

UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

Et review af nyere forskningslitteratur fra et
almendidaktisk perspektiv

Af Thomas R. S. Albrechtsen & Ane Qvortrup

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.0. Indledning	2
1.1. Baggrund: Hvad er undersøgelsesbaseret undervisning, og hvor stammer det fra?.....	2
2.0. Metode.....	5
3.0. Analyse	6
3.1. Typer af undersøgelsesbaseret undervisning	6
3.2. Metoder i undersøgelsesbaseret undervisning.....	11
3.3. Grad af lærerstyring i undersøgelsesbaseret undervisning	13
3.4. Organisering af undersøgelsesbaseret undervisning	14
3.5. Vurdering af undersøgelsesbaseret undervisning.....	16
3.6. Fagligt indhold i undersøgelsesbaseret undervisning	18
3.7. Brugen af medier og teknologi i undersøgelsesbaseret undervisning.....	18
3.8. Kompetencer i at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning	19
4. Diskussion	25
5. Konklusion.....	29
Litteratur	31
Bilag.....	39

1.0. INDLEDNING

Dette litteraturreview er del af et større forsknings- og udviklingsprojekt med titlen Bedre kvalitet i dansk og matematik: Et flerstrengt interventionsprogram med fokus på undersøgelsesorienteret dansk- og matematikundervisning (forkortet KiDM), der er finansieret af Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling. Formålet er at gennemgå og diskutere den nyeste internationale forskningslitteratur om undersøgelsesbaseret undervisning (engelsk: “inquiry-based education”/“inquiry-based teaching”) ud fra et almindeligt didaktisk perspektiv. Ud over dette review, som altså laves ud fra et almindeligt didaktisk perspektiv, bliver der udfærdiget to litteraturreviews, som fokuserer fagdidaktisk – henholdsvis med en danskfaglig og en matematikfaglig vinkel.

Der er forskellige tilgange og udgaver af almindeligt didaktik. Her følger vi den tyske uddannelsesforsker Sigrid Blömeke (2009, s. 16), der siger, at den almene didaktiks kerneopgave er dels at producere og integrere empiriske forskningsresultater på baggrund af en normativ reflekteret forståelse af uddannelse og dels at forsøge at generalisere fagspecifikke erkendelser på et fagoverskridende niveau (se også van Oettingen, 2016). Dette vil vi her gøre først ved at skabe et overblik over nyere primært empirisk forskning på området, som vi vil ordne efter nogle hovedtemaer, og dernæst ved at diskutere, hvilke implikationer denne forskningsviden kan have for arbejdet med at forbedre kvaliteten af undervisningen i danske folkeskoler. Vores forskningsspørgsmål kan formuleres på følgende måde: Hvad siger den nyeste internationale forskningslitteratur om undersøgelsesbaseret undervisning på grundskoleniveau, og hvilke didaktiske implikationer kan det have at tage udgangspunkt i denne viden i en aktuel dansk folkeskolekontekst? Vi vil herunder indledningsvist sige lidt om den historiske baggrund for at beskæftige sig med undersøgelsesbaseret undervisning i skolen og redegøre for, hvilket fænomen der mere overordnet set er tale om. Herefter følger en beskrivelse af vores metode og fremgangsmåde. Dette fører videre til en analyse af den udvalgte relevante forskningslitteratur, som vi har ordnet efter de forskellige temaer, som træder frem i og på tværs af artiklerne. Reviewet munder ud i en diskussion, hvor vi sammenholder resultaterne af analysen med den didaktiske virkelighed i danske folkeskoler, og hvor vi vurderer, hvordan resultaterne kan have en anvendelighed både i forhold til dansk- og matematikundervisningen, idet vi dog ikke går ind i mere uddybende indholdsmæssige spørgsmål, som bliver dækket af de to andre litteraturreviews.

1.1. BAGGRUND: HVAD ER UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING, OG HVOR STAMMER DET FRA?

I en redegørelse for, hvad undersøgelsesbaseret undervisning er, gør Loyens & Rikers (2011) opmærksom på, at undersøgelsesbaseret undervisning kan betragtes som del af en større historisk bevægelse i uddannelsessystemet. Udbredelsen tog fart som et opgør med en traditionel undervisning, der var karakteriseret ved at være meget lærerstyret i den måde, der blev spurgt og svaret på i klassens samtaler. Undersøgelsesbaseret undervisning bygger på en mere elevcentreret tilgang, der giver plads til, at eleverne kan formulere og undersøge deres svar på et spørgsmål. Det er en praksis, hvor eleverne foretager observationer, genererer egne spørgsmål, opdager de huller, de måtte have i deres viden, og søger måder at få dækket disse huller. Med henvisning til Anderson (2007) laver Loyens & Rikers (2011) en distinktion mellem på den ene side undersøgelse som et undervisningsfænomen (“inquiry teaching”), og på den anden side undersøgelse som et

læringsfænomen ("inquiry learning"). Denne distinktion relaterer sig til forskellen mellem, om undersøgelser er et middel til at lære et bestemt (fagligt) indhold, eller om det er et mål i sig selv, at eleverne udvikler en undersøgende tilgang eller holdning til et fag. Sammenhængen mellem undervisning og læring er didaktikkens grundproblem. Vi vil, ligesom Loyens & Rikers, fokusere på netop undervisningen, hvor vi dog er opmærksomme på, at en succesfuld undervisning af høj kvalitet er den, som fører til det bedste lærings- og dannelsesudbytte hos eleverne. Undersøgelsen fokuserer således på metoder til at strukturere klasseaktiviteter.

Man opdager hurtigt, når man læser i den internationale forskningslitteratur om undersøgelsesbaseret undervisning, at det i langt overvejende grad bliver fremhævet inden for "science education", eller hvad vi i en dansk kontekst vil kalde for naturfagsdidaktikken. Her bliver undersøgelser da også både betragtet som middel og mål for undervisningen. Det ser vi i de danske læreplaner for folkeskolen, Fælles Mål, hvor undersøgelse udgør ét ud af fire kompetenceområder i Natur/teknologi i indskoling og mellemtrinnet og naturfagene i udskoling (de andre kompetenceområder er modellering, perspektivering og kommunikation). Med folkeskolereformen¹ er faget dansk imidlertid blevet styrket med en ekstra ugentlig lektion på 4. til 9. klasses trin, idet hensigten har været at skabe mere tid og rum til fordybelse, at sikre mere elevinddragelse i undervisningen og anvendelse af varierende undervisningsformer. Der er altså lagt op til udvikling af kvalitet i danskfaget med særligt fokus på undervisningsmetoder, der styrker relevans, mening og anvendelsesorientering i en differentieret undervisning med udfordringer til alle. Samtidig kan man også argumentere for, at undersøgelsesbaseret undervisning generelt set passer godt ind i et uddannelsessystem, der orienterer sig efter kompetencemål frem for mod tilegnelsen af et bestemt pensum. Orienteringen mod den naturfaglige undervisning fremhæver Loyens & Rikers også:

Instruction based on inquiry is most strongly advocated in science education by, for example, the National Research Council (NRC, 2000) and the American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993). Being a student-centered approach, it also originated as a reaction to the traditional classroom, which was believed to be too occupied with the teaching of facts. (Loyens & Rikers, 2011, s. 362)

Og netop standarderne, som er formuleret af NRC, er der flere artikler i vores review, som i deres definition af undersøgelsesbaseret undervisning tager udgangspunkt i. Her bliver der formuleret nogle essentielle træk ved undersøgelser i form af:

"(1) Learners are engaged by scientifically oriented questions.

(2) Learners give priority to evidence, which allows them to develop and evaluate explanations that address scientifically oriented questions.

(3) Learners formulate explanations from evidence to address scientifically oriented questions.

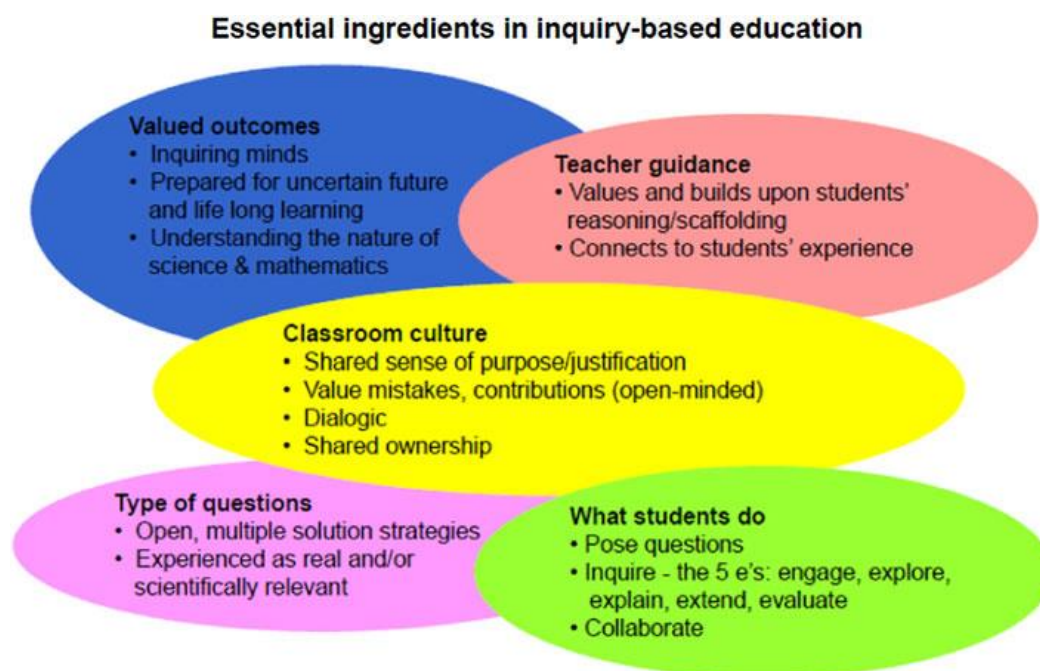
(4) Learners evaluate their explanations in light of alternative explanations, particularly those reflecting scientific understanding.

¹ Se *Aftalen om et fagligt løft af folkeskolen* fra den 7. juni, 2013; <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Folkeskolen/Folkeskolens-maal-love-og-regler/Politiske-oplaeg-og-aftaler>

(5) Learners communicate and justify their proposed explanations.” (NRC, 2000, s. 25)

Af NRC-standarderne fremgår det tydeligt, at undersøgelsesbaseret undervisning er elev- eller læringscentreret, og at den lægger vægt på evnen til at stille spørgsmål og give forklaringer inden for et fagligt eller videnskabeligt område. Som Lev Vygotsky (1978) har beskrevet det, er der en udfordring i, hvordan der hos elever skabes en overgang fra at tænke i hverdagslige begreber til at tænke i videnskabelige begreber og tanken med undersøgelsesbaseret undervisning, som Artigue & Blomhøj (2013) fremhæver det, er netop, at den skal prøve at afspejle den videnskabelige verden: “Inquiry-based pedagogy can be defined loosely as a way of teaching in which students are invited to work in ways similar to how mathematicians and scientists work” (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 797). Artigue & Blomhøj fremhæver John Dewey som en væsentlig figur i udviklingen af tanker om undersøgelsesbaseret undervisning, herunder hans begreb om reflekterende undersøgelser (“reflective inquiry”) blandt andet for at påpege, at der er tale om mere end blot at være aktiv, “have fingrene i noget” (“hands-on”) eller gå på opdagelse. Artigue & Blomhøj knytter denne forståelse af “liberal education” hos Dewey med det kontinentale begreb om almindannelse. De trækker på et nyere EU-finansieret projekt kaldet PRIMAS, der løb i perioden 2010-2013 (se www.primas-project.eu), og hvor der blev udviklet følgende overblikmodel, der beskriver de centrale ingredienser i undersøgelsesbaseret undervisning (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 801):

Figur 1. Centrale ingredienser i undersøgelsesbaseret undervisning (fra Artigue & Blomhøj, 2013, s. 801)



Vi ser også netop disse områder blive belyst i den nyere forskningslitteratur, der indgår i dette review.

2.0. METODE

Indeværende reviews metodiske tilgang kan med reference til Coopers taxonomi for reviews (Randolph, 2009, s. 3) beskrives som "exhaustive", dvs. at der foretages en bred og udtømmende søgning, som dog, i og med at den er baseret på en begrundet udvælgelse ift. den samlede litteratur funderet i de udpegede centrale temaer ("undersøgelsesbaseret undervisning" eller "inquiry-based education"/"inquiry-based teaching"), organisationstyper ("uddannelse" eller "education") og anvendelsessammenhænge ("folkeskole" eller "elementary education"), laver en vis selektion og således bliver "exhaustive with selective citation" (Randolph, 2009, s. 3; Cooper, 1988). Man kan tale om, at der med denne tilgang bliver tale om en forandringsteoretisk forskningsoversigt (Hansen & Rieper, 2010, s. 9). Denne reviewform kan begrundes på den måde, at den kombinerer styrkerne fra Rapid Evidence Assessment og Systematiske Reviews ved at gennemføre et review af højeste mulige kvalitet, analytiske dybde og kompleksitet, samtidig med at der tages højde for projektets tidsrammer, fokus og behov. Den valgte tilgang betyder, at reviewet ikke sigter mod den helt brede kortlægning, men syntetiserer relevante undersøgelser med sigte på at producere generaliserbar viden om de fokuseringer, projektet er forankret i. Man kan med reference til Randolph (2009) og Cooper (1988) sige, at reviewet er gennemført med udgangspunkt i følgende seks variable: "focus, goal, perspective, coverage, organization and audience" (Randolph, 2009, s. 2). Fokus er undersøgelsesbaseret undervisning, og målet er at kortlægge den eksisterende viden om denne tilgang, variationen af metoder og forudsætningerne for succes. Reviewet dækker søgning i databasen for uddannelsesforskning ERIC (Education Resources Information Center; <https://eric.ed.gov/>), idet søgningen her er suppleret med både eventuelle nye søgninger baseret på interessante resultater (søgeord og forfatter) fra den første søgning og med mindre systematiske søgninger i øvrige databaser som Google Scholar og bibliotek.dk. Tidsmæssigt er søgningen afgrænset til 5 år. Organisatorisk afgrænser reviewet sig til at fokusere på grundskolen, idet vi har frasorteret resultater, der fokuserer specifikt på det specialpædagogiske område. Modtagergruppen er undervisere, undervisningsudviklere og forskere med interesse i undersøgelsesbaseret undervisning samt i muligheder og begrænsninger ved denne tilgang til undervisning.

Baseret på ovenstående valgte vi "inquiry-based education" som søgeord, idet vi indskrænkede søgningen ved kun at markere 'peer reviewed', 'publication date: since 2012' og 'primary schools' som beskrivere. Med denne søgning fik vi 1444 hits. Disse artikler har vi screenet på baggrund af læsning af abstracts, og en første grovsortering med fokus på relevans for reviewet resulterede i 80 artikler, som efterfølgende blev anskaffet og gennemlæst. Ved denne gennemlæsning faldt yderligere 21 artikler fra grundet manglende relevans, hvilket betyder, at i alt 59 artikler blev inddraget i reviewet (se oversigten over de inkluderede artikler i litteraturlisten).

3.0. ANALYSE

I vores gennemgang af forskningslitteraturen er vi kommet frem til otte hovedtemaer, som vi har struktureret vores analyse ud fra. Disse hovedtemaer er:

1. Typer af undersøgelsesbaseret undervisning
2. Metoder i undersøgelsesbaseret undervisning
3. Grader af lærerstyring ("guidance") i undersøgelsesbaseret undervisning
4. Organisering af undersøgelsesbaseret undervisning
5. Vurdering af undersøgelsesbaseret undervisning
6. Fagligt indhold i undersøgelsesbaseret undervisning
7. Brugen af medier og teknologi i undersøgelsesbaseret undervisning
8. Kompetencer i at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning

3.1. TYPER AF UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

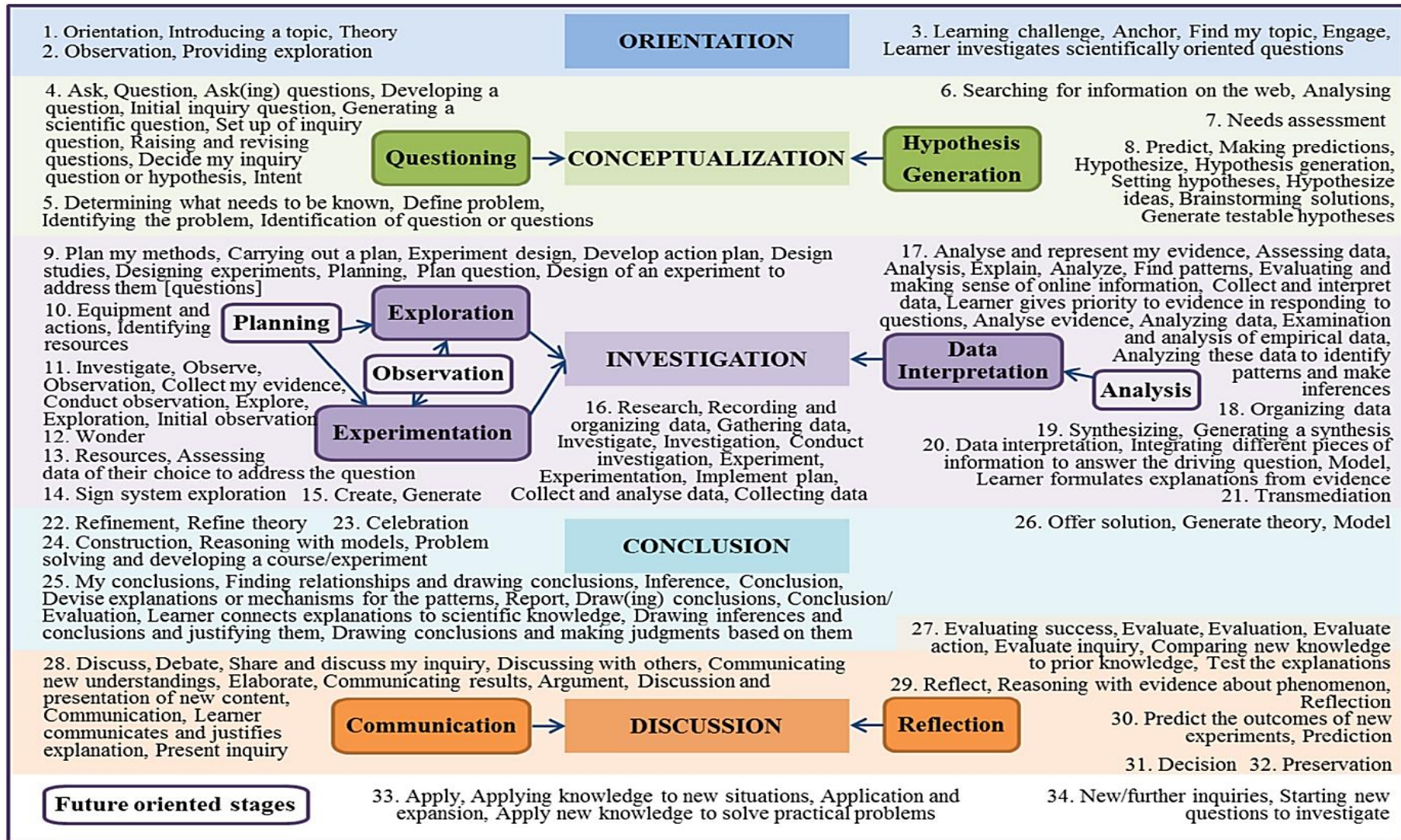
I indledningen har vi redegjort for, hvilke særlige kendetegn der er ved en undersøgelsesbaseret undervisning, og hvordan der i litteraturoversigter er forsøgt at destillere de centrale ingredienser ved tilgangen. Samtidig med at man kan identificere sådanne kendetegn ved en undersøgelsesbaseret undervisning, ser vi også i litteraturen, at der er overlap med andre tilgange, der i stedet for at fokusere på "undersøgelse" fokuserer på fx "projekter", "erfaring" eller "problemer" som det særlige, undervisningen baserer sig på. Loyens & Rikers (2011) peger på, at undersøgelsesbaseret undervisning har nogle ligheder med såkaldt problembaseret læring, projektbaseret læring og casebaseret læring. Tæt op af den undersøgelsesbaserede undervisning ligger eksempelvis også såkaldt modelbaseret undervisning og læring (Louca & Zacharia, 2012). Et mål er her blandt andet at fremme eleveres metakognitive evner. Derudover kan man tale om forskellige typer af undersøgelsesbaseret undervisning, der blandt andet hænger sammen med, hvordan de forskellige sekvenser eller faser i undervisningen bliver beskrevet. Der er med andre ord i forskningslitteraturen forskellige bud på nogle fasemodeller, som lærere og elever (mere eller mindre bevidst) orienterer sig efter i undervisningsforløbet. Vi vil i det følgende særligt fremhæve det nyere review-studie af Pedaste et al. (2015), som netop systematisk gennemgår og syntetiserer forskellige bud på sådanne fasemodeller i litteraturen.

I modsætning til indeværende review taler Pedaste et al. (2015) overordnet set om undersøgelsesbaseret læring. De ser det dog også som en undervisningsstrategi, hvor elever bruger metoder og deltager i praksisser svarende til dem, professionelle forskere bruger og deltager i under deres vidensgenereringsarbejde (se også Keselman, 2003). Der er tale om processer, hvor eleven undersøger og løser problemer gennem forskellige former for videnskabeligt arbejde (fx litteratursøgning, eksperimenter og observationer) (Bevins & Price, 2016). Således fordrer arbejdet, at eleven deltager aktivt og tager ansvar for at generere viden, som han/hun ikke besad på forhånd, ligesom det aktiverer forskellige problemløsningskompetencer (Pedaste & Sarapuu, 2006; 2014). For

at understøtte det undervisningsmæssige arbejde med undersøgelsesbaseret læring er de komplekse vidensgenereringsprocesser inddelt i en række mindre, logisk forbundne enheder, som guider eleverne og retter opmærksomheden mod vigtige træk ved det videnskabelige arbejde. Disse mindre enheder kaldes ofte undersøgelsesfaser, og der skelnes ofte mellem fem distinkte faser, som tilsammen former en cirkel, idet det i langt de fleste tilfælde fremhæves, at undersøgelsesbaseret læring ikke forløber lineært gennem disse fastsatte enheder. Forløbet varierer fra kontekst til kontekst og fra situation til situation. På trods af den store enighed om inddelingen i faser, kan mange forskellige variationer af det, der kan kaldes undersøgelsescirklen, findes på tværs af litteraturen (Pedaste et al., 2015; Bevins & Price, 2016). Med henblik på at skabe en ramme til organisering og analyse af de forskellige varianter af undersøgelsescirklen, gennemfører Pedaste et al. (2015) et systematisk litteraturreview baseret på søgninger på 'inquiry phases', 'inquiry stages', 'inquiry cycle', 'inquiry models', 'inquiry learning processes' og 'inquiry-based learning' i databasen EBSCO host Library (se: <https://www.ebscohost.com/>). Dette review identificerer 109 forskellige begreber for undersøgelsesfaser, som med udgangspunkt i ligheder grupperes til 34 forskellige undersøgelsesaktiviteter, der igen samles under fem overordnede faser (s. 51). Pedaste et al. (2015, s. 54-55) beskriver de forskellige faser som orientering ('orientation'), konceptualisering ('conceptualisation'), udforskning ('investigation'), konklusion ('conclusion') og diskussion ('discussion').

I orienteringsfasen fokuseres på at stimulere interesse og nysgerrighed i relation til et givet problem, mens konceptualiserings- eller begrebsliggørelsesfasen er en proces rettet mod forståelse af et begreb eller begreber relateret til det givne problem, enten via formulering af forskningsspørgsmål eller generering af hypoteser. Udforskningsfasen er den fase, hvor nysgerrighed vendes til handling med henblik på at respondere på de opstillede forskningsspørgsmål eller hypoteser. I konklusionsfasen fremsættes udforskningens konklusioner, og eleverne vender tilbage til deres forskningsspørgsmål eller hypoteser og overvejer, hvorvidt de er blevet besvaret eller støttet, hvilket kan lede til nye teoretiske indsigter. Diskussionsfasen indeholder delfaserne kommunikation og refleksion. Den førstnævnte er en udadvendt proces, hvor eleverne præsenterer deres fund og resultater til andre samt modtager feedback og kommentarer. Den sidstnævnte er en indadvendt proces, hvor eleven reflekterer over sit arbejde og udvikler ideer til nye undersøgelsescirkler (se også Scanlon, Anastopoulou, Kerawalla & Mulholland, 2011; Sharples et al., 2015). De forskellige faser fremgår i Figur 2.

Figur 2. Visualisering af de fem centrale undersøgelsesfaser og de hertil knyttede 34 undersøgelsesaktiviteter (fra Pedaste et al., 2015, s. 51)



Historisk trækker de forskellige undersøgelsescirkler tråde tilbage til Dewey, som beskrev en række vigtige aspekter af undersøgelsesbaseret læring, såsom at definere et problem, formulere en hypotese og gennemføre tests. Senere beskrivelser har så udviklet på typer af faser, på interaktionen mellem faser, på sekventeringen af faser, på terminologien og på nødvendigheden af de forskellige faser (Bybee, Taylor, Gardner, van Scotter, Carlson, Westbrook, & Landes, 2006). Fx skelner Bybee et al. (2006) mellem engagement, udforskning, elaborering og evaluering, mens White & Frederiksen (1998) skelner mellem spørgsmål, forudsigelse, eksperiment, model og applicering. Forskellen her er ikke alene knyttet til forskelle i begrebsbrug, men handler fx også om forskelle ift. den indgang til den undersøgelsesbaserede læring, der foreslås. Som Pedaste et al. (2015) bemærker, er Bybee et al.'s (2006) forslag baseret på en induktiv (empirisk, data-drevet) indgang, mens White & Frederiksen (1998) foreslår en deduktiv (teori, hypotese-drevet) indgang. I helt andre forslag (fx Klahr & Dunbar, 1988) foreslås det induktive og deduktive kombineret i en tosidig søgning i to rum, som de benævner henholdsvis eksperiment- og hypoteserummet. Pedaste et al. (2015) peger på, at mange af de nuværende modeller for undersøgelsesbaseret undervisning er for begrænsede i den vision, de opstiller for sig selv, hvilket medfører, at de komplekse processer reduceres til et algoritme-program.

Der kan altså være en variation i typer af undersøgelsesbaseret undervisning set i forhold til, hvor mange aktiviteter der foregår i de forskellige faser, som illustreret i modellen af Pedaste et al. (2015), samtidig med at de altså argumenterer for, at der vil være de genkendelige fem grundfaser i form af en orientering, begrebsliggørelse, udforskning, konklusion og diskussion. Til sammenligning kan den kendte 5E-model nævnes, som deler undersøgelsesfaserne op i: 1. Engage, 2. Explore, 3. Explain, 4. Elaborate og 5. Evaluate (Bybee et al., 2006; Poon, Lee, Tan & Lim, 2012).

Bevins & Price (2016) argumenterer i deres artikel for, at der må arbejdes med nye forståelser af undersøgelsesbaseret undervisning, idet de selv foreslår, at man skelner mellem følgende tre dimensioner:

1. (Natur-)videnskabelig viden, som inkluderer kendsgerninger og teorier.
2. Evidens-genererende og -håndterende procedurer, der inkluderer at indsamle og analysere data.
3. Psykisk energi, som inkluderer både intrinsisk og ekstrinsisk motivation.

Her er det interessante, at de netop peger på vigtigheden af motivation eller "psykisk energi" i forhold til en vellykket undersøgelsesbaseret undervisning. I artiklen af van Uum, Verhoeff & Peeters (2016) er der tilsvarende et fokus på forskellige domæner i den undersøgelsesbaserede undervisning, som, de redegør for, kommer til udtryk i bestemte faser i processen (se også Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012). De skelner her mellem:

1. Det begrebslige domæne, som indeholder viden og repræsentationer inden for faget (det kunne fx være viden om fænomenet lys).
2. Det epistemiske domæne, som drejer sig om de mere overordnede overbevisninger, man har om, hvordan viden bliver genereret og herunder forståelsen af (natur)videnskabernes natur.

3. Det sociale domæne, hvor man samarbejder og, ligesom i idealet for videnskabelighed, giver hinanden "fagfællebedømmelse" på det, man undersøger og finder frem til. Det kan i en skolesammenhæng også omfatte det at tildele elever bestemte roller og ansvar i deres gruppearbejde.
4. Det procedurale domæne, som omhandler procedureerne for at gennemføre undersøgelser såsom at formulere spørgsmål og komme frem til konklusioner.

Disse domæner knytter de, som sagt, til faserne i undersøgelsesprocessen (se oversigt: Uum, Verhoeff & Peeters, 2016, s. 463).

Bevins & Price (2016) og van Uum, Verhoeff & Peeters (2016) fokuserer, ligesom størstedelen af artiklerne i dette review, på naturfagsundervisningen ("science education"). I projektet *Bedre kvalitet i dansk og matematik* (KiDM) er andre fag i centrum. Er der så tale om andre typer af undersøgelser her? Burgh & Nichols (2012) diskuterer i deres artikel sammenhængen og forskellen mellem filosofiske og naturvidenskabelige undersøgelser. De refererer også til Deweys tanker om reflekterende undersøgelser og dannelse, som vi kort beskrev indledningsvist. De viser, hvordan undersøgelser ikke begrænser sig til naturfag eller naturvidenskab, men at det også ligger som en central del i det at *tænke kritisk* over tingene eller *filosofere*, hvilket Dewey også fremhævede, og som også går længere tilbage i historien såsom til Sokrates' dialoger (se også Scholl, Nichols & Burgh, 2015). Burgh & Nichols (2012) henviser i deres artikel også til Matthew Lipmans (1991; 2003) filosofi for børn og hans begreb om *undersøgelsesfællesskaber* i klassen (et begreb, som er hentet hos Charles Sanders Peirce), der giver et indblik i, hvordan man i undervisningen kan fremme denne form for tænkning og undersøgelse.

I forbindelse med punktet om forskellige typer af undersøgelsesbaseret undervisning, så kan vi altså konkludere, at der er flere modeller på spil i forskningslitteraturen, som dog overlapper hinanden på væsentlige områder, og at det samme også gør sig gældende set i forhold til, hvilket fag eller fagområde der undervises i. Der er forskelle, men også overlap. En anden måde at gå til spørgsmålet på, er ved at se på, hvordan lærere selv opfatter undersøgelsesbaseret undervisning i form af, hvad det er, hvordan det igangsættes, gennemføres, vurderes og kan praktiseres på tværs af fag. I vores litteraturgennemgang er der flere artikler, som giver svar på dette spørgsmål (Levy, Thomas, Drago & Rex, 2013; Morrison, 2013; McLaughlin & McFadden, 2014; Dibiase & McDonald, 2015). Ireland, Watters, Brownlee & Lupton (2013) viser eksempelvis i deres forskning, hvordan lærere kan have forskellige opfattelser af undersøgelsesbaseret undervisning, hvor de skelner mellem henholdsvis en *erfarings-*, en *problem-* og en *spørgsmåls-centreret* forståelse af tilgangen. Det giver således også forskellige typer af undersøgelsesbaseret undervisning, hvorvidt lærere lægger op til, at eleverne skal have konkrete erfaringer med noget, løse et problem eller selv lære at stille spørgsmål og/eller hvor læreren stiller spørgsmål, som er åbne og netop lægger op til selvstændige undersøgelser af en bestemt problemstilling. Derudover kan man under typer af undersøgelsesbaseret undervisning i litteraturen se en diskussion af, hvad udfaldet af denne undervisning egentlig er, og at det kan variere, hvor *autentiske* undersøgelserne i en skolekontekst er, såsom i hvor høj grad man kan sige, at undersøgelser i naturfagene faktisk afspejler den "rigtige" naturvidenskabelige kultur, som fx findes i moderne virksomheder og forskningsmiljøer (Feldman, Chapman, Vernaza-Hernandez, Ozalp & Alshehri, 2012). Liljestrom, Enkenberg & Pollanen (2013) beskriver eksempelvis i et designstudie i Finland, hvordan et forløb med brug af mobiltelefoner, GPS-teknologi og åbne opgaver i naturlige

omgivelser uden for skolen har været med til at fremme oplevelsen af autenticitet blandt de deltagende elever. Dette undervisningsdesign blev også gennemført med elever fra forskellige klassetrin, hvor ældre elever hjalp de yngre i læreprocesserne. Det viser det innovative element, der kan ligge i undersøgelsesbaseret undervisning, og hvor lærere altså er med til at designe læringsfællesskaber på utraditionelle måder. En udfordring her er netop spændingen mellem det kunstige og det autentiske i denne form for undervisning.

3.2. METODER I UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

Er der nogen mere præcise metoder knyttet til det at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning? Vi har i det ovenstående allerede været inde på, at der er tale om en tilgang, der er lærings- og elevcentreret, og at en måde dette viser sig på, er gennem den måde som kommunikationen mellem lærer og elever og eleverne indbyrdes forløber på. Det drejer sig blandt om måden, der spørges på, hvordan data indsamles og analyseres og i det hele taget om det, man kan kalde for en dialogisk undervisning (Alexander, 2006; Thorsheim, Kolstø & Andresen, 2016).

Undersøgelsesbaseret undervisning handler altså i høj grad om elevers kommunikation og deltagelse i et læringsfællesskab. Det er også på denne baggrund, at fx Stillman (2013) argumenterer for netop at lægge mærke til, hvordan en pædagogisk praksis – i dette tilfælde matematik i skolen – inkluderer en understøttelse og aktivering af eleverne inden for en række kategorier, som de beskriver i form af en såkaldt "Communication and Participation Framework" (Stillman, 2013, s. 914). Disse kategorier er:

- “• Develop conceptual explanations, including using the problem context to make explanations experientially real.
- Active listening and questioning for sense-making of an explanation.
- Collaborative support and responsibility for the reasoning of all group members.
- Develop justifications and mathematical argumentation.
- Develop representations of the reasoning.
- Develop generalizations.” (Stillman, 2013, s. 914)

Disse fokuspunkter viser den aktive proces, som er kendetegnende ved en undersøgelsesbaseret undervisning, og som forudsætter, at eleverne diskuterer noget med nogen for at afprøve deres svares gyldighed og holdbarhed. Dette kræver så også, at eleverne tilegner sig kompetencer i at bruge forskningsmetoder (Hamm, Cullen & Ciaravino, 2013), i at argumentere for en sag (Makar, Bakker & Ben-Zvi, 2015) og i at kunne indgå konstruktivt i et undersøgende gruppearbejde (Gillies, Nichols, Burgh & Haynes, 2014). Som vi vil belyse nærmere i næste afsnit, betyder dette, at lærerens rolle på ingen måde er tilbageholdende og passiv, men læreren har tværtimod den komplekse opgave at guide og stilladsere elevernes undersøgelsesaktiviteter. Det gælder ikke alene på det rent kognitive, indholdsmæssige plan og i form af at kunne lede den gruppedynamik, som ofte er knyttet til den undersøgelsesbaserede undervisning. Som nævnt ovenfor må læreren også være opmærksom på

elevernes "psykiske energi" i forbindelse med at gennemføre aktiviteterne og i diskussionerne med andre. Det er et spørgsmål om motivation og interesse. Således vil der fx være tale om at kunne støtte eleven i at få positive mestringsforventninger til at indgå i denne type aktiviteter (Featonby, 2012). Hvad kan læreren altså gøre for, at de enkelte elever kommer til at tro på, at de er i stand til at udføre systematiske undersøgelser i et bestemt fag? Her er der nogle områder, man kan arbejde målrettet med som lærer:

1. Sørge for, at eleven opnår nogle positive erfaringer med at mestre dele af undersøgelserne, som også vil have indflydelse på elevens fortsatte tro på at kunne deltage i aktiviteterne og efterhånden udvide sin grad af involvering. Læreren må her kunne tilpasse udfordringerne til den enkelte elev uden at gøre det alt for let. Eleven gives her nogle strategier til at kunne fortsætte sin søgen og ikke gå i stå og opgive, når der opstår modstand, eller eleven tager fejl af noget.
2. Give rum for, at eleven kan lære at undersøge en sag gennem vikarierende oplevelser. Det vil sige, at der er jævnaldrende kammerater eller nogen eleven kan identificere sig med, som fungerer som model for eleven, og som eleven kan spejle sig i. Det er med til at styrke forventningen til, at man kan mestre en undersøgelse, når man oplever, at fx en kammerat er lykkedes med det.
3. Fokus på den verbale overtalelse, hvilket vil sige, at man som lærer fx opmuntrer eleven til at gøre et ekstra forsøg, når det ikke lykkes første gang. Det kan også i det hele taget være i form af at tydeliggøre, at eleverne indbyrdes skal gøre, hvad de kan for at opmuntre og støtte hinanden i de forskellige faser i undersøgelsen, som strækker sig fra overhovedet at komme i gang med undersøgelsen og frem til præsentationen af resultaterne af undersøgelsen. Lærerens løbende feedback på elevernes fremskridt vil også være med til at fremme processen, således at eleven føler sig klar til næste skridt i undersøgelsen.
4. At være opmærksom på elevens fysiologiske tilstand. Elevens "psykiske energi" hænger også sammen med den kropslige tilstand. Det skal forstås på den måde, at der kan være tidspunkter, hvor eleven ikke føler sig særlig oplagt til at deltage aktivt i undersøgelsen, hvilket fx kunne skyldes træthed. Det er også en vurdering, læreren hele tiden må gøre sig, hvad der kan kræves af eleverne i bestemte situationer i forhold til at styrke deres mestringsforventninger til det at kunne gennemføre undersøgelser.

Det gælder også for læreren selv, at der kan være behov for professionel læring eller efteruddannelsestiltag sammen med andre lærere for at finde frem til effektive metoder til at fremme elevernes "undersøgelsesadfærd" og evne til at stille gode spørgsmål (Nichols, Burgh & Kennedy, 2015). Vi vil komme nærmere ind på dette under afsnit 3.8. Spørgsmålet om brugen af forskellige metoder i den undersøgelsesbaserede undervisning hænger da også tæt sammen med mange andre punkter i dette review, såsom hvordan undersøgelsesbaseret undervisning bliver vurderet og evalueret (afsnit 3.5.), og hvordan forskellige medier spiller en rolle for denne måde at undervise på (afsnit 3.7).

Haug (2014) og Haug & Ødegaard (2014) har i en norsk skolekontekst lavet videooptagelser af, hvordan lærere griber undersøgelsesbaseret undervisning an. De konkluderer på baggrund heraf blandt andet, at for at eleverne lærer de faglige begreber, er det nødvendigt, at de bliver aktivt brugt i de forskellige faser i undersøgelsesprocessen. Det er vigtigt, at faserne forbindes med hinanden, og at aktiviteterne ikke kommer til at fremstå isoleret. Hvordan det lykkes for læreren at skabe denne forbindelse, er i høj grad afhængig af hans eller hendes fagdidaktiske viden, hvilket bringer os til det næste hovedtema, der er trådt frem i vores review af litteraturen: graden af lærerstyring.

3.3. GRAD AF LÆRERSTYRING I UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

I en meget citeret artikel af Kirschner, Sweller & Clark (2006) kritiseres de undervisningstilgange, hvor der er en minimal grad af hjælp og vejledning fra læreren til eleven. Argumentet er, at forskning viser, at elever som prøver at lære noget helt nyt bliver kognitivt overbelastede, hvis målene for deres handlinger ikke er tydelige, og hvis de overlades til sig selv og forventes selv at skulle finde frem til noget og "gå på opdagelse". Det er nødvendigt med en større grad af lærerstyring eller guidet instruktion, siger de, fordi det giver eleverne bedre plads til at bearbejde de mange nye informationer, som de udsættes for. Som en respons på artiklen af Kirschner, Sweller & Clark skriver Hmelo-Silver, Duncan & Chinn (2007), at det er en misforståelse at problem- og undersøgelsesbaseret læring knyttes sammen med meget åben opdagelsesorienteret læring ("discovery learning"), fordi der også her er tale om en høj grad af *stilladsering* fra lærerens side. Denne stilladsering kan foregå på flere måder, og nogle gange involverer det også en direkte instruktion, så eleverne kan bevæge sig videre i undersøgelsesprocessen (se også Mestad & Kolstø, 2014).

En effektundersøgelse foretaget af Decristan et al. (2015) med 54 lærere og 1070 elever på grundskoleniveau ("primary school") konstaterer også en tydelig forskel mellem undersøgelsesbaseret undervisning, hvor der blev tilføjet yderligere støtte eller vejledning ("additional guidance") gennem lærerens stilladsering, formative vurdering og støtte fra klassekammerater, og undersøgelsesbaseret undervisning, hvor dette ikke var tilfældet. Der var en tydelig effekt af førstnævnte. Samme resultat – at en vis grad af lærerstyring er afgørende for en vellykket undersøgelsesbaseret undervisning – bliver også bekræftet i andre studier (fx Minner, Levy & Century, 2010; Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012). Furtak et al. (2012, s. 306) illustrerer det kontinuum, der er mellem den traditionelle meget lærerstyrede tilgang på den ene side og den helt åbne elevstyrede tilgang på den anden side. Den lærervejledte undersøgelse ("teacher-guided inquiry") ligger i midten af dette kontinuum. Det er dog vigtigt at understrege, at der må være en balance i graden af lærerstyring over for elevstyring, det vil sige, at læreren gradvis kan overlade ansvar for opgaveløsning til eleverne, så det ikke ender i den "traditionelle undervisning", som den undersøgelsesbaserede undervisning, jf. indledningen, netop er et opgør med. Dette påpeger fx Sengupta-Irving & Enyedy (2015) også i deres studie, som viser, at elever vil foretrække en elevstyret over for stærk lærerstyret undervisning – i dette tilfælde i matematik – selvom udfaldet er det samme. Dette bundner i, at elevernes oplevelse af selvbestemmelse i undersøgelsesprocessen påvirker deres motivation og engagement for at fortsætte, hvilket vi også berørte ovenfor.

3.4. ORGANISERING AF UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

I den gennemgåede litteratur nævnes det i flere sammenhænge, at der er behov for, at undersøgelsesbaseret undervisning bliver understøttet og organiseret på en hensigtsmæssig måde for at den for alvor kan implementeres i skolens dagligdag. Det bliver fremhævet, at skoler og lærere ikke helt lykkes med at få det igangsat, som man ønsker, og at det kommer til at blive gennemført på en opskriftsagtig måde, hvilket det netop ikke var tænkt som. Dette kan også skyldes manglende eller sparsom viden om tilgangen, og her kan efteruddannelse og kompetenceforløb afhjælpe problemet. Ikke mindst, når det er nyt at skulle lade elevernes undersøgelser være det styrende i undervisningen, vil der være brug for passende ressourcer, ledelsesmæssig og administrativ opbakning (Towers, 2012). Vi vil se nærmere på selve kompetenceudviklingen af lærere under punkt 3.8.

I forhold til spørgsmålet om, hvordan man kan øge kvaliteten af undervisningen, hænger det sammen med, hvad der forskningsmæssigt viser sig at have effekt på elevers præstationer i skolen. Vi har allerede berørt nogle af disse ting ovenfor. Der er lavet en række effektundersøgelser og metaanalyser i forhold til undersøgelsesbaseret undervisning (som særligt fokuserer på naturfagene). Det giver blandt andet Minner, Levy & Century (2010), Areepattamannil (2012), Furtak et al. (2012) og Saunders-Stewart, Gyles, Shore & Bracewell (2015) et overblik over. Kruse (2013) har også set på litteraturen, der siger noget om, hvilken effekt undersøgelsesbaseret undervisning har på elevers læringsudbytte. Han konkluderer på denne baggrund, at der er fem pædagogiske principper, man bør følge for at opnå gode elevresultater:

“1. Læreren integrerer kognitive, undersøgende og sociale aktiviteter hvor:

a. eleverne aktivt og synligt konstruerer og anvender begreber, forklaringer og ræsonnementer (kognitiv dimension)

b. eleverne deltager i formulering af spørgsmål og (hands-on-)manipulation af materialer og gennem systematisk observation og undersøgelse af naturfænomener indhenter information som grundlag for forklaring af naturfænomener (undersøgende dimension)

c. eleverne i samarbejde omsætter deres læring i produkter og kommunikation, og deres gyldighed diskuteres (social dimension).

2. Eleverne tilegner sig i undervisningen forudsætninger for og involveres i selv at træffe og begrunde beslutninger inden for den kognitive, undersøgende og sociale dimension.

3. Læreren har ansvaret for at fagenes centrale begreber og forklaringsmodeller formidles på en overskuelig og relevant måde, da begreber, teorier og metoder ikke af sig selv springer ud af elevernes bevidsthed eller af undersøgelsesaktiviteterne.

4. Læreren støtter elevernes aktiviteter ved at fokusere på læringsmål og det centrale faglige og metodiske indhold.

5. Eleverne gives gennem undervisningen mulighed for at sætte naturfaglighed i sammenhæng med det liv og det samfund de lever i.”

(Kruse, 2013, s. 45)

Kruse (2013) nævner her blandt andet den sociale dimension ved undersøgelsesbaseret undervisning. En del af dette indeholder den måde, som elevernes samarbejde struktureres og organiseres på (fx Gillies et al., 2014). Det drejer sig dog også om de magtrelationer, der kan opstå i undervisningen, hvilket studiet af Donnelly, Oliver & O'Reilly (2014) eksempelvis peger på. Som anden undervisning betyder det noget, hvordan læreren er i stand til at varetage en effektiv klasseledelse, vise omsorg og være inkluderende. Det kan være en udfordring overhovedet at igangsætte en undersøgelsesbaseret undervisning, det vil sige, hvordan man griber orienteringsfasen an. En forskel kan blandt andet være, om man begynder undervisningen med lukkede eller åbne undersøgelsesopgaver (Dudu & Vhurumuku, 2013). I første omgang vil det have betydning, hvilke didaktiske overbevisninger og holdninger læreren i det hele taget har til undersøgelsesbaseret undervisning, og hvorvidt læreren kan identificere sig hermed set i forhold til de gældende læreplaner (Forbes & Davis, 2012; Dibiase & McDonald, 2015). En positiv indstilling til at basere sin undervisning på undersøgelser – frem for at basere det på noget andet – er naturligvis et godt udgangspunkt for at komme i gang. Det kan være et selvstændigt projekt for læreren at organisere den undersøgelsesbaserede undervisning, men der kan også være tale om en fælles indsats på skolen. Lotter, Yow & Peters (2014) taler eksempelvis om det fordelagtige ved at skabe praksisfællesskaber blandt lærere, hvor der er fokus på undersøgelsesbaseret undervisning og på støtte af faglige vejledere på skolen. De bygger her på Wengers (1998) forståelse af et praksisfællesskab som kendetegnet ved et gensidigt engagement, fælles virksomhed og delt repertoire. Gutierrez (2015) viser på tilsvarende måde i sit studie, hvordan man igennem kollaborativ professionel læring i form af lektionsstudier bedre kan identificere og håndtere nogle af de udfordringer, der er ved undersøgelsesbaseret undervisning. Nogle af de udfordringer, der bliver identificeret er: 1. mangel på støtte, efteruddannelse og læremidler, 2. for stort fokus på at vurdere læring af indholdet frem for læring gennem undersøgelse og 3. misforståelser, vanskeligheder og tidsforbruget som er knyttet til undersøgelsesbaseret undervisning. Det viser sig også, at lærere nok kan have samme opfattelser af, hvad undersøgelsesbaseret undervisning er, og hvad formålet er med det, men trods dette kan have vidt forskellige måder at gennemføre det på i praksis. Som Tseng, Tuan & Chin (2013) eksempelvis konkluderer i deres kvalitative studie af erfarne læreres forskellige tilgange til undersøgelsesbaseret undervisning:

Among the experienced science teachers, two patterns emerged. One pattern focused on a systematic way of implementing inquiry-based science teaching. These teachers expected to prepare students with strong content knowledge and knowledge of all aspects of inquiry-based teaching practice. The other pattern focused more on conveying the thinking or competency of inquiry. These teachers were concerned more with students having a meaningful learning experience and cared for whether teachers used inquiry to facilitate students' learning. (Tseng, Tuan & Chin, 2013, s. 821)

De nævner desuden nogle gode råd, som disse erfarne lærere har til nye lærere, som ønsker at kaste sig ud i undersøgelsesbaseret undervisning. De foreslår at se på konkrete demonstrationer udført af andre lærere, selv at afprøve og opleve undersøgelsesaktiviteter, opbygge deres egne overbevisninger af undersøgelser og undersøgelsesbaseret undervisning og at læse litteratur om naturvidenskabelig forskning og undersøgelsesbaseret undervisning. Dette vil ifølge de erfarne

lærere være med til at gøre, at de nye lærere bedre kan forstå og komme i gang med denne type undervisning.

3.5. VURDERING AF UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

Ud over at kunne finde de rette metoder og kunne organisere og gennemføre en undersøgelsesbaseret undervisning, er en væsentlig forudsætning for undersøgelsesbaseret undervisning, at læreren løbende kan vurdere og evaluere de fremskridt, som eleverne gør. Hvordan dette kan gøres på en hensigtsmæssig og effektiv måde har været et omdrejningspunkt for nogle nyere større EU-projekter. Det drejer sig fx om projektet SAILS: Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science (se <http://www.sails-project.eu/>) og projektet ASSIST-ME (<http://assistme.ku.dk/>), hvor Danmark i begge tilfælde også har været repræsenteret. Der har i denne sammenhæng været en særlig opmærksomhed rettet mod formativ evaluering eller vurdering for læring, hvor eleverne inddrages løbende i vurderingsprocessen og får korrigerende feedback fra læreren. Strategierne kan variere fra den vurdering, der gives mere eller mindre spontant i dialogerne med eleverne ("on-the-fly assessment") til de mere formelle og strukturerede evalueringer ("formal embedded assessment") af elevernes fremskridt. Et aspekt af denne vurdering i den undersøgelsesbaserede undervisning er som lærer at få indblik i, hvilken forforståelse af det fænomen, som skal undersøges, eleverne møder op med, da læreren så bedre kan tage stilling til, hvad der skal tages afsæt i. Som Decristan et al. (2015) også understreger:

To support students' learning, it is crucial that students' individual preconceptions are assessed at the beginning of the curriculum, that repeated assessments are used to diagnose individual students' further conceptual understandings, and that individual feedback on students' current conceptual understandings is given and matched with corresponding learning activities to challenge specific misconceptions. (s. 360)

For at kunne fange de misforståelser, som eleverne måtte have om et fagligt indhold, vil det være en fordel, at lærere udvikler nogle metakognitive strategier for at kunne stoppe op og spørge ind til elevernes fremgangsmåder. Sådanne strategier kan være noget, som først må læres, fx i forbindelse med et efteruddannelsesprogram (Seraphin, Philipp, Kaupp & Vallin, 2012; Lakin & Wallace, 2015). Vi vil berøre dette nærmere under punkt 3.8.

Ud over den formative vurdering er der også den summative vurdering af læringsudbyttet af den undersøgelsesbaserede undervisning. Begge dele er vigtige at kunne mestre som lærer for både at hjælpe eleverne til at forstå deres eget standpunkt, og hvad de kan gøre for at komme videre, og for at give dem en fair bedømmelse i afslutningen af et undervisningsforløb. Vi vil ikke gå i dybden med de forskellige strategier, som læreren kan benytte sig af i denne sammenhæng. Vi vil henvise til de ressourcer, som findes i forbindelse med de nævnte EU-projekter og til Harlen (2013), som også giver en beskrivelse af nogle strategier. I punktform nævner Harlen (2013, s. 19 ff.) følgende nøglekomponenter ved henholdsvis den formative og summative vurderingspraksis i forbindelse med undersøgelsesbaseret undervisning:

1. *Formativ vurdering af undersøgelsesbaseret undervisning*

- 1.1. Eleverne engageres i at udtrykke og kommunikere deres forståelser og færdigheder i klasserumsdialoger, der initieres af åbne og person-orienterede spørgsmål.
- 1.2. Eleverne forstår målene for deres arbejde, og har indblik i, hvad der kendetegner arbejde af god kvalitet.
- 1.3. Feedback til elever giver anvisninger til, hvordan eleven kan forbedre sig og komme videre og undgå at foretage sammenligninger med andre elever.
- 1.4. Eleverne involveres i selvvurderinger, så de kan tage del i en identificering af, hvad de har behov for at gøre for at forbedre sig og gøre fremskridt.
- 1.5. Dialogen mellem lærer og elev opmuntrer til en refleksion over deres læring.
- 1.6. Læreren benytter sig af information om elevens løbende læring til at tilpasse undervisningen, så alle elever har mulighed for at lære.

2. *Summativ vurdering af undersøgelsesbaseret undervisning*

- 2.1. Elever kan blive involveret i specielle opgaver eller prøver som del af, eller som en tilføjelse til, arbejdet.
- 2.2. Den foregår på bestemte tidspunkter, hvor elevernes præstationer skal rapporteres, og ikke som en cyklus der forekommer som en almindelig del af læringen.
- 2.3. Relaterer til præstationer af brede mål, der udtrykkes i generelle termer frem for mål for partikulære læringsaktiviteter.
- 2.4. Involverer præstationerne af alle eleverne, der bedømmes efter samme kriterier eller karakterskala.
- 2.5. Kræver nogle retningslinjer for at sikre pålideligheden.
- 2.6. Giver begrænsede muligheder for elevens selvvurdering.

Man kan under dette punkt også tilføje, at lærerens evaluering af sine erfaringer med at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning vil være med til at regulere den måde, som den gribes an på fremadrettet. På denne måde vil læreren finde ud af, hvordan han eller hun håndterer nogle af de almindeligt forekommende problemstillinger, der er ved at designe undersøgelsesaktiviteter, som eksempelvis påpeges af Meyer, Meyer, Nabb, Connell & Avery (2013) i deres kvalitative casestudie. De peger her blandt andet på, at denne form for undervisning kan være tidskrævende, og at man som lærer må finde en balance mellem brugen af specifikke og åbne opgaver og mellem simple og komplekse data.

3.6. FAGLIGT INDHOLD I UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

Denne del af forskningslitteraturen vil vi ikke sige så meget om. Det er, som sagt, primært naturfagsundervisningen som forskningslitteraturen beskæftiger sig med. Dansk og matematik behandles i de to andre review i KiDM-projektet. Vi vil dog her blot nævne, at indholdet og målet med undersøgelsesbaseret undervisning selvfølgelig vil variere og vil være afhængig af fagenes særegenhed. Målet kan f være selve den færdighed at kunne foretage undersøgelser i det hele taget. Desuden vil der i forbindelse med undersøgelsesbaseret undervisning – ligesom i projektbaseret undervisning – være oplagte muligheder for at tænke tværfagligt. Det gælder eksempelvis for samspillet mellem matematik og naturfagene (So, 2013).

3.7. BRUGEN AF MEDIER OG TEKNOLOGI I UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

Vi har flere gange peget på, hvordan det i litteraturen udpeges som en risiko, at undersøgelsesbaseret undervisning bliver for opskriftsagtig. Dette går også igen i artikler, der belyser brugen af medier og teknologi i undersøgelsesbaseret undervisning. Slavin, Lake, Hanley & Thurston (2014) finder i deres gennemgang af den forskningsmæssige evidens for forskellige naturfagsprogrammer frem til, at den undersøgelsesbaserede undervisning, der baserer sig på nogle opskriftsagtige standardiserede undervisningsmidler i form af "science kits", ikke er særligt effektive:

A surprising finding from the largest and best-designed of the studies synthesized in the present review is the limited achievement impact of elementary science programs that provide teachers with kits to help them make regular use of hands-on, inquiry-oriented activities. These include evaluations of the well-regarded FOSS, STC, Insights, Project Clarion, and Teaching SMART programs, none of which showed positive achievement impacts. (Slavin et al., 2014, s. 894)

Til gengæld ser det ud til, at veldesignede programmer øger læreres mulighed for at undervise undersøgelsesbaseret og dermed styrke elevers læring (ibid., s. 873). Sådanne programmer bygger fx på "cooperative learning" og begrebsudvikling som underliggende ideer (ibid., s. 879). Andre teknologistøttede aktiviteter, som viser sig at have effekt, er "Mystery Photos", "Internet Inquiry Baskets" og "Wondering Notebooks and Inquiry Buddies". Disse tre metoder er alle udviklet til at skabe undren og nysgerrighed blandt eleverne. Ved den første metode vises en lille del af et billede, og eleverne skal forsøge at gætte, hvad det er, hvorefter de i grupper diskuterer, hvad der kan understøtte rigtigheden af deres gæt (Coiro, 2015, s. 189). Ved den anden metode skriver eleverne spørgsmål, som er udviklet på baggrund af læsning, en klasserumsaktivitet eller noget, der skete uden for klasselokalet tidligere på dagen, ned på en række indekshort og putter kortene i en bestemt mappe. I slutningen af en undervisningsgang eller et forløb vælger læreren et kort og et spørgsmål, forbereder sig med litteratursøgning mm. og kommer så tilbage til klassen for at dele de skridt, han/hun har taget for at besvare spørgsmålet. Den tredje metode udnytter de resterende indekshort med spørgsmål, som er tilbage efter et forløb med "Internet Inquiry Baskets" (Slavin et al., 2014, s. 190). Her behandler eleverne spørgsmålene selv, idet de noterer sig enhver undren og resultaterne af deres arbejde i en logbog (Slavin et al., 2014, s. 192). Også Crippen & Archambault (2012) undersøger, hvordan teknologi kan understøtte/stilladsere undersøgelsesbaseret undervisning, idet de foreslår data mashup-teknologier som Google Maps, video-tjenester som YouTube, sociale

netværk og diskussionsværktøjer som Facebook og søgeværktøjer som Google og Yahoo (Crippen & Archambault, 2012, s. 163-164). Sådanne gratis online-ressourcer foreslås også hos Schultheis & Kjelvik (2015), der beskriver "data nuggets" som eksempel på brug af data i undersøgelser.

Værdien af teknologistøttet, undersøgelsesbaseret undervisning knytter sig til den fleksible mulighed for at skabe undren og nysgerrighed blandt eleverne. Samtidig knytter den sig til muligheden for at understøtte digital dannelse ("digital literacy") (Bruce & Casey, 2012), idet digital dannelse beskrives som indeholdende fire centrale elementer: "[1] the ability to access, evaluate, analyze, and synthesize multi-format digital texts; [2] the ability to create media expressions using multi-format digital texts; [3] the ability to communicate online; and [4] the awareness, attitude, and ability to use digital technology appropriately" (Bruce & Casey, 2012, s. 288). Det er en udbredt forståelse, at digitalt understøttede, samarbejdende, undersøgelsesbaserede undervisningsaktiviteter er hensigtsmæssige for at understøtte den digitale dannelse (ibid., s. 288). Eysink & de Jong (2012) sammenligner fire multimedie-understøttede læringsmiljøer, (a) hypermedie-læring, (b) observerende læring, (c) selvforklarende læring og (d) undersøgelsesbaseret læring og finder ud af, at især de to sidstnævnte har størst læringsudbytte. De forklarer dette ud fra det faktum, at disse to typer af læringsaktiviteter engagerer eleverne i elaborering.

I litteraturen om teknologistøttet, undersøgelsesbaseret undervisningen behandles også en række forudsætninger for succes. Tyminski, Haltiwanger, Zambak, Horton & Hedetniemi (2013) peger på baggrund af et udviklingsprojekt om brug af teknologi involverende 6 lærere på, at skiftet til teknologiunderstøttet, undersøgelsesbaseret undervisning er tidskrævende og kræver betydelige mængder af support. Samtidig viser studiet en række forskelle ift. forskellige lærertyper. En gruppe oplever, at teknologien forstyrrer ift. at fokusere på selve ideen med og indholdet af undersøgelsesbaseret undervisning, mens en anden gruppe oplever, at det faktisk er teknologien, der skaber motivationen til at forandre praksis (Tyminski et al., 2013, s. 325). På denne baggrund foreslås det, at lærernes baggrund, deres viden, fortrolighed og bekvemmelighed med at integrere teknologi i undervisningen anvendes som grundlag for at træffe valg om relevant professionel udvikling. Et yderligere, relativt nyt, fokus inden for forskning i teknologistøttet, undersøgelsesbaseret undervisning knytter sig til validiteten af den information, som elever bruger, når de arbejder online. Her undersøger fx Pow & Fu (2012) sammenhængen mellem elevernes oplevelse af kvaliteten af information, de finder online, og deres brug eller frasortering af information under undersøgelsesbaseret undervisningsaktiviteter med henblik på at støtte lærerens håndtering af sådanne aktiviteter. Studiet viser, at der er behov for at understøtte elevernes evne til at fremsøge, evaluere, analysere og syntetisere information (Pow & Fu, 2012, s. 292).

3.8. KOMPETENCER I AT GENNEMFØRE UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

En stor del af den forskningslitteratur, vi har gennemgået, beskæftiger sig med spørgsmålet om lærernes professionelle udvikling eller læring og forskellige bud på design af efteruddannelsesprogrammer, der kan støtte lærerne i at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning (se fx Aleke-Tuenter, Biemans, Tobi, Wals, Oosterheert & Mulder, 2012; Aleke-Tuenter, Biemans, Tobi & Mulder, 2013; Arce, Bodner & Hutchinson, 2014; Gillies & Nichols, 2015; Kim, Lavonen, Juuti, Holbrook & Rannikmae, 2013; Lotter, Rushton & Singer, 2013; Murphy, Smith, Varley & Razi, 2015). Vi vil herunder specielt se på den forskning, som Daniel K. Capps fra University of

Georgia har lavet, som har været særligt orienteret mod, hvordan (naturfags-)lærere kan understøttes i deres tilegnelse af viden om og færdigheder i at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning. Capps' ph.d.-afhandling fra 2011 har titlen: Supporting teachers in learning about inquiry, nature of science, and in teaching through inquiry, og han har sammen med nogle medarbejdere efterfølgende udgivet en række artikler om netop denne problemstilling. Capps, Crawford & Conostas (2012) har således lavet et kritisk review over 22 empirisk funderede forskningsartikler om efteruddannelsesprogrammer og professionel udvikling, der har til hensigt at styrke læreres kompetencer i at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning inden for naturfagene. I dette review fremhæver de først forskning, som viser, hvad der udgør effektiv professionel udvikling, hvilket de opsummerer i følgende tabeller (Capps, Crawford & Conostas, 2012, s. 296f.):

Figur 3. Karakteristika ved effektiv professionel udvikling (fra Capps, Crawford & Conostas, 2012, s. 296f.)

Table 2 Characteristics of effective professional development described by Darling-Hammond and McLaughlin (1995) and Loucks-Horsley et al. (1998)

Darling-Hammond and McLaughlin (1995)	Loucks-Horsley et al. (1998)
Engages teachers in concrete tasks of teaching, assessment, observation, and reflection	Emphasizes inquiry-based learning, investigations, and problem solving
Engages participants in inquiry, reflection, and experimentation	Helps build pedagogical skills and content knowledge
Promotes a collaboration between participants and professional developers	Models the strategies teachers will use with their students
Connects to or is coherent with classroom work	Builds learning communities where continued learning is valued
Sustains and continues support	Supports teachers in leadership roles
Connects to other aspects of school change	Links to the educational system (district initiatives, state curriculum, etc.)
	Changes to insure positive impact

Table 3 Characteristics of effective professional development reported by Garet et al. (2001) and Penuel et al. (2007)

Garet et al. (2001)	Penuel et al. (2007)
Focuses on content knowledge	Discusses alignment with local, state, and national standards
Provides opportunities for active learning	Engages teachers in aligning activities with standards
Connects to or is coherent with other activities	Emphasizes content of particular curriculum during PD
Engages teachers in reform-based PD	Provides ongoing, coherent PD
Promotes collective participation of teachers	Connects to reform-based practices
Provides an adequate amount of time	

Capps, Crawford & Conostas ser på, hvordan forskellige forløb med fokus om tilegnelse af kompetencer i at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning, lever op til disse karakteristika ved effektiv professionel udvikling. De rapporterede forløb varierer med hensyn til, hvad der lægges

vægt på og hvor omfangsrige de er, men der er også nogle træk, som går igen i forløbene. Resultaterne af reviewet er følgende, opdelt efter strukturelle kendetegn, hovedtræk og resultater af professionel udvikling i undersøgelsesbaseret undervisning:

1. Strukturelle kendetegn ved den professionelle udvikling:

1.1. Omfanget af tid til den professionelle udvikling: Efteruddannelsesprogrammerne strækker sig typisk fra 1 uge til 6 uger. En kritik rettes her mod de meget korte forløb, fordi de ikke giver tilstrækkelig mulighed for at komme i dybden med den tvivl og de misforståelser, som lærerne måtte have i forhold til at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning.

1.2. Udvidet støtte: Hermed menes muligheden for at der er en form for opfølgning på efteruddannelsen eller at lærerne vil kunne stille spørgsmål, få hjælp eller feedback efter de selv er kommet i gang med den undersøgelsesbaserede undervisning på deres egen skole. Det kan fx forekomme som klassebesøg, at et efteruddannelseshold samles igen for at diskutere erfaringer, kontakt via internet, chat eller lignende. Der er flere måde at gøre det på, men vigtig er det, at lærerne får mulighed for at drøfte deres erfaringer med andre også efter at have deltaget i et kursus om tilgangen.

1.3. Autentiske oplevelser: Reviewet fokuserer på naturfagsundervisningen, og her viser det sig, at kun få af de gennemgåede undersøgelser giver eksempler på forløb, der har vægтет autenticitet i form af, at kurset har forsøgt at efterligne eller tage del i rigtig naturvidenskabelig praksis. Det drejer sig fx om samarbejde med naturvidenskabelige forskere. Man kan i forbindelse med KiDM-projektet stille spørgsmålet, hvordan efteruddannelsesforløb med henholdsvis dansk- og matematiklærere kan blive autentiske frem for kunstige i forhold til det indhold, der arbejdes med. Overvejelser om inddragelsen af personer i kursusforløbet, som til daglig har et erhverv, hvor faget træder tydeligt frem (det kunne være forfattere i forhold til danskfaget eller ingeniører i forhold til matematik), kunne her være relevant. Det kunne være med til at perspektivere, hvad man "kan bruge fagene til" uden for skolen.

2. Hovedtræk ved den professionelle udvikling:

2.1. Sammenhæng: Alle de studier som Capps, Crawford & Constat har gennemgået, nævner at efteruddannelsesforløbene har en sammenhæng med de standarder, nationale læreplaner og reformkrav, som aktuelt gør sig gældende. Dette er også med til at gøre forløbene relevante for de deltagende lærere. I en dansk kontekst kan vi på dette punkt pege på omformuleringerne af Fælles Mål for folkeskolerne, som er kompetenceorienterede, og at dette rejser spørgsmål om, hvordan undersøgelsesbaseret undervisning er en velegnet tilgang til at imødekomme dette. Vi vil kort tage dette spørgsmål op i diskussionsafsnittet.

2.2. Udvikling af egne lektioner: Under halvdelen af de studier, som Capps, Crawford & Constat har gennemgået, beskriver efteruddannelsesforløb, hvor de deltagende lærere skulle udvikle undersøgelsesbaserede undervisningslektioner. Det vil give en ekstra indsigt,

når lærerne på en efteruddannelse får som opgave at udvikle på deres egen undervisning frem for alene at skulle tage udgangspunkt i de eksempler, som de får præsenteret af fx en underviser på en efteruddannelse.

2.3. Modellering af undersøgelser: Afhængig af forløbenes varighed har de deltagende lærere haft forskellige muligheder for at modellere undersøgelser, såsom at kunne betragte det fra elevernes perspektiv, forsøge at gøre som naturvidenskabsfolk gør og at diskutere hvordan undersøgelsesbaseret undervisning kan gribes an i forskellige sammenhænge. Det giver en bedre forståelse af, hvad det vil sige at foretage undersøgelser gennem at afprøve det selv nogle gange.

2.4. Refleksion: Det er et væsentligt aspekt ved tilegnelsen af en undersøgelseskompetence, at der gives plads til refleksion, og at efteruddannelsesforløbet ikke alene handler om at afprøve tingene. En sådan refleksion kan skabes gennem tilrettelæggelse af diskussioner, skriftlige opgaver og i det hele taget opmuntring til at være metakognitive ved at stille spørgsmål til det, man gør.

2.5. Transfer: Ud over muligheden for modellering og refleksion er der også den mere direkte drøftelse af, hvordan lærerne faktisk forventer, at de kan overføre deres nyerhvervede viden til deres egen klasse. Her drejer det sig om at være opmærksom på de kontekstuelle faktorer, som spiller en rolle for gennemførligheden af undersøgelsesbaseret undervisning på skolen. Klasser er ikke identiske, og der vil derfor være forskellige ting som skal medtænkes i realiseringen af nye idéer.

2.6. Faglig indholdsviden: Udover at tilegne sig kompetencer i selve det at gennemføre systematiske undersøgelser, så er der også selve fagets indhold og natur, som kan bringes mere eller mindre på banen i et efteruddannelsesforløb. Det kunne fx være, hvor meget de deltagende lærere går ind i en diskussion af centrale begreber i faget. Der kan også være tale om, at lærerne måske ikke er helt opdaterede i forhold til det indhold, det er hensigten, at der skal undersøges, og at der derfor kan være behov for noget afklaring på denne del.

3. Resultater af den professionelle udvikling:

3.1. Fremme læreres viden: på baggrund af forskellige metoder (både kvalitative og kvantitative) har de gennemgåede studier fundet frem til, at lærere har fået en øget viden om både undersøgelser, faglig viden og om naturvidenskab mere generelt. Capps, Crawford & Constan peger dog på, at der er nogle svagheder i de metoder, som nogle af studierne har benyttet sig af, og som gør det vanskeligt at sige noget om, hvor effektive forløbene har været. Samlet set giver studierne dog et indtryk af positive fund i forhold til læreres tilegnelse af viden gennem efteruddannelse.

3.2. Ændringer i læreres overbevisninger: Også her er der benyttet forskellige metoder (såsom interview, spørgeskemaer og observationer) til at belyse, om og hvordan lærere har ændret holdninger til måden at undervise på, til deres opfattelse af undersøgelser osv. Nogle studier viser dog, at en ændring i overbevisninger ikke betyder, at der så også forekommer ændringer i undervisningspraksis. Der er også en forskel på nye og erfarne

lærere, hvor nye lærere lettere ændrer på deres pædagogiske overbevisninger end de erfarne lærere.

3.3. Ændringer i undervisningspraksis: Denne del er både blevet undersøgt gennem selvrapporteringer fra lærere og gennem klasserumsobservationer. Der ses tegn på, at der efter efteruddannelsesforløbene faktisk forekommer ændringer i undervisningspraksis. Nogle studier viser, som sagt, at der kan være en vis uoverensstemmelse mellem overbevisninger og det man siger, og det man så faktisk gør i klassen.

Ovenstående giver en liste over, hvad der er vigtigt at være opmærksom på i designet af efteruddannelsesprogrammer og professionel udvikling for lærere i undersøgelsesbaseret undervisning. Vi har tidligere nævnt, hvordan der kan være behov for at styrke kompetencerne på dette område.

Dette behov ser Capps & Crawford (2013a) eksempelvis i deres studie af, om der faktisk forekommer undersøgelsesbaseret undervisning i skolerne, og hvor de skelner mellem at vide noget om undersøgelser, at have færdighederne i at foretage undersøgelser og at have en generel indsigt i naturvidenskab ("nature of science"). De fokuserer i studiet på 5.-9. klasser, og deres resultater viser at:

- størstedelen af lærerne havde et snævert syn på undersøgelsesbaseret undervisning
- lærernes syn på undersøgelsesbaseret undervisning afspejlede sig i deres undervisningspraksis
- elementer af undersøgelsesbaseret undervisning (færdigheder, forståelser og essentielle træk) blev observeret og beskrevet i mindre end halvdelen af klasseværelserne
- i de fleste tilfælde fokuserede lærerne på de basale færdigheder ift. undersøgelsesbaseret undervisning i stedet for de essentielle træk eller vigtige forståelser af undersøgelsesdelen
- i langt de fleste tilfælde, hvor undersøgelsesaspektet var til stede, var det lærer-initieret.

På denne baggrund konkluderer de, at der er et kritisk behov for professionel udvikling i relation til undersøgelsesbaseret undervisning.

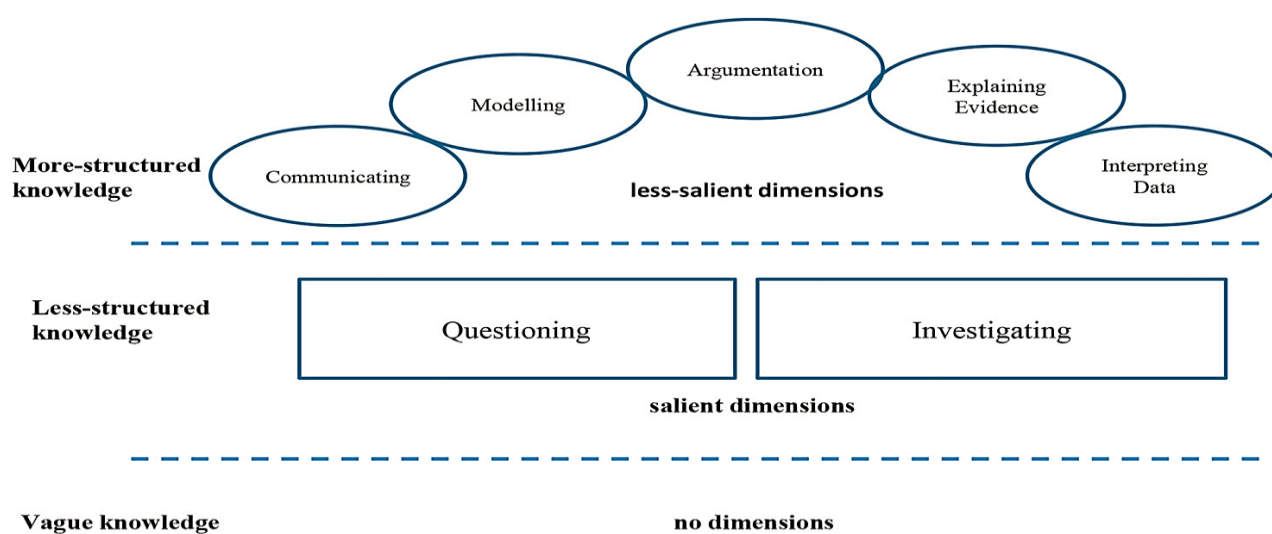
I et andet studie har Capps & Crawford (2013b) undersøgt 20 læreres syn på undersøgelsesbaseret undervisning før og efter at have deltaget i et efteruddannelsesprogram herom. Resultaterne viser her, at:

- lærerne udviste større fagligt udbytte efter deltagelse i efteruddannelsesprogrammet
- lærerne demonstrerede et skift fra et mindre informeret til et mere informeret syn på undersøgelsesbaseret undervisning.
- undersøgelsen foreslår, at et kortvarigt og intensivt forløb kan styrke læreres viden om og syn på undersøgelsesbaseret undervisning
- det at støtte lærere i at reflektere over relationen mellem deres tidligere undervisningspraksis og ny viden opnået gennem et efteruddannelsesprogram om

undersøgelserbaseret undervisning er en vigtig forbindelse til at øge læreres viden og styrke forandring af praksis.

Derudover kan studiet af Capps, Shemwell & Young (2016) nævnes, hvor de har undersøgt, hvordan lærere rapporterer deres igangsættelse og viden om undersøgelserbaseret undervisning med udgangspunkt i naturfagene. Her finder de frem til, at læreres viden om undersøgelserbaseret undervisning varierer, og de beskriver med nedenstående model, hvordan denne viden går fra en meget begrænset eller vag viden om tilgangen til en nuanceret viden, der er opmærksom på flere faser og aktiviteter, der kendetegner den undersøgelserbaserede undervisning:

Figur 4. Model over læreres viden om undersøgelser ifølge Capps, Shemwell & Young (2016)



Går man i dybden, kan der identificeres mange kompetencer hos læreren, som spiller en væsentlig rolle i forbindelse med at gennemføre undersøgelserbaseret undervisning på en vellykket måde. Eksempelvis argumenterer Aleke-Tuenter et al. (2012) med udgangspunkt i et delphi-studie, hvor de har spurgt 33 eksperter om, hvilke kompetencer de forbinder med tilgangen, hvor de peger på 24 af slagsen, og at der må skelnes mellem novicer og eksperter på området. Disse 24 kompetencer klumper de dog i undersøgelsen sammen i tre overordnede områder: faglig indholdsviden ("subject matter knowledge"), fagdidaktisk viden ("pedagogical content knowledge") og holdninger ("attitudes"), og som ses i den kontekst som de udspiller sig i.

4. DISKUSSION

Langt størstedelen af den gennemgåede litteratur om undersøgelsesbaseret undervisning tager udgangspunkt i naturfagene ("science education"). Det er måske ikke så underligt, siden undersøgelser i en årrække har været både et mål og metode i naturfagsundervisningen i modsætning til andre skolefag. Indledningsvist pegede vi dog på, hvordan der i en dansk kontekst også i andre fag som fx danskfaget er en tiltagende opmærksomhed på at udvikle undervisningen med fokus på undervisningsmetoder, der styrker relevans, mening og anvendelsesorientering i en differentieret undervisning med udfordringer til alle. Her er undersøgelsesbaseret undervisning et oplagt valg, og vi vil således også hævde, at de otte hovedtemaer vi har identificeret i den gennemgåede internationale forskningslitteratur har generel relevans på tværs af forskellige fag. I tilfældet med fagene dansk og matematik er det ikke kun, når de er "hjælpefag" i naturfagsundervisningen (fx som faglig læsning eller matematisk modellering), at elevers undersøgelser bliver relevante. Det er de også i fagene selv. Set fra et almindidaktisk perspektiv så gælder det også for denne undervisningstilgang sammenlignet med mere "traditionel undervisning", som vi indledte med at sige noget om (jf. Loyens & Rikers, 2011). Ifølge Harlen (2013) kan den undersøgelsesbaserede undervisning stilles op som en modsætning til transmissionsbaserede undervisning, som netop ikke på samme måde er lærings- og elevcentreret men bygger på en grundlæggende overbevisning om, at viden på en eller anden måde kan overføres direkte fra lærer til elev (Harlen, 2013, s. 15).

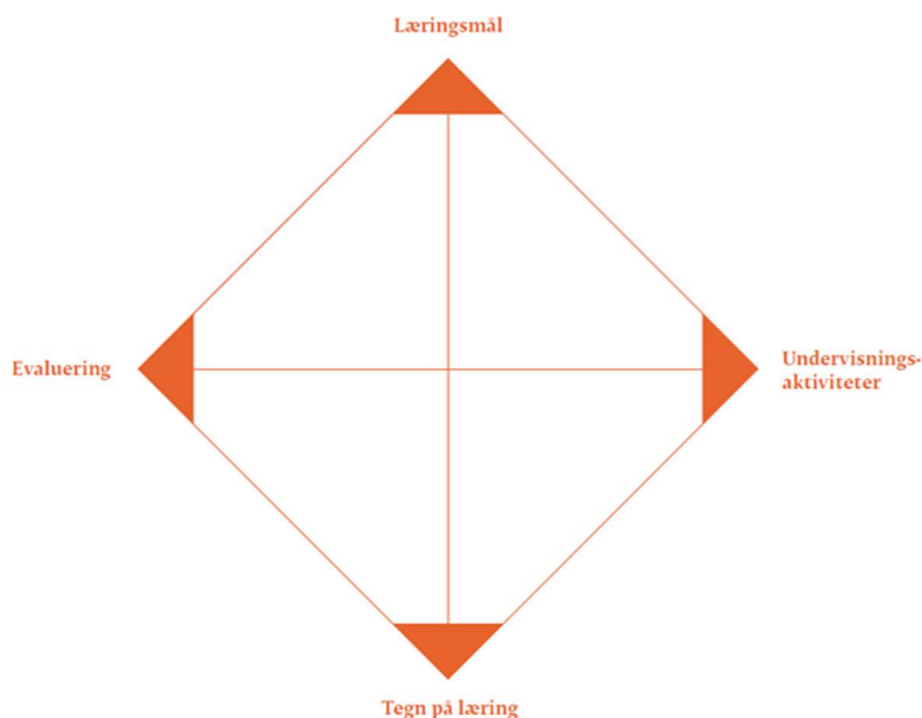
Der ligger her en konstruktivistisk læringsopfattelse til grund for den undersøgelsesbaserede undervisning, og som har indflydelse på, hvordan man ser på lærerens rolle, elevens rolle og det faglige indhold i den sammenhæng. Harlen udtrykker også forskellen på følgende måde:

When learning is seen as something that students do, not something that is done to them, the teacher's role is to design environments in which students can be actively engaged in constructing their understanding and developing competences. (Harlen, 2013, s. 35)

Der ligger med andre ord et didaktisk grundsyn bag den undersøgelsesbaserede undervisning, hvilket også er det, som almindidaktik beskæftiger sig med. De otte hovedtemaer, som vi har identificeret i den internationale forskningslitteratur om undersøgelsesbaseret undervisning på grundskoleniveau har nogle tydelige paralleller til eksisterende (almen)didaktiske relationsmodeller, der giver bud på, hvad der udgør de sammenflettede grundelementer i enhver undervisning, og som læreren også kan benytte i sin planlægning og tilrettelæggelse af undervisningen (Krogh, Qvortrup & Christensen, 2016). Et eksempel herpå er Hiim & HIPPES (1997) didaktiske relationsmodel, hvor der skelnes mellem 1. Mål, 2. Indhold, 3. Læringsforudsætninger, 4. Læreprocessen, 5. Vurdering og 6. Rammefaktorer. Det er en velkendt model i en dansk sammenhæng (Laursen, 2012). Vi har set på, hvordan nogle af disse faktorer bliver forstået og tager form, når der er tale om undersøgelsesbaseret undervisning. Spørgsmålet er nu, hvilke didaktiske implikationer det have at tage udgangspunkt i denne viden i en aktuel dansk folkeskolekontekst. Det er der selvfølgelig ikke noget simpelt svar på. En af de rammefaktorer som de danske folkeskolelærere arbejder inden for, er de gældende nationale læreplaner i form af Fælles Mål. Med folkeskolereformen fra 2014 er læreplanerne blevet kompetencemålsorienterede, og hvor der skelnes mellem vidensmål, færdighedsmål og læringsmål. Undervisningsministeriet har i den forbindelse formuleret nogle tanker om læringsmålstyret undervisning, støttet af forskellige didaktiske eksperter, som er blevet

udgivet som et hæfte (UVM, 2014; se også MBUL, 2016), og hvor der også er en didaktisk relationsmodel, som ligger til grund for læreplanerne:

Figur 5. Didaktisk relationsmodel for læringsmålstyret undervisning



I denne sammenhæng bliver spørgsmålet så, hvordan den danske folkeskolelærer kan koble den gennemgåede forskningsviden om undersøgelsesbaseret undervisning med dette planlægningsredskab. Vi vil ikke give et fyldeigt svar på dette her men lade spørgsmålet stå åbent og blot komme med nogle enkelte overvejelser over, hvordan det kan gøres.

1. Læringsmål i undersøgelsesbaseret undervisning

De læringsmål, som læreren formulerer for sine lektioner, skal have en tilknytning til Fælles Mål for det fag, det drejer sig om. Her kan undersøgelser i sig selv være et mål, hvilket er tilfælde i naturfagene, hvor fx progressionen inden for faget Natur/teknologi beskrives under kompetenceområdet "undersøgelse", der begynder lyder: 1. Eleven kan udføre enkle undersøgelser på baggrund af egne og andres spørgsmål (1.-2. klasse), 2. Eleven kan gennemføre enkle undersøgelser på baggrund af egne forventninger (3.-4. klasse) og 3. Eleven kan designe undersøgelser på baggrund af begyndende hypotesedannelse (5.-6. klasse). I andre fag - såsom dansk og matematik - er undersøgelse ikke angivet som et kompetenceområde, men kan derimod betragtes som et middel eller en metode til at fremme elevernes tilegnelse af forskellige videns- og

færdighedsmål. Vi har set på, at der aktuelt føres en heftig diskussion om, hvor vejledende eller styrende læreren bør være i en undersøgelsesbaseret undervisning. Det gælder her således om, hvordan læreren gør målene for elevernes læring synlig for eleven. Der kan være behov for en stærk stilladsering og tydeliggørelse af, hvad der forventes af eleverne i orienteringsfasen af sådan et forløb, samtidig med at der afprøves åbne opgaver, der lægger op til at eleverne netop foretager undersøgelser gennem hypotesedannelse, afprøvninger, diskussion og argumentation.

2. Undervisningsaktiviteter i undersøgelsesbaseret undervisning

Vi har i litteraturreviewet set, hvordan der kan være forskellige typer af undersøgelsesbaseret undervisning, der blandt andet hænger sammen med de faser eleverne gennemgår i forløbet, og som læreren har designet. Det drejer sig eksempelvis om, hvorvidt indholdet i undersøgelserne er kunstige eller autentiske, og om hvordan de er tilpasset eleverne i den pågældende klasse. Der lægges op til at eleverne aktiveres, men forskningen peger også tydeligt på, at dette ikke er tilstrækkeligt, det vil sige, at der også skal være en "kognitiv aktivering" hos eleverne, hvor de faktisk får benyttet de faglige begreber, som det er hensigten, de skal lære. Det drejer sig desuden om at lede de sociale dynamikker i klassen og finde noget, som engagerer eleverne. Det kan kræve en stor grad af kreativitet fra lærerens side. I denne sammenhæng kan det nævnes, at der kan være behov for, at læreren selv får mulighed for at lære noget mere om at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning, og at det kan være gavnligt med støtte af både kolleger og eventuelt udefrakommende eksperter for at kvalificere undervisningen og finde frem til meningsfulde undersøgelser, som eleverne kan deltage i.

3. Tegn på læring i undersøgelsesbaseret undervisning

I de forskellige faser i en undersøgelsesbaseret undervisning vil eleverne igennem deres aktive deltagelse i de faglige undersøgelser "eksternalisere" deres (for)forståelser såsom gennem deres diskussioner med andre elever, deres adfærd i selve undersøgelserne, deres modeller, præsentationer og produkter. De ændrer form undervejs, og det bliver således "tegn på læring". It og andre understøttende medier kan ligeledes være med til at synliggøre fremskridt og fejl som eleverne gør sig i processen.

4. Evaluering

De fire hjørner i den didaktiske relationsmodel spiller tæt sammen med hinanden. Den løbende evaluering af eleverne ser derfor også på, hvilken sammenhæng der er mellem de opstillede læringsmål, de aktiviteter som eleverne er engageret i og hvilke tegn på læring som gør sig gældende blandt dem. Vi har i reviewet peget på, at det også er en diskussion i forskningslitteraturen, hvordan undersøgelsesbaseret undervisning kan evalueres eller vurderes. Der er en forskel mellem undersøgelsesundervisning og undersøgelseslæring, fordi det netop ikke er sikkert, at blot fordi eleverne foretager undersøgelser, så lærer de også automatisk det, som de undersøger og forventes at erhverve kompetencer i. Derfor bliver den formative evaluering - eller "vurdering for læring" - af afgørende betydning, da læreren her får indblik i, hvad eleverne på et givent tidspunkt forstår ved en

sag, og kan give feedback herpå ved at pege på, hvad det næste skridt i processen er. Dette hænger således også sammen med den grad af lærerstyring, der er nødvendig i forløbet, hvor situationen nogle gange kan kræve en stærk vejledning og instruktion og på andre tidspunkter kan læreren lade eleverne arbejde frit og selvstændigt.

5. KONKLUSION

Formålet med dette review har været at besvare følgende forskningsspørgsmål:

Hvad siger den nyeste internationale forskningslitteratur om undersøgelsesbaseret undervisning på grundskoleniveau, og hvilke didaktiske implikationer kan det have at tage udgangspunkt i denne viden i en dansk folkeskolekontekst?

Perspektivet har været almenlitterært og reviewet vil således kunne supplere de to litteraturreviews, som fokuserer fagdidaktisk – henholdsvis med en danskfaglig og en matematikfaglig vinkel.

Forskningsspørgsmålets to dele er besvaret i henholdsvis analysen og diskussionen. Analysen har været struktureret i 8 dele, som modsvarer 8 centrale temaer, der er trådt frem i vores læsning af den internationale forskningslitteratur om undersøgelsesbaseret undervisning på grundskoleniveau. Det første tema var de forskellige typer af undersøgelsesbaseret undervisning, der beskrives i litteraturen. Vi pegede her på, at der foreslås forskellige fokuseringer, og at disse ofte differentierer sig i forhold til, hvordan de forskellige sekvenser eller faser i undervisningen bliver beskrevet. Det andet tema handlede om metoder i undersøgelsesbaseret undervisning. Under dette tema blev det klart, hvordan metoder inden for feltet i høj grad handler om elevers kommunikation og deltagelse i et læringsfællesskab. Der er fokus på, hvordan eleverne tilegner sig kompetencer i at bruge forskningsmetoder, i at argumentere for en sag og i at kunne indgå konstruktivt i et undersøgende gruppearbejde. Samtidig pegede vi på det særlige aspekt, at elevernes "psykiske energi" tillægges opmærksomhed, hvilket i forhold til analysens andet tema viser sig på den måde, at der er fokus på metoder til at støtte eleven i at få positive mestringsforventninger.

Analysens tredje tema omhandlede grader af lærerstyring. Her viste analysen, at der på tværs af forskningslitteraturen er enighed om, at det er nødvendigt med en større grad af lærerstyring eller guidet instruktion. Dette tema relaterer sig til analysens fjerde tema om organisering af undersøgelsesbaseret undervisning, hvor behovet for guidning og understøttelse viser sig ikke kun at gælde i undervisningssammenhænge, men også bredere i en skolekontekst. Det blev fremhævet, at skoler og lærere, ifølge litteraturen, ikke helt lykkes med at få det igangsat, som man ønsker, og at videns- og erfaringsdeling samt rum for afprøvning blev foreslået som elementer, der kan understøtte arbejdet. Centralt i forhold til succes med undersøgelsesbaseret undervisningen fremstod også spørgsmålet om, hvordan læreren løbende kan vurdere og evaluere de fremskridt, som eleverne gør, og dette var således analysens femte tema. Under dette tema blev det klart, at der har været en særlig opmærksomhed på formativ evaluering eller vurdering for læring, hvor eleverne inddrages løbende i vurderingsprocessen og får korrigerende feedback fra læreren. Vi argumenterede dog for, at også den summative vurdering af læringsudbyttet af den undersøgelsesbaserede undervisning er vigtig, og vi udpegede således nogle opmærksomheder i forhold til denne.

Analysens sjette tema om fagligt indhold i undersøgelsesbaseret undervisning blev behandlet meget kort, da vi med udgangspunkt i litteraturens pointe om, at indholdet og målet med undersøgelsesbaseret undervisning varierer i forhold til fagenes særegenhed, lod det være et tema for de fagdidaktiske reviews, idet det dog er væsentligt at være opmærksom på den undersøgelsesbaserede undervisnings særlige muligheder i forhold til at tænke tværfagligt. Det

syvende tema om brugen af medier og teknologi i undersøgelsesbaseret undervisning ledte os gennem nogle konkrete bud på medier og teknologier til understøttelse af den undersøgelsesbaserede undervisning. Det blev klart, at medier eller teknologier, der rammesætter undervisningen for opskriftsagtigt i form af "science kits" ikke er særligt effektive, mens medier eller teknologier, der bygger på fx "cooperative learning" og begrebsudvikling som underliggende ideer, kan styrke eleveres læring. Analysens ottende og sidste tema var kompetencer i at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning. Her fremhævede vi en række forhold – fx længde og typer af forløb samt graden af støtte – som må tages i betragtning, hvis man ønsker at iværksætte efteruddannelsesprogrammer med henblik på at styrke læreres evne til at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning.

Som det er blevet klart i denne korte opsummering af analysens centrale temaer, er der ikke tale om temaer, som udpeger klare eller entydige svar. Således skal indeværende review også læses som et bud på, hvad man, ifølge den internationale litteratur på området, må overveje og tage i betragtning i forbindelse med undersøgelsesbaseret undervisning. Det er altså et review, der kan understøtte didaktisk analyse, idet didaktisk analyse drejer sig om at undersøge og analysere undervisning og problemstillinger, der knytter sig til undervisning, både med hensyn til indhold, begrundelse og form (Krogh, Qvortrup & Christensen, 2016, s. 10).

Diskussionen beskæftigede sig med reviewets forskningsspørgsmål del 2, altså spørgsmålet om, hvilke implikationer det kan have at tage udgangspunkt i den internationale viden om undersøgelsesbaseret undervisning i en dansk folkeskolekontekst. Vi pegede indledningsvist på, at der i folkeskolen er en tiltagende opmærksomhed på at udvikle undervisningen med fokus på undervisningsmetoder, der styrker relevans, mening og anvendelsesorientering i en differentieret undervisning med udfordringer til alle, og at undersøgelsesbaseret undervisning i relation til dette fremstår som et relevant valg. I forlængelse heraf tog vi udgangspunkt i den didaktiske relationsmodel, som er foreslået i undervisningsministeriets hæfte *Læringsmål – Inspiration til arbejdet med læringsmål i undervisningen*, for at indkredse, hvordan kategorier i denne forholder sig til de temaer, der trådte frem i analysen af forskningslitteraturen. Hermed fik vi mulighed for at relatere de brede og internationalt udpegede temaer til en praksiskontekst, der ligger tæt på skolernes og lærernes hverdag.

LITTERATUR

(Artikler markeret med * er fundet via ERIC-databasen)

*Aleke-Tuenter, E. Biemans, H. J. A., Tobi, H. & Mulder, M. (2013). Inquiry-based science teaching competence of primary school teachers: A Delphi study. *Teaching and Teacher Education*, 35, 13-24.

*Aleke-Tuenter, E., E. Biemans, H. J. A., Tobi, H., Wals, A. E. J., Oosterheert, I. & Mulder, M. (2012). Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education* 34(17), 2609-2640.

Alexander, R. (2006). *Towards Dialogic Teaching: Rethinking Classroom Talk* (3. udg.). York: Dialogos.

Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. I: S. K. Abell & N. G. Lederman (Red.), *Handbook of research on science education* (s. 807-830). Abingdon: Taylor & Francis.

*Arce, J., Bodner, G. M. & Hutchinson, K. (2014). A Study of the Impact of Inquiry-Based Professional Development Experiences on the Beliefs on Intermediate Science Teachers about "Best Practices" for Classroom Teaching. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 2(2), 85-85.

*Areepattamannil, S. (2012). Effects of Inquiry-Based Instruction on Science Achievement and Interest in Science: Evidence from Qatar. *The Journal of Education Research*, 105(2), 134-146.

Artigue, M. & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 797-810.

*Bevins, S. & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 88(1), 17-29.

Blömeke, S. (2009). Allgemeine Didaktik ohne empirische Lernforschung? – Perspektiven einer reflexiven Bildungsforschung. I: K. H. Arnold, S. Blömeke, R. Messner & J. Schlömer-Kemper (Red.), *Allgemeine Didaktik und Lehr-Lernforschung: Kontroversen und Entwicklungsperspektiven einer Wissenschaft vom Unterricht* (s. 13-25). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

*Bruce, B. C. & Casey, L. (2012). The Practice of Inquiry: A Pedagogical "Sweet Spot" for Digital Literacy? *Computers in the Schools*, 29(1-2), 191-206.

*Burgh, G. & Nichols, K. (2012). The Parallels between Philosophical Inquiry and Scientific Inquiry: Implications for Science Education. *Educational Philosophy and Theory*, 44(10), 1045-1059.

Bybee, R., Taylor, J. A., Gardner, A., van Scotter, P., Carlson, J. P., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origin, Effectiveness, and Applications*. Colorado Springs, CO: BSCS.

Capps, D. K. (2011). *Supporting teachers in learning about inquiry, nature of science, and in teaching through inquiry* (ph.d.-afhandling). Ithaca, NY: Cornell University.
<https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/30633>.

- *Capps, D. K. & Crawford, B. A. (2013a). Inquiry-Based Instruction and Teaching about Nature of Science: Are They Happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 497-526.
- *Capps, D. K. & Crawford, B. A. (2013b). Inquiry-Based Professional Development: What does it take to support teachers in learning about inquiry and nature of science? *International Journal of Science Education*, 35(12), 1947-1978.
- *Capps, D. K., Crawford, B. A. & Conostas, M. A. (2012). A Review of Empirical Literature on Inquiry Professional Development: Alignment with Best Practices and a Critique of the Findings. *Journal of Science Teacher Education*, 23(3), 291-318.
- *Capps, D. K., Shemwell, J. T. & Young, A. M. (2016). Over Reported and Misunderstood? A Study of Teachers' Reported Enactment and Knowledge of Inquiry-Based Science Teaching. *International Journal of Science Education*, 38(6), 934-959.
- *Coiro, J. (2015). The Magic of Wondering: Building Understanding through Online Inquiry. *Reading Teacher*, 69(2), 189-193.
- Cooper, H. M. (1988). Organizing knowledge synthesis: A taxonomy of literature reviews. *Knowledge in Society*, 1(1), 104-126.
- *Crippen, K. J. & Archambault, L. (2012). Scaffolded Inquiry-Based Instruction with Technology: A Signature Pedagogy for STEM Education. *Computers in the School*, 29(1-2), 157-173.
- Darling-Hammond, L. & McLaughlin, M. W. (1995). Policies that support professional development in an era of reform. *Phi Delta Kappan*, 76(8), 597-604.
- *Decristan, J., Hondrich, A. L., Büttner, G., Hertel, S., Klieme, E., Kunter, M., ... Hardy, I. (2015). Impact of Additional Guidance in Science Education on Primary Students' Conceptual Understanding. *Journal of Educational Research*, 108(5), 358-370.
- *Dibiase, W. & McDonald, J. R. (2015). Science Teacher Attitudes toward Inquiry-Based Teaching and Learning. Clearing House. *A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 88(2), 29-38.
- *Donnelly, D. F., McGarr, O. & O'Reilly, J. (2014). "Just Be Quiet and Listen to Exactly What He's Saying": Conceptualising Power Relations in Inquiry-Oriented Classrooms. *International Journal of Science Education*, 36(12), 2029-2054.
- *Dudu, W. T. & Vhurumuku, E. (2013). Teachers' Practices of Inquiry When Teaching Investigations: A Case Study. *Journal of Science Teacher Education*, 23(6), 579-600.
- *Eysink, T. H. S. & de Jong, T. (2012). Does Instructional Approach Matter? How Elaboration Plays a Crucial Role in Multimedia Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 21(4), 583-625.
- *Featonby, A. (2012). The Use of the "Teaching as Inquiry Model" to Develop Students' Self-Efficacy in Literature Response Essay Writing. *Kairaranga*, 13(1), 24-35.
- *Feldman, A., Chapman, A., Vernaza-Hernandez, V., Ozalp, D. & Alshehri, F. (2012). Inquiry-Based Science Education as Multiple Outcome Interdisciplinary Research and Learning (MOIRL). *Science Education International*, 23(4), 328-337.

- *Forbes, C. T. & Davis, E. A. (2012). Operationalizing Identity in Action: A Comparative Study of Direct versus Probabilistic Measures of Curricular Role Identity for Inquiry-Based Science Teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 267-292.
- *Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F. & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915–945.
- *Gillies, R. M. & Nichols, K. (2015). How to Support Primary Teachers' Implementation of Inquiry: Teachers' Reflections on Teaching Cooperative Inquiry-Based Science. *Research in Science Education*, 45(2), 171-191.
- *Gillies, R. M., Nichols, K. Burgh, G. & Haynes, M. (2014). Primary students' scientific reasoning and discourse during cooperative inquiry-based science activities. *International Journal of Education Research*, 63, 127-140.
- *Gutierrez, S. B. (2015). Collaborative Professional Learning through Lesson Study: Identifying the Challenges of Inquiry-Based Teaching. *Issues in Educational Research*, 25(2), 118-134.
- *Hamm, E. M., Cullen, R. & Ciaravino, M. (2013). Using Inquiry-Based Instruction to Teach Research Methods to 4th-Grade Students in an Urban Setting. *Childhood Education*, 89(1), 34-39.
- Hansen, H. F. & Rieper, O. (2010). Evidensbevægelsens institutionalisering og arbejdsformer. *Dansk biblioteksforskning: Tidsskrift for informations- og kulturformidling*, 6(2/3), 7-16.
- Harlen, W. (2013). *Assessment and Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP). Lokaliseret på: www.interacademies.net/activities/projects/12250.aspx.
- *Haug, B. S. (2014). Inquiry-Based Science: Turning Teachable Moments into Learnable Moments. *Journal of Science Teacher Education*, 25(1), 79-96.
- *Haug, B. S. & Ødegaard, M. (2014). From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding within an Inquiry-Based Science Setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777-800.
- Hiim, H. & Hippe, E. (1997). *Læring gennem oplevelse, forståelse og handling: En studiebog i didaktik*. København: Gyldendal.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G. & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kischner, Sweller & Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.

- *Ireland, J. E., Watters, J. J., Brownlee, J. & Lupton, M. (2013). Elementary Teacher's Conceptions of Inquiry Teaching: Messages for Teacher Development. *Journal of Science Teacher Education*, 23(2), 159-175.
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898-921.
- *Kim, M. Lavonen, J., Juuti, K., Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2013). Teacher's Reflection of Inquiry Teaching in Finland before and during an In-Service Program: Examination by a Progress Model of Collaborative Reflection. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 11(2), 359-383.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12(1), 1-48.
- Krogh, E., Qvortrup, A. & Christensen, T. S. (2016). *Almendidaktik og fagdidaktik*. Frederiksberg: Frydenlund.
- Kruse, S. (2013). Hvor effektive er undersøgelsesbaserede strategier i naturfagsundervisningen? *MONA*, (2), 24-48.
- *Lakin, J. M. & Wallace, C. S. (2015). Assessing Dimensions of Inquiry Practice by Middle School Science Teachers Engaged in a Professional Development Program. *Journal of Science Teacher Education*, 26(2), 139-162.
- Laursen, P. F. (2012). Grundopfattelser af undervisning og tre didaktiske modeller. I: P. Brodersen, P. F. Laursen, K. Agergaard, N. G. Nielsen & S. T. Gissel (Red.), *Effektiv undervisning* (2. udg., s. 272-289). København: Gyldendal.
- *Levy, B. L. M., Thomas, E. E., Drago, K. & Rex, L. A. (2013). Examining Studies of Inquiry-Based Learning in Three Fields of Education: Sparking Generative Conversation. *Journal of Teacher Education*, 64(5), 387-408.
- *Liljestrom, A., Enkenberg, J. & Pollanen, S. (2013). Making Learning Whole: An Instructional Approach for Mediating the Practices of Authentic Science Inquiries. *Cultural Studies of Science Education*, 8(1), 51-86.
- Lipman, M. (1991/2003). *Thinking in Education*. Cambridge: Cambridge University Press.
- *Lotter, C., Rushton, G. T. & Singer, J. (2013). Teacher Enactment Patterns: How Can We Help Move All Teachers to Reform-Based Inquiry Practice through Professional Development? *Journal of Science Teacher Education*, 24(8), 1263-1291.

- *Lotter, C., Yow, J. A. & Peters, T. T. (2014). Building a Community of Practice around Inquiry Instruction through a Professional Development Program. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(1), 1-23.
- *Louca, L. T. & Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-Based Learning in Science Education: Cognitive, Metacognitive, Social, Material and Epistemological Contributions. *Educational Review*, 64(4), 471-492.
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P. W., Love, N. & Stiles, K. E. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Loyens, S. M. M. & Rikers, R. M. J. P. (2011). Instruction Based on Inquiry. I: Mayer, R. E. & Alexander, P. A. (Red.), *Handbook of Research on Learning and Instruction* (s. 361-381). New York: Routledge.
- *Makar, K., Bakker, A. & Ben-Zvi, D. (2015). Scaffolding Norms of Argumentation-Based Inquiry in a Primary Mathematics Classroom. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 47(7), 1107-1120.
- *McLaughlin, C. A. & McFadden, B. J. (2014). At the Elbows of Scientists: Shaping Science Teachers' Conceptions and Enactment of Inquiry-Based Instruction. *Research in Science Education*, 44(6), 927-947.
- Mestad, I. & Kolstø, S. D. (2014). Using the Concept of Zone of Proximal Development to Explore the Challenges of and Opportunities in Designing Discourse Activities Based on Practical Work. *Science Education*, 98(6), 1054-1076.
- *Meyer, D. Z., Meyer, A. A., Nabb, K. A., Connell, M. G. & Avery, L. M. (2013). A Theoretical and Empirical Exploration of Intrinsic Problems in Designing Inquiry Activities. *Research in Science Education*, 43(1), 57-76.
- Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling (MBUL). (2016). *Læringsmål – inspiration til arbejdet med læringsmål i undervisningen*. København: Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling.
- Minner, D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction - What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- *Morrison, J. A. (2013). Exploring Exemplary Elementary Teachers' Conceptions and Implementation of Inquiry Science. *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 573-588.
- *Murphy, C., Smith, G., Varley, J. & Razi, Ö (2015). Changing Practice: An Evaluation of the Impact of a Nature of Science Inquiry-Based Professional Development Programme on Primary Teachers. *Cogent Education*, 2(1).
- *Nichols, K., Burgh, G. & Kennedy, C. (2015). Comparing Two Inquiry Professional Development Interventions in Science on Primary Students' Questioning and Other Inquiry Behaviours. *Research in Science Education*, doi:10.1007/s11165-015-9487-5.

National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.

*Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, (14), 47-61.

Pedaste, M. & Sarapuu, T. (2006). Developing an effective support system for inquiry learning in a Web-based environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(1), 47-62.

Pedaste, M. & Sarapuu, T. (2014). Design principles for support in developing students' transformative inquiry skills in Web-based learning environments. *Interactive Learning Environments*, 22(3), 309-325.

Penuel, W. R., Fishman, B. J., Yamaguchi, R. & Gallagher, L. P. (2007). What makes professional development effective? Strategies that foster curriculum implementation. *American Educational Research Journal*, 44(4), 921-958.

*Pilitsis, V. & Duncan, Ravit G. (2012). Changes in Belief Orientations of Preservice Teachers and Their Relation to Inquiry Activities. *Journal of Science Teacher Education*, 23(8), 909-936.

*Poon, C.; Lee, Y., Tan, A. & Lim, S. S. L. (2012). Knowing Inquiry as Practice and Theory: Developing a Pedagogical Framework with Elementary School Teachers. *Research in Science Education*, 42(2), 303-327.

*Pow, J. & Fu, J. (2012). Developing Digital Literacy through Collaborative Inquiry Learning in the Web 2.0 Environment – An Exploration of Implementing Strategy. *Journal of Information Technology Education: Research*, 11(1), 287-299.

Randolph, J. (2009). A guide to writing the dissertation literature review. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 14(13), 1-13. <http://pareonline.net/getvn.asp?v=14&n=13>.

*Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T., Shore, B. M. & Bracewell, R. J. (2015). Student Outcomes in Inquiry: Students' Perspectives. *Learning Environments Research*, 18(2), 289-311.

Scanlon, E., Anastopoulou, S., Kerawalla, L. & Mulholland, P. (2011). How technology resources can be used to represent personal inquiry and support students' understanding of it across contexts. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(6), 516-529.

*Scholl, R., Nichols, K. & Burgh, B. (2015). Connecting learning to the world beyond the classroom through collaborative philosophical inquiry. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 44(5), 436-454.

*Schultheis, E. H. & Kjelvik, M. K. (2015). Data Nuggets: Bringing Real Data into the Classroom to Unearth Students' Quantitative & Inquiry Skills. *American Biology Teacher*, 77(1), 19-29.

*Sengupta-Irving, T. & Enyedy, N. (2015). Why Engaging in Mathematical Practices May Explain Stronger Outcomes in Affect and Engagement: Comparing Student-Driven with Highly Guided Inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, 24(4), 550-592.

- *Seraphin, K. D., Philippoff, J., Kaupp, L. & Vallin, L. M. (2012). Metacognition as Means to Increase the Effectiveness of Inquiry-Based Science Education. *Science Education International*, 23(4), 366-382.
- Sharples, M. Scanlon, E., Ainsworth, S., Anastopoulou, S., Collins, T., Crook, ... O'Malley, C. (2015). Personal Inquiry: Orchestrating Science Investigations Within and Beyond the Classroom. *Journal of the Learning Sciences*, 24(2), 308-341.
- *Slavin, R. E., Lake, C., Hanley, P. & Thurston, A. (2014). Experimental Evaluations of Elementary Science Programs: A Best-Evidence Synthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), 870-901.
- *So, W. W. (2013). Connecting Mathematics in Primary Science Inquiry Projects. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(2), 385-406.
- *Stillman, G. A. (2013). Implementation of IBL in Europe from an Australasian Perspective. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 911-918.
- Thorsheim, F., Kolstø, S. D. & Andresen, M. U. (2016). *Erfaringsbasert læring: Naturfagdidaktikk*. Bergen: Fagbokforlaget.
- *Towers, J. (2012). Administrative Supports and Curricular Challenges: New Teachers Enacting and Sustaining Inquiry in Schools. *Canadian Journal of Education*, 35(1), 259-278.
- *Tseng, C., Tuan, H. & Chin, C. (2013). How to Help Teachers Develop Inquiry Teaching: Perspectives from Experienced Science Teachers. *Research in Science Education*, 43(2), 809-825.
- *Tyminski, A. M., Haltiwanger, L., Zambak, V. S., Horton, R. & Hedetniemi, T. (2013). Developing Inquiry Practices in Middle Grades Mathematics Teachers: Examining the Introduction of Technology. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 13(4), 325-359.
- Undervisningsministeriet (UVM). (2014). *Læringsmålstyret undervisning*. København: Undervisningsministeriet.
- van Oettingen, A. (2016). *Almen didaktik: Mellem normativitet og evidens*. København: Hans Reitzels Forlag.
- *van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P. & Peeters, M. V. (2016). Inquiry-Based Science Education: Towards a Pedagogical Framework for Primary School Teachers. *International Journal of Science Education*, 38(3), 450-469.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- White, B. Y. & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16, 3-118.

White, B. Y., Shimoda, T. A. & Frederiksen, J. R. (1999). Enabling students to construct theories of collaborative inquiry and reflective learning: computer support for metacognitive development. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, (10), 151–182.


Windschitl, M. (2002). Framing constructivism in practice as the negotiation of dilemmas: An analysis of the conceptual, pedagogical, cultural, and political challenges facing teachers. *Review of Educational Research*, 72(2), 131-175.

BILAG

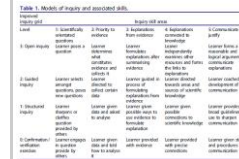
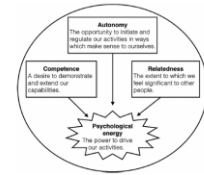
Nr	Forfatter og år	Formål	Land	Skoleniveau og fag	Metodologi og datagrundlag	Nøglefund i relation til en undersøgelsesorienteret almindidaktik	Konkrete modeller/visualiseringer mhp. praksisrealisering
	Achuonye (2015)		Nigeria	Alle niveauer Matematik, science, teknologi	Beskrivende survey (rating scales) 900 respondenter (lærere)		
	IKKE RELEVANT Handler ikke specifikt om undersøgelsesbaseret undervisning						
1	Aleke-Tuenter, Biemans, Tobi & Mulder	Undersøge nødvendige lærerkompetencer (23) for	Holland	Grundskole (primary) Naturfag (science)	* Delphi-studie, * 33 respondenter (såkaldte 'eksperter')	* Identificering og klassificering af 23 nødvendige kompetenceelementer * Lærere har behov for kompetencer ift at guide og give feedback	Kompetenceprofil s. 14

(2013)	undersøgelser baseret undervisning, opdelt i 3 overordnede kompetencekategorier: Viden om fagligt indhold, fagdidaktisk viden og holdninger.			* Sammenligning med US National Science Teaching Standards	på den undersøgelsesbaserede proces * Lærere skal have mulighed for løbende kompetenceudvikling ift. viden om fagligt indhold ('subject matter knowledge'), undervisningsfærdigheder ('pedagogical content knowledge') og holdning ('attitude') gennem hele deres karriere	S. 20: "Respondents comply with the NRC (1996) definition of inquiry, involving planning investigations and using tools to gather, analyze and interpret data" Nævner i diskussion kritikken fra Kirschner mfl. (2006).. Stikord: Stilladsering, design, evaluering,	
2	Aleke-Tuenter, et. al (2012)	At lave et review over hvad forskningslitteraturen siger om læreres kompetencer i fht.	Holland	Grundskole (primary) Naturfag (science)	* literature review / critical review Sml. med NSES standarder * Educational Resources Information Centre + Google	* Identificering og klassificering af 22 kompetenceelementer fordelt på tre områder: viden om fagligt indhold ('subject matter knowledge'), undervisningsfærdigheder ('pedagogical content knowledge') og holdning ('attitude') * ikke-lineær, holistisk kompetence-model	Over Viden om fagligt indholds. 2619:

		15 years ago) consistent with elements of competencies found in recent literature?					
3	Arce, Bodner & Hutchinson (2014)	<p>* At undersøge, hvilke typer kompetenceudviklingsforløb, der har en positiv indvirkning på brugen af undersøgelsesbaseret undervisning</p> <p>* At lytte til og reflektere over implikationerne af læreres stemmer du fra en antagelse om, at deres overbevisninger har stærk indflydelse på</p>	Puerto Rico	7.-8. klasse Matematik (algebra) og naturfag (science)	<p>* Open-ended interviews</p> <p>* Lærere som har deltaget i et intensivt, efter/videreuddannelsesforløb om undersøgelsesbaseret undervisning</p> <p>Sammenligning med lærere som deltager i traditionelt workshopforløb.</p>	<p>Efteruddannelsesforløbet bestående af tre komponenter (intensiv to-ugers sommer-workshop, månedlige dagslange workshop i det efterfølgende semester + undervisningsbesøg ved workshops-underviserne) Ahar en positiv virkning på lærernes undervisning og forståelse af UBU. Der er dog også nogle risici/ uforudsete konsekvenser man bør være opmærksom på.</p> <p>Konstruktivisme over for traditionel undervisning.</p> <p>Forskel i overbevisninger og holdninger til læring.</p>	

		deres undervisningspraksis på baggrund af et efteruddannelsesforløb om UBU					
4	Areepattamanil (2012)	* Undersøgelse af hvilken effekt undersøgelsesbaseret undervisning har på elevers interesse for naturfag (science) i Qatar	Qatar	Udskoling (K-12, 12th Grade)	* hierarkisk lineær modellerings-analyse * 5120 elever fra 85 skoler	UBU har indflydelse på faglig interesse. S. 141: "the results of the study indicated that inquiry-based science instruction had an effect on science achievement as well as on interest in science. Nevertheless, there were large amounts of variance left unexplained in the specified models for science achievement and interest in science, suggesting that there are other important between and within school factors influencing science achievement and interest in science of adolescents in Qatar, which were not explored in the present study".	Overblik over variabler: 

						Også andre variabler spiller en rolle for elevernes interesse: socioøkonomiske, indvandring, køn, skolestørrelse osv.	
Aydeniz, Cihak, Graham & Retinger (2012)	at undersøge effekterne af UBU ved elever med læringsvanskeligh eder	USA	Specialundervisning, melletrin (alder 9-12)	* eksperimentelt design 5 elever, fysiskforsøg quizzet, Electric Circuits Kitbook; UBU-læremidler			
IKKE RELEVANT DA DET VEDRØRER SPECIALUNDE RVISNING							
Bakker, Smit & Wegerif 2015	Review over scaffolding og dialogisk undervisning i	?	Generelt/ flere niveauer Matematik	Review			
IKKE							

	RELEVANT DA ARTIKLEN IKKE FORHOLDER SIG EKSEPLICIT TIL UBU	matematik					
5	Bevins & Price 2016	* at tilbyde en samling af tilgængelige refleksioner over og forslag til UBU	UK	Generelt/flere niveauer Naturfagsundervisning (science education)	Begrebsanalyse og diskussion af “undersøgelse” (“inquiry”) Teoretisk diskussion med blandt andet kobling til selvdeterminationsteory (Deci & Ryan)	* mange af de nuværende modeller for UBU er for snævre i deres visioner og reducerer de komplekse processer af UBU, hvilket fører til en begrænsning af elevernes oplevelse af UBU. * der er behov for en integreret tilgang, som gør UBU afhængig af tre dimensioner (konceptuel, procedural og personlig) * foreslår en model for UBU, der identificerer tre dimensioner: videnskabelig viden: fakta og teorier, evidens-generering og handlingsprocedurer: data-indsamling og analyse, psykologisk energi: indre og ydre motivation	Model for UBU, side 20:  Tre dimensioner efter selvdeterminationsteorien: 

6	Bruce & Casey 2012	* at foreslå en brugbar ramme for at integrere UBUspraksis med en forståelse af digital literacy		Grundskole (primary)	Begrebsanalyse og diskussion af "undersøgelse" ("inquiry") Teoretisk diskussion med kobling til Dewey	* udvikler en metode til integrering af teknologi og læring * udvikler en ny konceptualisering af begrebet 'digital literacy' * identificerer tre måder, hvorpå digital literacy påvirker skolepraksisser ('shapes the life experiences of young people', 'new digital tools for use in the classroom', 'digital technology is enacted through classroom practice'). * spiralformet sti for UBU: formulering af spørgsmål, undersøgelse af muligheder, skabelse og diskussion af opdagelser og erfaringer, refleksion over nyskabte viden og formulering af nye spørgsmål	
	Burgh & Yorshansky 2011	* at argumentere for, at den underliggende antagelse om, at UBU er et eksempel på demokrati i handling, har en række teoretiske og praktiske problemstillinger, i særlig grad ift. distributionen af magt mellem		Generelt/flere niveauer	Teoretisk diskussion med reference til Hannah Arendt	* udpeger i relation til magt to forudsætninger, som må tildeles opmærksomhed for at udvikle en uddannelsesmodel for deliberativ demokrati: 1) åbenhed ift undersøgelse og villighed til begrundelse samt 2) gensidig respekt for hinanden mellem lærer og elev	Ikke relevant

		medlemmer i et UBU-fællesskab					
7	Burgh & Nichols 2012	* at argumentere for, at ideen om at transformere klassen til et UBU-fællesskab har en bredere betydning end den ofte anvendte forståelse af den som en pædagogisk aktivitet med et filosofisk fokus		Naturfagsundervisning (science education)	Teoretisk diskussion med kobling til Dewey	<p>* præsenterer parallellerne mellem filosofisk undersøgelse og videnskabelig undersøgelse, som i følge forfatterne må realiseres for at fremme og engagere med videnskabelig undersøgelse i klasseværelset</p> <p>* argumenterer for, at det er centralt for opbygningen af et UBU-fællesskab, at læreren besidder en evne til aktivt at engagere sig i teorier og praktisser i disciplin-specifikke UBU-fællesskaber med henblik på at lade sig informere af disciplinernes normer ikke bare for at kunne udfylde kompetencerne knyttet til disciplinerne, men for at udvikle vaner af selv-korrektion med henblik på at rekonstruere normerne ved mødet med nye problemer og løsninger</p> <p>* påstår, at de præsenterer en praktisk tilgang til implementering af undersøgelse (men ikke så synlig)</p>	Mindre relevant
8	Capps, Crawford & Constas 2012	* at præsentere et kritisk review over forskning om professionel development programs rettet mod at styrke UBU	US	Naturfagsundervisning (science education)	Review af 22 empirisk funderede artikler om professionel development programs rettet mod at styrke UBU	<p>* reviewet analyserer trækkene af professionel development programs rettet mod at styrke UBU og diskuterer de rapporterede effekter af programmerne</p> <p>* peger på en række væsentlige aspekter ved professionel development programs: Skal støtte lærerne i at udvikle UBU-baserede undervisningsplaner, skal sikre autentiske UBU-erfaringer og skal fokusere på videnskabeligt indhold for lærerne</p> <p>* konkluderer, at ingen UBU-professionel development programs er lykkes med at koble deltagelsen i programmerne med alle ønskede</p>	

						effekter af professionel development programmer: øget viden hos læreren, ændringer i overbevisninger og praksis samt øget elev-udbytte	
9	Capps & Crawford 2013a	* at give evidensbaseret dokumentation for state of-anvendelse af UBU		(5th-9th grade)	Undersøgte undervisningspraksisser og synet på UBU blandt 26 velkvalificerede og højt motiverede lærere Mixed method tilgang med analyse af undervisningsplaner/-beskrivelser, undervisningsobservationer, videodata, spørgeskemaundersøgelser og interviews	* størstedelen af lærerne havde et snævert syn på UBU * lærernes syn på UBU afspejlede sig i deres undervisningspraksisser * elementer af UBU (færdigheder, forståelser og essentielle træk) var observeret og beskrevet i mindre end halvdelen af klasseværelserne * i de fleste tilfælde fokuserede lærerne på de basale færdigheder ift. UBU i stedet for de essentielle træk eller vigtige forståelser af undersøgelsesdelen * i langt de fleste tilfælde, hvor undersøgelsesaspektet var til stede, var det lærer-initieret * konkluderer, at der er et kritisk behov for professionel udvikling i relation til UBU	Tabel over forståelser af UBU s. 500 Tabel over variationer ift. UBU fra lærer-initieret til elev-initieret s. 502
10	Capps & Crawford 2013b	* at undersøge læreres syn på UBU før og efter deltagelse i et UBU-baseret professional development	US	Naturfagsundervisning (science education) (5th-9th grade)	20 lærere, som alle har valgt en sammenlignings-lærer, deltog i professionel development program Mixed method-tilgang: faglig evaluering og åbent svar-survey om synet på	* lærere udviste større fagligt udbytte efter deltagelse i professional development program * lærere demonstrerede et skift fra mindre informeret til mere informeret syn på UBU * undersøgelsen foreslår, at et kortvarigt og intensivt professional	se s. 1954 for indholdet af professional development programmet.

		program			UBU + før og efter interviews	development-forløb kan styrke læreres viden om og syn på UBU * det at støtte lærere i at reflektere over relationen mellem deres tidligere undervisningspraksisser og ny viden opnået gennem et professional development program om UBU er et vigtigt link til at øge læreres viden og styrke forandring af praksis	
11	Capps, Shemwell & Young 2016	* at måle læreres viden om UBU * at udvikle bedre mål for at vurdere læreres færdigheder ift. UBU * at gøre det nemmere at afklare inkonsistenser mellem det, lærere tror, de gør, og det, de rent faktisk gør	US	(K12)	149 lærere multi-dimensionel survey	* størstedelen af læreres surveys rapporterede ikke brug af UBU baseret på solid viden * interviews afslørede, at lærere ofte placerede ikke-UBU-elementer under UBU-kategorier * lærere troede ofte, at de arbejdede med UBU, når de faktisk ikke gjorde * der er brug for viden om forskellen mellem UBU og ikke-UBU	* Review over læreres viden om UBU: s. 937-939 * Mål-ramme for 7 centrale dimensioner af UBU: s. 940 + 941 * Resultater af faktor-analyse ift. de centrale dimensioner af UBU: s. 944 * Kriterier for vurdering af lærersvar: s. 947
	Clearinghouse 2012	* at undersøge brugen af teknologi til at understøtte UBU	US	Naturfagsundervisning (science education) Grade 3-8	181 elever Meta-analyse (inkluderer kun ét studie, da ikke flere efterlever Clearinghouse's		Mindre relevant

					kriterier, og bredden af evidens er derfor lille.		
12	Coiro 2015	* at introducere en sekvens af aktiviteter, der inkorporerer brugen af digitale billeder og online-tekster i intentionelle aktiviteter for helt unge elever, som skal arbejde med lærere som partnere i UBU	US	Yngste klasser		<p>* præsenterer metoden 'mystery photo' = et lille hjørne af et foto præsenteres for elever, som skal gætte, hvad det er, og give begrundet bevis for deres gæt</p> <p>* giver eleverne fornemmelse for UBU og gør dem nysgerrige efter at læse, se og tale om processen og læringen</p> <p>* understøtter interesse, samarbejde, dybdelæring og følelser af self efficacy og succes i klassefællesskabet.</p> <p>* præsenterer metoden 'Internet Inquiry Basket': Elever skriver spørgsmål, der er dukket op ved læsning, en klasseaktivitet eller noget der sker uden for klasseværelset, ned på indeks-kort (et på hver) og lægger kortene ned i en kurv. I slutningen af ugen følges en række steps mhp at besvare spørgsmålene.</p> <p>* pointen er ikke, at eleverne finder svaret, men at de lærer om det at modellere og tænke højt omkring de strategier, der bruges til at generere interessante spørgsmål, tilgå søgemaskiner, navigere gennem websider og bestemme, hvilke informationer der er mest relevante og passende for at besvare spørgsmålet</p> <p>* præsenterer metoden 'Wondering Notebooks and Inquiry Buddies': eleverne arbejder sammen med kammeraterne om rest-spørgsmålene fra 'Internet Inquiry Basket'-metoden</p>	<p>* metoden 'mystery photo' (s. 190)</p> <p>* metoden 'internet inquiry basket' (s. 191)</p> <p>* metoden 'Wondering Notebooks and Inquiry Buddies' (s. 192)</p>

13	Crippen & Archambault 2012	* at diskutere karakteren af faciliteret UBU og hvordan det kan blive overført til brugen af nye teknologier såsom data mashups, cloud computing, så elever ikke kun lærer indholdet af STEM (science, technology, engineering, mathematics), men også begynder at besvare de kritiske sociovidenskabelige spørgsmål, der møder den moderne æra	US	Naturfagsundervisning (science education) (K-12)	Review Teoretisk diskussion med reference til især Dewey og Shulman		see instructional approaches s. 164-169
14	Decristand mfl. 2015	* på basis af interventionsstudie at undersøge effekter af ekstra støtte ifm UBU	Germany	Naturfagsundervisning (science education) Primary school	Interventionsstudie (cluster-randomized controlled trial) med tre gruppe af ekstra støtte (guidning via 'scaffolding instructional discourse', formativ	* i hver af de tre grupper med ekstra støtte øges elevernes konceptuelle forståelse betydeligt	se resultater side 365 + 366.

					<p>evaluering og peer-støttet læring) med kontrolgruppe uden ekstra støtte</p> <p>54 lærere, 1070 elever</p>		
	Deppeler & Ainschow 2016	* at undersøge muligheder og udfordringer ved brug af UBU-tilgange til skoleforbedring med særligt fokus på lighed og uddannelsesmæssig og social forandring					Mindre relevant, er indledningen til et særnummer om UBU
15	Dibiase & Mcdonald 2015	* at bestemme læreres holdninger, værdier og overbevisninger ift. UBU	US (North Carolina)	Naturfagsundervisning (science education) (middle grade and secondary)	<p>275 in-service lærere fra fire skoler</p> <p>62-item Likert-skala survey inddelt i fire sektioner: demografi, forståelse af UBU og mål, værdier i undervisningen og begrænsninger ved UBU.</p>	<p>* mere end 90% opfattede UBU som en effektiv undervisningsmetode</p> <p>* kun 75% brugte UBU som en del af deres undervisning</p> <p>* 78% mente, at det at understøtte udforskning gennem UBU er en vigtig del af naturfagsundervisning</p> <p>* 78% mente, at eleverne havde svært ved at konstruere mening fra UBU</p> <p>* 75% mener, at UBU er en god måde at nå eleverne i</p>	

						<p>klasserummet</p> <ul style="list-style-type: none"> * 63% oplever, at de har brug for yderligere baggrundsviden for at opnå succes med UBU * 84% stiller spørgsmål ved UBU ift. at forberede eleverne til den afsluttede test * kun 40% mener, at de er klar til den afsluttende prøve * 79% mener, at UBU tager for lang tid * 59% mener, at det tager for lang tid at udvikle UBU-forløb * 85% mener, at modulopdelt undervisning med 90 minutter pr gang faciliterer brugen af UBU * 61% mener, at eleverne vil bruge tiden forkert, når UBU er implementeret i undervisningen 	
16	Donelly mfl. 2014	* at undersøge, hvordan klasserumsdiskurs er konstrueret og opretholder de komplekse magt relationer, der præger klasseværelser, og som enten undertrykker eller	Irland (Secondary school. 12-18-årige)	Naturfagsundervisning (science education)	Lærer-interviews, elev-fokusgrupper, videooptagelser af undervisning og elev-selvurdering	* resultaterne indikerer særegne træk mht magt, som indvirker på UBU: dominerende lærerovervågning mht opgavegennemførelse snarere end opgaveforståelse, mangel på elev-engagement ift. ejerskab af videnskabelige ideer og dominerende normer ift. forståelsen af, hvad der er effektive lærer-spørgsmål.	

		faciliterer UBU					
17	Dudu & Vhurumuku 2013	* at undersøge implikationerne af forskellige UBU-praksisser (herunder hvad både lærere og elever gør)	Sydafrika	Grade 11 (Physical Science)	To lærere Videoptagelser af læreres gennemførsler af før-laboratorie, laboratorie og efter-laboratorie UBU Klasserumsobservationer Lærer og elev-interviews Indsamling af artefakter som lærer-handouts, supplerende materiale og elev-arbejder	* Når lærere introducerer praktisk UBU, varierer de ift. engagement og ift kvaliteten af deres brug af disse praksisser * Alene det at få lærere til at engagere elever i UBU-aktiviteter fører ikke til tilsigtede resultater * Det er vigtigt at lærere besidder viden og færdigheder til at omdanne UBU-aktiviteter til UBU-praksis	* Se graf over lærer-praksisser: s. 590 * Se tabel over resultater: s. 594
18	Eysink & de Jong 2012	* at sammenligne virkemidlerne ved fire multimedie læringsmiljøer, som dækkede samme domæne, men brugte forskellige undervisningstilgange: 1) 'hypermedia learning', 2)	Holland	Elementær sandsynlighedsteori Secondary education, Grade 10 (15-16 år)	Thinking aloud + protokoller 40 elever	* 'self-explanation-based learning' og 'inquiry learning' førte til større engagement i læringsprocessen og mere udviklede processer. * gennemarbejdning (elaboration) er kerneprocessen, der kan forklare læringsforskelle på tværs af forskellige undervisningstilgange inden for multimedie læringsmiljøer	Se kodning af resultater s. 600 + 603

		'observational learning', 3) 'self-explanation-based learning' og 4) 'inquiry learning'					
19	Featonby 2012	* at undersøge, om det på basis af 'literature response essay writing' er muligt at styrke elevernes self efficacy i relation til essay-skrivning	New Zealand	Engelsk Year 12	Interventionsstudie med før og eftermåling baseret på Banduras (2006) self-efficacy scale Interview og observationsstudier 26 elever	* resultater indikerer, at 'literature response essay writing' kan være med til at øge elevernes self efficacy * Bekræfter tidligere resultater, som peger på en sammenhæng mellem self efficacy og læringsresultater	
20	Feldman mfl. 2012	* at skabe grundlaget for en model for UBU-undervisning, hvor lærere og elever engagerer sig i autentiske videnskabelige eksperimenter som deltagere i et forskningsprojekt	USA	Naturfagsundervisning (science education) (K-12)	Teoretisk beskrivelse + eksempler fra eget projekt som case	* ved at være deltagere på linje med forskere og deres ældre elever i autentisk videnskabelig forskning lærer elever, hvad det vil sige at lave forskning, og de får en bedre forståelse for videnskabelige begreber * produktivt engagement kan øges i læringsmiljøer, der er problembaserede i den forstand, at de støtter elever i at stille spørgsmål og søge svar på intellektuelle spørgsmål. * ved at inddrage mange forskellige interessenter (se model s. 329) opnår eleverne en forståelse for de mange autentiske måder, videnskab og videnskabelig undersøgelse er forbundet med verden uden for skolen, hvilket øger sandsynligheden for, at de søger mod	

						en videnskabelig karriere.	
21	Forbes & Davis 2012	læreres curriculære identiteter, dvs de dele af læreres identiteter, som er beskæftiget med brugen af curriculære materialer		Naturfagsundervisning (science education) Metodekursus	Survey	* Før-service lærere artikulere vigtige ligheder og forskelle ift de curriculære identiteter, som de tilskrev sig selv, og ift. mere erfarne lærere. Over tid var de ofte i stand til at begynde at tilpasse deres curriculære identiteter	
22	Furtak mfl 2012	* at gen-evaluere effekten af UBU ved at gennemføre en metaanalyse ud fra to dimensioner: 1) de kognitive træk af aktiviteten og 2) graden af lærerstyring	? (metaanalyse)	Naturfag (science)	Metaanalyse (37 eksperimentielle eller kvasi-eksperimentelle studier publiceret mellem 1996 og 2006) er kodet	* samlede middel effektstørrelse: .50 * forskelle mht procedurale, epistemiske, konceptuelle og sociale domæner (PEKS) - EK: 3/37 = .19 - S: 8/37 = .11 - PEKS: 10/37 = .24 - PES: 7/37 = .72 - E: 6/37 = .75 * forskelle mht styring: 1) studenterstyret vs lærerstyret UBU, 2) traditionel undervisning vs studenterstyret UBU, 3) traditionel vs underviserstyret UBU: - 1) 6/37 = .01 - 2) 5/37 = .25 - 3) 10/37 = 0.65 * Artiklen indikerer, at UBU har positiv effekt. Samtidig peger den	Tabel over effekt ift forskellige kognitive domæner: s. 318 Tabel over effekt ift forskellige former for styring: s. 319 Effekt ift kognitive domæner sammenholdt med forskellige former for styring: s. 319 + 320

						på vigtigheden af lærerrollen ift. styring af elevernes aktiviteter.	
23	Gillies mfl 2014	* at undersøge, hvorvidt der er forskel mellem lærere, der undervises i at stille tanke-skabende spørgsmål (metakognitive spørgsmål), og lærere, der undervises i at bruge en foreskrivende spørgsmålstilgang rettet mod at styrke eleveres forståelser af tekster ved tre forskellige lingvistiske redskaber ('a cognitive questioning approach',	Australien	(Year 7, gennemsnitsalder 12,5 år)	Sammenlignende effekt studie 108 elever fra 7 forskellige læreres klasseværelser på 5 forskellige skoler	* Resultater viste signifikante forskelle mellem trænede og ikke-trænede lærere * Når elever er eksplicit undervist i at stille tanke-skabende spørgsmål designet for at få dem til at undersøge anomalier og udforske sammenhænge, generere hypoteser og slutninger samt drage konklusioner om et fænomen, der undersøges gennem samarbejdende, undersøgende aktiviteter	

		'Philosophy for Children' og 'collaborative strategic reading') til at styrke diskussionen i elev-gruppearbejde					
24	Gillies & Nichols 2015	* at rapportere refleksionerne fra 9 lærere, som underviste to kooperative, UBU-science elementer med fokus på deres opfattelser af at undervise UBU såvel som processerne de gennemgik, inkluderende fordelene og udfordringer	Australien	Naturfag (science) (6 th grade)	* interventionsstudie: Lærerne deltog i 4 dages workshop forud for studiet, som gav dem baggrunden for at implementere de UBU-elementer, som de havde indvilliget i at afprøve * forløbet bestod af undervisningstimer fordelt over en 6-ugers periode * interviews af lærere	* lærerne reflekterede positivt over deres oplevelser med at undervise UBU-orienteret, men udtrykker over bekymring ift. en række udfordringer der opstår: - vigtigt at strukturere UBU-processerne for at udfordre elevernes tænkning og støtte deres læring - udfordrende, når elevernes diskussioner bevæger sig ud af en tangent - begrænsninger grundet curriculære og evaluerende krav kan udfordre UBU-processerne	
	Groundwater-Smith mfl	* at udforske forestillingen om skoleudvikling ift.	Australien			* argumenterer for, at autentisk forbedring er en konsekvens af praksis og fremhæver gennem eksempler hvordan autentisk	Ikke så relevant. Der er tale om UBU-orienterede tilgange til professionel

2016	lighed, inklusion og transformation og med særligt fokus på UBU og lærerudvikling					skoleudvikling kan finde sted via UBU	udvikling
Gupta mfl 2015	Science Writing Heuristic (SWH)-undervisning fremhæver videnskonsstruktion gennem individuel skrivning og refleksion samt samarbejdende læring i grupper, idet skrivning beskrives som en kernekomponent ved læring	USA	Kemi Førsteårs kemistuderende, som modtog traditionel laboratorieundervisning Førsteårs kemistuderende, som modtog SWH-undervisning Fjerdeårs kemistuderende, som modtog traditionel laboratorieundervisning	Kvasi-eksperimentelt baseret på data i form af studerendes skrevne laboratierapporter	Første- og fjerdeårsstuderende, der modtog traditionel laboratorieundervisning, scorede statistisk signifikant lavere ift. forskellige kritisk tænkning-træk, hvilket indikerer, at SWH-baseret laboratorieundervisning er værdifuld ift. at styrke kritisk tænkning hos studerende		Er fra førsteårsstuderende på universitetet, men metoden kan godt have relevans alligevel
25	Gutierrez 2015	* at undersøge, hvorvidt 'the lesson study framework', en professionel udviklingsmodel, som er udviklet i	Filipinerne	Naturfag (science) Gradelevel 2, 3 og 6 i grundskolen	Konteksten for studiet var et longitudinalt, professionelt udviklingsprogram fokuseret på at styrke læreres undervisningspraksisser gennem	* tre udfordringer ift at implementere UBU-undervisning er identificeret: - mangel på support, træning og adgang til UBU-baserede materialer - et for stort fokus på at evaluere indholdslæring snarere end læring gennem undersøgelse	

		Japan, kan være et effektivt svar på udfordringer ved UBU-undervisning			<p>undervisningsstudier</p> <p>30 lærere</p> <p>Kvalitativt studie, data via lydoptagelser under udviklingsprogrammet, feltnotater og videooptagelser af læreres aktiviteter og interaktioner + interviews i afslutning af skoleåret</p>	<p>- den svære og tidskrævende natur af undersøgende tilgange</p> <p>* Studiet indikerer et stærkt behov for, at grundskolelærere er engageret i vedholdende professionel udvikling ift. at implementere en hensigtsmæssig UBU-undervisning</p>	
26	Hamm mfl. 2013	* at facilitere best practice in undervisning i forskningsmetode og formulere anbefalinger for grundskolelærere, som ønsker at udvikling forskningsfærdigheder hos unge elever	USA	Naturfag (science) 4th grade	<p>Aktionsforskning</p> <p>Observation af undervisning + feltnoter og debriefingsamtaler efter undervisningen</p> <p>Fokusgruppeinterviews</p>	<p>* identificerer styrker og behov ved 4th grade elever ift. deres forståelse af en forskningsproces</p> <p>- eleverne havde størst problemer ift. identificering og indsamling af evidensbaseret viden, ift. at generere forklaringer baseret på denne viden og ift. at evaluering disse forklaringer</p> <p>- problemerne ift. at formulere videnskabelige spørgsmål, kommunikation og belægning/retfærdiggørelse af foreslåede evalueringer var mindre</p>	
27	Haug 2014	* at undersøge, hvordan UBU skaber 'teachable	Norge	Naturfag (science)	Video-baseret klasserumsstudier	* UBU defineres som det, at elever skaber og reviderer forklaringer baseret på fremsøgt evidens og gennem kritisk og logisk tænkning. Ydermere er læreplansmaterialet designet så det adresserer	

		moments', der kan skabe konceptuel forståelse hos elever, og hvordan undervisere udnytter disse				<p>kernebegreber inden for naturfag adskillige gange via adskillige modaliteter (do it, say it, read it, write it)</p> <p>* Et 'teachable moment' skaber mulighed for at fremme elevens læring og inkluderer den tid, hvor læring af et bestemt emne eller en bestemt ide bliver mulig eller nemmest. De skaber altså 'learnable moments'</p> <p>* Learnable moments' referer til episoder, hvor elever er hjulpet i retning mod konceptuel viden. Hvorvidt lærere lykkes med at transformere 'teachable moments' til 'learnable moments' manifesterer sig i interaktionen mellem elev og lærer samt i lærerens handling ift. elevens svar</p> <p>* To typer af 'teachable moments' er identificeret: planlagte og spontane.</p>	
28	Haug & Ødegaard 2014	* at undersøge, hvordan to grundskolelærere underviste mhp. konceptuel forståelse via forskellige former for videnskabelige undersøgelser,	Norge	Naturfag (science)	<p>Kvalitativt video-baseret klasserumsstudie</p> <p>6 lærere, hvoraf der gås i dybden med 2</p>	<p>* resultaterne foreslår, at elevernes niveau af ord-viden udvikler sig i retning af konceptuel viden, når eleverne afkræves at bruge kernebegreberne i deres dialog gennem de forskellige undersøgelsesfaser.</p> <p>* når eleverne bliver familiære med kernebegreberne gennem deres indledende undersøgelses-aktiviteter, bruger eleverne begreberne som redskaber til at styrke deres konceptuelle forståelse, når de diskuterer deres ideer og fund</p> <p>* konceptuel forståelse er ikke fremmet, når lærerne taler for eleverne, omformulerer deres svar til et korrekt svar eller ignorerer at adressere elevernes hverdagsforståelser af videnskabelige</p>	

						fænomener	
29	Ireland 2013	* at udforske praktiserende læreres begrebsliggørelse af undervisning, som fremmer UBU	Australien	Naturfag (science)	Interviewdata fra 20 grundskolelærere Fænomenografisk analyse	* tre begrebsliggørelse af UBU identificeres: - 'the experience centered' - 'the problem-centered' - 'the question-centered' * betydningen af disse tre begrebsliggørelser diskuteres, og implikationer for læreruddannelse foreslås	se evt. s. 169-173 for betydning og implikationer af de forskellige begrebsliggørelser
	Kazempour & Amirshokoohi 2014	* at undersøge læreres læreproces og refleksioner gennem professionel udvikling inden for UBU	USA	Naturfag (science) High School	Deltagerrefleksioner og evaluering på et professionelt udviklingsforløb	Resultaterne adresserer tre spørgsmål om professionel udvikling: 1) Deltagernes professionelle udviklingsproces, 2) Træk ved effektive udviklingsforløb, 3) Forholdet mellem deltagerne og program	Måske mindre relevant, fordi den tematiserer professionel udvikling inden for high school?
30	Kim m.fl. 2012	* vha. en teoretisk progressionsmodel over samarbejdende refleksion, som fanger fire typer af interaktioner ('belief to practice', 'practice to belief',	Finland	Naturfag (science)	Small-sample kvalitativ forskning Fire læreres refleksioner før og under et halvårligt in-service lærerprogram Audio-video-data baseret på før-interviews og observation af undervisning,	* lærerprogrammer må facilitere både individuel og fælles refleksion * evalueringer af læreres udvikling må ikke alene måle på læreres eksplicitte forandringer, men også berigelsen af deres undervisningsrepertoire	Se tabel over lærerprofiler s. 369

		'stimulation' og 'reinforcement') at give en valid beskrivelse af, hvordan lærere ændrer deres tanker (beliefs) om og praksisser med UBU			deltagelse i kursus og stimulated recall interviews		
31	Kruse 2013	* at besvare spørgsmålet om, hvorvidt UBU er en effektiv pædagogisk strategi målt på elevernes naturfaglige læring	Danmark	Naturfag 0.-12. klasse	Sammenfatning af fire reviews af empirisk forskning om UBU	* UBU har en positiv effekt på elevernes læring, hvis aktiviteterne er lærerstøttede, og hvis de kombinerer kognitive, epistemiske og sociale elevaktiviteter * Instruerende materialer har ikke nogen væsentlig effekt * Forskellige former for IKT, der støtter UBU, har vist positiv effekt * Undervisningsaktiviteter, der sætter naturfaget ind i en sammenhæng, og lærernes spørgende kommunikation, der fremmer elevernes synlige tænkning, har endnu større effekt	NB: ikke med i ERIC-søgningen
32	Lakin 2015	* fokuserer på validiteten af metoder til at evaluere læreres brug af UBU med særligt fokus på relationen mellem selvrapporert	USA	Naturfag (science) Middle school (6th to 8th grade)	Interventionsstudie Teacher surveys Elev surveys 90 lærere	* Der var en tendens til, at lærere rapporterede højere niveauer af UBU end elever gjorde * Der kunne ikke påvises nogen signifikante korrelationer mellem viden om UBU-praksisser eller pædagogisk indholdsviden og selvrapporert UBU-brug	Se tabeller s. 150-156

		brug, præferencer for UBU, viden om UBU-prakssiser og relateret pædagogisk indholdsviden, samt på forholdet mellem læreres og elevers rapporteringer om niveauet af UBU				
33	Levy m.fl. 2013	*at beskrive forskellige forståelser af UBU, sammenfatte en række egne studier af UBU, at sammenligne og kontrastere de forskellige processer og formål med UBU i studierne og at foreslå forskellige muligheder for krydsdisciplinært samarbejde ift	USA	K-12 Interdisciplinært (naturfag, historie, engelsk)	Sammenfatning af kvalitative studier	Se tabel over forskellige forståelser af UBU på tværs af fag s. 402 + tabel over muligheder og udfordringer s. 403

		UBU					
34	Liljestrom mfl. 2013	<p>At undersøge hvordan autentiske naturfagsundersøgelser/praksisser medieres i grundskolen</p> <p>Spørgsmål: Hvilke læringsprojekter dukkede op? Hvordan udvikle elevernes viden sig? Hvilke typer af naturfagslæringsprocesser, aktiviteter og praksisser var repræsenteret?</p>	Finland	<p>Grundskole (primary education)</p> <p>Naturfag</p>	<p>Designeksperiment</p> <p>Kvalitativt studie, etnografisk, forskellige data interview, dagbøger, diskussionsforum osv.</p> <p>Præ- og posttest</p> <p>3 måneders forløb</p> <p>17 elever i alderen 9-12 år</p> <p>Virksomhedsteori (Engeström) og socialkonstruktivistisk perspektiv</p> <p>Situeret læring, kognition og</p>	<p>Læringsprojektet udfordrede eleverne til at udvikle forklaringer på fænomenet og generere høj kvalitets begrebslige og fysiske modeller hertil.</p> <p>Roller blev skabt, blandet og integreret i fællesskabet. Stigning i elevernes tiltro til sig selv (confidence). Læreres løbende evaluering og justering af forløbet.</p> <p>Et forløb som dette kan være med til at gøre læring mere helhedspræget.</p>	<p>Autentiske naturfagspraksisser</p> <p>Læring gennem kollaborativ design</p> <p>Læringsfællesskab</p> <p>“whole-task approach”, åbne opgaver</p> <p>Samspil mellem natur og kultur</p>

				<p>viden</p> <p>Elever med blandet alder i landsbyskole, hvor ældre elever præsenterer forløb om Istiden for yngre elever med fokus på kollaborativ læring</p> <p>Peer-tutoring</p> <p>Brug af teknologi til at mediere læringsprocessen - GPS, MapHit og mobiltelefon</p> <p>Istid som tværfagligt og komplekst indhold</p> <p>Redskaber, artefakter som mediatorer</p>		
--	--	--	--	--	--	--

35	Lotter m.fl. 2013	At undersøge gymnasielæreres (high school) overbevisninger om undersøgelsesbaseret undervisning og hvorvidt disse overbevisninger havde indflydelse på deres brug af undersøgelser efter et efteruddannelsesprogram	USA	Gymnasie (high school) Naturfag	36 gymnasielærere i naturfag 2 ugers sommerkursus efterfulgt af et års støtte Dybdeinterview og nedskrevne refleksioner Data fra implementering af undersøgelsesbaseret undervisning i klassen Windschitl's (2002) fire konstruktivistiske dilemmaer som ramme til at forstå læreres igangsættelse af UBU. Skellen mellem det begrebslige, pædagogiske,	Lærere opdelt i fire kategorier i forhold til igangsættelse af undersøgelsesbaseret undervisning: 1. Integreret 2. Emergerende 3. Laboratiebaseret 4. Aktivitetsfokuseret Forslag til fremtidige modeller for efteruddannelse (professional development) af lærere i UBU.	
----	-------------------	---	-----	--	--	--	--

					kulturelle og politiske		
36	Lotter m.fl. 2014	At undersøge hvilken indflydelse det har at skolebaserede undervisningsvejledere samarbejder i team med naturfags- eller matematiklærere for at opbygge et praksisfællesskab om undersøgelsesbaseret undervisning	USA	Grundskole (middle school), 6.-8. klasse Naturfag og matematik	2 ugers sommerkursus med 4 opfølgningssessioner i løbet af et skoleår med lærere og vejledere Tredelt efteruddannelsesprogram 39 lærere og 13 (kvindelige) vejledere Wengers (1998) teori om praksisfællesskaber (gensidig engagement, fælles virksomhed og delt repertoire) Forskellige vejledningsmodeller (coaching), "Cognitive	Deltageres positive udbytte 1.Gensidig engagement Erhvervelse af nye undervisningsstrategier Indsigt i fagligt indhold gennem egen deltagelse i UBU 2. Fælles virksomhed Forhandlet fælles virksomhed og planlægning med vejledere, forhandlinger om praksis, brug af argumentationsramme: Claim-Evidence-Reasoning (CER). Datadreven refleksion som styrende for læreres forandringer 3.Delt repertoire Opnåelse af fælles forståelse af undersøgelsesbaseret undervisning Mere reformeret syn på undersøgelsesbaseret undervisning Bevægelse fra åbne opgaver og opdagelser til et fokus på dataanalyse og elevforklaringer Højere score (RTOP) fra før til efter forløb Mere samarbejde med vejledere baseret på en bedre forståelse af deres rolle Skolebaseret lærersamarbejde faciliteret af lærer-vejleder	Syn på UBU, oversigt side 15

					<p>Coaching"-modellen</p> <p>relationer, professionelle læringsfællesskaber faciliteret af vejledere</p> <p>UBU: Windschitl (2002) og National Science Education Standards</p> <p>Særlig fokus på "delt repertoire" (shared repertoire, Wenger, 1998)</p> <p>Implikationer for efteruddannelse</p> <p>Spørgeskemaer før- og efter kursus, samt efter et år</p> <p>Data fra daglige refleksioner</p> <p>Afsluttende refleksionspapir</p> <p>Før og efter undersøgelsesbaseret undervisningslektion</p>		
37	Loucas 2012	At lave et review over modelbaseret læringstilgange i naturfagene som bl.a. spiller en rolle i at	Cypern	<p>Generelt</p> <p>Naturfag</p>	<p>Review, 1990-2011, fokus på modeller og modellering i naturfagene (science education)</p> <p>Læringsperspektiv:</p>	<p>Modelbaseret læringstilgange har kommet med både kognitive, metakognitive, sociale, materielle og epistemologiske bidrag til naturfagsundervisningen</p> <p>Der savnes stadig vigtig information for at kunne sikre en effektiv</p>	<p>Artiklen har måske indirekte relevans, da den ikke fokuserer direkte på UBU, men på modelbaseret læring - der er dog en tæt forbindelse i mellem disse. Har således</p>

		introducere og engagere elever i undersøgelser. Herunder fokus på læreres rolle			modelcentreret naturfaglige undersøgelser (science inquiry), Schwarz (2009)	implementering af modelbaseret læring	også en almindelig relevans mht. forholdet mellem undersøgelser og opbyggelse af "faglige modeller"
		Bidrage til en sammenhængende analyseramme på feltet			Faser i modelbygning		
38	Makar mfl. 2015	At besvare spørgsmålet: Hvordan kan en lærer stilladsere udviklingen af argumentationsbaserede undersøgelsesnormer og -praksisser i en matematikklasse?	? (Australien, Holland og Israel)	Grundskole (3.-4.klasse, 9-10 årige) Matematik	Videoptagelser af en skoleklasse i løbet af et år Interview med lærere om refleksioner vedrørende intentioner og responser Normer i klassen (bl.a. baseret på Paul Cobb (2002)) Argumentationsbaseret undersøgelse, hvor det	Lærers brug af stilladsering igennem diagnose, responsivitet, overgang til større selvstændighed. Efter 9 måneder evidens for argumentationsbaserede undersøgelsesnormer praktiseret hos eleverne også uden at læreren var til stede	Sammenligning med traditionel matematikundervisning Se eksempler på samtaler i klassen såsom promptning (side 1115) Stilladsering set i relation til UBU som almindelig interessant

					<p>gøres explicit hvordan ræssoneren knytter spørgsmål-videns-konklusion</p> <p>Om at turde løbe en risiko</p> <p>Samarbejde og samtale i klassen</p> <p>Forskning i stilladsering (bl.a. van de Pol)</p>		
39	McLaughlin & McFadden 2014	At undersøge på hvilke måder autentiske undersøgelseserfaringer med videnskabsfolk fra Panama har formet naturfagslæreres forståelser af og igangsættelse af UBU	USA	Gymnasie (high school) Naturfag	<p>Kvalitativt studie</p> <p>5 naturfagslærere fra gymnasiet (high school)</p> <p>Palæontologi</p> <p>Forskere fra Panamakanalen</p> <p>Efteruddannelsesprogram, professionel udvikling</p>	<p>Lærere fik input til hvordan forskning foregår og hvordan man kan tilrettelægge UBU</p> <p>Ændret forståelse af videnskabelige undersøgelser hos de deltagende naturfagslærere (se overblik s. 937)</p> <p>Indblik i tværdisciplinære elementer i videnskaben</p>	<p>Diskussion af traditionel undervisning med kogebofsforsøg mv sammenlignet med UBU</p> <p>Hvilke kompetencer som lærere i UBU må have</p> <p>Autenticitet</p>

					<p>(modeller)</p> <p>National Science Education Standards (NSES) forståelse af UBU</p> <p>Konstruktivistisk grounded theory</p> <p>Læreres beskrivelser af deres erfaringer, semistruktureret interview, dagbøger, noter mv.</p> <p>2 ugers forløb</p>		<p>Samarbejde med forskere/ skolens omverden (åben skole)</p> <p>Der kan hos naturfagslærere være ukorrekte forståelser af videnskabelige undersøgelser, UBU og hvad naturvidenskab er ("nature of science")</p>
Mestad & Kolstø 2014	At undersøge, gennem et didaktisk designforløb, hvordan diskursaktiviteter kan faciliteres således at elever kan lære fra praktiske	Norge	Gymnasieniveau	<p>Samarbejde mellem 2 forsker og 5 lærere</p> <p>Didaktisk design</p> <p>Vygotskys begreb om zonen</p>	<p>Forskellige indsigter fra de 4 cases:</p> <p>1. Elevers autentiske sprog blokeres af læreres fokus på korrekthed i diskursen</p> <p>2. Kravet om korrekte forklaringer får eleverne til at formulere en tekst som de anser for værende tilstrækkelig acceptabel frem for at bruge deres egen autentiske sprog</p>	<p>Mindre relevant da studie ikke direkte forholder sig til undersøgelsesbaseret undervisning men til praktisk arbejde i naturfagene - desuden gymnasieniveau</p>	

		aktiviteter; at fremme eleverns evne til at formulere deres begrebslige forståelse baseret på deres erfaringer med praktisk arbejde			for nærmeste udvikling Sproglig autenticitet og det tredje rum (Wallace) Elevers forklaring af naturfænomener 21 naturfagslektioner over 2 år Analyse af 4 cases - flere cyklusser	3. Kræve og fremhæve eleverns egne forklaringer 4. Ændre på konteksten	Mediere forholdet mellem objekter og begivenheder på den ene side og teori og modeller på den anden side (s.1056)
40	Meyer mfl 2013	* At give både et teoretisk og empirisk grundlag for de intrinsiske	(USA)	Generelt	Teoretisk studie Review	Finde en balance i undersøgelsesdesign (s.61); i forhold til opgaven om den er åben/specificeret og i forhold til data om de er komplekse/simple	Forskel mellem ekstrinsiske problemer (fx tid og ressourcer) og intrinsiske problemer i forhold til at

	<p>problemer som er forbundet med undersøgelsesaktiviteter</p> <p>Udfordringer med at implementere UBU i skolerne - Hvad hvis alle ressourcer for at gennemføre UBU er til stede, hvad udgør så udfordringen ved implementeringen?</p>		<p>Naturfag</p> <p>Fokus på læreruddannelse</p>	<p>Casestudie af 4 lærerstuderende som designer en undersøgelsesbaseret undervisning</p> <p>Perspektiv: Lave & Wenger (1991) og begrebet om legitim perifer deltagelse</p>	<p>Kodning; hvilke intrinsiske problemer der kan være i forbindelse med implementering af UBU</p> <p>Didaktiske ("pedagogical") problemstillinger: Hvilket naturfagligt indhold der skal dækkes i forløbet, og hvad der er målene. Elevernes forståelse, engagement og effekten af forløbet.</p> <p>"Getting-On-Board Problem"; hvordan man får eleverne til at forstå og engagere sig i undersøgelser</p> <p>"Task Balancing Act"; hvordan man finder en balance i den opgave man stiller eleverne</p> <p>"Data Balancing Act"; hvordan man finder en balance i at de data eleverne arbejder med, hverken er for simple eller for komplekse</p> <p>Bevægelsen fra videnskab til undervisningsfag ("science to class")</p> <p>"Variability Problem"; hvordan man varierer/differentiere</p>	<p>lave UBU</p> <p>"Usual suspects" i forbindelse med at implementere UBU (s59):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tid 2. Læreres faglige viden 3. Didaktisk viden om undersøgelser 4. Pres fra nationale test (high stakes testing) 5. Ressourcer 6. Konflikter i læringsstile
--	--	--	---	--	---	---

						<p>undervisningen tilstrækkeligt</p> <p>Diskussion om forståelsen af henholdsvis undersøgelsesbaseret læring (inquiry learning) og undersøgelsesbaseret undervisning (inquiry teaching), og om at vurdere aktiviteter over for at udvikle aktiviteter</p>	
41	Morrison 2013	At undersøge forståelsen af undersøgelsesbaseret undervisning som den gennemføres af eksemplariske grundskolelærere	USA	Grundskole Naturfag	6 eksemplariske lærere 4 fokusgruppessioner Klasserumsobservationer Survey og interview	<p>Undersøgelsesbaseret undervisning som omhandlende at "finde ud af ting" og beskriver sig selv som børn der udforskede eksperimenterede med verden omkring dem.</p> <p>Information om succesfulde klasse miljøer og holdninger som de benytter til at opnå en stærk naturfaglig undersøgelseslæring</p> <p>Råd til hvad andre lærere kan gøre samt forslag til efteruddannelse/ professionel udvikling på området</p>	
	Mulder mfl 2012	At undersøge effektiviteten af modelprogression generelt og den tilføjede værdi af	Holland	Gymnasie (high school)	91 hollandske gymnasieelever (15-17 år)	Blandt andet fokus på hvor lang tid der bruges på opgaven	Ikke direkte relevant da undersøgelsesbaseret undervisning ikke er fokus, men modelprogression - og fokus på

		enten at udvide eller indsnævre eleveres muligheder for at ændre på modelforandringsfaser		Naturfag	<p>Eksperiment i almindelig fysikundervisning (begrænset, ubegrænset og kontrol)</p> <p>Deltagelse i en undersøgelsesopgave om elektriske kredsløb, simulationsbaseret</p>	Fordele ved ubegrænsede tilgang ("unrestricted condition")	<p>gymnasieelever og ikke grundskole</p> <p>It simulation</p>
42	Murphy mfl 2015	At undersøge hvordan et 2-årigt efteruddannelsesprogram med fokus på hvordan man underviser om naturvidenskab gennem undersøgelser har indflydelse på naturfagslæreres oplevelse af og holdninger til at undervise i naturfag	Irland	Grundskole	<p>17 naturfagslærere i efteruddannelsesforløb over 2 år i Dublin</p> <p>Interview, spørgeskemaer og refleksionsdagbøger</p>	<p>Forløbet har haft en positiv indflydelse på og styrke de deltagende lærere i at bryde med et traditionelt lærerstyret og teoritungt syn på naturfagsundervisning og at kunne håndtere en mere elevcentreret og åben form for læring.</p> <p>Fremhæver nogle fordelagtige måder at gribe efteruddannelse af lærere an: aktiv, hands-on tilgange, samarbejde og varighed af efteruddannelsesforløbet.</p> <p>Implikationer for fremtidig uddannelse</p>	

43	Nichols mfl 2015	At analysere indflydelsen af at give lærere en intervention i undersøgelsesdidaktik sammen med en undersøgelsesbaseret læreplan sammenlignet med en intervention i en ikke-undersøgelsesdidaktik på elevers spørgsmål og anden undersøgelsesadfærd.	Australien	Grundskole Naturfag	Eksperiment med kontrolgruppe 227 elever, 18 naturfagslærere fra i alt 9 skoler tilfældigt udvalgt Fokus på undersøgelsesfællesskab og kollaborativ filosofisk undersøgelse (Charles Sanders Peirce og John Dewey som inspiration), filosofi for børn	Ved at implementere et undersøgelsesfællesskab (Community of Inquiry) i forbindelse med en læreplan der fokuserer på undersøgelser udvikles elevers evne til at stille spørgsmål og fremme anden undersøgelsesadfærd	Liste over "undersøgelsesadfærd"
44	Pedaste mfl 2015	* At identificere og opsummere hovedtrækkene i litteraturen om undersøgelsesbaseret læring og på	?	Generelt	Systematisk litteraturreview 32 artikler som beskriver undersøgelsesfaser eller -	Identificering af 5 generelle undersøgelsesfaser: 1.Orientering	Se figurer side 51 og side 56

	den baggrund udvikle og lave en syntese af undersøgelsescyklusser der samler styrkerne i eksisterende undersøgelsesbaserede læringsrammer			cyklusser	<p>2. Begrebsliggørelse (conceptualization)</p> <p>3. Udforskning (investigation)</p> <p>4. Konklusion</p> <p>5. Diskussion (er potentielt til stede i hver fase; under forløbet som diskussion-i-handling og tilbageskuende som diskussion-om-handling)</p> <p>Nogle af disse faser er opdelt i underfaser:</p> <p>2.1.: Stille spørgsmål</p> <p>2.2. Hypotesedannelse</p> <p>3.1. Opdagelse eller eksperimentering</p> <p>3.2. Fortolkning af data</p> <p>5.1. Refleksion</p> <p>5.2. Kommunikation</p>	
Peterson	At diskutere eksperimentel og	Generelt	Generelt	Diskussion af what works	Nævner blandt andet fordelene ved (professionelle)	IRRELEVANT

	2016	forbedringsvidenskab i forhold til pædagogisk praksis. Fokus på at identificere og teste mekanismer som er med til at forbedre undervisning og læring i form af anvendelse af principper fra læringsvidenskaberne.			paradigmet	undersøgelsesnetværk Teoribaseret evaluering, evidens	Artiklen beskæftiger sig overordnet med, hvordan der kan skabes en evidensbaseret praksis, og om "what works" tænkningen og siger ikke noget direkte om UBU
45	Pilitsis 2012	At undersøge hvordan lærerstuderende overbevisninger om undersøgelsesaktiviteter i undervisningen forandrer sig over tid i forbindelse med et naturfagsmetodekursus	USA	(Grundskole) læreruddannelse Naturfag	Mikrogenetisk analyse af forandringer i overbevisninger i forhold til UBU 2-årigt program for biologilærerstuderende som gennemgår forskellige aktiviteter	Tegn på progression fra en overvejende lærerorienteret tilgang til en mere elevorienteret tilgang. Identificering af 4 veje som forandringen kan tage Lærerstuderendes reaktioner på forskellige undervisningsaktiviteter Anbefalinger til læreruddannere	Læreres overbevisninger Udvikling af fagdidaktisk viden; pedagogical content knowledge (PCK)

					17 studerende		
					Analyser af opgaver fra studerende, rapporter, dagbøger, bl.a. nedskrive opfattelser af den ideelle lektion		
46	Poon mfl 2012	Undersøgelse af hvad der karakteriserer 4 grundskolelæreres undersøgelsespraksisser (med baggrund i en didaktisk analyseramme)	Singapore	Grundskole Naturfag	14 måneders projekt Observation af 4 læreres praksis, videooptagelser, 13 lektioner Gennemgang af didaktiske analyserammer ("pedagogical frameworks") Konstruktivisme	Undersøgelsen viser nogle kernekomponenter i undersøgelser som ses i teoridrevne modeller og praksisser som vurderes som succesfulde i en daglig naturfaglig undervisning i Singapore Lærere fremhæver følgende som vigtigt i UBU: 1.forberede eleverne til at foretage undersøgelser både kognitivt og proceduralt 2.iterationer af pædagogiske komponenter for at hjælpe elever med at forstå og konstruere begreber - ikke på en planlagt lineær måde men som kontinuerlig monitorering af læring 3.Syntese af begreber i en konsolideringsfase.	Oversigt over undersøgelseskomponenter side 325 Didaktisk analyseramme , side 306: "We have chosen to use Kim et al.'s (2007) term "pedagogical framework" instead of the more commonly used label "instructional model" because, in

						<p>Pædagogisk/didaktiske rammer:</p> <p>1. Teaching Sequence in Children’s Learning in Science Project (CLIS): Konstruktivistiske principper, læringsmål og restrukturering af begreber</p> <p>2. The Model-Observe-Reflect-Explain (MORE) Thinking Frame: Forudsige-observere-forklare</p> <p>3. The BSCS 5E Instructional Model: inspiration fra Piagets udviklingspsykologi, Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation</p> <p>4. EIMA Instructional Framework: Engage, Investigate, Model, Apply</p> <p>5. Guided Inquiry Science Instruction Heuristic: I højere grad bygget på et socialkonstruktivistisk perspektiv, kulturelle praksisser i et fællesskab</p>	<p>our view, “instruction” tends to connote a very teacher-centric imagery whereas</p> <p>“pedagogical” focuses attention on a teacher’s craft of making learning happen for</p> <p>students. There are a few pedagogical frameworks that have been developed for use in</p> <p>teaching and learning (e.g., Bybee et al. 2006; Driver and Oldham 1986; Magnusson et al. 2004; Tien et al. 1999)”. </p> <p>Undersøgelse af faktiske undersøgelsespraksisser i skolen (hvilket er overraskende begrænset i</p>
--	--	--	--	--	--	--	---

							forskningen) Praksisorienteret perspektiv Teori-praksis-forholdet
47	Pow & Fu 2012	At undersøge en strategi for webbaseret kollaborativ undersøgelseslæring (WCIL) med henblik på at udvikle elevers digitale dannelse ("digital literacy")	Kina	Grundskole (14-15 årige)	Undersøgelse af intervention i en klasse Casestudie Fokusgruppeinterview, weblogspostings og interview med faglæreren	Indikationer for at strategien har været virksom Bud på en planlægningsmodel	
	Pow & Li 2015	At undersøge et web 2.0.-læringsmiljø i forbindelse med søgning af kvalitetsinformationer på nettet (digital dannelse), hvordan elever forstår og bruger internetinformatio	Hong Kong	Universitetsstuderende	299 studerende		IRRELEVANT Studiet fokuserer på universitetsniveau og er mere optaget af spørgsmål om internetbrug og digital dannelse end egentlig undersøgelsesbaseret undervisning

		n, og udvikle en model der effektivt kan måle og forudsige elevers brug af internetinformation					
Preston mfl 2015	At beskrive og forklare implementeringen af en stedsbaseret ("place-based") simulation som drivkraft for undersøgelser i et humanistisk fag på et læreruddannelsers kursus	Australien	(Grundskole) læreruddannelse Humanistiske fag	Survey (før og efter) 100 besvarelser	Implementeringen af undersøgelsesmodellen viser øget engagement og læringsudbyttet - videre studier er nødvendig for at sige noget om dybden af læringen	Begrænset relevans, da der mest er fokus på undersøgelsesbaseret læring på længerevarende uddannelsesniveau	
Raes 2012	At undersøge indvirkningen af forskellige former for stilladsering på elever som lærer naturfag gennem	Belgien	Grundskole (overbygning) Naturfag	Eksperimentelt studie Tre betingelser	Studiet underbygger at en flersidet stilladsering (multiple scaffolding) er med til fremme både videnstilegnelse og metakognitiv opmærksomhed i online informations problemløsningsprocesser og imødekomme elever med blandede behov i et webbaseret undersøgelsesprojekt	Begrænset fokus på undersøgelse og mere på problemløsning, stilladsering og brug af webbaserede forløb.	

		et webbaseret kollaborativt undersøgelsesprojekt i et autentisk klassemiljø og at se på interaktionseffekterne af elevernes karakteristika - fremme elevernes domænespecifikke viden og metakognitive opmærksomhed			<p>1.Lærerunderstøttet stilladsering</p> <p>2.Teknologiunderstøttet stilladsering</p> <p>3.Kombination af begge</p> <p>347 elever, 18 skoleklasser, tilfældig spredt ud på de forskellige betingelser</p> <p>4 ugers feltstudie</p> <p>før- og eftertest</p>		
Raes 2015	At undersøge implementeringen af et webbaseret kollaborativt undersøgelsesprojekt i grundskolens naturfag og afdække hvilke	Belgien	Grundskole (secondary school) Naturfag	WISE-projektet 220 elever	Hypotesen om en øget autonomi i projektet holder kun for nogle typer af elever. Elever fra et generelt spor var mere positive over for projektets tilgang end elever fra et naturfagligt spor. Forslag til hvordan man kan gøre det anderledes.	Begrænset relevans i forhold til specifikt UBU	

		<p>bidrag og udfordringer der er ved denne læringstilgang for elevernes motivation for at lære naturfag</p> <p>Hypotese om at et webbaseret kollaborativt undersøgelsesmiljø kan være motivationsfremmende</p>			<p>Mixed-methods design</p> <p>Selvdeterminationsteori (Deci & Ryan, 2000) og grundlæggende behov</p> <p>Kvantitativt studie af elevers motivation</p> <p>Kvalitativt studie af elevers oplevelser og syn på fremtiden i projektet</p>	
Samson 2015	At undersøge hvordan kreativ problemløsning som en undervisningsmetode kan bruges til at motivere og					<p>IKKE RELEVANT</p> <p>Studiet fokuserer ikke direkte på UBU men på kreativ problemløsning og</p>

		<p>engagere elever i en aktiv læringsproces i sammenhæng med et social politik-kursus</p> <p>og som et konkret eksempel på en konkret kreativ problemløsningsopgave i en mindre gruppe og faciliteret for at understøtte "peer learning"</p>					<p>elevengagement og motivation, samt erfaringsbaseret læring (Kolb)</p> <p>Desuden uklart og ikke beskrevet i hvilken uddannelseskontekst der egentlig er tale om!</p>
48	Saunders-Stewart mfl. 2015	At undersøge elevernes udbytte af undersøgelsesbaseret undervisning og læring gennem elevrapportering	Canada	<p>Grundskole/gymnasium (9.-12. årgang)</p> <p>Forskellige fag (engelsk, biologi, anvendt forskning, fysik og matematik)</p>	<p>6 lærere med deres 181 elever</p> <p>Spørgeskemaer</p> <p>Opdeling efter grad af undersøgelse (mindst, middel, mest)</p> <p>Multivariat analyse</p>	<p>Forskellige udfald af UBU:</p> <p>1.komponent: Læringskompetencer</p> <p>2. komponent: Personlig motivation</p> <p>3. Elevrolle</p> <p>4. Traditionel lærerrolle</p> <p>Elevers placering afhængig af graden af undersøgelse (fx høj ved</p>	<p>Forskel mellem den "traditionelle lærer" og "undersøgelseslæreren"</p> <p>se oversigt side 293</p>

					<p>Lærerinterview</p> <p>Socialkonstruktivisme, projektbaseret, guided undersøgelse</p> <p>Saunders-Stewart et al. (2012): 23 typer af mulige undersøgelsesudfald</p>	<p>traditionel lærerrolle ved mindst grad af undersøgelse)</p> <p>Bekræftelse af at undersøgelsesorienterede klasser giver et mere unikt udbytte hyppigere og mere effektivt end mere traditionelle former for undervisning</p> <p>Implikationer for undervisningspraksis og teori</p>	
--	--	--	--	--	---	--	--

49	Scholl mfl 2015	At undersøge indvirkningen af at facilitere kollaborativ filosofisk undersøgelse i traditionen "filosofi for børn" på forbundne didaktikker ("pedagogies")	Australien	Grundskole Filosofi	Eksperiment 59 grundskolelærere delte i 2 grupper, hvor den ene gruppe blev uddannet i kollaborativ filosofisk undersøgelse og den anden kun i "thinking tools"/"grafiske organisatorer" som er del af kollaborativ filosofisk undersøgelse Inspireret af Lipmans (1980) filosofi for børn Zonen for nærmeste udvikling, socialkonstruktivisme Interview	Kollaborativ filosofisk undersøgelse kan være med til at udvide læreres didaktiske repertoire ved at trække på elevens baggrundsviden og forberede en problembaseret læreplan som forbinder eleverne med verden uden for klassen	Model for processen i kollaborativ filosofisk undersøgelse side 2
50	Shultheis 2015	At undersøge samspillet mellem matematik og naturfag ved brug	USA	Grundskole og gymnasium	Guide til hvordan Data Nuggets bruges i klassen	Giver eksempel på brug af Data Nuggets: datanuggets.org	BEGRÆNSET RELEVANS Ikke egentlig forskningsartikel men forslag til, hvordan man

		af fri online ressource Data Nuggets, som er opgaveark der bringer data ind i klassen Demonstration af brugen af Data Nuggets		Biologi og matematik	Diskussionspapir/inspiration spapir		kan arbejde med data i undervisningen som del af UBU
51	Sengupta & Irving 2015	*At undersøge hvorfor elever rapporterede bedre at kunne lide et elevstyret læringsdesign mere end et stærkt guidet design selvom videnstilegnelsen var lige stor i begge tilfælde	USA	Grundskole (5.årgang) Matematik	To læringsdesign: et elevstyret og et lærerstyret 52 elever Survey Videoobservation Skriftlige opgaver Forskning i faglig interesse, og produktiv faglig engagement Læringsdesign: Guidet over	Videoptagelser viser hvordan eleverne i mere elevstyret design hyppigere er engageret i data, diskussion af strategier, stille spørgsmål til kammerater og få tingene til at passe med tidligere viden. Dette lægger i nogle træk ved et mere elevstyret design i læringen af matematiske begreber. Afvisning af alternative forklaringer. Implikationer for matematikundervisningen set i sammenhæng med gældende læreplaner.	Artiklen diskuterer blandt andet forskellen mellem guidet matematikundervisning og åben matematikundervisning Herunder at undersøgelsesbaserede tilgange ikke er ensbetydende med opdagelseslæring, men at der tværtimod forekommer løbende stilladsering

					for åbne tilgange		
52	Seraphin mfl 2012	Undersøgelse af et 2-årigt efteruddannelsesprogram der bygger på en eksplicit ramme (Teaching Science as Inquiry, TSI) inden for akvarisk videnskab, med fokus på tilegnelse af metakognitive strategier blandt lærere	USA	(Nævnes ikke hvilket skoleniveau, klassetrin i artiklen) Naturfag, (hav)biologi	Undervisning af naturfag som undersøgelse ("Teaching Science as Inquiry"-philosophy); Didaktisk teoretisk ramme 28 lærere og 648 elever Workshops Interaktiv online læringsfællesskab Spørgeskemaer før og efter forløb	Tidlige resultater viser at lærere og elever har fået udbytte af kurset i forhold til at være mere opmærksom på deres observationer, beslutninger og tankeprocesser som der er behov for mht. at gøre og forstå naturvidenskab.	Naturfaglig dannelse (scientific literacy) Metakognitive strategier "TSI"-læringscyklus, model over undersøgelsesfaser (se side 369): 1. Interpretation (what if?) 2. Initiation (Why?) 3. Investigation (how?) 4. Invention (What?) Altsammen kommunikeres. Fagdidaktisk viden

Shea & Bidjerarno 2012	At undersøge studerendes udbytte af deltagelse i hybrid og fuld online læringsmiljøer med fokus på tilstedeværelse i rammen af Community of Inquiry Framework	USA			Over 2000 college-studerende Community of inquiry framework	Vigtigheden af kvaliteten af tilstedeværelse (presence) i undervisning, socialt og kognitivt i online læringsmiljøer	IRRELEVANT Studiet fokuserer på college-niveau og er overvejende optaget af online-undervisning og læring end egentlig UBU
Shore m.fl 2012	At undersøge hvordan værktøjer kan spore elementer i elevers engagement i undersøgelser med fokus på spørgeskemaet	Taiwan	Universitetsniveau		MSDIQ som målingsværktøj byggende på Schöns model og relaterede modeller for selvreguleret læring. Socialkonstruktivisme. MSDIQ består af 79 items,	Bekræftelse og validering gennem faktoranalyse	BEGRÆNSET RELEVANS fokuserer på universitetsstuderende Men åbner spørgsmålet om evalueringsinstrumenter

		McGill Strategic Demands of Inquiry Questionnaire (MSDIQ)			fokus på tre faser i undersøgelsesprocessen: planlægning, igangsættelse og refleksion. Undersøgt for validering med 205 universitetsstuderende		på UBU-området Se punkter s.321f. (spørgsmål, tema og referencer)
53	Slavin mfl 2014	At præsentere et systematisk review over forskning i præstationsudbytte af alle typer af tilgange til at undervise naturfag i grundskolen	Generelt	Grundskole Naturfag	Systematisk review inklusionskriterier: randomiserede forsøg og studier med varighed på mindst 4 uger og brug af præstationsmålinger uafhængig af eksperimentet: 23 studier inkluderet	Blandt studierne evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning som brugte naturfagskit viste ikke et positivt udbytte i naturfaglige præstationer (effektstørrelse: +0,02 i 7 studier) mens UBU-programmer der fremhævede professionel udvikling men ikke kit viser positivt udbytte (effektstørrelse: +0,36 i 10 studier). Herunder er brug af teknologi også vigtig i forhold til at skabe positiv effekt i præstationer hos eleverne.	

54	So 2013	At undersøge forholdet mellem undersøgelse og problemløsning og brugen af matematik i 26 ekstracurriculære åbne naturfagsundersøgelser	Taiwan Hong Kong	Grundskole (10-12 år) Naturfag og matematik	Piaget, logisk-matematisk viden Casestudie Ekstracurriculære undersøgelser, projektarbejde 790 elever (158 teams) - 26 vindende skriftlige rapporter analyseret	Elevernes matematiske procedurer, brug af målinger, talfærdigheder og kalkulation, tabeller og grafer i de naturfaglige undersøgelser. De fleste målinger blev brugt rigtigt, men der er plads til forbedringer i forhold til højere tænkefærdigheder. Fundene indikerer at matematik og naturfag kan møde i undersøgelser og bør udvides til at løse virkelige problemer og undervisning bør lægge vægt på forståelse og fortolkning af data.	Brug af matematik i naturfag. Tværfaglighed.
55	Stillman 2013	At undersøge situationen i australasien med henblik på forskning, læreplaner og praksis på området undersøgesbaseret læring - sammenlignet	Australien, New Zealand	Generelt Matematik	Kommentar og "litteraturreview" Diskussion i forlængelse af artikler i temanummer af ZDM om undersøgelsesbaseret undervisning i matematik	Nogle områder i Australasien har en mere traditionel tilgang til undersøgelser i matematikundervisningen end andre. Forskelle på hvilken rolle matematik spiller i UBU. Ideen om matematiske undersøgelser kom særligt frem i Australien på baggrund af Cockrofts (1982) arbejde, hvor der blev skelnet	Matematik i UBU - og på hvilken måde fag egentlig kommer til udtryk i UBU Fokus på nogle af de ting der er behov for på området såsom passende implementationsstrategier og værktøjer i klassen,

		med europæiske projekter såsom PRIMAS				<p>mellem problemløsning og udforskning.</p> <p>Undersøgelser som del af læreplanerne.</p> <p>Anthony & Walshaw (2007) om produktive læringsfællesskaber som centrale i New Zealand. Fremhævelse af brugen af Alton-Lee et al. (2011) til at skabe forandringer i matematikundervisningen i New Zealand.</p> <p>Frameworks (bl.a. kommunikations- og deltagelsesramme, side 914)</p>	professionel udvikling og måling af udbytte
Saab mfl 2012	At undersøge hvordan understøttelse af kollaborativ undersøgelseslæring kan have indflydelse på elevernes brug af regulative aktiviteter, samt hvilken relation der er mellem opgaverregulering,	Holland	Grundskole/ungdomsuddannelse - 10. årgang (15-17 år)	<p>Eksperimentelt design</p> <p>96 elever</p> <p>Elevernes samarbejde i par i et kollaborativt undersøgelseslæringsmiljø baseret på en computersimulation ("Collisions") med kommunikation gennem chat.</p> <p>Sammenligning af chatlogs fra elever i tre forskellige</p>	Under betingelser med støtte fra værktøjer regulerede eleverne hyppigere deres teamaktiviteter og med bedre læringsresultater.	<p>Begrænset relevans</p> <p>Siger ikke så meget om undersøgelser som sådan og ældre elever - kan dog sige lidt om betydningen af støtte i UBU og hvordan computersimulation og samarbejde kan være en måde at lave UBU på</p>	

		teamregulering og læringsresultater			betingelser: kontrolgruppe uden støtte, en med noget støtte og en tredje med yderligere støtte såsom brug af hypoteseværktøj.		
56	Towers 2012	At undersøge hvordan og i hvilket omfang en lærerstuderende kunne igangsætte undersøgelsesbaseret undervisning i matematik og overveje hvilke ressourcer der er nødvendige for at fremme og opretholde en sådan praksis i nutidens skole	Canada	Grundskole (6.årgang) Matematik	En lærerstuderende Interview Videoptagelser fra undervisning i en 6. klasse Fronesisk tilgang (Dunne, 2005 - med reference til Aristoteles)	Fremhævelse af hvilke ressourcer af administrativ og læreplansmæssig karakter der er brug for i igangsættelse af undersøgelsesbaseret undervisning. Særligt udfordringer for nye lærere.	
	Trna 2014	At undersøge hvilke	Tjekkiet	Gymnasie (15-18 årige)	Designbaseret forskning	Læreres behov for efteruddannelse og forældres behov for information om undersøgelsesbaseret undervisning og høj	Begrænset relevans, ikke et studie af særlig høj

		komponenter ved undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning som er særlig velegnet for højtbegavede elever		Naturfag	Del af det EU-finansierede projekt PROFILES 15 højt begavede elever	begavelse Studiet viser nogle af de komponenter ved tilgangen som er særligt fordelagtige for begavede elever	kvalitet og målgruppen er her gymnasieelever Kan dog pege på hvordan UBU kan være til gavn for forskellige elevtyper
57	Tseng mfl 2013	At undersøge erfarne naturfagslæreres perspektiver på undersøgelsesbaseret undervisning	Kina (USA?)	“Junior high school” Naturfag	Semistrukturerede interview 15 “junior high school” science teachers (selektion af lærere gennem: Inquiry Teaching Efficacy Questionnaire) Definition af UBU, National Science Education Standards (1996): “Inquiry is a multifaceted activity that involves making observations; posing questions; examining books and other sources of information to	Lærerne har flere forskellige syn på UBU To mønstre viste sig i analysen: 1. en systematisk-baseret undervisning og 2. læringsbaseret undervisning. Implikationer for læreruddannere i naturfag.	Fagdidaktisk viden (pedagogical content knowledge)

					<p>see what is already known;</p> <p>planning investigations; reviewing what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations, and predictions; and communicating the results (p.23)".</p>		
58	Tyminski mfl 2013	Hvad er læreres holdninger til brug af farve-grafiske lommeregner?	USA	Middle school Matematik (lærere) 6.-8. klasse	<p>6 lærere (overbevisninger, holdninger, praksisser) fra 2 skoler</p> <p>2 års studie</p> <p>Interventionsstudie</p> <p>Observationer, feltnoter, brug af: Electronic Quality of</p>	<p>Fund af moderat udbytte af undersøgelsesbaseret undervisningstilgang</p> <p>Viser eksempler på udsagn i forhold til (positive) forandringer i praksis/ matematikundervisningen (dog særligt med fokus på brug af grafiske lommeregner)</p>	<p>Bygger forståelse af "inquiry instruction" på National Science Education Standards</p> <p>professionel udvikling</p> <p>Teknologisk fagdidaktisk</p>

		<p>grafiske lommeregner?</p> <p>Var strategien med at indføre ny teknologi samtidig med en undersøgelsesbaseret tilgang mere effektiv i forhold til at opnå den ønske forandring?</p>			<p>Inquiry Protocol, analyse af lektionsplaner, interview, Spørgeskemaundersøgelse (Teacher Beliefs: Integrating Graphing</p> <p>Calculators into the Curriculum)</p>		<p>viden (TPACK)</p> <p>Læringsfokuseret, indholdsfokuseret og klasserumsfokuseret tilgang</p>
59	Uum mfl 2016	<p>Præsentere en didaktisk ramme med fire domæner for naturfaglig viden i syv undersøgelsesfaser.</p> <p>Hvordan kan lærere støtte deres elever igennem åben UBU?</p>	Holland	<p>Grundskole</p> <p>Naturfag</p>	<p>Casestudie</p> <p>Videoanalyser af grundskolelæreres didaktiske interventioner der deltager i åbne "IBSE"-projekter</p> <p>7 videooptagelser</p>	<p>Skelner mellem fire domæner af videnskabelig viden, som er vigtige at adressere. Studiet viser at lærerne kan guide deres elever succesfuldt gennem en åben undersøgelse ved eksplicit at adressere begrebslige, epistemiske, sociale og/eller procedurale domæner af naturfaglig viden og undersøgelsesfaserne.</p>	<p>Se oversigt over vidensdomæner og undersøgelsesfaser side 463</p>

<p>Xin (uden år)</p>	<p>Kritik af Community of Inquiry (CoI)Framework</p> <p>I fht tekstbaseret asynkron online- diskussioner</p>	<p>?</p>	<p>Generelt (hælder dog mod højere uddannelse)</p>	<p>Conceptual paper</p> <p>Teoretisk diskussion af Col- framework (se: Anderson, T., Rourke, L., Garrison, D. R., & Archer, W. (2001). Assessing teaching presence in a computer conferencing context. Journal of Asynchronous Learning Networks, 5(2))</p> <p>bl.a. med udgangspunkt i Gadamers begreb om "leg"/"spil" ("play") og i tidligere kritik, herunder selvkritik af Randy Garrison</p> <p>Fokus på online-diskussioner</p>	<p>Tre hovedelementer for kritisk analyse:</p> <p>Kognitiv tilstedeværelse, social tilstedeværelse og undervisningstilstedeværelse ("teaching presence")</p> <p>Online snak</p> <p>Moderator-funktioner</p>	<p>Ser på praktiske og metodologiske implikationer</p> <p>UMIDDELBART IKKE SÆRLIG RELEVANT - KNYTTER SIG MEGET TIL ONLINE MED BLIK RETTET MOD HØJERE UDDANNELSE</p>

--	--	--	--	--	--	--	--