

Feedbackstrategier i matematik



Bent B. Andresen,
Danmarks Institut
for Pædagogik og
Uddannelse, Aarhus
Universitet

Abstract: Der er forskningsmæssigt belæg for at formativ feedback influerer på elevernes faglige udbytte af undervisningen i grundskolens fag, men der er kun i mindre omfang forsket i hvad dette mere præcist betyder for matematikundervisningen. Dette spørgsmål behandles med særligt henblik på oplevet self-efficacy hvilket refererer til elevernes tro på egen formåen og resultater i matematik. Self-efficacy er en teoretisk konstruktion som benyttes til at skabe sammenhæng mellem henholdsvis formativ feedback til eleverne og deres faglige udbytte. Konklusionen er at systematisk formativ feedback kan bevirke at der bliver færre elever end hidtil som udvikler lav self-efficacy og klarer sig dårligt i matematik.

Indledning

Efterhånden findes der mange publikationer om god undervisning (se fx Meyer, 2014), og der findes også mange udsagn om brugbare feedbackstrategier (EVA, 2014; Nielsen & Dolin, 2016). Fællesmængden heraf som retter søgelyset mod god feedback i matematikundervisningen, omfatter imidlertid langt færre arbejder, og det er baggrunden for denne artikel.

En væsentlig drivkraft for læring er elevens tro på egen faglige formåen som betegnes *oplevet self-efficacy*. Self-efficacy er en teoretisk konstruktion som dybest set udtrykker om og i hvilket omfang eleverne forventer at kunne klare kommende faglige opgaver (Bandura, 2006). Det er den enkeltfaktor som korrelerer bedst med elevernes læringsudbytte (Bartimote-Aufflick et al., 2015). Elever som tror at de er i stand til at gøre det godt, er langt mere tilbøjelige til at gøre en vellykket indsats og være vedholdende end elever som forventer det modsatte fordi de har svært ved selv at løse deres opgaver (Pintrich, 2003). Generelt er der en tendens til at sidstnævnte elevgruppe ikke gør en indsats som er nødvendig for at løse disse opgaver (OECD, 2013).

Hensigten med artiklen her er at behandle spørgsmålet om hvad læreren må gøre for at styrke elevernes oplevede self-efficacy i faget matematik i grundskolen. Dette med særligt henblik på den indflydelse som systematisk formativ feedback har på elevernes tro på egen formåen og faktiske formåen i matematik.

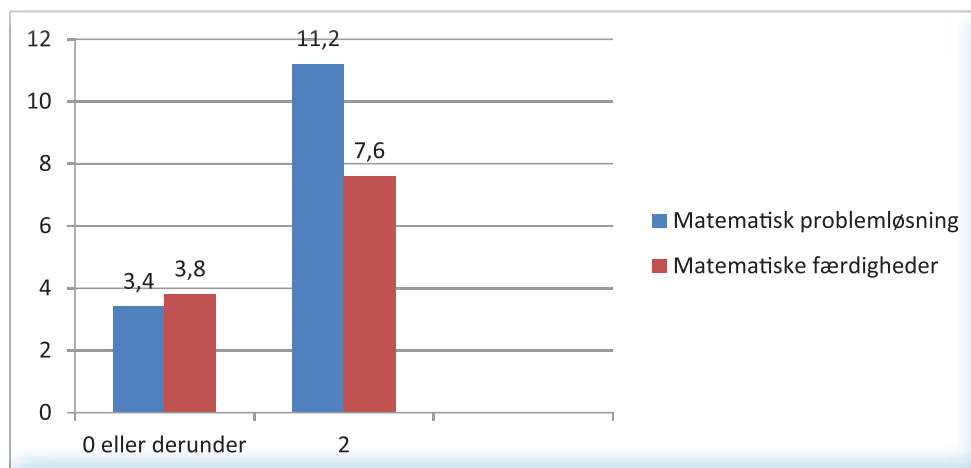
Den aktuelle dagsorden

For en del år siden underviste jeg på hf i matematik hvor jeg brugte de første seks uger på at repetere stof fra grundskolen. Det gav gode resultater fordi kursisterne havde lært en hel del i grundskolens matematikundervisning. For de flestes vedkommende var det mere end de selv troede.

Sådan gør man imidlertid ikke altid, for i dag er der indført adgangsbegrænsning efter grundskolen så matematik fungerer som sorteringsfag. Billedlig talt står der en dørvogter på alle ungdomsuddannelserne og spørger eleverne som søger om at blive optaget: "Hvad fik du i matematik ved afgangsprøven?" Hvis eleven svarer 02 eller derunder, siger dørvogteren at det er ærgerligt for eleven kan ikke blive optaget på ungdomsuddannelsen.

To ud af tre elever søger optagelse på en gymnasial ungdomsuddannelse, og de risikerer endda at blive afvist hvis de har 4 eller derunder i matematik. Fremover vil døren således være lukket for temmelig mange elever som klarer sig mindre godt i matematik i grundskolen.

En del elever fik 02, og en mindre del fik 0 eller derunder ved prøven efter 9. klasse i matematik i 2015/16 (fig. 1). Der er små udsving i disse andele fra år til år da der er lidt forskel fra årgang til årgang, og sværhedsgraden af de skriftlige opgaver varierer lidt. Dertil kommer at karakterfordelingen kan ændre sig som følge af ændrede krav til undervisningen og ændrede læringsaktiviteter.



Figur 1. De tre laveste karakterer fordelt på fagdisciplin i matematik 9. klasse i pct. 2015/16 (Ministeriet for børn, unge og ligestilling, 2017).

To grupper af elever bliver ramt af de ændrede adgangskrav: elever som får lave karakterer i matematik ved afgangsprøven i folkeskolen, og elever som ikke går op i alle prøver i faget (omkring 10 pct. af eleverne). Hver syvende elev står derfor umiddelbart over for en lukket dør på de erhvervsrettede ungdomsuddannelser.

Andelen af elever med utilfredsstillende resultater i matematik kan også estimeres med reference til de internationale PISA-undersøgelser. Ved den seneste undersøgelse savnede 13,6 % af de danske elever funktionelle kompetencer i matematik (OECD, 2016a). Til denne andel kan man lægge lidt over 5 % af en elevårgang som er friholdt fra undersøgelsen på grund af manglende færdigheder i at forstå og løse matematikopgaver på dansk (OECD, 2016b).

Når eleverne fylder 16 år, mangler således næsten hver femte grundlæggende, funktionelle kompetencer i matematik. Den relativt store andel tyder på et behov for at gøre en større indsats end hidtil for at støtte elever som oplever matematikfaglige udfordringer.

Der er imidlertid ikke forskningsmæssigt belæg for at én bestemt metode har større indflydelse end andre på elevernes læringsudbytte (Laursen, 2003), men *Vejledningen for faget matematik* indeholder en anbefaling om at tilrettelægge forskellige former for læringsaktiviteter “så eleverne kan opnå erfaringer med og indsigt i væsentlige matematiske sammenhænge” (Undervisningsministeriet, 2016b). For at gøre det må læreren have et ret indgående kendskab til elevernes erfaringer og den faglige indsigt som de udvikler i løbet af deres skoletid. Eleverne må derfor fremvise deres forståelse af de matematiske discipliner (Gardner, 2000).

Test bliver også brugt som redskab til at holde “et nogenlunde neutralt øje med udviklingen” af elevernes færdigheder (Oakhill, Cain & Elbro, 2015). En ulempe ved matematikafleveringer og test hvor opgaverne “stiller (store) krav til elevernes læsefærdigheder”, er at de måler mere end én færdighed og derfor har begrænset validitet (Kreiner, 2009). Dårlige resultater i forbindelse med afleveringer og test medvirker i mange tilfælde også til at reducere svagt præsterende elevers faglige udbytte (Nordenbo et al., 2009).

Former for formativ feedback

I denne artikel argumenterer jeg for at tilbagemeldinger på elevernes afleveringer og testresultater i et vist omfang må fungere formativt med fokus på hvad eleverne kan gøre fremover for at udvikle deres formåen i matematik – snarere end på hvad de har gjort hidtil. Den overordnede idé er nærmere bestemt at læreren bruger sit kendskab til hvor eleven skal hen, hvor eleven er nu, og hvordan eleven kan nå frem, for bedst muligt at dække sine behov i undervisningen (William, 2015).

Det er i denne sammenhæng relevant at skelne mellem *evaluering af læring* og *evaluering for læring*. Hensigten med førstnævnte er at sætte værdi på gennemførte aktiviteter og opsummere elevens udbytte. Denne evaluerings- og testform betegnes derfor også *summativ*. Hensigten med sidstnævnte evalueringsform er omvendt at styrke næste skridt i elevernes læreprocesser, og som omtalt i § 13 i Folkeskoleloven

er den “grundlag for vejledning af den enkelte elev og for den videre planlægning og tilrettelæggelse af undervisningen”.

I grundskolen er *formativ* evaluering og feedback derfor et vigtigt supplement til *summativ* evaluering. I den før omtalte *Vejledning for faget matematik* bliver der gjort tydeligt opmærksom på det: “En formativ evaluering gør det muligt for læreren at give eleverne feedback på deres læringsudbytte undervejs i forløbet” (Undervisningsministeriet, 2016b). Frem for at se tilbage på fejl og mangler i elevernes hidtidige indsats ser læreren fremad på hvad eleverne selv kan gøre for at forbedre deres faglige standpunkt.

Det er snart tyve år siden at to forskere fra King’s College i London skaffede belæg for at lærerens konstruktive tilbagemeldinger har særdeles stor, positiv indflydelse på elevudbyttet (Black & Wiliam, 1998). Forskerne påviste at formativ feedback bidrager til at forbedre elevernes læringsudbytte i højere grad end de fleste andre tiltag. Virkningen – målt ved at sammenligne de gennemsnitlige forbedringer i testresultaterne hos de involverede elever med de tilsvarende forbedringer for andre typiske elever – blev vurderet til 0,7. Effektstørrelser beregnes i andre forskningsprojekter som differencen mellem gennemsnittene af en elevgruppes testresultater (på to forskellige tidspunkter) divideret med standardafvigelsen på disse resultater (Kleven, 2013). Med standardafvigelsen som måleenhed er effektstørrelser for mange typer tiltag i begge tilfælde 0,4 i gennemsnit (Hattie, 2009). Tiltag for at fremme formativ feedback har således en væsentlig større indflydelse end mange andre tiltag.

Sloganagtigt formuleret *former formativ feedback x*, hvis man indsætter en elevs navn, men udsagnet er også sandt hvis man indsætter matematiklærerens navn for *x*. Verden over er der eksempler på at lærere i matematik har gjort positive erfaringer med feedback som er formativ (Wiliam, 2015). I forbindelse hermed bliver læreren informeret om den enkelte elevs udfordringer.

Det er hensigtsmæssigt at læreren også er forskningsinformeret på dette punkt. Den før omtalte forskning om betydningen af at give eleverne formativ feedback instruerer ikke læreren i at gøre det i praksis, men kan medvirke til at styrke hans/hendes vidensgrundlag – og dermed indirekte vedkommendes dømmekraft. Læreren kan udøve professionel dømmekraft ved bl.a. at stille kritiske spørgsmål til den hidtidige praksis som angiveligt mindsker en del elevers tro på egen formåen: “Skyldes det for ensidigt fokus på fejl og mangler eller test? Hvad ved jeg egentlig om det?”

Kendskab til fordelene ved at give løbende formativ feedback kan desuden inspirere læreren til at overveje praksisændringer. Det er temaet i det følgende.

Feedbackgivning i praksis

I mange tilfælde kan eleverne drage nytte af formativ feedback inden de gendeler/genafleverer deres opgave- og problemløsninger. Når læreren planlægger at give enkelt- eller gruppevis feedback, kan arbejdsformen fx være procesorienteret med disse tre hovedelementer (Enggaard, 2016):

1. Indledende fastlæggelse af opgaven eller problemet som skal løses af eleverne enkeltvis eller sammen
2. Lærer/elev- og elev/elev-dialog der kan omfatte flere løsningsforslag om hvordan man kan løse problemet
3. Fremlæggelse af det bedst mulige resultat, facit eller løsning og evt. kommentarer i tilknytning hertil.

I forbindelse med punkt 2 kan eleverne få feedback på en måde som er bedst i den aktuelle situation - mundtligt, via tavle eller skriftligt, fx via digitale delingsredskaber (ibid.).

Læreren kan bl.a. give feedback så eleverne bliver klar over hvad de kan gøre for at forbedre et givet løsningsforslag. Det kan fx være feedback i stil med:

- Du kan overveje at prøve igen fordi du ...
- Du får lige en forklaring så du bagefter kan ...

Sigtet med at give formativ feedback er naturligvis ikke at gøre arbejdet for eleverne, men at informere dem om hvad de har gjort rigtigt, og hvad de har behov for at forbedre, hvilket har større indflydelse på deres læringsudbytte end deciderede fejlrettelser eller en kombination af fejlrettelser og feedback (Keeley & Tobey, 2011).

Mere konkret er hensigten at gøre dem i stand til bagefter at forbedre deres opgave- eller problemløsning. Læreren kan eksempelvis sige eller skrive:

- Procentberegningerne er næsten rigtige, men kan du finde to regnefejl og rette dem?
- Resultatet er rigtig nok, men jeg kan ikke se hvordan du er kommet frem til det.

Hvis læreren ikke allerede har gjort det, kan han/hun overveje hvorledes formativ feedback kan fremme udviklingen hos de elever som har størst behov for faglig støtte, og bidrage til at de forstår hvad de skal lære, herunder hvad der forventes af dem. Nogle forskningsresultater tyder på at formativ feedback især er en fordel for svagt præsterende elever i matematik. Eksempelvis har Fyfe (2016) undersøgt virkningen af automatisk genereret feedback på mellemtrinnet til elever mens de – hjemme eller på skolen – løser algebraopgaver i et digitalt system, og påvist at formativ feedback

især medvirker til at styrke de svageste elevers læringsudbytte. Som følge heraf er det hensigtsmæssigt at læreren både tilpasser indholdet og omfanget af feedback i forhold til elevernes standpunkter i matematik.

I nogle tilfælde klarer højt præsterende elever sig lige så godt uden feedback. Det siger næsten sig selv at elever som selv kan løse de fleste opgaver og behandle de fleste problemer korrekt, ikke lærer noget af at få det at vide igen og igen. Elever som præsterer mindre godt i matematik, opnår derimod klart bedre posttest-resultater når de får feedback på deres opgave- og problemløsninger (ibid.). Tilbagemeldingerne medvirker fx til at de i højere grad mestrer at løse algebraopgaver end tilsvarende elever som ikke får feedback.

Læreren kan også give feedback med særligt henblik på at udvikle elevernes begrebskendskab, hvilket har relativt stor indflydelse på deres præstationer og evner til problemløsning i matematik (Bowie, 2015). Læreren kan eksempelvis sige eller skrive (Keeley & Tobey, 2011):

- Hvilke begreber fra geometri vil du anvende i denne sammenhæng?
- Du kan ikke anvende begrebet *sandsynlighed* på denne måde - kan du anvende et andet begreb?

Formativ feedback kan også omfatte andre aspekter af elevernes sprogbrug i folkeskolen hvor matematiklæreren jo skal medvirke til at fremme elevernes sproglige udvikling (Spahn, 2016). I faglige tekster og samtaler er det udbredt at benytte førfaglige udtryk til at introducere og forklare fagudtryk, herunder ord som *aflæse*, *forstørre*, *afsætte*, *opgøre*, *omregne*, *halvere* og *voksende*. For at den enkelte elev kan få det fulde udbytte af en faglig dialog eller tekst, må han/hun kende disse ord i gråzonen mellem fagsprog og hverdagsprog. Ellers er der risiko for at han/hun går glip af noget af det faglige indhold og misforstår opgave- og problemformuleringer i matematik.

Læreren kan derfor give feedback på elevens kendskab til både fagudtryk og gråzoneord afhængigt af om eleven (Oakhill, Cain & Elbro, 2015):

1. mener at have hørt udtrykket før
2. mener at kende lidt til udtrykkets betydning
3. kan give eksempler på hvordan man bruger udtrykket i matematik
4. kan give eksempler på hvad udtrykket dækker over
5. kan forklare betydningen af udtrykket
6. kan give en faglig definition af udtrykket.

Som før omtalt er det ikke nok at rette elevens sprogbrug, for dybest set er feedback kun formativ hvis eleven bruger den til at forbedre sit kendskab til fagudtrykkene og de anvendte gråzoneord.

Oplevet self-efficacy

I forlængelse af de omtalte fund i feedbackforskningen er det relevant at spørge hvorfor formativ feedback egentlig er en fordel for de elever som er i matematikfaglige problemer. I dette afsnit vil jeg kort omtale en af de væsentligste årsager hertil, nemlig at denne form for feedback kan medvirke til at styrke elevernes tiltro til egen faglige formåen og deres faktiske formåen i matematik.

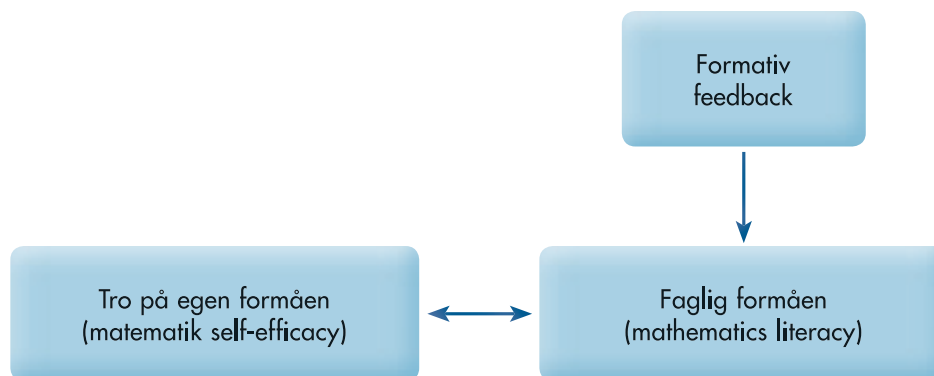
Der har været forskningsmæssigt belæg siden midten af 1980'erne for at elevernes oplevede self-efficacy har indflydelse på deres faglige standpunkter (Williams & Williams, 2010). På grundlag af PISA-undersøgelser i 41 lande er det senere påvist at data om matematisk self-efficacy kan bruges til at forudsige *mathematics literacy* både for den enkelte elevs vedkommende og på landeniveau (OECD, 2004).

I sidstnævnte tilfælde er oplevet self-efficacy blevet afdækket gennem spørgsmål om hvor sikker eleven føler sig på at kunne løse opgaver om beregning af noget, eksempelvis hvor langt en bil kører på en given mængde brændstof (OECD, 2012). Disse opgaveeksempler minder om PISA-testopgaverne, og elevernes tiltro til at de kan løse disse opgaver, korrelerer i høj grad med deres faktiske præstationer (Undervisningsministeriet, 2014). Eleverne har bl.a. forskellig tiltro til at de kan "udregne procentvis besparelse ved køb af ting med rabat", "forstå grafiske fremstillinger i aviser", "bestemme afstande mellem to positioner på et kort" og "fortolke diagrammer og skemaer, herunder køreplaner".

Mens mange elever "føler sig relativt sikre i anvendelsen af forskellige matematiske kompetencer", oplever de "flere problemer" i arbejdet med emner som *rum* og *form* (Undervisningsministeriet, 2014). Lav self-efficacy i matematik kommer i nogle tilfælde til udtryk ved at eleverne føler sig hjælpeløse når de skal arbejde selvstændigt med matematikopgaver og -problemer. Samlet set fortæller hver tredje pige og hver fjerde dreng at de føler sig hjælpeløse i disse situationer, og disse elever opnår en lavere score i tests i matematik i et omfang svarende til næsten et års skolegang (OECD, 2013).

Oplevet self-efficacy er som før omtalt den enkeltfaktor som korrelerer bedst med elevernes læringsudbytte (Bartimote-Aufflick et al., 2015). De to faktorer påvirkes af hinanden; elevernes faglige dygtighed har indflydelse på deres self-efficacy og omvendt. Den gensidige indflydelse foregår som led i en iterativ proces hvor elevens vurdering af sin egen formåen efterhånden bliver mere og mere realistisk (Williams & Williams, 2010). "Ligevægtpunktet" hvor der er balance mellem elevernes tro på

egen formåen og faktiske formåen i matematik, varierer naturligvis fra elev til elev, men det er dynamisk og kan udvikles vha. formativ feedback, herunder information til eleven om hans/hendes muligheder for selv at forbedre sin faglige formåen (fig. 2).



Figur 2. Lærers indflydelse på elevernes læringsudbytte.

For at komme ind i en positiv udviklingspiral skal eleverne helst have feedback som styrker deres tro på og faktiske formåen frem for at demotivere dem pga. for ensidigt fokus på fejl og mangler i deres løsningsforslag. Deres motivation er normalt størst hvis de både har positive forventninger til en given læringsaktivitet og rent faktisk værdsætter den (Pintrich & Schunk, 1996). Når de får formativ feedback, kan det medvirke til at styrke begge dele, dvs. skabe positive forventninger og bidrage til faglige succesoplevelser som de værdsætter. Billedlig talt kan det udløse en sneboldeffekt kendetegnet ved stadig øget tiltro til egen formåen og endnu flere positive læringsoplevelser.

Udvikling af feedbackstrategier

Spørgsmålet er hvad man kan gøre for at få mere og bedre formativ feedback i skolen og udløse den før omtalte sneboldeffekt. Det er temaet i dette afsnit hvor der er fokus på dels lærerens udvikling af viden om formativ feedback, dels hans/hendes muligheder for at omsætte denne viden i praksis.

Et review af den hidtidige forskning om formativ evalueringspraksis (Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning, 2014) tyder på en positiv indflydelse på elevernes faglige resultater hvis lærerne: 1) deltager i efteruddannelse hvor de "udvikler kompetencer i forhold til at gennemføre samt tolke og anvende resultaterne af formative evalueringer" og 2) sparrer med konsulenter/vejledere. Nævnes skal også at der generelt er stor tiltro til aktionslæring hvor læreren i folkeskolen udvikler sin praksis i dialog med konsulenter eller forskere (EVA, 2013)

Resultaterne af den hidtidige forskning på området tyder på at en kort indsats

vedr. formativ evalueringspraksis ikke er tilstrækkelig til at forbedre elevernes faglige udbytte og præstationer, men indflydelsen af denne praksis "vinder momentum over tid" (Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning, 2014). Metaanalyser vedr. skoleomfattende udviklingsprojekter har også vist at den største indflydelse på elevernes læringsudbytte i mange tilfælde forekommer efter hele otte års indsats (Borman, 2002) hvilket svarer til at eleverne får systematisk formativ feedback på deres opgave- og problemløsning stort set hele deres skoletid.

For at undgå at forveksle formativ feedback med summativ feedback og andre former for tilbagemeldinger og ros er det væsentligt at udbrede kendskabet til konkrete eksempler på hvordan læreren bedst kan give formativ feedback. Ellers er der udsigt til at han/hun tilkendegiver at "det gør jeg skam allerede". Det var fx tilfældet da en lærergruppe blev opfordret til at sætte sig ind i en videnskabelig artikel om formativ feedback som ikke indeholdt konkrete eksempler (See, Gorard & Siddiqui, 2016). Efter afslutningen af arbejdet med artiklen blev omfanget af formativ feedback ikke forøget, rituel ros (såsom "godt gået, fremragende, fantastisk") blev brugt i samme udstrækning som før dette arbejde, og effektstørrelsen i matematik var kun 0,05.

Eksemplificering af formativ feedback kan tage udgangspunkt i princippet om *genaflevering*. Forenklet fremstillet er der jo to feedbackstrategier hvor eleverne: 1) afleverer en og kun en besvarelse som bliver rettet, og 2) først præsenterer et udkast til besvarelse, derpå modtager lærerens (og evt. andre elevers) feedback som de derefter indarbejder inden de færdiggør og genafleverer deres bedste bud på opgavens resultat eller facit eller problemets løsning.

Denne procesorienterede arbejdsform er ikke ny i grundskolen; den blev faktisk beskrevet for flere hundrede år siden i forbindelse med skriveundervisningen (Andersen, 2005), og dens betydning for god matematikundervisning blev dokumenteret for fyrre år siden (Good & Grouws, 1977), men spørgsmålet er hvor udbredt den er i dag. Hvis læreren ikke allerede har gjort det, kan han/hun derfor overveje sine hidtidige rette- og feedbackstrategier. Til at begynde med kan en lærer som ønsker at gøre det, kategorisere sine tilbagemeldinger: "I hvilke situationer giver jeg summativ feedback i matematikundervisningen på årgang x? I hvilke situationer giver jeg formativ feedback? Hvilken type af tilbagemelding foretrækker eleverne, og hvilken bruger og lærer de mest af?"

Læreren kan endvidere overveje om den relativt knappe tid til at give eleverne tilbagemeldinger på deres selvstændige opgave- og problemløsning bliver brugt optimalt: "Vil det være bedre at omlægge noget af tidsforbruget så de elever som har størst behov for det, får mere formativ feedback end hidtil?" Ved at gøre status på denne måde kan læreren udvikle sit grundlag for at beslutte om og i hvilket omfang han/hun fremover vil styrke sin formative feedbackgivning af hensyn til de elever som i dag klarer sig mindre godt i matematik.

Konklusion

I det foregående har jeg behandlet spørgsmålet om hvad læreren må gøre for at styrke elevernes oplevede self-efficacy i faget matematik i grundskolen, herunder hvilken indflydelse regelmæssig formativ feedback har på elevernes tro på egen formåen og faktiske formåen i faget.

Spørgsmålet er bl.a. behandlet på grundlag af nogle af de væsentligste fund i de sidste tyve års forskning om formativ feedback og self-efficacy. Disse fund peger på at formativ feedback har en ganske stor, positiv indflydelse i forbindelse med undervisningen idet den styrker elevernes udbytte heraf. Denne form for feedback kan fungere i alle fag, men i matematikundervisningen bliver der typisk brugt en del tid på selvstændig opgave- og problemløsning, og her må læreren derfor overveje at give løbende formativ feedback som – alt andet lige – gør eleverne bedre i stand til dette.

Desuden er der belæg for at formativ feedback i nogle tilfælde kan fremme de svageste elevers formåen – og dermed bevirke at der bliver færre elever end hidtil som klarer sig dårligt i faget. Det omfatter såvel feedback i forhold til elevernes kendskab og anvendelse af faglige begreber som deres anvendelse af fagets arbejdsmetoder og værktøjer.

De fremførte fund viser endvidere at der er en gensidig sammenhæng mellem elevernes faktiske formåen og tro på egen formåen i matematik. Idet formativ feedback direkte kan styrke den faktiske formåen, medvirker den indirekte til at styrke elevernes matematikfaglige self-efficacy således at de kommer ind i en positiv udviklingspiral som fører til stadig bedre faglige præstationer.

Sammenfattende er der således forskningsmæssigt belæg for at give formativ feedback i matematik: Læreren får information om den enkelte elevs udfordringer, herunder svagt præsterende elevers oplevede eller tillærte hjælpeløshed i faget. Den enkelte elev får feedback som gør ham/hende i stand til at løse opgaver og problemer, således at svagt præsterende elever kan få flere succesoplevelser der – som påvist – har en positiv indflydelse på deres tro på fremtiden i matematik, dvs. tro på egen formåen i faget.

Litteratur

- Andresen, B.B. (2005). *Banebrydende teknologier – it-inddragelse, der gør en forskel*. 2. rev. udgave. Uddannelsesstyrelsens håndbogsserie nr. 3. København: Undervisningsministeriet.
- Andresen, B.B. (2015). Development of analytical competencies and professional identities through school-based learning in Denmark. *International Review of Education*, 61(6), s. 761-778.
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. I: Urdan, T. & Pajares, F. (red.), *Self-Efficacy Beliefs of Adolescents* (s. 307-337). Charlotte: Information Age Publishing.

- Bartimote-Aufflick, K. et al. (2015). The study, evaluation, and improvement of university student self-efficacy. *Studies in Higher Education*, s. 1-25.
- Black, P. & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, Vol. 5, s. 7-74.
- Borman, G.D. et al. (2002). *Comprehensive school reform and student achievement. A meta-analysis*. Report No. 59. Greensboro: University of North Carolina.
- Bowie, A.L. (2015). *The Relationship Between Middle School Students' Mathematical Vocabulary and Their Achievements in Mathematics: A Mixed Method Study. Paper 664*.
- Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning (2014). *Forskningskortlægning 'Pædagogisk ledelse'. 2. udgave. Clearinghouse-forskningsserien 2014 nummer 22*. København: Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning.
- Enggaard, K. (2016). Procesorienteret matematikundervisning. I: Pedersen, J. U. et al. (red.), *Matematik med it. Baggrund, metoder, eksempler*. København: Forlaget Matematik.
- EVA (2014). *Feedback i undervisningen. Et uddrag af rapporten: Motiverende undervisning. Tæt på god undervisningspraksis på mellemtrinnet*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.
- Fyfe, E.R. (2016). Providing feedback on computer-based algebra homework in middle school Classrooms. *Computers in Human Behavior*, 63, s. 568-574.
- Gardner, H. (2000). *Disciplin og dannelse – betydningen af det sande, det smukke og det gode*. København: Gyldendal Uddannelse.
- Good, T.L. & Grouws, D. (1977). Teaching effects: A process-product study in fourth grade mathematics classes. *Journal of Teacher Education*, 28, s. 49-54.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning*. London: Routledge.
- Keeley, P. & Tobey, C.R. (2011). *Mathematics formative assessment*. Thousand Oaks: Corwin.
- Kennesaw: Kennesaw State University Dissertations, Theses and Capstone Projects. <http://digitalcommons.kennesaw.edu/etd/664>.
- Kleven, T.A. (2013). *Effektstørrelse*. Oslo: Universitetet i Oslo. <http://www.uio.no/studier/emner/uv/iped/PED4010/h14/effektstorrelse1.pdf>.
- Kreiner, S. (2009). Om udvikling og afprøvning af pædagogiske test. I: Bendixen, C. & Kreinar, S. (red.), *Test i folkeskolen*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Laursen, P.F. (2003). *Didaktik og kognition – en grundbog*. København: Gyldendals Lærerbibliotek.
- Meyer, H. (2014). *Hvad er god undervisning?* København: Gyldendals Lærerbibliotek.
- Ministeriet for børn, unge og ligestilling. (2016). *Udviklingen i karakterer i grundskolen, 9. klasse, 2011/2012-2015/2016*. København: Ministeriet for børn, unge og ligestilling.
- Ministeriet for børn, unge og ligestilling. (2017). *Uddannelsesstatistik*. København: Ministeriet for børn, unge og ligestilling. <https://www.uddannelsesstatistik.dk/grundskolen/Sider/Indhold/Resultater.aspx>.
- Nielsen, J.A. & Dolin, J. (2016). Evaluering mellem mestring og præstation. *MONA*, 2016-1, s. 51-59.
- Nordenbo, S.E. et al. (2009). *Pædagogisk brug af test – et systematisk review*. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag & Dansk Clearinghouse for Uddannelsesforskning.

- Oakhill, J., Cain, K. & Elbro, C. (2015). *Læseforståelse – indsigt og undervisning*. København: Hans Reitzels Forlag.
- OECD. (2012). *OECD Program for International Student Assessment 2012. Student Questionnaire – Form A*. Paris: OECD.
- OECD. (2013). Mathematics self-beliefs and participation in mathematics-related activities. In OECD: Ready to learn: Students' engagement, drive and self-beliefs – volume III. Paris: OECD. <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA2012-Vol3-Chap4.pdf>.
- OECD. (2016a). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*, Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>.
- OECD. (2016b). *PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267510-en>.
- Pintrich, P.R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 95, No. 4, s. 667-686.
- Pintrich, P.R. & Schunk, D.H. (1996). *Motivation in Education. Theory, Research, and Applications*. New Jersey: Prentice Hall.
- See, B.H., Gorard, S. & Siddiqui, N. (2016). Teachers' use of research evidence in practice: A pilot study of feedback to enhance learning. *Educational Research*, 58 (1), s. 56-72.
- Styrelsen for It og Læring. (2016). *Andel elever med mindst 2 i både dansk og matematik, 9. klasse, hele landet*. København: Undervisningsministeriet. https://www.uddannelsesstatistik.dk/_layouts/15/ReportServer/RSViewerPage.aspx?rv:RelativeReportUrl=/Rapporter/55L_Hovedrapport.rdl.
- Undervisningsministeriet. (2016a). *Hovedresultater i PISA 2015*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2016b). *Vejledning for faget matematik*. København: Undervisningsministeriet. <http://www.emu.dk/modul/vejledning-faget-matematik>.
- William, D. (2015). *Løbende formativ vurdering*. Frederikshavn: Dafolo.

English abstract

There is research evidence that formative feedback benefits students' academic achievement in primary and lower secondary school subjects, but there is only limited research into what it means for mathematics teaching. This issue is discussed with special emphasis on experienced self-efficacy, which refers to students' belief in their own abilities and achievements in mathematics. Self-efficacy is a theoretical construct that is used to create coherence between the formative feedback to students and their academic achievement. Our conclusion is that systematic formative feedback could decrease the number of students who develop low self-efficacy and perform poorly in mathematics.