aktivitet (Gueudet & Trouche, 2009). Et instrument *opstår* således som en konsekvens af, at et artefakt tages i anvendelse på en bestemt måde af et subjekt. Denne proces kaldes instrumentel genese og resulterer som oftest både i en ændring af det medierende artefakt og af den aktivitet, artefaktet anvendes til. Instrumentel genese kan derfor forstås som samspillet mellem brugeres *tilpasning* af artefakter og artefaktens *påvirkning* af brugeres aktiviteter.

På denne måde er idéen i denne teoretiske ramme, at der er

to modsatrettede processer involveret i artefaktmedierede aktiviteter, nemlig at artefaktet både formes af og samtidig former aktiviteten. Disse processer benævnes henholdsvis instrumentering (tilpasning) og instrumentalisering (påvirkning) (Haspekian, 2005). Instrumentering (tilpasning) indebærer, at et subjekts brug af et artefakt kan forme artefaktet, mens instrumentalisering (påvirkning) omfatter, at artefaktet kan forme individets aktivitet (Gueudet & Trouche, 2009).

Vi anvender denne teoretiske ramme i en todelt analyse. Først undersøger vi læreres oplevelser af, hvordan deres undervisningsplanlægning instrumentaliseres (påvirkes) af læringsplatformene, og vi påpeger centrale begrænsninger i platformene i forhold til at tilrettelægge undervisning baseret på IBSME-principper. I anden del af analysen beskriver vi, hvordan læringsplatformenes design kan instrumenteres (tilpasses) af lærere på måder, der gør det muligt at anvende læringsplatformene som en understøttende ramme for at tilrettelægge undervisning baseret på principper fra IBSME.

Læringsplatformen som begrænsende for IBSME

En af de deltagende skoler i nærværende projekt var en lille, ét-sporet landsbyskole med ca. 120 elever fra 0.-6. klasse og et dusin lærere. På denne skole, ligesom på de øvrige skoler der indgik i projektet, blev der afholdt fremtidsværksteder. Fremtidsværkstederne inkluderede en fantasifase, en kritikfase og en realiseringsfase gennemført som designworkshop. I kritikfasen var formålet at åbne for kritik af eksisterende praksisser med læringsplatforme på skolen, mens fantasifasen understøttede deltagerne at formulere deres visioner for og drømme om fremtidige praksisser med læringsplatformene. Realiseringsfasen havde til formål at understøtte deltagerne i at udvikle konkrete interventionsdesign eller tiltag, der kunne realisere deres visioner og drømme. I kritikfasen af fremtidsværkstedet havde det pædagogiske personale på denne skole formuleret mange kritikpunkter i forhold til læringsplatformen. Det statement, som havde fået flest point af deltagerne, var følgende: "Det er en udfordring, at planlægningen af undervisning skal puttes ind i en bestemt form". Desuden var det pædagogiske personale optaget af, at platformen begrænsede deres frihed og planlægning (begreber som "firkantet" og "fastlåst" blev brugt

om denne oplevelse), samt at det var svært at komme i gang med platformen.

En gruppe på denne skole var vant til at bruge platformen og besluttede sig for, at de ville lave et kompetenceudviklingsforløb for deres kolleger på skolen i realiseringsfasen, der bestod af et eksemplarisk forløb, som viste de mange muligheder i platformen. Vores formål med at undersøge denne case er at belyse, hvordan platformen og mulighederne i den former lærernes forløb.

Grundkonceptet var, at kompetenceudviklingsforløbet skulle struktureres top-down i den forstand, at kollegerne skulle præsenteres for et eksemplarisk forløb, et *mulighedernes forløb*, der kunne vise et gennemtænkt og sammenhængende fagligt forløb. Dette forløb skulle funktionelt demonstrere, hvad man som bruger har af muligheder i *Meebook*, fx for at inddrage film, bruge *Office*, henviser til film og hjemmesider, oprette et spørgeskema, som man kan hente svar på, evaluere og integrere data fra andre platforme mv. Forløbet skulle så skilles ad del for del med henblik på at vise, hvordan deltagerne selv kunne sætte forløbet op på platformen. En pointe var, at disse funktioner skulle anvendes i forhold til et konkret fagligt forløb, så der ikke blev tale om et teknisk fokuseret ”knap-kursus”, der ikke kobledes til det didaktiske niveau.

Den fungerende it-vejleder på skolen var primus-motor på processen og gik i gang med at oprette et forløb til 2. klasse om navneord på læringsplatformen. Første element i forløbet var et digt om navneord: ”Alle ting på denne jord/kalder vi for navneord/når vi bruger en og et/går det hele ganske let”.

Herefter fulgte målangivelser til eleverne; de skulle lære, ”at ord kan deles op i forskellige grupper” samt at genkende, bøje og bruge et navneord. Herefter blev eleverne gennem en YouTube-video introduceret til, hvad ordklasser generelt er og gradvist med fokus på navneord: at det er de ord, vi bruger om ting, og at vi kan sætte en/et foran, bestemt og ubestemt form samt ental og flertal. De næste to elementer i forløbet var links til aktiviteter på Danskfaget.dk (CLIO Online), henholdsvis ”Træn navneord 1”, hvor eleverne ser en række ord og skal klikke, om de er eller ikke er navneord, og ”Træn navneord 3”, hvor eleverne præsenteres for korte sætninger og skal identificere navneordet i hver sætning. Herefter indsættes en såkaldt elevrefleksion, hvor eleven skal forholde sig til udsagnet ”Jeg ved, hvad navneord er” ud fra skalaen *Ved ikke/ved*.

Forløbet fortsætter med et link til en video (igen fra CLIOs danskportal til indskolingen) med en lærer, der lader nogle elever trække ting op af en skattekiste for at lære dem, at ting benævnes med navneord. Så skal eleverne udføre to øvelser med bøjning af navneord og slutte af med en elevrefleksion, der går på, om de kan bøje navneord og skelne mellem henholdsvis ental og flertal samt bestemt og ubestemt form. Forløbet fortsætter med, at eleverne skal skrive de navneord ned, de kan finde på et billede, finde navneord i en tekst og bøje dem, en aktivitet i læremidlet "Villeby" om at finde navneord i ordkæder, elevrefleksioner osv.

Analyse af case I

Designgruppen lykkedes med at udvikle et forløb, der viste, hvordan funktionaliteterne i platformen kan anvendes i en didaktisk sammenhæng. I casen ser vi, at lærerne inkorporerer en af de evalueringsredskaber, der tilbydes af læringsplatformen i forløbet. Meebook opererer med en række binære eller skalaevalueringer (1-5), som lærere kan vælge imellem, og lærerne valgte i dette tilfælde skalaen 'ved/ved ikke' som den målestok, forløbet skulle evalueres op mod.

Dette evalueringsredskab er hovedsageligt velegnet til summativt at evaluere relativt lukkede og deduktive opgaver, hvor elever skal lære noget, læreren på forhånd har defineret. I case I skal eleverne lære at forstå det fagligt bredt accepterede begreb 'navneord' og dets karakteristika. Evalueringskriteriet for dette forløb er vanskeligt at indfri gennem undervisning baseret på en spørgende tilgang, som giver eleverne mulighed for selv at skabe en konceptualisering af deres eget begreb og tilhørende definition på baggrund af undersøgelser, de selv har foretaget. Det anvendte evalueringskriterie retter sig snarere mod at indføre eleverne i etablerede faglige normer, end at tage udgangspunkt i en grundlæggende undren og nysgerrighed i forhold til grammatiske strukturer i det sprog, vi til daglig benytter os af. Forløbet strider også mod princippet om åbenhed, fordi både forløbets indhold og struktur på forhånd er defineret, og der ikke er overvejet muligheder for at tage udgangspunkt i elevernes erfaringshorisont. Der er således ikke skabt et miljø, hvor eleverne har mulighed for selv at opdage behovet for grammatiske klassifikationer såsom navneord gennem stilladserede undersøgelser. Forløbet lægger desuden ikke op til, at evalueringskriterierne kan mødes ad flere forskellige læringsveje, som skal understøttes gennem stilladserende spørgsmål stillet af læreren.

I en tilgang baseret på IBSME vil der i stedet være fokus på, at eleverne gennem åbne undersøgelser selv skal opdage, at der er forskellige typer af ord, og at det i mange sammenhænge er hensigtsmæssigt at skelne mellem dem. Her er det i første omgang ikke vigtigt, at eleverne lærer den alment accepterede klassifikation 'navneord'. I casen ser vi, at en på forhånd produceret definition og navngivning af navneord i platformen udgør en hindring for åbne og undersøgende læreprocesser, netop fordi den overflødig gør elevernes undersøgelse. I stedet vil målet i et IBSME-forløb være at vække en spørgende tilgang på baggrund af undring og at facilitere åbne, elevstyrede undersøgelser, der gør det muligt for eleverne at tage ejerskab for processen og tilgå opgaven ad forskellige læringsveje.

Meget didaktisk teori fremhæver den gensidige påvirkning mellem evaluering og aktiviteter (Biggs & Tang, 2011), og derfor kan platformens muligheder for at evaluere have stor betydning for valg af undervisningsaktiviteter i forløbet. I flere af forløbets elementer ser vi også tydelige tegn på, at aktiviteterne er målrettet evalueringskriteriet beskrevet ovenfor. Dette har implikationer for muligheden for at tilgå stillede opgaver åbent, ad forskellige læringsveje og gennem en spørgende tilgang.

Med den instrumentelle tilgang som forklaringsramme kan dette fænomen forstås ved, at lærernes planlægning af undervisning kan påvirkes (instrumentaliseres) af platformen, fordi evalueringsredskaberne, der tilbydes, kan påvirke lærernes valg af forløbets evaluering, indhold, struktur og arbejdsformer. I sagens natur er det dog ikke muligt at skelne mellem, hvorvidt det er undervisningsdesignet eller platformen, der er drivkraften for disse valg. Det er dog muligt at konkludere, at både undervisningsdesign og platformen må have en vis indflydelse på disse valg.

Nedenfor viser vi to eksempler på, hvordan denne påvirkning ses afspejlet i lærernes valg i forløbet, og vi påpeger, hvordan denne påvirkning skaber hindringer for at inkorporere principper fra IBSME i det pågældende forløb.

Et af forløbenes aktiviteter bestod af, at eleverne gennem en YouTube-video blev introduceret til navneord: At det er de ord, vi bruger om ting, og at vi kan sætte en/et foran. Et af evalueringskriterierne for forløbet var som bekendt, at eleverne skulle vide, hvad et navneord var. Denne aktivitet stemmer stærkt overens med forløbets evalueringskriterier, fordi aktiviteten netop er

rettet mod at udstyre eleverne med den viden, som de efter evalueringskriterierne skal være i besiddelse af.

Vi ser dog her, at undervisningsaktiviteten er kendetegnet ved, at eleverne først får beskrevet og forklaret et begreb, som de efterfølgende selv skal anvende. Aktiviteten er derfor deduktiv og relativt lukket, fordi den sigter mod, at elevernes læringsproces skal gå fra introduktionen af den grammatiske klassifikation 'navneord' til, at eleverne selv skal kunne genkende navneord i sætninger. I den forstand tager forløbet udgangspunkt i at skulle indføre eleverne i en fagligt accepteret klassifikation og terminologi, som de efterfølgende selv skal reproducere, hvorfor det ikke kan klassificeres som åbent, jf. principperne for IBSME.

Udformningen af evalueringskriterierne ser således ud til at have betydning for forløbets aktiviteter. Især i forhold til IBSMEs fokus på en spørgende tilgang er denne aktivitet problematisk, fordi der ikke vækkes en undren hos eleverne, som de kan arbejde med at belyse gennem undersøgelser. Fordi opgaven indeholder ét korrekt svar, som er givet på forhånd, vil det således ikke være muligt at løse opgaven gennem forskellige læringsveje. Det skal her understreges, at lærerne ikke tilstræbte at udvikle et undersøgelsesorienteret forløb, men at der ikke desto mindre er indikationer på, at læringsplatformen påvirkede (instrumentaliserede) lærernes arbejde i modsat retning af IBSME.

Instrumentel genese omfatter imidlertid også, at subjekter har mulighed for at påvirke artefaktet, de arbejder med. I det følgende vil vi vise, hvordan det er muligt at tilpasse (instrumentere) læringsplatformene på måder, så de i højere grad kan anvendes som redskaber til at understøtte principper fra IBSME.

Videre fra en teknologideterministisk tænkning

Det følgende forløb er rettet til natur-teknik i 2. klasse. Forløbet viser, hvordan læringsplatformen kan bruges til at planlægge et undersøgelsesorienteret forløb om synssansen baseret på principperne åbenhed, læringsveje og *en spørgende tilgang*. I analysen viser vi mere specifikt lærerens muligheder for at tilpasse (instrumentere) platformene i henhold til vedkommendes egen didaktiske agenda (i dette tilfælde IBSME).

Forløbet, eleverne bliver præsenteret for, indeholder en serie synsbedrag, som de skal bruge som udgangspunkt for at undersøge, hvad det kan fortælle dem om deres synssans. Den

første aktivitet er bygget op omkring en multiple choice, hvor eleverne skal angive, hvad de umiddelbart ser på en række billeder.

Figur 1. Billede af vampyrer fra forløbet om synssansen.

Hvilken vampyr er størst?



- Den til venstre
- Den til højre
- De er lige store

Aktiviteten giver mulighed for en opsamling på klassen, hvor klassen kan se, om eleverne har svaret det samme, dvs. om de har set det samme i billederne. Herefter skal eleverne undersøge de samme billeder for at finde ud af, om det rent faktisk var rigtigt, det de så.

Denne undersøgelse er i forløbet faciliteret ved, at elementerne i synsbedragene er sat ind i Google Slides. Her kan eleverne manipulere elementerne i billedet eller tegne figurer, så de kan sammenligne størrelsen på forskellige elementer. I eksemplet med vampyrerne kan eleverne flytte de to vampyrer rundt, og ved at placere dem ud for hinanden kan de se, at figurerne rent faktisk er lige store. En video støtter elevernes undersøgende proces

ved at vise dem, hvordan de kan tegne figurer og flytte elementer i Google Slides.

Til sidst i forløbet skal eleverne svare på tre refleksions-spørgsmål. Fx skal eleverne på en fempunktsskala forholde sig til, hvor enige de er i udsagnet ”Synet viser os virkeligheden, som den er”. Det er et komplekst spørgsmål at svare på for en elev i 2. klasse. Aktiviteten med synsbedragene har udfordret elevernes umiddelbare opfattelse af, at de kan stole blindt på deres syns-sans. Men er konsekvensen af dette, at synet slet ikke afspejler virkeligheden? Denne refleksionsøvelse skaber grundlag for en klasserumsdialog.

Analyse af case II

Evalueringen i dette forløb består af, at eleverne på en skala fra 1-5 skal forholde sig til udsagnet: ”Synet viser os virkeligheden, som den er”. Denne evaluering indeholder mindst to tilpasninger/instrumenteringer af læringsplatformen. I stedet for at formulere et læringsmål i evalueringsfunktionen, artikulerer læreren den undren, som vedkommende har forsøgt at skabe hos eleverne. Denne tilgang til evaluering skaber plads til, at alle elever kan deltage i dialogen, uanset hvor langt de er kommet i deres undersøgelsesproces. På den måde anvendes evalueringsplatformen som led i at skabe åbne forløb, der via åbne undersøgelser kan tilgås ad flere læringsveje, i stedet for at indgå som et summar-tivt evalueringsredskab. Det er et vigtigt aspekt, at lærerens tilpasning (instrumentering) af Meebook i denne aktivitet omfatter, at multiple choice-testen i platformen kombineres med velvalgte didaktiske aktiviteter i klassen. Det er således gennem kombinationen af værktøjer i platformen, organiseringsformer *uden for* platformen, samt valget af det konkrete didaktiske design, at det her bliver muligt for læreren at tilpasse undervisningen i retning af principperne fra IBSME.

Meebook tilpasses på denne måde, så der kan skabes åbne dialoger i klassen, der inddrager elevernes erfaringshorisonter og det, de allerede ved. I forhold til principperne i IBMSE bidrager dette til et åbent, dialogisk og procesorienteret klasserums-miljø styret af elevernes erfaringer og undersøgelser, hvilket er kendetegnende for en spørgende tilgang. Samtidig åbner denne didaktisering for, at eleverne kan tilgå undersøgelsen ad forskellige læringsveje.

Ligesom i case I ses disse evalueringskriterier afspejlet i forløbets aktiviteter, hvor denne afspejling er fremkommet i sam-

spillet mellem det valgte undervisningsdesign og platformens affordans.

Eksempelvis anvendes Google Slides som redskab til, at eleverne har mulighed for at manipulere grafiske elementer som et led i deres undersøgelse, og ikke til at eleverne skal præsentere et produkt, der er defineret på forhånd, eller reproducere korrekte svar. Det giver mulighed for en åben og spørgende tilgang baseret på proces- og undersøgelsesorienteret undervisning, hvor der åbnes for, at erkendelser om forløbets fagområde kan opnås ad flere læringsveje. Der kan fx indtegnes parallelle linjer i Google Slides, eller eleverne kan vælge at trække figurerne oven på hinanden for at vurdere, hvilken der er størst.

Et andet eksempel på den procesorienterede og elevstyrede undervisning er videoen i forløbet, der stilladserer eleverne til at kunne anvende redskabet i deres undersøgelser, snarere end at formidle fagligt stof. Dette afhjælper også eventuelle problemer relateret til, at eleverne skal lære at bruge programmet. I forløbet er programmet blot et redskab, en hjælp til at foretage deres undersøgelser. Dette indholdselement og måden, det indgår i forløbet på, understøtter således eleverne i at arbejde med en spørgende tilgang ved, at der stilles redskaber til rådighed, de kan anvende i deres egne åbne undersøgelser.

Endelig anvendes multiple choice-redskabet i Meebook som et redskab til at fastholde resultatet af elevernes umiddelbare visuelle undersøgelse af synsbedragene, og som en stilladsering til klasserumsdialog, der åbner for, at elevernes perspektiver kan anvendes til at vække undren, nysgerrighed og åbenhed blandt eleverne.

Diskussion

I den følgende diskussion dykker vi ned i to aspekter af didaktisk arbejde med læringsplatforme, der ligger i umiddelbar forlængelse af analyserne, og som vi finder særligt vigtige at forholde os til. Dette drejer sig dels om spørgsmålet om, hvornår og hvordan læringsplatforme kan tilpasses, og dels om vigtigheden af italesatte pædagogiske intentioner i arbejdet med læringsplatforme. Vi har fundet det vigtigt at forholde os til det første af disse aspekter, fordi dette har at gøre med læreres muligheder for at anvende læringsplatformene på deres egne præmisser, uden at platformenes mange muligheder anvendes med utilsigtede didaktiske implikationer. Aspektet vedrørende italesatte pædagogiske

intentioner er valgt, fordi vi ønsker at belyse mulighederne for at tilpasse læringsplatformene på baggrund af eksplicite pædagogiske principper, som fx IBSME. I diskussionen har vi valgt at inddrage begrebsrammen *instrumentelle orkestreringer* som diskussionspartner til at belyse de to aspekter beskrevet ovenfor. Denne begrebsramme er udviklet i samme tradition og i umiddelbar forlængelse af instrumentel genese og udmærker sig i denne sammenhæng ved at tilbyde et sprog til at beskrive læreres organisering af undervisning.

Hvornår og hvordan kan læringsplatforme tilpasses?

I dette diskussionsafsnit anvender vi som ovenfor anført begrebet *instrumentelle orkestreringer* til at vise, hvornår og hvordan det er muligt at tilpasse (instrumentere) læringsplatforme i overensstemmelse med egne didaktiske intentioner, og til at belyse vigtigheden af italesatte pædagogiske intentioner.

Instrumentelle orkestreringer kan forstås som læreres organisering af undervisning og omhandler dels læreres valg af undervisningsmaterialer (fx artefakter og opgavetyper) og dels deres overvejelser over, hvordan disse kan udnyttes til at skabe betingelser for, at elever lærer noget bestemt. Instrumentelle orkestreringer omfatter to aspekter, nemlig *didaktiske konfigurationer* og *udnyttelsesmåder* (exploitation mode).

Didaktiske konfigurationer vedrører lærerens valg af undervisningsmaterialer og organiseringsformer i klasserummet. Det kunne fx være valg af opgavetyper, evalueringsredskaber og artefakter såsom lommeregner og vinkelmålere, dvs. didaktikkens spørgsmål, der relaterer sig til *hvad* og *hvordan*.

Udnyttelsesmåden er lærerens udvælgelse af organiseringsformer, forklarende tekster, der skal lede elevernes læreproces i en bestemt retning, eller andre bevidste måder at facilitere elevernes arbejde. Disse valg træffes på baggrund af og i overensstemmelse med lærerens pædagogiske og didaktiske intentioner. Udnyttelsesmåder omfatter således sammenhængen mellem læreres valg af organiseringsformer og mål/formål for undervisningen (Drijvers, Doorman, Boon, Reed & Gravemeijer, 2010), dvs. didaktikkens *hvorfor*-spørgsmål. Det kunne fx være læreres didaktiske eller pædagogiske grundsyn for, hvad god undervisning er.

I begge cases ser vi, at der er tæt sammenhæng mellem de didaktiske konfigurationer og udnyttelsesmåderne. I case 1 består den didaktiske konfiguration bl.a. i valget af brug af digtet,

som udnyttes ved at blive anvendt til at informere eleverne om karakteristika for navneord. Her er der tæt overensstemmelse mellem udnyttelsesmåden og evalueringskriterierne, som følger platformens tilbud. På denne måde ser vi, at læreres valg af undervisningsopgaver og -materialer samt deres udnyttelse af dem i høj grad er under påvirkning af (dvs. instrumentaliseres af) læringsplatformen. Dette kommer til udtryk ved, at platformens evalueringskriterier adopteres, og at lærernes valg af organiseringsformer afspejler disse kriterier. Platformens design har derfor relativ stor indflydelse på undervisningens udformning, fordi lærernes udnyttelsesmåder er under stærk påvirkning af læringsplatformens muligheder for at evaluere. Dette peger på en risiko for, at planlagt undervisning påvirkes af platformens design, evalueringskriterier mv. uden, at lærerne nødvendigvis er bevidste om dette.

Den gensidige påvirkning mellem indhold og evalueringsformer kan både gå fra evaluering til undervisningsaktiviteter og fra undervisningsaktiviteter til evaluering. Der kan således være flere udfordringer (eller andre muligheder) forbundet med læringsplatformene og IBSME, end vi har påvist i denne artikel. Derfor er det afgørende at forstå, hvad der i case 2 gør det muligt at tilpasse platformen, så det bliver muligt at planlægge undervisning i overensstemmelse med IBSME.

Case 2 er kendetegnet ved, at tilpasningen af læringsplatformen sker *gennem* anvendelse af bevidstgjorte, artikulerede og fællesgjorte didaktiske principper, nemlig IBSME. Ligesom i case 1 er der også her overensstemmelse mellem forløbets *hvad og hvordan*, indholdsvalg og evalueringskriterierne. Forløbets didaktiske konfiguration indeholder bl.a. valg af multiple choice og *ikke* at bruge evalueringskriterierne i selve platformen. Udnyttelsen af disse konfigurationer er tæt knyttet til principperne i IBSME, da forløbets materialer og opgaver er rettet mod at skabe betingelserne for undersøgende undervisning. I denne case er det i den forstand i langt højere grad læreren selv, der har formuleret de mål og formål, der udgør vidensgrundlaget for udnyttelsen af de valgte undervisningsaktiviteter. De bevidstgjorte didaktiske principper fremstår således som den nøgle, der gør det muligt for lærerne at tilpasse platformene under hensyntagen til bestemte mål og formål.

Der er imidlertid vigtige nuancer af muligheder for at anvende didaktiske principper som motor for tilpasning af

platformene. Principperne åbenhed, en spørgende tilgang og læringsveje fra IBSME kan fortolkes og imødekommes på mere end én måde, og derfor er det sandsynligt, at dele af de fleste læringsplatforme kan anvendes på en måde, der kan understøtte dem. Der er dog nogle didaktiske og/eller pædagogiske principper, der kan have en langt højere detaljeringsgrad i forskrifterne for, hvordan undervisning fx skal planlægges eller evalueres. I sådanne tilfælde vil der med al sandsynlighed opstå situationer, hvor læringsplatformene vil være inkompatible med lærerens pædagogiske intentioner. I nærværende projekt har vi set eksempler på, at sådanne sammenstød kan resultere i, at skoler fravælger platformene, fordi de hindrer dem i at videreføre etablerede og velfungerende didaktiske principper (Misfeldt, Tamborg, Qvortrup, Petersen, Svensson, Allsopp & Dirckinck-Holmfeld, på vej). Både dette eksempel og case 2 viser således vigtigheden af den reflekterede lærer, der ikke tilpasser sig platformen, men tilpasser platformen til bevidstgjorte og artikulerede pædagogiske intentioner og didaktiske principper.

Italesatte pædagogiske intentioner og digitalisering

I denne diskussion vil vi se på, hvordan tydelige didaktiske principper og intentioner relaterer sig til samspillet mellem tilpasning og påvirkning, som er beskrevet ovenfor, og som kendetegner implementering af læringsplatforme.

Den væsentligste pointe i analysen ovenfor er, at lærere gennem tydelige og forhandlede didaktiske principper og intentioner er i stand til at tilpasse platformen, så den anvendes i overensstemmelse med disse intentioner. Samtidig viser case 1, at tavse og personlige pædagogiske intentioner let kan påvirkes af platformen og de funktionaliteter, den tilbyder. Tydelige og bevidstgjorte didaktiske principper kan i den forstand udstyre lærere med det, man kunne kalde en 'tilpasningskapacitet', dvs. en kapacitet til at tilpasse platformen til deres intentioner og visioner for god undervisning.

Dette betyder på den ene side, at en lærerkultur karakteriseret ved forskellige, spredte og personlige undervisningspraksisser blandt lærerne eller ved et kollegialt fællesskab orienteret mod praktikaliteter snarere end ved diskussioner og forhandlinger af didaktiske principper, ville være mindre resiliente overfor teknologi-implementering end en kultur med fælles pædagogiske og didaktiske diskussioner. Skoler med levende faglige diskus-

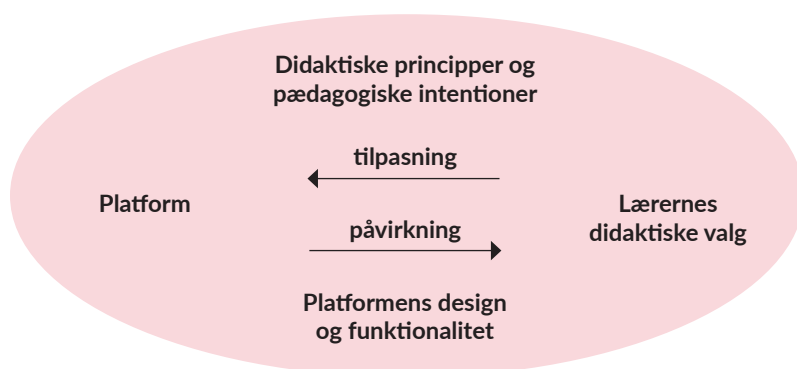
sioner vil derfor have muligheder for at anvende platformene på måder, der er befordrende for undervisningen.

Samtidig leverer den tilpasningskapacitet, som eksisterende didaktiske principper tilbyder lærere i digitaliseringen, langt hen ad vejen en produktiv modstand, der er med til at sikre, at den pædagogiske kvalitet ikke kompromitteres af digitaliseringen.

Desuden giver det lærere mulighed for at bevare styringen og muligheden for at tilpasse platformen til deres intentioner snarere end at lade sig påvirke af platformens muligheder og begrænsninger på måder, der bringer dem væk fra deres pædagogiske overbevisning. Når digital infrastruktur fylder langt mere, end den tidligere har gjort, er det vigtigt med stærke, kollektive og artikulerede idéer om visioner for god pædagogisk praksis.

Disse pointer kan anskueliggøres gennem modellen i Figur 1 nedenfor.

Figur 2. Denne model viser samspillet mellem platformen, læreres didaktiske valg og artikulerede didaktiske principper samt pædagogiske intentioner i skolen.



Modellen viser på den ene side, at platformen påvirker lærerens didaktiske valg gennem de muligheder, den tilbyder. På den anden side vil lærerens didaktiske valg tilpasse platformen til lokale forhold og egne pædagogiske idéer. Dette samspil præges af en række faktorer, der rækker ud over platformens funktionalitet og lærerens umiddelbare idéer og ønsker for lokal praksis. For det første er arbejdet med læringsplatforme langt hen ad vejen en skoleopgave snarere end en individuel opgave. Derfor spiller skolen som organisation en central rolle, og mange beslutninger om brug af platformen er mere eller mindre fælles for kommunen og

for skolen. For det andet viser vores analyse, at konceptet om undersøgende undervisning spiller en konstruktiv rolle i samspillet mellem tilpasning og påvirkning, da dette princip ser ud til at øge lærernes kapacitet i forhold til at tilpasse platformen. En vigtig grund til dette er, at sådanne principper muliggør en fællesgjort og eksternaliseret argumentation/diskussion med platformens funktionalitet og design.

Modellen viser også, hvordan begreberne fra instrumentel genese kan anvendes til både at beskrive den påvirkning, platformen kan medføre, og den mulighed for at tilpasse platformen, som lærere kan udøve gennem anvendelse af didaktiske principper og pædagogiske intentioner.

Som vi undervejs i artiklen har forsøgt at tydeliggøre, er der visse begrænsninger ved udsigelseskraften af de pointer, vi har skrevet frem i denne artikel. I analyserne af begge cases er det ikke indlysende, hvornår lærernes didaktiske designs direkte kan siges at være determinerende eller determineret af platformens brugergrænseflade. Det lader dog til, at det kræver mindre tilpasning (instrumentering) af platformen fra lærerens side af, hvis vedkommende planlægger sit forløb ud fra et deduktivt undervisningsdesign, hvorimod et design baseret på IBSME kræver en større tilpasning (instrumentering) af platformen. Ligeledes vil den inverse relation være gældende, at platformen kan påvirke (instrumentalisere) lærerens planlægning af et IBSME-forløb, og at det didaktiske design dermed kan komme ud af takt med de didaktiske valg, man har som intention. Ligesom de didaktiske principper i et deduktivt undervisningsdesign *kan* understøttes af platformen.

Det er dog vigtigt at pointere, at didaktisk arbejde med artefakter af enhver art altid vil forekomme som et samspil mellem det didaktiske design og artefaktets konkrete egenskaber.

Endelig skal det nævnes, at artiklen er baseret på få cases, og at konklusionernes udsigelseskraft derfor ikke rækker til bredere generalisering. Som nedslag tilbyder casene imidlertid eksempler, der fra hver deres pol viser måder, hvorpå platformene kan spille sammen med didaktiske design; læringsplatformene kan altså underlægges didaktisk design, og didaktisk design kan underlægges platformene.

Konklusion

I denne artikel har vi set på mulighederne for at planlægge undersøgende matematik- og scienceundervisning i læringsplatforme. I analysen har vi vist, at tydelige didaktiske intentioner, som for eksempel undersøgelsesbaseret undervisning, kan spille to modsatrettede roller i skolers implementering af teknologier.

På den ene side kan didaktiske principper og pædagogiske intentioner for undervisning kræve en kompatibilitet mellem platformens design og principperne eller intentionernes forskrifter for god undervisning, der kan være vanskelige for platformsudbydere at leve op til. I løbet af nærværende projekt har vi set eksempler på, at sådanne sammenstød i nogle tilfælde kan føre til umiddelbar afvisning af at anvende platforme, fordi de hindrer lærere i at holde fast i arbejdsmåder, der virker (Misfeldt, Tamborg, Qvortrup, Petersen, Svensson, Allsopp & Dirckinck-Holmfeld, på vej). Denne type af udfordringer er især vigtig at være opmærksom på, hvis der arbejdes med didaktiske principper eller pædagogiske intentioner, der er relativt detaljerede i deres forskrifter for, hvad der er god undervisning.

På den anden side muliggør italesatte didaktiske principper og pædagogiske intentioner skolens muligheder for at anvende dele af platformene på måder, der er i overensstemmelse hermed. Her har vi argumenteret for vigtigheden af, at sådanne principper og intentioner er tydelige og italesatte, så de kan fungere som konkrete redskaber blandt lærerkollegiet i diskussioner og vurderinger af, hvornår og hvordan læringsplatformene skal bruges og ikke bruges. Tavse og personlige pædagogiske intentioner står derimod som et svagere værktøj til at tilpasse læringsplatformene. Dels fordi det er vanskeligt at skabe kompatibilitet og koordinering mellem personlige og mere uartikulerede idéer om undervisning og en konkret materiel platform, og dels fordi teknologiimplementeringen ofte er et fælles projekt på skolen. På skoler med et fælles og artikuleret didaktisk og pædagogisk værdisæt med tradition for, at didaktiske og pædagogiske grundlagsdiskussioner står stærkt i forgrunden, vil der således være de bedste betingelser for at tilpasse platformen til skolens agenda.

Referencer

- Artigue, M. & Blomhøj, M.** (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797-810. DOI: 10.1007/s11858-013-0506-6
- Bruder, R. & Prescott, A.** (2013). Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM*, 45(6), 811-822. DOI: 10.1007/s11858-013-0542-2
- Bundsgaard, J., Pettersson, M. & Puck, M. R.** (2014). *Digitale kompetencer*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Dreyøe, J., Larsen, D. M., Hjelmberg, M. D., Michelsen, C. & Misfeldt, M.** (2017). Inquiry-based learning in mathematics education: Important themes in the literature. *Conference proceedings from NORMA17*. Stockholm: Stockholm Universitet.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. & Gravemeijer, K.** (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213-234. DOI: 10.1007/s10649-010-9254-5
- European Commission.** (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Guin, D., Ruthven, K. & Trouche, L.** (2005). *The didactical challenge of symbolic calculators: Turning a computational device into a mathematical instrument*. New York, NY: Springer.
- Gueudet, G. & Trouche, L.** (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 199-218. DOI: 10.1007/s10649-008-9159-8
- Gueudet, G., C., Buteau, Mesa, V. & Misfeldt, M.** (2014). Instrumental and documental approaches: From technology use to documentation systems in university mathematics education. *Research in Mathematics Education*, 16(2), 139-155. DOI: 10.1080/14794802.2014.918349
- Haspekian, M.** (2005). An "instrumental approach" to study the integration of a computer tool into mathematics teaching: The case of spreadsheets. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10(2), 109-141. DOI: 10.1007/s10758-005-0395-z
- KL** (2016). Kravspecifikation for læringsplatform – version 1.0. Lokaliseret den 11. september 2017 på: <http://www.kl.dk/fallesoffentlige-digitaliseringsstrategi-2016-2020/Kravspecifikation-for-laringsplatforme-er-klar-fra-i-dag-id195380/>
- Makar, K.** (2014). Young children's explorations of average through informal inferential reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 86(1), 61-78. DOI: 10.1007/s10649-013-9526-y
- Sriraman, B., Haavold, P. & Lee, K.** (2013). Mathematical creativity and giftedness: A commentary on and review of theory, new operational views, and ways forward. *ZDM*, 45(2), 215-225. DOI: 10.1007/s11858-013-0494-6
- Undervisningsministeriet, Finansministeriet, KL, Ministeriet for Børn, Ligestilling, Integration og Sociale Forhold & Økonomi- og Indenrigsministeriet** (2014). *Aftale om konkretisering af det fælles brugerportalinitiativ for folkeskolen*. Lokaliseret den 20. maj 2019 på: <https://www.stil.dk/it-og-laering/brugerportalinitiativet/om-brugerportalinitiativet>
- Van Harpen, X. Y. & Presmeg, N. C.** (2013). An investigation of relationships between students' mathematical problem-posing abilities and their mathematical content knowledge. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 117-132. DOI:10.1007/s10649-012-9456-0.

Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi

Udgives af Læremiddel.dk

Learning Tech er et forskningstidsskrift, hvor alle artikler er forskerbedømt i form af dobbeltblindt peer review. Tidsskriftet bringer artikler, der rammer genstandsfeltet mellem læremidler, didaktik og teknologi, og hensigten er at spille en betydelig rolle som platform for den voksende skandinaviske læremiddelforskning.

Redaktion

Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole
(ansvarshavende redaktør)

Bettina Buch, Professionshøjskolen Absalon

Hildegunn Juulsgaard Johannesen, University College Syd

René Boyer Christiansen, Professionshøjskolen Absalon

Stine Reinholdt Hansen, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Thomas R.S. Albrechtsen, University College Syd

Redaktionssekretær

Trine Ellegaard, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Temareaktion

Ane Qvortrup, Syddansk Universitet

Stig Toke Gissel, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Morten Misfeldt, Aalborg Universitet

Jens Jørgen Hansen, Syddansk Universitet

Design og grafisk tilrettelæggelse

Trefold – grafisk design og kommunikation

Tryk

Narayana Press, Gylling

ISSN 2445-7981 (Tryk)

ISSN 2445-6810 (Online)

Rettigheder

© 2019 Læremiddel.dk og forfatterne

Kontakt

Læremiddel.dk, Niels Bohrs Allé 1, 5230 Odense M

<https://learningtech.laeremiddel.dk>

