

# Hvad er kvalitet i matematik- og naturfagsundervisning?



Jens Dolin, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet



Sebastian Horst, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet



Keld Nielsen, Center for Scienceuddannelse, Aarhus Universitet

**Abstract:** Denne analyse forsøger at beskrive og diskutere de elementer der har betydning for om undervisning i matematik og naturfagene har kvalitet. Analysen er ment som oplæg til diskussionerne på BigBang-konferencen 19.-20. marts hvor kvalitet i undervisning er temaet for konferencesporet arrangeret af MONA. Først nævner vi en række generelle kvaliteter, og dernæst diskuterer vi hvad der kan ses som særligt ved undervisning i matematik og naturfagene. Til sidste fremhæver vi at kvaliteten i klasseværelset hænger sammen med kvaliteten i resten af systemet, fx skoleledelsen og målbeskrivelser, og at de politiske beslutningers kvalitet – eller mangel på samme – er afgørende.

Kvalitet i undervisningen er et begreb som på grund af dets mangetydighed er vel egnet til offentlig debat – og det bliver det da også brugt flittigt af især politiske aktører. For ikke mange år siden var for regeringens kvalitetsmål for folkeskolen lig med placering i PISA. For gymnasiet bruges kvalitet ofte lig faglighed – som af mange måles gennem elevernes karakterer og via overgang til videregående uddannelse. På de videregående uddannelser er der fra politikere og erhvervsliv en øget tendens til at se kvalitet som relevans: Får kandidaterne et job i det private erhvervsliv?

Der er således frit slag til at udtale sig og lige så mange muligheder for at tale forbi hinanden. En af grundene til denne mangel på fælles forståelse er at kvalitet italesættes og forstås forskelligt på forskellige niveauer.

På et *samfundsmæssigt niveau*, hvor der tales i presse og tv og politiske fora, relateres til samfundsmæssige størrelser som fremtidskompetencer, dannelsesorientering, masse/elite, dimensionering, erhvervsrelevans o.l. – begreber som er politisk

og værdimæssigt funderede og derfor åbne for politisk debat. Her er der ikke noget som er rigtigt, men der er forskellige meninger, ofte funderet i forskellige politiske opfattelser.

Anderledes forholder det sig med kvalitetsopfattelsen på *undervisningsniveauet*. Her italesættes kvalitet med begreber som forskning viser, er centrale for at muliggøre tilegnelse af uddannelsens kompetencer. Det er størrelser som progression, feedback-former, it-brug, forskningsbaseret, evalueringsformer etc., altså kendte, didaktiske begreber der indfanger den gode undervisning.

Det er mellem disse to niveauer meningerne ofte brydes på en uproduktiv måde. Forskellige kvalitetsopfattelser (interesser) påvirker politikernes indgreb i skolers og uddannelsesinstitutioners uddannelsesplanlægning og -afvikling således at lærere og ledelser på skolerne skal ændre praksis, ofte på en måde som de opfatter, vil forringe kvaliteten af undervisningen. Ét kvalitetsbegreb på et niveau spænder ben for et kvalitetsbegreb på et andet niveau.

I dette komplekse felt af kvalitetsforståelser vil vi pege på to aspekter som er vigtige at inddrage i kvalitetsdiskussionen. Det ene er at have kvalitetsmål som er rettet mod lærernes undervisning og elevernes læring, og det andet er at relatere kvalitetsovervejelser til formålet med uddannelsen.

## Kvalitet = Elevers læring

Grundlæggende må kvalitet i undervisningen handle om elevernes læring – altså jo større kvalitet i undervisningen, jo højere potentiale har den for at eleverne lærer det de skal. Dette peger selvsagt på en række problemer: Hvorledes måles det? Hvad skal de lære? Hvorledes kan vi skelne mellem de faktorer der direkte indgår i undervisningen, og rammebetingelserne?

Her bruges begrebet "evidens" oftere og oftere i uddannelsespolitiske diskussioner: Er der evidens for at det ene er bedre end det andet? Det er imidlertid vigtigt at gøre sig klart at egentlig evidens om hvad der er bedst i en konkret sammenhæng, ikke er mulig at opnå inden for uddannelse (Dolin, 2013, s. 140).

Det evidensbegreb der oftest kommer til udtryk, handler om målbare og signifikante korrelationer mellem årsag og virkning – noget vi jo godt kender fra naturvidenskaberne, men som er næsten umuligt at operere med i undervisning. Det ville kræve at man gennem længere tid kunne fastholde alle variable konstant, mens man kun varierede én, fx brugen af en lærebog eller bestemt laboratorieudstyr. Man kunne så herefter sige at det ene var bedre end det andet. Men alt andet er aldrig helt lige, alene det at vi har med mennesker at gøre, for der er jo aldrig det samme elevgrundlag, de samme relationer mellem elever og til læreren etc.

Det kan man prøve at komme ud over ved at anvende meget store datamængder,

men så kommer et andet problem: Man kan kun håndtere så store datamængder for forholdsvis simple data. Bare at håndtere et helt undervisningsforløb med alle de variable der indgår, er helt umuligt. Det ender altid med forholdsvis få elementer der nemt kan tælles op – og som ikke nødvendigvis er så vigtige i den aktuelle undervisning, eller som i hvert fald skal tilpasses den aktuelle situation. Derfor hjælper den kvantitative evidensbaseret os ikke meget med at få øje på hvad der giver kvalitet i undervisningen.

I de typiske opgørelser over lærere og folkeskolers præstationer sættes der lighed mellem elevernes karakterer og undervisningens kvalitet – evt. justeret ud fra elevernes sociale baggrund. Får eleverne på skolen et højere gennemsnit end landsgennemsnittet korrigeret for forældrenes uddannelsesmæssige og økonomiske baggrund, konkluderes det at skolen leverer høj kvalitet i undervisningen. Det ved vi jo strengt taget ikke noget om, men der er da forhåbentligt en sammenhæng, kunne man sige.

Under alle omstændigheder er der intet i sådanne talopgørelser der hjælper matematik- og naturfaglærere til at øge kvaliteten i deres undervisning.

Hvis kvalitet er noget vi efterrationaliserer os til – altså at vi først når undervisningen er overstået, tør udtale os om kvaliteten – må det være fordi vi ikke ved nok om sammenhængene. Vi må kunne forlange af os selv at vi har et bud på kvaliteten af en undervisning når vi blot forelægges undervisningens planer, rammer, vilkår og gennemførelse.

## Generelle indikatorer for kvalitet i undervisning

Der findes aspekter som kan siges at kendetegne al god undervisning. Hilbert Meyer giver fx i 2005 et bud på disse baseret på en række internationale, og især tyske, empiriske studier (her citeret fra Dolin, 2013, s. 139):

- Klar strukturering af undervisningen
- En betydelig mængde ægte lærertid
- Lærerefremmende arbejdsklima
- Indholdsmæssig klarhed
- Meningsdannende kommunikation
- Metodemangfoldighed
- Individuelle hensyn
- Intelligent træning
- Transparente præstationsforventninger
- Stimulerende læringsmiljø

Meningen med disse meget generelle kendetegn er ikke at se dem som nødvendige ingredienser i en opskrift, men som fornuftige grundregler for at bedrive undervis-

ning. Der er vel ingen grund til at antage at disse ikke også gælder for matematik og naturfagene.

Desuden kan man henvise til forskning der udtrækker viden fra mange forskningsrapporter, de såkaldte metastudier. John Hatties (2013) "Synlig læring" er et meget brugt eksempel på et sådant metastudie. Baseret på mange tusinde forskningsprojekter omhandlende relationen mellem undervisning og læring kan Hattie drage nogle meget generelle konklusioner (som også kan problematiseres da der sammenlignes studier fra forskellige kulturer, forskellige klassetrin osv.). Det viser sig – heldigvis – at det vigtigste er eleven selv. Høj selvværd giver god læring. Det næst vigtigste er læreren; troværdige lærere giver høj læring. Først derefter kommer forskellige undervisningsformer – og af disse er formativ evaluering og feedback de mest effektive.

Der er således forskningsmæssigt belæg for at øget brug af formativ evaluering og gode feedbackformer vil øge elevernes læring. Måske ikke overraskende, men det sætter i hvert fald den formidlende, transmitterende undervisning i et læringsmæssigt dårligt lys.

## Specielle undervisningstilgange i matematik og naturvidenskab der giver kvalitet?

Men er der særlige kendetegn ved god undervisning i de matematisk-naturvidenskabelige fag: Har fagenes egenart betydning for hvordan vi ser på kvalitet?

Ofte diskuteres det hvordan fagenes egenart i form af en tilstræbt upersonlig og mekanistisk tilgang til verden kan virke demotiverende på elever. At kunne overkomme dette dilemma i undervisningen, kan ses som en stor kvalitet. En måde at give mere plads til elevernes tankestrukturer, uden at miste fagenes logisk-deduktive egenart, er at arbejde med mere *narrative* arbejdsformer, fx i form af fagenes historie og se på hvordan centrale begreber er udviklet gennem dialog, forsøg, fejl og argumenter.

Det er klart at undervisning ikke kan nøjes med et værdigrundlag fra den videnskab som leverer indhold og metoder til undervisningen. Men den kan heller ikke negligere de værdier som følger med. Vi vil mene at god undervisning også må være *kulturformidlende*, altså bidrage til at elever lærer hvad det er for en "kultur" som har frembragt så meget viden og så mange metoder og teknikker. Eleverne kan gennem disse fag lære en bestemt måde at tilgå verden på, med de styrker og svagheder denne tilgang har. Dette forudsætter dog at det inddrages aktivt i undervisningen. Der skal gives plads til fagenes metaperspektiver; viden "om" fagene.

Et andet konstituerende træk ved de naturvidenskabelige fag er deres *eksperimentelle* dimension. Dette gælder naturligvis især naturvidenskaberne, men også matematik kan bedrives eksperimentelt. Der er en stor kvalitet i at lade eleverne arbejde eksperimentelt, hvad enten det er i et laboratorium eller i felten, således at de

erkendelser de opnår her, bidrager til en dybere forståelse, både teoretisk og affektivt. Let er det ikke. Det er lettere at afvikle velprøvede kagebogsøvelser eller lade eleverne lege ustruktureret, end det er at lede dem gennem virkelighedens kompleksitet uden at styre det hele.

Især i gymnasiet er der en årrække arbejdet med *anvendelsesorientering* som en særlig tilgang til de naturvidenskabelige fag (Holm & Jacobsen, 2014). Formålet har været at etablere stærkere bånd mellem skolens omgivelser og arbejdet i fagene. Et af nøgleordene i de mange udviklingsprojekter under denne betegnelse er *autenticitet*. Herved forstås at undervisningen giver mening for eleven personligt, er samfundsmæssig relevant og er så tæt på rigtig naturvidenskab som muligt. Evalueringerne af disse forsøg viser at såvel elever som lærere oplever større engagement i undervisningen.

De seneste år er IBSME – Inquiry Based Science and Math Education – blevet ret udbredt, måske især i Europa, og fokus på at gøre undervisningen *undersøgelsesbaseret* er nu også ved at vinde indpas i undervisning i Danmark. Ideen er at forskning grundlæggende handler om at stille og besvare spørgsmål, og at sådanne processer er mere motiverende for elever end at få svarene, samtidig med at processerne har et stort læringspotentiale. Vi kunne godt skrive en masse om IBSME da vi finder den tilgang meget lovende, om end udfordrende. Det er dog allerede gjort tidligere i MONA (fx Harlen, 2011, Kruse, 2013, Michelsen, 2011, Østergaard et al., 2010) samt en række efterfølgende kommentarer til disse artikler). Lige her er det vigtigt for os at understrege at der ikke er noget der tyder på at elever bliver dårligere fagligt til de fag hvori de undervises med en undersøgelsesbaseret tilgang. Og der er samtidig meget der tyder på at elever bliver mere motiveret. Deres selvværd øges – den vigtigste enkeltfaktor ifølge Hattie til øget læring!

## Kvalitet bestemt gennem formålet med undervisningen

Alle uddannelser har et fagligt sigte, ofte med et uskønt udtryk kaldet fag-fagligt fordi en række generiske kompetencer (innovation, kreativitet, samarbejdsevne etc.) fylder stadig mere. Folkeskolen har altid haft et stærkt dannende element, i nogens øjne på bekostning af det (fag)faglige. Jo højere uddannelsesniveau, jo højere vægtes de (fag)faglige kompetencer, men også de videregående uddannelser har et alment, samfundsorienteret sigte ud over (fag)fagligheden. Det er en vigtig pointe at disse generiske kompetencer såvel som dannelseselementerne skal læres som en integreret del af det fag-faglige. Eleverne og de studerende skal lære at bruge deres fag innovativt, at kunne bruge faget sammen med andre fag etc. Og allerede her kan vi se at et udsagn som at der er sket en generel sænkning af det faglige niveau, at eleverne og de studerende er blevet fagligt svagere, er svær at evidensbasere. De faglige krav er

simpelthen ændret dramatisk de sidste 10-20 år, således at man sammenligner meget forskellige størrelser. Og ja, omfanget af den konkrete viden, eleverne og de studerende har i dag, er sandsynligvis mindre, mens evnen til at bruge den og reflektere over den sandsynligvis er blevet større.

Ofte opstilles en modsætning mellem at opfylde de (fag)faglige krav og samtidigt tilgodese de almene, dannelsesmæssige, generiske krav. I folkeskolen formuleret som en modsætning mellem dannelsesaspektet og faglighed, i gymnasiet som dilemmaet mellem undervisning rettet mod studieegnethed i fagene og dannelse i fagene, på de videregående uddannelser som en modsætning mellem videnskabsorienteringen og erhvervsrettethed. Men for os at se er det ikke et ægte dilemma. Det er en del af fagene at arbejde med deres danneseelementer, og også videregående studier i matematik og naturvidenskab kræver metaviden om fagene. Desuden viser bl.a. engelske erfaringer at det ikke vil mindske rekrutteringen til de videregående naturvidenskabelige studier at have større vægt på samfundsmæssige problemstillinger og metaperspektiver (dvs. fokus på scientific literacy) i naturfagsundervisningen (Millar, 2010).

Vi vil opfatte det som en kvalitet ved undervisningen at den formår at vægte de (fag)faglige og de almene, generiske elementer på en fornuftig måde, og især at undervisningen naturligt integrerer de forskellige elementer i fagligheden, således at eleverne og de studerende får et helt og nuanceret fagsyn.

## Kvalitet – en lang kæde af relationer

Men klassen er jo ikke en selvstændig enhed, og kvalitet i undervisningen kan ikke ses uafhængigt af de rammer som undervisningen indgår i. Undervisning er ikke et mål i sig selv, men et middel til at opnå noget bestemt hos eleverne (viden, færdighed, kompetencer, personlig udvikling, demokratisk indsigt, studieparathed etc.). Så med mindre undervisningens mål/resultater er beskrevet klart og forståeligt, og de er modsætningsfri og principielt realiserbare, så kan man ikke tale om hvorvidt en tilhørende undervisning har kvalitet eller ej. Hertil kommer det mere politiske aspekt, at målene er "fornuftige", at de giver mening for de umiddelbart involverede, og at de giver mening set i et samfundsperspektiv. Hvad dette vil sige, er et politisk spørgsmål og genstand for løbende offentlig debat. Men hvis de der udfører og er genstand for undervisningen, skal se kvalitet i målene, skal de inddrages aktivt i deres tilblivelse. På et ret overordnet niveau forudsætter kvalitet i undervisningen således kvalitet i undervisningsministeriets arbejde.

Realiserbarheden i undervisningsmålene er ikke blot en udfordring for den enkelte lærer. Læreren er afhængig af at den institution han eller hun arbejder på, er organiseret på en sådan måde at det støtter læreren i arbejdet. Hvis for eksempel målene bygger på (stiltiende) forudsætninger om samarbejde, er det afgørende at skolen

ledes så det fremmer lærersamarbejde. Skolens ledelse skal opstille produktive rammer for undervisningen, og skal have kapacitet til at hjælpe de lærere der har behov for støtte. Desuden skal skolen støtte i forhold til resurser og fysiske rammer. Det er ledelsens opgave at skabe rum og rammer for lærernes samarbejde og deres fælles udvikling. Og at lærerne får tid til refleksion. Kvalitet i undervisningen forudsætter altså kvalitet i skolens ledelse.

Da samfund, skoler og fag er i en evig udvikling, er det også nødvendigt at skoler og skolesystemer er i stand til at forvalte udfordringen med at sørge for lærernes løbende professionelle udvikling. I gamle dage hed det "efteruddannelse" og var en individuel sag for de lærere der ønskede at komme på kurser. Men den tid er forbi. Efteruddannelse hænger nu uløseligt sammen med den institutionelle udvikling af skolen, dens resurser, dens samarbejdskultur, dens identitet, dens samarbejde med nærområdet. Og ude i klassen er læreren direkte ladt i stikken hvis der ikke tilbydes ordentlige rammer for professionelt virke og professionel udvikling.

Da der hele tiden fremkommer krav om en optimering i læringen – undervisningen skal udvikle hver elevs fulde potentiale – er der hele tiden brug for justeringer og optimeringer af en type der rent faktisk kan udnyttes af læreren i den situation som han eller hun pt står i. Det betyder at ordentlig professionel udvikling skal være båret af indsigt i hvad der skal til for at løse de løbende og stigende krav. Lærernes professionelle udvikling skal være forskningsbaseret og i en eller anden forstand kumulativ. Det stiller krav til udbydere af kurser og anden efter-/videreuddannelse – professionshøjskoler og universiteter – og deres didaktiske forskning og formidling. Ringe kvalitet i udbuddet af efter-/videreuddannelse giver ringe kvalitet i undervisningen.

Denne sidste forpligtelse rækker tilbage til lærerens uddannelse. Gør professionshøjskoler og universiteter det ordentligt? Kunne det blive bedre? Er grundskolens og gymnasiets lærere uddannet og klædt på så de har den optimale baggrund for at levere kvalitetsundervisning i den forstand at undervisningen bringer hver enkelt elev så langt i retning af de opstillede mål som det er muligt? Og er lærerne klædt på til at lave analyser og refleksioner over deres egen undervisning i situationer hvor de opdager at noget ikke er godt nok? Har de overhovedet redskaber (ud over summative prøver og eksaminer) til at finde ud af om de gør fejl. Det er svært at opnå kvalitet – det gælder også på en fabrik der fremstiller et produkt – uden redskaber til at måle og kvalitetschecke og holde styr på processen. Så kvalitet i undervisningen forudsætter kvalitet i læreruddannelsen. Formanden for Regeringens Kvalitetsudvalg, Jørgen Søndergaard, tager denne debat op i et indlæg i Politiken 29. januar og foreslår en kulegravning af om vi uddanner vores lærere og undervisere godt nok.

Og at svare bare nogenlunde på det – om vi har en folkeskolelæreruddannelse og en gymnasielæreruddannelse med kvalitet – forudsætter eksistensen af en levende og informeret debat om hvordan vi underviser bedre, og hvordan vi bedst uddanner



lærere. Det kræver at for eksempel de faglige foreninger (og didaktiske tidsskrifter som MONA) løser deres opgaver “med kvalitet”. Men det kan de ikke gøre hvis landet fagdidaktisk er underernæret. Der skal være dialogpartnere, og der skal være debatører som har overblik og er internationalt velorienterede og har netværk og projekter at trække på. Kvalitet i undervisningen forudsætter kvalitet i de fagdidaktiske diskussioner og institutioner.

Eksistensen af kvalitet i fagdidaktikken forudsætter at der er personer der kan arbejde kontinuert og systematisk med fagdidaktik, forske og systematisk udvikle undervisning i fagene og på tværs af fagene. Det kan de hvis der er gode nok rammer til det. Rammerne leveres af staten på baggrund af politiske beslutninger. Så kvalitet i fagdidaktikken forudsætter kvalitet i de politiske beslutninger.

Altså hænger kvaliteten i klasseværelset sammen med kvaliteten af de politiske beslutninger. Kan man levere god kvalitet i undervisning i tilfælde af dårlige politiske beslutninger? Ja, det er muligt, men det er på trods. Kan man levere kvalitet i undervisningen uden kvalitet i de fagdidaktiske forsknings- og uddannelsesinstitutioner? Ja, men det bliver usystematisk. Kan man levere kvalitet i undervisningen uden at den er understøttet af skolen? Ja, men det er op ad bakke og den bliver ikke anerkendt. Kan man levere kvalitet i undervisning uden at man som lærer har de nødvendige kompetencer og redskaber til at planlægge, gennemføre og evaluere undervisningen? Ja, men den er tilfældig.

Vi ser frem til at fortsætte diskussionerne om kvalitet på BIGBANG-konferencens MONA-spor 19.-20. marts.

## Referencer

- Dolin, J. (2013). *Undervisning og læring*. I: Damberg, E., Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Kaspersen, P. Gymnasiepædagogik – En grundbog. 2. udgave. Hans Reitzels Forlag.
- Harlen, W. (2011). Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning. *MONA*, 2011-3, s. 46-70.
- Hattie, J. (2013). *Synlig læring – for lærere*. Dafolo.
- Holm, C. og Jacobsensen, L. B. (2014). Anvendelsesorientering i de naturvidenskabelige fag. Afrapportering fra runde 4 af udviklingsprojektet – erfaringer fra fem gymnasieudviklingsprojekter. København: Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet. (<http://www.ind.ku.dk/projekter/anvendelse4/>)
- Kruse, S. (2013). Hvor effektive er undersøgelsesbaserede strategier i naturfagsundervisningen? *MONA*, 2013-2, s. 24-48.
- Michelsen, C. (2011). IBSME – inquiry-based science and mathematics education. *MONA* 2011-3, s. 74-77.



Millar, R. (2010). Increasing participation in science beyond GCSE: the impact of Twenty First Century Science. *School Science Review*, 91(337), 67-73.

Østergaard, L.D., Sillasen, M., Hagelskjær, J. & Bavnhøj, H. (2010). Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det? *MONA 2010-4*, 2010, 25-43.

## English abstract

*This analysis intends to start a debate on what 'quality' in mathematics and science education means. At the BIGBANG conference March 19-20 2015 in Roskilde this is the topic of the strand arranged by MONA; our analysis starts with a discussion of some general characteristics of quality in education. We then discuss more specific aspects that can be said to distinguish quality in math and science. Finally we emphasize that quality in teaching is closely connected with the quality of the rest of the educational system, e.g. school management, and especially the quality of the decisions made at the political level.*