



Universitetet
i Stavanger

Fauskanger, J., Mosvold, R. (2008) Kunnskaper og oppfatninger - implikasjoner for etterutdanning. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 92(3), pp. 187-197

Lenke til publisert versjon:

http://www.idunn.no/ts/npt/2008/03/kunnskaper_og_oppfatninger_-_implikasjoner_for_etterutdanning?highlight=#highlight

(Det kan være restriksjoner på tilgang)



UiS Brage

<http://brage.bibsys.no/uis/>

Denne artikkelen er gjort tilgjengelig i henhold til utgivers retningslinjer.

Det er forfatterens siste upubliserte versjon av artikkelen etter fagfelleevaluering, såkalt postprint.

Dersom du skal sitere artikkelen anbefales det å bruke den publiserte versjonen



Kunnskaper og oppfatninger – implikasjoner for etterutdanning

av Janne Fauskanger & Reidar Mosvold

Abstract:

Målet med enhver ny læreplan eller skolereform er å forbedre en nåværende praksis. Med innføringen av Kunnskapsløftet skal lærerne få et kompetanseløft. Begrunnelsen er at elevene da vil få bedre matematikkundervisning, og følgelig lære mer matematikk. For å muliggjøre en endring av undervisningskulturen, er det nødvendig med en endring av kunnskaper og oppfatninger. Denne artikkelen diskuterer grunnlaget for slike endringer i matematikkfaget. Vårt utgangspunkt er etterutdanning av lærere.

Ved innføringen av ny læreplan i 1997 (KUF 1996) utarbeidet departementet et tre-dagers kurs som skulle støtte lærerne i implementeringen av en sosialkonstruktivistisk tilnærming til matematikkfaget. Evalueringen av Reform 97 (Alseth, Breiteig & Brekke 2003) viser at mange lærere fortsatt underviser tradisjonelt, det vil si med mye bruk av overlevering fra lærer til elev og drilling av prosedyrer for elevene. Resultatet ser likevel ut til å være at norske elever ikke er blitt flinkere i matematikk. Dette har fått oss til å stille en del spørsmål: Hvorfor fører ikke etterutdanning til utvikling av lærernes undervisning? Hva skal til for at en etterutdanning kan bli en støtte for matematikklæreres profesjonelle utvikling og endring av egen matematikkundervisning? Nå er Kunnskapsløftet satt ut i livet og etterspørselen etter etterutdanning er stor. Å finne nøkler til hva som fungerer eller ikke, både med tanke på etterutdanningens form og innhold, er derfor høyt oppe på vår ønskeliste. I denne artikkelen vil etterutdanningens innhold få mest oppmerksomhet.

Et overordnet mål for oss er å forbedre de etterutdanningstilbudene vi selv er involvert i. Vi vil også ta Kunnskapsdepartementets satsing på matematikk på alvor, blant annet deres strategiplan for styrking av realfagene: *Et felles løft for realfagene* (KD 2006), og deres strategi for kompetanseutvikling i grunnopplæringen: *Kompetanse for utvikling* (UFD 2004).

Kunnskapsløftet fordrer altså et kompetanseløft for lærerne, men:

- Hvilken kunnskap skal lærerne få og hvorfor akkurat denne kunnskapen?
- Hvilken kunnskap har de som deltar på etterutdanning fra før?
- Vil økt kunnskap føre til endret praksis, og hva ved den eksisterende praksis vil en endre?

Dette er noen av de spørsmålene vi vil diskutere i denne artikkelen, og vi vil ta utgangspunkt i de teoretiske perspektivene på kunnskap og oppfatninger som forskning allerede har gitt oss.

Lærernes kunnskaper

Forskning med fokus på hvordan elever lærer matematikk har lange tradisjoner. Like lange tradisjoner har ikke forskningen på hvordan disse elevenes lærere utvikler egen matematikkundervisning (Ball, Hill & Bass 2005). Likevel har etterutdanning av lærere lange tradisjoner, tradisjoner som i stor grad har vektlagt kurs (les forelesninger).

I sin strategiplan viser departementet til TIMMS 2003¹ (Grønmo et al. 2004) hvor det kom frem at norske lærere har et høyt generelt utdanningsnivå, men når det gjelder matematikk ligger de norske

lærerne langt under det internasjonale gjennomsnittet. Utdanningsnivået i matematikdidaktikk er også lavt.

Forskning viser at det er viktig å vite hvem som deltar i egen etterutdanning, blant annet hvilken kompetanse de har. Det er viktig å identifisere hva lærere kan mye om og hva de kan lite om, slik at en kan bruke tiden på det lærerne trenger (Ball & Bass 2002). Som etterutdanner har en altså behov for å vite mer om hvem som deltar i egen etterutdanning, det blir viktig å finne ut mer om læreres oppfatninger (beliefs) og kunnskaper om matematikk og matematikkundervisning.

Det kreves mye av en lærer som skal legge til rette for en matematikkundervisning hvor alle elevene utnytter sitt læringspotensiale, og som til enhver tid skal holde seg oppdatert på, og drive en undervisning i tråd med, reformer som kommer og går. Clarke (1997) foreslår 12 faktorer som påvirker den prosessen det er å endre egen undervisning. En av Clarkes faktorer er lærerens kunnskaper, og det skal vi se nærmere på her. Dette vil legge føringer for hva etterutdanning må fokusere på, og hvilket faglig innhold som bør vektlegges.

Studier de siste 15 årene viser at lærere kan for lite matematikk og at elevene følgelig lærer for lite (Ball, Hill & Bass 2005; Ma 1999). Det kommer også fram at lærernes kunnskaper utgjør en forskjell:

Our findings indicate that, while teachers' mathematical knowledge would not by itself overcome the existing achievement gap, it could prevent the gap from growing. Thus, our research suggests that one important contribution we can make toward social justice is to ensure that every student has a teacher who comes to classroom equipped with the mathematical knowledge needed for teaching (Ball, Hill, & Bass 2005:14).

I en analyse av 700 første- og tredjeklasselærere (og nesten 3000 elever) fant forskere (Hill, Rowan & Ball 2005) at lærernes kunnskaper gir signifikante utslag på elevers kunnskaper. Elever som hadde lærere med gode kunnskaper lærte mer i løpet av et år enn elever som hadde lærere med dårligere kunnskaper.

Forskningen til Sanders og Horn (1994) viser at i det elever entrer skolen, har lærerne mer innflytelse på deres akademiske vekst enn noen annen faktor. Rowan, Correnti og Miller (2002) viste at to elever med identisk sosial og akademisk bakgrunn som går på samme skole, kan ha svært ulik faglig utvikling på grunn av ulik undervisning.

Det er likevel uklart hva vi skal fokusere på i etterutdanningen. Flere studier viser at lærernes kunnskaper i matematikk har en positiv innflytelse på elevenes læringsutbytte, men det foreligger lite informasjon om hva som er innholdet i denne kunnskapen – om det dreier seg om basisferdigheter på det nivået en underviser, eller om det dreier seg om mer sammensatt matematisk kunnskap (Ball, Hill & Bass 2005).

Tidligere trodde en at hvis bare lærerne kunne nok matematikk så ville undervisningen bli god, og følgelig ville elevene få et godt læringsutbytte av undervisningen. Både lærerutdanningen og etterutdanningen av lærere ble da rene matematikkurs. Dette understrekes av Cooney som sier:

Reform in mathematics teacher education consisted primarily of providing teachers a better background in mathematics which usually translated into teachers taking more courses in mathematics (Cooney 1999:163).

I Norge trodde en lenge at en kunne bli en god matematikklærer også uten at matematikk var en del av lærerutdanningen. Ved lærerutdanningen i Stavanger hadde eksempelvis studentene på 70-tallet matematikk én time i uken, og dette hadde de kun det første året av sin 2-årige lærerutdanning. Denne timen hadde et fagdidaktisk og/eller metodisk innhold. Resultatet var at vi kunne få lærere i grunnskolen som bare hadde grunnkurs i matematikk fra videregående skole – ikke nødvendigvis med gode karakterer – og bare en begrenset fagdidaktisk innføring fra lærerskolen. Disse ville kunne undervise i matematikk fra 1. – 9. klasse (Haaland & Reikerås 2005). Først i 1992 ble matematikk obligatorisk med 5 vekttall (15 studiepoeng) og i 1998 ble det utvidet til 10 vekttall (30 studiepoeng). Begge disse kursene har fokus på både matematiske og didaktiske perspektiver.

Gjennom studier av Begle (1968) og Eisenberg (1977) ble lærerutdannere gjort oppmerksom på at effektiv undervisning handler om mye mer enn at læreren som underviser er matematisk kompetent. Shulmans (1986) *content knowledge*, *pedagogical content knowledge* og *curricular knowledge* påpekte eksplisitt at matematisk kunnskap alene ikke automatisk gir bedre undervisning (Cooney 1999). Shulmans første kategori *content knowledge* inkluderer både fakta og begreper innenfor et område, men også hvorfor faktaene og begrepene er sanne, og hvordan kunnskap innenfor området er generert og strukturert. *Content knowledge* skulle indikere mengden av kunnskap og hvordan denne var organisert hos lærerne (Shulman 1986).

Med sin andre kategori, *pedagogical content knowledge*, gikk Shulman utover ren fagkunnskap i seg selv og så på kunnskap om undervisning i et fag (Shulman 1986). Den tredje kategorien – *curricular knowledge* – fokuserer på hvordan emner er organisert, både innenfor et skoleår og i et lengre tidsperspektiv. Shulmans teori om læreres kunnskap innbefattet også generell pedagogisk kunnskap, kunnskap om elevene, kunnskap om skolepolitiske kontekster og skolepolitiske beslutninger, hensikter og verdier.

Etterutdanning har variert fra rene matematiske kurs til rene didaktiske eller metodiske. Etter innføringen av L97 ble det mye fokus på det didaktiske i etterspørsler fra kommuner og skoler. Men argumentene for at også det matematiske må få plass, og stor plass, er mange. Denne argumentasjonen støttes av forskere som Ball (2005) som har forsøkt å identifisere og spesifisere den matematiske kunnskapen de mener er nødvendig for en lærer, det de kaller *mathematical content knowledge for teaching*. En slik kunnskap består av en type matematisk kunnskap som alle velutdannete voksne burde ha, og en type kunnskap som er mer spesialisert og rettet mot de som skal undervise i matematikk (Ball, Hill, & Bass 2005). *Mathematical content knowledge for teaching* er altså matematisk kunnskap som er nødvendig for å gjøre en undervisningsjobb. Ball understreker at en matematikklærer må ha en dybdeforståelse for det matematikkfaglige emnet hun skal undervise i. Hennes forskningsteam har funnet at elevene til lærere som har *mathematical content knowledge for teaching*, det vil si lærere som har mange riktige svar på testene forskningsteamet har utviklet, lærer mer matematikk gjennom et år med matematikkundervisning enn elever til lærere som har mindre kompetanse på dette området.

Mange av de som arbeider med 1. – 4. klasse vil gjerne ha didaktiske kurs, og de vil helst slippe å forholde seg til mye matematikk. En generell holdning blant våre allmennlærerstudenter har også vært at «bare jeg står i matematikk, så kan jeg i alle fall undervise på de laveste trinna». Ball sitt forskningsteam har funnet at matematisk kunnskap også er av avgjørende betydning for lærere som arbeider med de yngste elevene:

We found that teachers' mathematical knowledge for teaching positively predicted student gains in mathematics achievement during the first and third grades. (...) That it also had a positive effect on student gains in the first grade suggests that teachers' content knowledge plays a role even in the teaching of very elementary mathematics content (Hill, Rowan & Ball 2005:399).

Konklusjonen så langt blir at etterutdanning må ha fokus på matematisk kunnskap, men ikke hvilken som helst matematisk kunnskap. Den matematiske kunnskapen som er nødvendig for å undervise i et

bestemt emne på et bestemt trinn, eller det Ball kaller *mathematical content knowledge for teaching*, blir viktig.

Lærerutdanningen må ifølge Cooney (1994) gjøre lærere i stand til å velge fornuftige oppgaver, organisere de matematiske diskusjonene i klasserommet, og skape et læringsmiljø hvor problemløsning, kommunikasjon og refleksjon er i fokus. Å analysere egen undervisning og elevenes læring er også viktig. Lappan og Theule-Lubienski (1994) konkluderer at matematikklærere, for å kunne fylle den lærerrollen NCTM (2000)² setter som ideal, trenger kunnskap innenfor minst tre områder: kunnskap i matematikk, kunnskap om elevene, og kunnskap om matematikkens pedagogikk.

Cooney (et al. 1998) dokumenterer at lærere mangler forståelse for skolens matematikk selv om de har gode karakterer fra sin utdanning i matematikk på universitetsnivå. Vi må derfor ikke ta for gitt at studenter med god formalkompetanse i matematikk har den forståelsen som er nødvendig for å undervise i matematikk etter moderne læreplanreformer. Læreplaner har beveget seg stadig mer i retning av en sosialkonstruktivistisk tilnærming til undervisningen. Det er ikke gitt at lærere har den grad av forståelse som trengs for å kunne undervise på denne måten, selv om de har solid bakgrunn i matematikk fra kurs på universitets- og høghskolenivå (Cooney 1999).

Shifters (1997) perspektiv understreker Cooneys, som sier at det ikke nødvendigvis er avansert matematikk lærerne trenger kompetanse i, men en grunnleggende forståelse for den matematikken deres egne elever skal lære. Med utgangspunkt i Shifter foreslår Wood (1999) kurs som fokuserer på matematiske aktiviteter tilknyttet det lærerne skal undervise i, og dette skal følges opp av besøk/veiledning i lærernes egen klasse som igjen blir brukt som utgangspunkt for videre kurs.

Det er viktig at lærere kan tenke ut fra elevenes perspektiv, og reflektere over hva som skal til for å forstå en matematisk idé for noen som ser den for første gang (Ball et al. 2005). En slik tankegang finner vi også hos Dewey, som hevdet at det er nødvendig å se ting som de blir lært og ikke i sin ferdige logiske form (Dewey 1902/1956). Det er viktig at etterutdanning tar utgangspunkt i noe lærere tror på og i prosjekter som er initiert av lærerne selv (Abrantes 2001). Med dette i bakhodet bør en vektlegge det faglige innholdet som skal til for å støtte og utfordre læreres egne prosjekter. Disse prosjektene vil oftest ha utgangspunkt i et sett med oppfatninger som danner den enkelte lærerens personlige referanseramme for undervisning i faget.

Så hva tror lærerne på, og hvilke oppfatninger har de om matematikk og undervisningen i faget? Hvilken form for kunnskap etterspør de og hvilken form for undervisning foretrekker de?

Lærernes oppfatninger

Lærernes oppfatninger om matematikk og undervisning i matematikk er utvilsomt viktige, men det hersker stor uenighet om hva som ligger i begrepet oppfatninger. Ofte er det snakk om systemer av oppfatninger heller enn enkeltstående oppfatninger (Furinghetti & Pehkonen 2002; McLeod & McLeod 2002). Mange studier vektlegger forskjellene mellom oppfatninger og kunnskaper. En av de klassiske definisjonene sto Scheffler (1965) for, hvor han sa at X vet Q hvis og bare hvis:

1. X tror Q
2. X kan være sikker på Q
3. Q

Det tredje kriteriet her går på eksistensen av Q, og dette kan være problematisk. Noe av hovedpoenget i konstruktivismen er at vi aldri kan kjenne virkeligheten i seg selv, men at vi heller konstruerer troverdige modeller av den. Ut fra et konstruktivistisk perspektiv kan de to første kriteriene omformuleres som at X har tilstrekkelig bevis for å støtte Q (Cooney & Wilson 2002).

En kan definere oppfatninger som de filtrene vi bruker for å tolke erfaringer vi gjør oss (Pajares 1992). Oppfatninger kan også dreie seg om noe som legger føringer for hvordan vi handler. Scheffler (1965) mente at en oppfatning består av en samling av forhold eller momenter som leder oss til å utføre bestemte handlinger under bestemte forhold. Det vi gjør inkluderer respons av ulikt slag, og dette er ikke bare begrenset til verbale ytringer. Ingen av disse forholdene er strengt tatt nødvendige eller tilstrekkelige for den enkelte oppfatningen, men vi sier ofte at et tilstrekkelig antall fra denne samlingen av forhold må være tilstede.

Vi kan også definere oppfatninger med at alle har sine egne system av oppfatninger, og at de har et kontinuerlig ønske om å opprettholde balanse og likevekt i disse systemene (Andrews & Hatch 2000). Ifølge Op't Eynde et al. (1999) er oppfatninger – epistemologisk sett – først og fremst personlige konstruksjoner, mens kunnskap er en sosial konstruksjon. Vi kunne derfor si at oppfatninger er vår subjektive kunnskap, og at de inkluderer følelsesmessige faktorer. Her måtte vi også ta med i betraktningen at vi ikke alltid er bevisst på oppfatningene våre. Noen vil også forsøke å skjule oppfatningene sine, når de ikke ser ut til å stemme overens med andres forventninger. Det kan derfor være aktuelt å skille mellom dype oppfatninger og mer overfladiske oppfatninger. Disse kan vi igjen se på som ytterpunkter i et vidt spekter av oppfatninger (Furinghetti & Pehkonen 2002).

En annen definisjon på oppfatninger ble gitt av Goldin (2002), som hevdet at oppfatninger er indre representasjoner som den enkelte mener er sanne, riktige eller anvendelige. Oppfatninger er ofte stabile, og de kan være svært strukturerte. Denne definisjonen ble senere spesifisert til:

(...) multiply-encoded cognitive/affective configurations, usually including (but not limited to) prepositional encoding, to which the holder attributes some kind of truth value (Goldin 2002:64).

Hannula har gjort et nytt forsøk på å definere oppfatninger, og denne definisjonen støtter Goldins definisjoner. Hannula mener at oppfatninger er kognitive uttrykk som den enkelte mener er sanne eller troverdige. Dermed ønsker han å ekskludere det følelsesmessige aspektet fra oppfatninger, og han hevder i stedet at enhver oppfatning kan assosieres med en følelse. Et slikt skille mellom oppfatninger og følelser kan klargjøre mye av den forvirringen som hersker omkring begrepet. To elever kan for eksempel dele en kognitiv oppfatning av at problemløsning ikke alltid er så enkelt, men denne oppfatningen kan være forbundet med glede hos den ene og frykt hos den andre (Hannula 2004).

Det er sannsynligvis verken mulig eller ønskelig å bli enige om én enkelt definisjon på oppfatninger. Vi må likevel være oppmerksomme på de ulike typene definisjoner som fins, og disse kan være nyttige for å forstå de ulike aspektene ved oppfatninger (McLeod & McLeod 2002).

Forskning på læreres oppfatninger har vist at det er en sammenheng mellom læreres oppfatninger av matematikk og deres undervisningspraksis (Wilson & Cooney 2002). Studier som Thompson (1992) indikerer også at læreres oppfatninger av matematikkens natur har innflytelse på deres framtidige undervisningspraksis (Szydlik, Szydlik & Benson 2003). Hvis en lærer ser på matematikk som en samling regler og ferdigheter som må pugges, så vil dette ha innflytelse på undervisningen. En slik lærer vil ofte legge til rette for en mer tradisjonell undervisning (Thompson 1984). På den andre siden vil en lærer som har et problemløsende syn på matematikk sannsynligvis legge til rette for aktiviteter hvor studentene får mulighet til å konstruere de matematiske ideene selv i en sosial kontekst (Szydlik et al. 2003).

Senere års læreplanreformer indikerer et syn på matematikk som stemmer mer overens med dette siste eksemplet, og ofte har det nok blitt oppfattet slik at det ene helt utelukker det andre. Når lærere står overfor en læreplanreform, blir deres undervisningspraksis et resultat av avgjørelser de tar basert på tolkninger av retorikken i læreplanen, samt de erfaringer og oppfatninger de tar med seg inn i klasserommet (Sztajn 2003). Hvis vi skal endre undervisningen i et fag på nasjonal basis, er det ikke nok å endre læreplan og lærebøker. Det vil også være nødvendig å endre eller modifisere lærernes oppfatninger av matematikk, læring og undervisning i matematikk, osv. Mange lærere støtter seg på én eller noen få lærebøker i undervisningen, og de trenger veiledning for å endre sin undervisningspraksis (Lloyd 2002).

Thompson (1992) viderefører arbeidet til Ernest (1988) når hun viser at læreres tilnærming til matematikkundervisningen har en tett sammenheng med deres oppfatninger (eller system av oppfatninger). Det blir derfor svært viktig å identifisere lærernes syn på (eller oppfatninger av) matematikk, og ikke bare kunnskaper i faget.

Tradisjonelt har det ofte ligget til grunn en oppfatning av at lærerne er i stand til å formulere og kommunisere sine oppfatninger muntlig eller skriftlig, og en går ofte ut fra at det er et entydig forhold mellom hva lærerne sier om sine oppfatninger og hva forskeren tror disse ytringene betyr. Når det har blitt funnet uoverensstemmelser mellom lærernes oppfatninger og deres undervisningspraksis, har dette blitt tolket som at det eksisterer en konflikt mellom oppfatninger og praksis (Cooney 1985; Raymond 1997). Leatham (2006) foreslår at slike tilsynelatende konflikter like gjerne kan forklares med at lærere har et sammensatt system av oppfatninger. Når vi står overfor en tilsynelatende uoverensstemmelse mellom oppfatninger og praksis, bør vi som forskere ha i bakhodet at vi aldri kan vite helt sikkert hvilke oppfatninger det er som styrer lærernes handlinger i den konkrete undervisningssituasjonen. En lærer kan for eksempel ha en oppfatning av at en problemløsende arbeidsmåte er å foretrekke, mens det i en konkret situasjon kan være oppfatningen av at det er viktig å holde orden i klasserommet som er overordnet.

Disse uoverensstemmelsene mellom hva læreren sier og gjør, kan også være relatert til forskjellen på kunnskap og oppfatninger. Forskning har vist at selv om lærernes kunnskap om læreplanen og endringer i læreplanen har økt, så har undervisningen forblitt forholdsvis uforandret (Alseth, Breiteig, & Brekke, 2003). Dette kan også ha sammenheng med at det vi her kaller oppfatninger ofte representerer det Thompson (1992) kaller for *professed views*. Slike uttalte oppfatninger kan være et uttrykk for hva vi kan eller hva vi tror noen forventer av oss, og de trenger ikke være uttrykk for de dype oppfatningene vi har omkring dette temaet. Forskning har indikert at de oppfatningene vi har med oss fra tidligere om undervisning, læring og fagets innhold og egenart tar lang tid å endre (Brown, Cooney & Jones 1990; Foss & Kleinsasser 1996; Lerman 1987; Pajares 1992; Szydlik, Szydlik & Benson 2003). Noen forskere mener at undervisning er en kulturell størrelse, og at læreres oppfatninger om undervisning (gjerne knyttet til enkelte fag) er uttrykk for en slik undervisningskultur. I likhet med endring av andre typer kulturer er det sterke indikasjoner på at det å endre undervisningskulturen kan være en komplisert og tidkrevende affære.

Avslutning

Kunnskapsløftet skal også være et kompetanseløft for lærere. Begrunnelsen er at elevene da vil få bedre matematikkundervisning og følgelig lære mer matematikk. Etterutdanning er et av flere virkemidler for å forbedre matematikkundervisningen. For å muliggjøre en slik forbedring av matematikkundervisningen, er det nødvendig å ha både lærernes kunnskaper og oppfatninger i fokus, både knyttet til matematikkfaget og undervisningen av det.

Forskning tyder på at det ligger sammensatte kriterier bak lærernes valg i undervisningssituasjonen. Samtidig viser det seg at det er mulig for lærere å endre egne oppfatninger, når de får muligheten til å

refleksjon og når oppfatningene blir utfordret (Wilson & Cooney 2002). Forholdet mellom oppfatninger og undervisningspraksis er trolig et dialektisk forhold og ikke et enkelt årsak-virkning forhold. Det ville derfor være interessant i fremtidig etterutdanning å fokusere på denne dialektikken mellom lærernes oppfatninger og undervisningspraksis. En fornuftig tilnærming kan være at vi legger til rette for at lærerne selv får erfaring med å undersøke og reflektere over sine oppfatninger og sin undervisningspraksis (Thompson 1992).

Det er en utfordring å finne frem til elementer ved etterutdanningens innhold som kan støtte deltakerne i deres profesjonelle utvikling som matematikklærere. En analyse av tidligere forskningsresultater gir oss viktige innspill. Det er nødvendig å vite hvilke kunnskaper de som deltar i etterutdanning har. Når en vet hvilke kunnskaper de har, kan en fokusere på det den enkelte trenger og ha *mathematical content knowledge for teaching* i fokus (Ball, Hill & Bass 2005). Som etterutdanner må en altså fokusere på matematisk kunnskap som er nødvendig for å gjøre en undervisningsjobb. Ball understreker at en matematikklærer må ha en dybdeforståelse for det matematikkfaglige emnet hun skal undervise i. Det blir derfor viktig å finne ut mer om læreres oppfatninger og kunnskaper om matematikk og matematikkundervisning.

Etterutdanningens form er også sentral. Når forskere ser på hvilke kontekster som støtter læreres læring (for eksempel Wilson & Berne 1999), fremheves for det første at lærerne må være en del av et fellesskap hvor utvikling av matematikkundervisning er i fokus. Deltakelse i et slikt fellesskap inkluderer diskusjon og nytenkning omkring hva matematikk er, hva god matematikkundervisning er og hva det vil si å være en god matematikklærer. For det andre fremheves det at lærere ikke må presenteres for et ferdig utviklet kursopplegg, for eksempel nye pedagogiske strategier til bruk i matematikkundervisningen. Lærere bør heller utfordres til å utforske og reflektere over egen undervisning, gjerne sammen med kollegaer. Til sist fremhever forskningen at om lærere skal utvikle seg, må etterutdanningen ha en atmosfære hvor deltakerne stoler på hverandre samtidig som en er åpen for kritikk. Det er viktig at etterutdanningen ikke er fordomsfull, men har fokus på å utvikle bevissthet og åpenhet omkring egen og andres matematikkundervisning, veiledning i stedet for vurdering blir etterutdanningens utfordring (Rowland, Huckstep & Thwaites 2005). Etterutdanningen må fokusere på at uenighet eksisterer, og få frem begrunnelsene for denne uenigheten.

Litteratur

Abrantes, P. (2001). *Revisiting the goals and the nature of Mathematics for all in the context of a national curriculum*. Paper presented at the 25. conference of the international group for the Psychology of Mathematics Education PME 25, Utrecht – The Netherlands.

Alseth, B., Breiteig, T., & Brekke, G. (2003). *Evaluering av Reform 97 – Endringer og utvikling ved R97 som bakgrunn for videre planlegging og justering – matematikkfaget som kasus*. Notodden: TFN-rapport 02/2003.

Andrews, P., & Hatch, G. (2000). A comparison of Hungarian and English teachers' conceptions of mathematics and its teaching. *Educational Studies in Mathematics*, 43(1), 31–64.

Ball, D. L., & Bass, H. (2002). *Toward a Practice-Based Theory of Mathematical Knowledge for Teaching*. Paper presented at the 2002 Annual Meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group, Edmonton.

Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing Mathematics for Teaching. Who Knows Mathematics Well Enough To Teach third Grade, and How Can We Decide? *American Educator* (Fall 2005), 14–17+20–22+43–46.

Begle, E. (1968). Curriculum research in mathematics. I H. Klausmeier & G. O'Hern (red.), *Research and Development toward the Improvement of Education* (s. 44–48). Madison, WI: Dembar Educational Research Services.

Brown, S., Cooney, T., & Jones, D. (1990). Mathematics teacher education. I W. R. Houston, M. Haberman & J. Sikula (red.), *Handbook of research on teacher education* (s. 639–656). New York: Macmillan.

Clarke, D. M. (1997). The changing role of the mathematics teacher. *Journal for research in Mathematics Education*, 28(3), 278–308.

Cooney, T., Shealy, B., & Arvold, B. (1998). Conceptualizing belief structures of preservice secondary mathematics teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(3), 306–333.

Cooney, T. J. (1985). A beginning teacher's view of problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16, 324–336.

Cooney, T. J. (1994). Research and teacher education: in search for a common ground. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6), 608–636.

Cooney, T. J. (1999). Conceptualizing teachers' ways of knowing. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 163–187.

Cooney, T. J., & Wilson, M. (2002). Mathematics teacher change and development. I E. Pehkonen, G. Törner & G. C. Leder (red.), *Beliefs: a hidden variable in mathematics education?* (s. 127–147). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Dewey, J. (1902/1956). The child and the curriculum. I *The child and the curriculum: The school and society* (s. 3–31). Chicago: University of Chicago.

Eisenberg, T. (1977). Begle revisited: Teacher knowledge and student achievement in algebra. *Journal for Research in Mathematics Education* (8), 216–222.

Ernest, P. (1988). The impact of beliefs on the teaching of mathematics: Paper prepared for ICME VI, Budapest, Hungary.

Foss, D. H., & Kleinsasser, R. C. (1996). Preservice elementary teachers' views of pedagogical and mathematical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 12(4), 429–442.

Furinghetti, F., & Pehkonen, E. (2002). Rethinking characterizations of beliefs. I E. Pehkonen, G. Törner & G. C. Leder (red.), *Beliefs: a hidden variable in mathematics education?* (s. 39–57). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Goldin, G. A. (2002). Affect, meta-affect, and mathematical belief structures. I E. Pehkonen, G. Törner & G. C. Leder (red.), *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?* (s. 59–72). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Grønmo, L. S., Bergem, O. K., Kjærnsli, M., Lie, S., & Turmo, A. (2004). *Hva i all verden har skjedd i realfagene: norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2003*. Oslo: Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.

Hannula, M. S. (2004). *Affect in mathematical thinking and learning*. Finland: University of Turku.

Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371–406.

Haaland, I., & Reikerås, E. (2005). Matematikkfaget ved lærerutdanningen i Stavanger. I M. Lea (red.), *Vekst og utvikling. Lærerutdanninga i Stavanger 50 år*. (s. 55–65). Stavanger: Universitetet i Stavanger.

KD (2006). *Et felles løft for realfagene. Strategi for styrking av realfagene 2006–2009*. Kunnskapsdepartementet.

KUF (1996). *Læreplanverket for den 10-årige grunnskolen*. Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet.

Lappan, G., & Theule-Lubienski, S. (1994). *Training teachers or educating professionals? What are the issues and how are they being resolved?* Paper presented at the Selected issues from the 7th International Congress on Mathematical Education, Sainte-Foy.

Leatham, K. R. (2006). Viewing Mathematics Teachers' Beliefs as Sensible Systems. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(1), 91–102.

Lerman, S. (1987). Investigations, where to now? I P. Ernest (red.), *Teaching and learning mathematics, part 1 (Perspectives 33)* (s. 47–56). Exeter: University of Exeter School of Education.

Lloyd, G. (2002). Mathematics teachers' beliefs and experiences with innovative curriculum materials. I E. Pehkonen, G. Törner & G. C. Leder (red.), *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?* (s. 149–159). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

McLeod, D. B., & McLeod, S. H. (2002). Synthesis – Beliefs and mathematics education: implications for learning, teaching, and research. I E. Pehkonen, G. Törner & G. C. Leder (red.), *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?* (s. 115–123). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Op't Eynde, P., De Corte, E., & Verschaffel, L. (1999). *Balancing between Cognition and Affect: Students' Mathematics-Related Beliefs and Their Emotions during Problem-Solving*. Paper presented at the Conference on Mathematics Beliefs and Their Impact on Teaching and Learning of Mathematics, Mathematical Research Institute, Oberwolfach, Germany.

Pajares, M. F. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307–332.

Raymond, A. M. (1997). Inconsistency between a Beginning Elementary School Teacher's Mathematics Beliefs and Teaching Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 550–576.

Rowan, B., Correnti, R., & Miller, R. J. (2002). What large-scale survey research tells us about teacher effects on student achievement: Insights from the Prospects Study of elementary schools. *Teachers College Record*, 104(8), 51–59.

Rowland, T., Huckstep, P., & Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: the knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(3), 255–281.

Sanders, W., & Horn, S. P. (1994). The Tennessee value-added assessment system (TVAAS): Mixed-mode methodology in educational assessment. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 8, 299–311.

Scheffler, I. (1965). *Conditions of knowledge*. Chicago: Scott, Foresman.

Shifter, D. (1997). *Learning Mathematics for teaching: Lessons in/from the Domain of Fractions*. Newton, MA: Center for the Development of Teaching, Education Development Center, Inc.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*(15), 4–14.

Sztajn, P. (2003). Adapting Reform Ideas in Different Mathematics Classrooms: Beliefs Beyond Mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6(1), 53–75.

Szydlik, J. E., Szydlik, S. D., & Benson, S. R. (2003). Exploring Changes in Pre-service Elementary Teachers' Mathematical Beliefs. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6(3), 253–279.

Thompson, A. G. (1984). The relationship of teachers' conceptions of mathematics to instructional practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15, 105–127.

Thompson, A. G. (1992). Teachers' Beliefs and Conceptions: A Synthesis of Research. I D. G. Grouws (red.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (s. 127–146). New York: Macmillan.

UFD (2004). *Kompetanse for utvikling. Strategi for kompetanseutvikling i grunnskolingen 2005–2008*. Utdanningsdepartementet.

UFD (2005). *Kunnskapsløftet*. Utdanningsdepartementet.

Wilson, M., & Cooney, T. (2002). Mathematics teacher change and development – The role of beliefs. I E. Pehkonen, G. Törner & G. C. Leder (red.), *Beliefs: a hidden variable in mathematics education?* (s. 127–147). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Wilson, S. M., & Berne, J. (1999). Teacher learning and the acquisition of professional knowledge: An examination of research on contemporary professional development. I A. Iran-Nejad & P. D. Pearson (red.), *Review of research in education*. Washington, DC: American Educational Research Association.

Wood, T. (1999). Approaching Teacher Development: Practice into Theory. I B. Jaworski, T. Wood & S. Dawson (red.), *Mathematics Teacher Education. Critical International Perspectives*. (s. 163–179). London: Falmer Press.