

MONIA

Matematik- og Naturfagsdidaktik
– tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere

DTU



AARHUS
UNIVERSITET



AALBORG UNIVERSITET



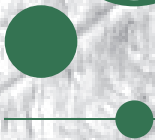
SYDDANSK UNIVERSITET



DET BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
FOR FØDEVARER, VETERINÆRMEDICIN OG NATURRESSOURCER
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET FARMACEUTISKE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET NATURVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2011-4

MONA

Matematik- og Naturfagsdidaktik – tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere

MONA udgives af Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet, Det Biovidenskabelige Fakultet for Fødevarer, Veterinærmedicin og Naturressourcer og Det Farmaceutiske Fakultet ved Københavns Universitet, det naturvidenskabelige område ved Roskilde Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Det Ingeniør-, Natur- og Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved Aalborg Universitet, Hovedområdet Science and Technology ved Aarhus Universitet.

Redaktion

Jens Dolin, institutleder, Institut for Naturfagernes Didaktik (IND), Københavns Universitet (ansvarshavende)

Ole Goldbeck, lektor, Professionshøjskolen UCC

Sebastian Horst, specialkonsulent, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Hanne Møller Andersen, adjunkt, Institut for Videnskabsstudier, Aarhus Universitet

Mette Andresen, førsteamanuensis, Matematisk institutt, Universitetet i Bergen

Steffen Elmoose, lektor, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland

Tinne Hoff Kjeldsen, lektor, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet

Claus Michelsen, prodekan, Det Naturvidenskabelige Fakultet, Syddansk Universitet

Egon Noe, seniorforsker, Integrerede Geografiske og Sociale Studier, Aarhus Universitet

Jan Sølberg, lektor, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Rie Popp Troelsen, lektor, Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier, Syddansk Universitet

Lars Domino Østergaard, videnskabelig assistent, Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

MONA's kritikerpanel, som sammen med redaktionskomitéen varetager vurderingen af indsendte manuskripter, fremgår af www.science.ku.dk/mona.

Manuskripter

Manuskripter indsendes elektronisk, se www.science.ku.dk/mona. Medmindre andet aftales med redaktionen, skal der anvendes den artikelskabelon i Word som findes på www.science.ku.dk/mona. Her findes også forfattervejledning. Artikler i MONA publiceres efter peer-reviewing (dobbelblindt).

Abonnement

Abonnement kan tegnes via www.science.ku.dk/mona. Årsabonnement for fire numre koster p.t. 225,00 kr., for studerende 100 kr. Meddelelser vedr. abonnement, adresseændring, mv., se hjemmesiden eller på tlf. 70 25 55 13 (kl. 9-16 daglig, dog til 14. fredag) eller på mona@portoservice.dk.

Produktionsplan

MONA 2012-1 udkommer marts 2012. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 17. november 2011.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 5. januar 2012

MONA 2012-2 udkommer juni 2012. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 16. marts 2012.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 5. april 2012

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2011. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Spørg dig frem til en bedre tekstforståelse!
– Anvendelse af elevgenererede spørgsmål som forståelsesstrategi i forbindelse med faglig læsning i natur/teknik i 4.-6. klasse
Anne-Mette Bladt Jørgensen
- 19 Kvalificering af elevernes stemme til udvikling af naturfagene – et praksiseksempel
Morten Rask Petersen, Claus Michelsen, Linda Ahrenkiel
- 35 Hvorfor bliver de ikke?
– Hvad fortæller forskningen om frafald på videregående STEM-uddannelser?
Lars Ulriksen, Henriette Tolstrup Holmegaard, Lene Møller Madsen
- 56 **Aktuel analyse**
- 57 Status på anvendt matematik i det almene gymnasium
Kasper Bjerling Søby Jensen
- 74 **Kommentarer**
- 75 Tidlig algebra er på vej!
Peter Weng
- 80 Udvikling af faglærerteam
Ole Goldbech
- 86 Har PISA tabt pusten?
Inge Henningsen
- 95 Svar på Hans Bays kritik af de danske PISA-rapporters håndtering af PISA-undersøgelserne
Niels Egelund, Chantal Pohl Nielsen, Lena Lindenskov
- 99 **Litteratur**
- 100 Matematikfilosofisk lige ved og næsten
– To halve bøger bliver aldrig rigtig en hel
Mikkel Willum Johansen
- 104 Visible Learning: Hvad ved man om hvilke faktorer der påvirker elever og studerendes læring mest?
Birgitte Lund Nielsen
- 109 **Nyheder**

Fra redaktionen

Selv om folketingsvalget og det efterfølgende regeringsskifte i skrivende stund ikke har udmøntet sig i særlig mange kontante ændringer, så er der ingen tvivl om at vi i uddannelsesverdenen vil komme til at opleve en del i tiden fremover. Bare de nye ministerielle opdelinger er jo gennemgribende og vil helt sikkert komme til at kunne mærkes. En slags forsmag, om end lidt vag i konturerne, kan man finde i regeringsgrundlaget: "uddannelse" bliver således nævnt 161 gange i dokumentet og ganske vist er "didaktik" der ikke og "pædagogik" heller ikke, men der er udsagn som "95 pct. af en ungdomsårgang skal have ungdomsuddannelse. 60 pct. af en ungdomsårgang skal have en videregående uddannelse i 2020. 25 pct. af en ungdomsårgang skal have en lang videregående uddannelse i 2020" og der tales også om "tilskyndelse af de unge til hurtigere studiestart og til at færdiggøre deres uddannelser tidligere". Der lægges altså op til at betingelserne for vort didaktiske virke vil blive ændret – og forhåbentlig til det bedre! Det kan godt gå hen og blive lidt spændende.

Fra vores egen verden er det værd at nævne MONA-konferencen som blev afholdt 4.-5. oktober i Middelfart. Temaet var IBSME: Inquiry Based Science & Math Education. Konferencens første dag bestod af to oplæg der var positivt stemt for denne tilgang til undervisning, set fra henholdsvis naturfagene og matematik. Det tredje oplæg anlagde en mere kritisk tilgang til IBSME som den store åbenbaring i undervisningen, og herefter var der en engageret debat mellem salen og de tre oplægsholdere. Om eftermiddagen var der seminarer der fokuserede på IBSME i forskellige kontekster. Se mere om oplæg på <http://www.ind.ku.dk/mona/konference2011>. Vi håber i et senere nummer at kunne bringe flere artikler – også kritiske – til IBSME.

Dag 2 tog afsæt i konkrete projekter om IBSME i Danmark og havde til formål at projektdeltagere kunne udveksle erfaringer og danne netværk. Dagen sluttede med at man enedes om at fortsætte med NTS-hjemmesiden <http://ntsnet.dk/grupper/ibse-ibsme> som en fælles platform med informationer og nyheder om IBSME-tiltag. Det er altid svært at finde tid til at vedligeholde digitale netværk, men der blev produceret en frugtbar idé om en slags faglig messe, måske i forbindelse med en årlig MONA-konference, hvor alle sorter af netværk og faglige foreninger kunne mødes, herunder også et eller flere IBSME-netværk. På MONA-redaktionen støtter vi varmt den idé og håber nogen har overskud til at gå videre med den.

Og så lidt om den aktuelle og helt lokale verden, nemlig dette nummers indhold. Vore tre faglige artikler spænder som sædvanlig fra folkeskole over ungdomsuddannelserne til de videregående. Den første, *Spørg dig frem til en bedre tekstforståelse!*, af Anne-Mette Bladt Jørgensen drejer sig om hvordan lærere der underviser i natur/teknik i 4.-6. klasse konkret kan styrke elevernes læseforståelse i faget ved hjælp af

elevgenererede spørgsmål. Artiklen giver, med udgangspunkt i forskellige forskningsbaserede anbefalinger, nogle gode bud på hvordan et lærerteam på mellemtrinnet kan gribe den udfordring an. I næste MONA bringer vi i øvrigt en artikel der også drejer sig om betydningen af opmærksomhed omkring elevens læsning af fagtekster, denne gang om læsning af matematik i gymnasiet.

I artikel nummer to, *Kvalificering af elevernes stemme til udvikling af naturfagene – et praksiseksempel*, af Morten Rask Petersen og Linda Ahrenkiel og Claus Michelsen, får vi indblik i hvilke bidrag gymnasieelever som “de rigtige eksperter” kan give til debatten om hvordan fremtidens undervisning i de naturvidenskabelige fag skal/kan være. I artiklen beskrives et 30-timers fremtidsseminar hvor gymnasieelever med udgangspunkt i deres refleksioner over den eksisterende undervisning formulerede anbefalinger til ændring af form og indhold i fremtidens undervisning i matematik, it, naturvidenskab og teknologi.

Og så giver Lars Ulriksen, Lene Møller Madsen og Henriette Tolstrup Holmegaard en række svar på spørgsmålet *Hvorfor bliver de ikke?* Artiklen er en solid oversigt over forskningen om årsagerne til frafaldet på videregående uddannelser inden for naturvidenskab, teknologi og matematik. Selv om meget af den her gennemgåede forskning er udenlandsk er det danske/skandinaviske perspektiv stedse trukket omhyggeligt frem.

I vores aktuelle analyse gør Kasper Bjerling Søby Jensen status over i hvilken grad anvendelse af matematik har været en selvstændig pointe i gymnasieskolens matematikundervisning siden gymnasireformen af 2005. Han analyserer ‘anvendte’ opgaver fra de skriftlige eksamenssæt på A-niveauet og konkluderer at anvendelse af matematik kun i ringe grad er en egentlig pointe i faget. Artiklen bringer også en diskussion af forskellige principielle og praktiske grunde til dette.

Kommentarsektionen har først to reaktioner på artikler fra sidste nummer af MONA: Peter Wengs om artiklen *Tidlig algebra*; han argumenterer for at den ændring der plæderes for i artiklen allerede er undervejs. Ole Goldbech beskriver en række erfaringer vedrørende lærerteams inden for naturfagene, erfaringer som er parallelle til dem der blev berettet om i artiklen om MaTeam-projektet.

Og så bølger debatten om PISA videre: Inge Henningsen giver sit svar på det retoriske spørgsmål *Har PISA mistet pusten?* Og Niels Egelund, Lena Lindenskov og Chantal Pohl Nielsen svarer på den kritik som Hans Bay har fremført af de danske PISA-rapporters håndtering af PISA-undersøgelserne.

Endelig har vi to boganmeldelser, en af Mikkel Willum Johansens af den nyligt udkomne bog *Matematikfilosofi* af Ole Skovsmose og Ole Ravn og en af Birgitte Lund Nielsens af John A.C. Hattie: *Visible Learning – a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*.

Artikler

I denne sektion bringes artikler der er vurderet i henhold til MONA's reviewprocedure og derefter blevet accepteret til publikation. Artiklerne ligger inden for følgende kategorier:

- Rapportering af forskningsprojekt
- Oversigt over didaktisk problemfelt
- Formidling af udviklingsarbejde
- Oversættelse af udenlandsk artikel
- Uddannelsespolitisk analyse

Spørg dig frem til en bedre tekstforståelse!

– Anvendelse af elevgenererede spørgsmål som forståelsesstrategi i forbindelse med faglig læsning i natur/teknik i 4.-6. klasse



Anne-Mette Bladt Jørgensen,
Læreruddannelsen i
Silkeborg, VIA UC

Abstract. Denne artikel fokuserer på elevers brug af spørgsmål som læseforståelsesstrategi i forbindelse med faglig læsning i natur/teknik på mellemtrinnet. Mens der blandt læseforskere hersker stor enighed om at elevers selvformulerede spørgsmål til fagteksten og efterfølgende besvarelse af disse er en effektiv læseforståelsesstrategi, er der varierende forslag til en konkret undervisningspraksis. Med udgangspunkt i forskellige forskningsbaserede anbefalinger vil denne artikel give et bud på hvordan lærerteamet på mellemtrinnet kan styrke elevernes læseforståelse i natur/teknik ved hjælp af elevgenererede spørgsmål.

Skal faglærerne nu også lære børnene at læse?

Kravene til elevers læsefærdigheder ændrer sig fra 3. til 4. klasse og endnu mere markant fra 6. til 7. klasse, hvor teksterne bliver mere abstrakte og teoretiske. Man har gået ud fra at elevernes læsekompetencer allerede var på plads, og derfor har der ikke været tradition for overhovedet at beskæftige sig med læsestrategier på mellemtrinnet eller i overbygningen. Fra 3. til 4. klasse møder eleverne imidlertid tekster af en helt anden karakter end de mange narrative tekster der er tradition for at læse i indskoling. De møder faglige tekster som ikke bare er lige til at læse på grund af deres generaliserede sprogbrug, overbegreber og underbegreber, forklaringer og teori. Undervisning i læsestrategier og læseforståelse skal derfor indarbejdes i den faglige undervisning så eleverne bliver bedre rustet til at læse de respektive fags tekster.

Ved læsning af en faglig tekst står tilegnelsen af det konkrete stof som teksten handler om, helt centralt idet læserens overordnede læseformål er at tilegne sig et fagligt stof inden for et bestemt fagområde. Faglig læsning drejer sig med andre ord

ikke om læseundervisning i traditionel forstand, men om læring og faglig indsigt, og faglærernes opgave er således at udvikle målrettede og bevidste læsere med gode arbejdsvaner som eleverne kan trække på i deres videre uddannelsesforløb.

Formålet med denne artikel er for det første at give faglærere en større forståelse for at faglig læsning handler om læring og faglig indsigt, og dernæst at give et konkret bud på hvordan den enkelte faglærer kan stimulere sine elever til at være aktivt menings-søgende i deres læsning. For det andet retter denne artikel sig mod hele lærerteamet på mellemtrinnet idet arbejdet med elevgenererede spørgsmål er et effektivt bud på hvordan man kan stimulere elevens læseforståelse i alle fag. Arbejdsgangen bør derfor være at man i teamet først samarbejder om implementeringen af den elevgenererede spørgestrategi i natur/tekniklærerens undervisning, og at man derefter overfører strategien til fag hvor man hovedsageligt arbejder med fiktionstekster.

Indsatsen med elevgenererede spørgsmål som forståelsesstrategi har vist sig især at gavne svage læsere. Stærke læsere bruger højst sandsynligt allerede ubevidst strategien. Det kan imidlertid også være en gevinst for denne gruppe at blive mere bevidst om at arbejde med egne spørgsmål og svar. Forskningsresultater viser rent faktisk at også stærke læsere får styrket deres læseforståelse ved bevidst brug af elevgenererede spørgsmål som forståelsesstrategi (Rosenshine et al., 1996).

Tekstforståelse

Læsning kræver at mange basale processer foregår samtidig. Bogstavidentifikation, transfer fra bogstav til lyd og genkendelse af ord og syntaks er alt sammen en nødvendig forudsætning for at der overhovedet finder læsning sted. For at forstå det man læser, skal man som læser også være i stand til at trække information ud af teksten og være i stand til at genskabe eller rekonstruere mening. At få det fulde udbytte af det man læser, kræver at man kan sætte det nye stof i relation til andre tekster og relatere det til sin øvrige baggrundsviden, ligesom det er vigtigt at kunne lagre centrale ting fra teksten til senere brug. Med andre ord forudsætter det også mere abstrakte kognitive processer, højereordensprocesser. En egentlig læsning er således til stede når læseren vha. de kognitive processer som foregår under læsningen, er i stand til at opbygge en kohærent og brugbar mental repræsentation af teksten.

Perfetti et al. (1996) betoner vigtigheden af at læseren helt fra begyndelsen af sin læsning lidt efter lidt kan etablere en mental model som svarer til tekstens diskurs. Vejen til etablering af en mental model indbefatter forskellige niveauer i sproget. Læseren trækker således både på ordniveau, sætningsniveau og tekstniveau på samme tid ligesom der dannes forskellige typer inferenser, og i samspil med læserens baggrundsviden skabes en mental model af tekstens indhold (Perfetti, Landi & Oakhill, 2005).

Forståelsen vil normalt være baseret på en blanding af på den ene side information som er trukket direkte ud af teksten (tekstbaseret viden), og på den anden side læserens egen viden og erfaringer (kognitive skemaer). Forståelse af en tekst kan imidlertid være mere eller mindre direkte tekstbaseret. Hvis læserens viden om tekstens indhold er meget begrænset, vil forståelsen hovedsageligt være baseret på selve teksten. Omvendt vil læserens egen viden og erfaringer være hovedkilde til forståelse af teksten hvis læseren oplever at teksten kun giver begrænset information (Buch-Iversen, 2010).

Der hersker ingen tvivl om at en hurtig automatiseret afkodningsfærdighed giver læseren større rum til at koncentrere sig om at forstå indholdet af det læste, men der består ifølge Oakhill ikke et kausalt forhold mellem de to dimensioner. Hun argumenterer således for at en hurtig automatiseret afkodning kun har en indirekte effekt på læseforståelsesprocessen (Oakhill, 1994). Det er med andre ord nødvendigt at inddrage højereordens-tekstforståelsesprocesser for at kunne belyse tekstforståelsesprocessen tilstrækkeligt.

Kendetegnende for stærke læsere er at de i langt højere grad trækker på avancerede kognitive processer, højereordensfaktorer, end svage læsere gør. Perfetti, Landi & Oakhill fremhæver følgende tre højereordensfaktorer som ifølge forskningen kan forudsige noget om udviklingen af børns tekstforståelsesniveau: evnen til at danne inferenser, overvågning af egen tekstforståelse samt bevidsthed om tekststruktur. En tidlig beherskelse af disse komponenter kan forklare en efterfølgende sikker tekstforståelse (Perfetti, Landi & Oakhill, 2005). Der er således forskningsmæssigt belæg for at inferensdannelse, kontrol af egen tekstforståelse og bevidsthed om tekststruktur har selvstændig forklaringskraft i forhold til tekstforståelse.

Denne artikel fokuserer på elevers brug af spørgsmål som læseforståelsesstrategi i forbindelse med faglig læsning fordi forskning viser at der ved brug af elevgenererede spørgsmål i undervisningen sker en markant styrkelse både af elevers dannelse af inferenser og af deres kontrol af egen tekstforståelse (Rosenshine et al., 1995). På baggrund af en gennemgang af 26 videnskabelige undersøgelser konstaterer Rosenshine et al. således at elevgenererede spørgsmål er den mest effektive metakognitive strategi når det drejer sig om læseforståelse og overvågning af egen læseforståelse. Endvidere peger forskningen på at der er en sammenhæng mellem kvaliteten af besvarelsene af spørgsmålene og elevernes bevidsthed om tekststruktur (Rosenshine et al., 1996; Buch-Iversen, 2010).

Inferensdannelse

Dannelse af inferenser drejer sig om kommunikation som ikke er eksplicit, men som er nødvendig for at forstå en tekst. Evnen til at danne inferenser defineres af Kispal (2008) som evnen til at anvende to eller flere informationer i en tekst til at komme frem til yderligere information som ikke står eksplicit i den pågældende tekst. En

yderligere tilføjelse til en definition finder vi fx hos Oakhill & Yuill (1991) som også inddrager betydningen af personlig baggrundsviden som en ressource læseren kan trække på til at danne inferenser og forstå tekstens fulde mening.

Der skelnes mellem to hovedgrupper af inferenser. På den ene side inferenser der forbinder forskellige informationer i teksten, og som skaber sammenhæng på lokalt niveau i teksten (brobyggende inferenser). På den anden side inferenser der kræver at læseren har opbygget et scenarie eller en situationsmodel på baggrund af teksten som kan hjælpe læseren til at forstå indholdet. Dette kaldes også udfyldende inferenser (Buch-Iversen, 2010). De to typer inferenser står i et gensidigt afhængighedsforhold: De brobyggende inferenser er en forudsætning for at lave udfyldende inferenser – samtidig vil det være lettere for læseren at danne brobyggende inferenser på tekstniveau hvis vedkommende har etableret en situationsmodel (Buch-Iversen, 2010).

Eftersom den traditionelle fagtekst både rent strukturelt og indholdsmæssigt adskiller sig fra elevens hverdags erfaringer, er det interessant at få belyst hvor afgørende læserens baggrundsviden er for evnen til at drage følgeslutninger og dermed for adgangen til en dybere forståelse af en fagtekst. Læserens almene viden har som nævnt betydning for læseudbyttet. Undersøgelser har vist at læserens viden om tekstens emne var den variabel som bidrog mest til læserens forståelse af teksten (Buch-Iversen, 2010). Betydningen af universitetsstuderendes forhåndsviden om naturvidenskabelige temaer er fx blevet undersøgt. Den gruppe som havde den mindste forhåndsviden, dannede langt færre inferenser end den gruppe som havde mest forhåndsviden. Der til kom at gruppen med den mindste forhåndsviden også dannede signifikant færre rigtige inferenser (Buch-Iversen, 2010). Mangel på relevant baggrundsviden kan med andre ord resultere i at læseren selv skaber usammenhængende mentale modeller på baggrund af teksten.

Kontrol af egen tekstforståelse

Kontrol af egen læseforståelse drejer sig om at overvåge egen kognition under læsningen og på den måde eksempelvis opdage modsigelser i teksten eller uoverensstemmelser mellem information i teksten og den forhåndsviden man har som læser. Kontrol af egen læseforståelse er nødvendig for at læseren kan vurdere hvorvidt forståelsen er en rimelig udlægning af teksten. Læseren verificerer på den måde sin forståelse og reagerer på det hvis forståelsen udebliver. Det vil sige at man som læser er i stand til både at overvåge sin egen forståelse af teksten og at praktisere forskellige læseforståelsesstrategier hvis forståelsen udebliver.

Bevidsthed om tekststruktur

Læserens bevidsthed om tekststruktur handler om læserens opmærksomhed på hvordan teksten er bygget op, og hvordan idéer i teksten hænger sammen. Svage læsere

er ikke orienteret mod at skabe sammenhæng mens de læser. Tilsyneladende finder stærke læsere det nemmere at tilegne sig ny viden, og de er også bedre i stand til at etablere nye mentale modeller om tekstens indhold end svage læsere. Et generelt træk er også at de svage læsere kommer i tekstforståelsesvanskeligheder på et meget tidligere niveau i dannelsen af følgeslutninger end de stærke læsere. Mens de svage læsere har udprægede problemer med at genkalde sig tekstens præmis, opstår fejlene i følgeslutninger hos de stærke læsere på et andet niveau i forståelsesprocessen. Ofte husker de således både den relevante præmis for teksten og aktiverer den rigtige baggrundsviden, hvorimod det ikke lykkes for dem at forene dem (Cain, Oakhill & Bryant, 2001).

Elevspørgsmål som læseforståelsesstrategi

I det følgende skal vi se nærmere på elevgenererede spørgsmål som en strategi til at styrke de tre dimensioner, inferensdannelse, kontrol af egen læseforståelse samt bevidsthed om tekststruktur, for såvel svage som stærke læsere.

Spørgsmål i traditionel undervisning

I skolen er der en lang tradition for at anvende spørgsmål i undervisningen. Det typiske mønster er at læreren stiller spørgsmål, eleverne svarer, og til sidst evaluerer læreren elevernes svar. Derudover falder lærerens spørgsmål for det meste efter at eleverne har læst en tekst, og meget karakteristisk for elevernes svar er at de er korte og kun forholder sig til det eksplicite niveau i teksten. Denne fremgangsmåde kan på fejlagtig vis give eleverne den opfattelse at deres rolle i samtalen begrænser sig til kun at skulle svare på lærerens spørgsmål. Dertil kommer at det også er sparsomt med direkte undervisning i læseforståelsesstrategier (James & Carter, 2006).

En udbredt tilgang blandt faglærere er at de forventer at eleverne allerede behersker læseforståelsesstrategier, og at de simpelthen kan anvende de samme læseforståelsesstrategier i faglig læsning som de bruger når de læser narrative fiktionstekster i litteraturundervisningen. Undersøgelser viser endvidere at mange lærere ikke er særlig bevidste om deres måde at stille spørgsmål på, og det er uheldigt da elevernes måde at ræsonnere på formes af lærernes måde at stille spørgsmål på (James & Carter, 2006).

At lærerens spørgeteknik smitter af på elevens måde at gribe en fagtekst an på, bør give anledning til stor eftertænksomhed. Der er med andre ord et stort behov for at læreren bliver langt mere bevidst om sammenhængen mellem måden at spørge på og elevens etablering af læseforståelsesstrategier. En bevidst spørgeteknik kan således være med til at få eleven på sporet af hensigtsmæssige læsestrategier så vedkommende får en dybere forståelse af tekstens indhold.

Hvorfor elevspørgsmål som læseforståelsesstrategi?

Der er meget vundet ved at læreren stiller spørgsmål med større bevidsthed, men hvis vi kan nå hen til at eleverne selv stiller spørgsmål til teksten, er der en yderligere gevinst at hente. Det er ganske enkelt vejen til langt større læseforståelse. I sin gennemgang af 26 videnskabelige undersøgelser kommer Rosenshine et al. (1996) således frem til at elever der selv stiller spørgsmål, forbedrer deres læseforståelse markant i forhold til de elever som kun svarer på lærerens spørgsmål. Dertil kommer at man også kan konstatere at det netop er et typisk kendetegn ved gode læsere at de helt af sig selv stiller spørgsmål før, under og efter at de har læst en tekst, og på den måde går de til læseopgaven med en aktiv læseindstilling (Rosenshine et al., 1996).

Rosenshine et al. (1996) kommer frem til at implementeringen af elevgenererede spørgsmål som forståelsesstrategi har en markant positiv effekt på elevernes læseforståelse. I og med at man anvendte et helt nyt tekstmateriale ved effektmålingen, kan man konstatere at den konkrete forståelsesstrategi har overførselsværdi. Det samme viser King (1992) ved brug af elevgenererede spørgsmål som forståelsesstrategi i forbindelse med studerendes udbytte af mundtlige forelæsninger på universitetet.

Det skal imidlertid ikke forstås således at spørgsmålenes primære funktion er at få svar på en bestemt problemstilling. Inden eleven formulerer et spørgsmål, forholder eleven sig derimod til tekstens indhold, afsøger tekstens informationer og kombinerer forskellige tekstinformationer. Spørgsmålene kan på den måde fx bidrage til at eleven opdager modsætninger mellem sin forforståelse og informationerne i teksten, eller at vedkommende når til en erkendelse af ikke at have forstået indholdet i teksten. Det er med andre ord ikke spørgsmålene i sig selv som bidrager til forståelsen, men spørgsmålene fører til at kognitive og metakognitive processer sættes i gang i læseren – processer som kan resultere i bevidste kognitive og metakognitive strategier (Buch-Iversen, 2010).

Elevgenererede spørgsmål som forståelsesstrategi har været genstand for meget forskning, og undersøgelser har vist at forskellige undervisningsprogrammer i at udvikle elevs spørgestrategier har en effekt (King, 1992; Rosenshine, 1996; Ciardiello, 1998). At stille spørgsmål er både en kognitiv og en metakognitiv strategi. Det at stille spørgsmål letter forståelsesprocessen ved at man gennem spørgsmålene nemmere fokuserer på tekstens hovedidéer. Samtidig bevirker spørgsmålene at man som læser er opmærksom på hvorvidt man forstår det man læser (Ciardiello, 1998).

Selv at stille spørgsmål kræver at læseren undersøger teksten, identificerer hovedidéerne og forbinder dem som udgangspunkt for at stille et relevant spørgsmål. Det støtter læseren i at udvikle indre kognitive forståelsesprocesser. På samme tid bevirker spørgsmålene at læseren overvåger og regulerer sin forståelsesproces. Sammenlignet med andre metakognitive strategier er læserens egne spørgsmål den mest effektive måde at overvåge og regulere sin læsning på i forhold til læseforståelse

(King, 1992; Ciardiello, 1998). Spørgestrategien skaber og kontrollerer læserens forståelse af teksten på samme tid. Derudover fremhæver King også betydningen af at hendes forsøgsgruppe med de selvgenererede spørgsmål havde en spørgeguide med kontekstafhængige spørgsmål. Det var kun denne gruppe der blev forsynet med en eksplicit struktur og vejledning til at stille spørgsmål. I forhold til de to øvrige grupper, som dels skulle resumere med egne ord, dels skulle tage notater, viste det sig at gruppen der skulle generere spørgsmål ud fra en bestemt struktur, fik en langt større dybdeforståelse og havde lagret indholdet i langtidshukommelsen (King, 1992). Spørgeguiden var til stor støtte med sine direkte anvisninger, og den var således en tydeliggørelse af hvordan de studerende skulle gribe det kognitive arbejde an.

Endvidere giver det god mening at indvie elever i hvad der ifølge forskningen har vist sig at være særlig effektive strategier. Hos King fik hendes studerende direkte at vide at det ifølge forskningen er gavnligt at arbejde med elevgenererede spørgsmål, hvilket viste sig at fremme deres brug af strategien endnu mere (King, 1992).

Undervisning i læseforståelse ved hjælp af elevgenererede spørgsmål

I forskningen hersker der som tidligere nævnt bred enighed om at det volder elever særlige vanskeligheder at forstå de dybere lag i en tekst. På samme måde er der bred enighed om at elevgenererede spørgsmål samt elevernes egen besvarelse af spørgsmålene er en effektiv tilgang til udvikling af deres læseforståelse fordi det både fremmer forståelse af teksten og overvågning af egen tekstforståelse. Rent pædagogisk består den store udfordring for læreren nu først og fremmest i at få aktiveret mere overordnede forståelsesprocesser hos eleverne ved hjælp af elevgenererede spørgsmål. Det har nemlig vist sig at de spørgsmål der bedst stimulerer overordnede forståelsesprocesser og dermed divergent tænkning, er de spørgsmål der også er sværest at stille, fordi der ikke findes ét standardsvar (Ciardiello, 1998).

Hvilken slags spørgsmål?

I forskningen er der påvist forskellige tilgange til hvor struktureret man skal gå til værks, og hvor omfattende undervisningsprogrammet bør være. Men følgende forslag til fremgangsmåde er gennemgående: brug af forskellige spørgsmålstyper rettet mod forskellige lag i teksten, brug af oversigt med støttende hjælpespørgsmål og brug af såvel konstruerede som autentiske teksteksempler.

Anvendelsen af stikord ("prompts") fremhæver Rosenshine et al. (1996) som et afgørende element når læreren skal undervise sine elever. De to mest effektive typer af stikord ("prompts") viser sig at være henholdsvis signaldord ("signal words") og spørgevendinger ("generic question stems"). Signaldord defineres i denne sammenhæng

som alle spørgeord (hvad, hvem, hvilke, hvor, hvorfor m.fl.). Spørgevendinger defineres her som et velkendt spørgemønster hvor spørgsmålet dog rent indholdsmæssigt ikke er formuleret i sin helhed. Disse spørgsmål er af en anden karakter end spørgsmål der indledes med et signalord, og de retter sig hovedsageligt mod dybere niveauer i teksten.

Forskellige typer af spørgsmål henviser til forskellige lag i teksten, men jo længere væk eleverne bevæger sig fra de faktuelle spørgsmål, jo vanskeligere er det som sagt for eleverne at formulere kvalificerede spørgsmål.

Hos Ciardiello (1998) finder man følgende oversigt over forskellige spørgsmålstyper der retter sig mod forskellige lag i en tekst:

Faktuelle spørgsmål der genskaber tekstens indhold

Signalord: hvem, hvad, hvor, hvornår

Kognitive processer: navngive, definere, identificere, betegne, ja/nej-spørgsmål

Lukkede spørgsmål der kræver inferensdannelse

Signalord eller andre spørgevendinger: hvorfor, hvordan, på hvilken måde

Kognitive processer: forklare, redegøre for forhold, sammenligne og kontrastere

Åbne spørgsmål der kræver inferensdannelse og personlig stillingtagen

Signalord eller andre spørgevendinger: forestil dig, tænk hvis, forudsige: hvis ... så, hvordan kunne ..., kan du lave ..., hvad kunne blive mulige konsekvenser ...

Kognitive processer: forudsige, afprøve hypotese, udlede, rekonstruere

Vurderende spørgsmål der kræver inferensdannelse og personlig stillingtagen

Signalord eller andre spørgevendinger: forsvar, døm, begrund/hvad synes du ..., hvad er din mening

Kognitive processer: vurdere, bedømme, forsvare, begrunde valg

(Ciardiello, 1998)

Lærerrollen i arbejdet med elevgenererede spørgsmål

Når man arbejder med opøvelse af kognitive strategier, er der tradition for at arbejde med en kombination af direkte undervisning (modellering og højtænkning) og stilladsering (læreren støtter op om eleverne fx vha. stikord eller tjeklister) (Palinscar & Brown, 1984). Direkte anvisninger er nødvendige for at synliggøre hvad der sker inde i hovedet på den der anvender strategien. Læreren underviser eleven direkte i hvad strategien består i, hvad den anvendes til, hvordan den anvendes, samt hvorfor den anvendes.

Inden elevernes møde med fagtekster bør faglærerne bevidstgøre eleverne om

fagtekster som tekstgenre. Det er tekster af en helt anden karakter end en narrativ tekst. De er ikke bare lige til at læse på grund af deres generaliserede sprogbrug, overbegreber og underbegreber, forklaringer og teori. Læreren bør modellere den type spørgsmål som eleverne skal stille før, under og efter læsningen af en fagtekst.

Læreren modellerer og tænker højt og fremstår på den måde meget tydeligt for eleverne – desuden bliver eleverne indviet i lærerens bevæggrunde for sine handlinger. Læreren træder med andre ord langt mere i karakter og fylder virkelig meget i de indledende faser – meget mere end vi er vant til i en dansk skoletradition.

Hvordan kan lærerteamet på mellemtrinnet komme i gang med at udvikle elevernes læseforståelse?

Det er oplagt at tage udgangspunkt i faglig læsning når man vil træne elevernes inferensdannelse. Læser man en fiktionstekst, genererer man godt nok langt flere inferenser, men når man læser en fagtekst, træder inferensdannelsen mere tydeligt frem for læseren (Kispal, 2008). Det skyldes at fiktionstekster benytter et hverdagsagtigt sprog, og handlingen foregår for det meste i en verden der minder om vores egen. I fagtekster er sproget mere abstrakt og sværere at forstå, og teksten refererer måske til fænomener som ligger uden for elevernes almindelige erfaringsverden. Det at danne inferenser bliver nødvendigt for at tekstens indhold ikke skal bryde sammen. Det falder helt naturligt at gribe til forståelsesstrategien at stille spørgsmål for at forstå.

Betragter man rækken af fag der udbydes på mellemtrinnet, er natur/teknik et oplagt sted at begynde med indsatsområdet faglig læsning. En praktisk/eksperimentel læringssituation er kendetegnende for faget, og netop den ramme giver gode betingelser for at arbejde med spørgsmål som fremmer en dybere forståelse af et fagligt indhold.

I faget er der på den ene side tradition for klasseundervisning hvor faglæreren er i dialog med hele klassen, og her kan læreren arbejde bevidst med modellering og formulering af spørgsmål på forskellige forståelsesniveauer i sin undervisning. På den anden side arbejder eleverne også i mindre grupper hvor de selv står for praktisk/eksperimentelt arbejde. Her vil der være oplagte muligheder for at eleverne langsomt selv overtager formuleringen af spørgsmål og svar. Forskning (Chin et al., 2002) viser imidlertid at tingene ikke kommer af sig selv. Faglæreren skal i sin forberedelse af praktisk/eksperimentelt arbejde overveje nøje hvordan aktiviteterne kan blive problembaserede i stedet for blot at være instruerende.

I denne forbindelse er det også interessant at man har kunnet konstatere at udførelsen af praktisk/eksperimentelt arbejde i grupper ansporer flere elever til at besvare spørgsmål på et højere abstraktionsniveau. Flere elever i en gruppe nyder således godt af at være i gruppe med en klassekammerat der er i stand til fx at formulere divergente spørgsmål. Dels bliver de ansporet til at prøve at besvare spørgsmålene,

dels begynder de efterhånden selv at spørge på mere avancerede forståelsesniveauer (Chin et al., 2002).

Praktisk/eksperimentelt arbejde i undervisningen indbyder til en autentisk dialog om et bestemt fagligt emne enten mellem faglæreren og eleverne eller mellem eleverne indbyrdes i mindre grupper. Praktisk/eksperimentelt arbejde kan fungere som ansporing til at eleverne dels får aktiveret deres baggrundsviden, dels får etableret en fælles baggrundsviden inden de skal læse tekster om emnet. På samme måde kan indledende åbne spørgsmål også aktivere baggrundsviden hos eleverne. I begge tilfælde vil de indledende samtaler også bidrage til at læseformålet bliver tydeligt før de går i gang med at læse fagtekster.

Efter at eleverne har implementeret spørgestrategier i forbindelse med faglig læsning, er det tid til at strategierne overføres til andre fag med andre teksttyper.

Sammenfatning

Det har stor betydning for elevers beherskelse af kognitive og metakognitive strategier at læreren tydeligt demonstrerer spørgestrategier i praksis. Det at stille spørgsmål er helt afgørende for elevernes læreproces, og de har brug for at få demonstreret hvordan man stiller kvalificerede spørgsmål.

Der kunne ligge en gevinst i at gøre noget særligt ud af at stille spørgsmål inden den egentlige læsning finder sted. Eleven vil få aktiveret sin baggrundsviden og blive mere bevidst om hvad formålet med læsningen kunne være. Særlig interessant er det om man som lærer kunne spore eleverne ind på at stille åbne spørgsmål der retter sig mod et forståelsesniveau af højere orden, og på den måde anspore eleven til også at have øje for spor i teksten på et højere abstraktionsniveau.

En stor udfordring for lærerne er også at praktisere direkte, eksplicit instruktion i at stille spørgsmål og i forståelsesstrategier. I den forbindelse er det også vigtigt at undervisningen foregår i en meningsfuld kontekst. Når eleverne selv begynder at kunne stille spørgsmål, vil det også motivere dem til at søge ny viden. Endvidere kan deres spørgsmål være med til at give læreren en ny indsigt i elevernes læreproces.

Konklusion

I forskningen hersker der som sagt ingen tvivl om at brugen af elevgenererede spørgsmål som forståelsesstrategi har markant effekt på elevernes læseforståelsesproces. En bevidst brug af spørgestrategier i fast strukturerede forløb kan kvalificere elevers udbytte af læsning idet de simpelthen vil opnå en dybere forståelse af teksten.

Når man arbejder med opøvelse af kognitive strategier, er der tradition for at arbejde med modellering, højtænkning og stilladsering. Læreren modellerer og tænker højt

og fremstår på den måde meget tydeligt for eleverne. Desuden bliver eleverne indviet i lærerens bevæggrunde for sine handlinger. Læreren træder med andre ord langt mere i karakter og fylder meget mere end vi er vant til i en dansk skoletradition. Det kan derfor blive en stor udfordring at praktisere en sådan undervisning i en dansk kontekst. På den anden side efterspørges der fra alle sider – både fra politisk hold og fra lærerside – metoder der virker. Det er der i hvert fald evidens for at metoden med de elevgenererede spørgsmål gør!

Sidst, men ikke mindst kan det ikke betones nok at faglæreren har en vigtig rolle i videreudviklingen af elevernes læseforståelsesstrategier på mellemtrinnet. Lad faglæreren tage over i tæt samarbejde med det øvrige lærerteam som efterfølgende kan nyde godt af indsatsens overførselsværdi!

Litteraturliste

- Arnbak, E. (2005). *Faglig læsning – fra læseproces til læreproces*. Gyldendal.
- Buch-Iversen, I. (2010). *Betydningen av inferens for leseforståelse – Effekter av inferenstrening*. Nasjonalt senter for leseopplæring og leseforskning, Universitetet i Stavanger.
- Cain, K., Oakhill, J., Barnes, M. & Bryant, P. (2001). Comprehension Skill, Inference Making, and Their Relations to Knowledge. *Memory and Cognition*, 29(6), s. 850-859.
- Chin, C., Brown, D.E. & Bruce, B.C. (2002). Student-Generated Questions: A Meaningful Aspect of Learning in Science. *International Journal of Science Education*, 24(5), s. 521-549.
- Ciardiello, A.V. (1998). Did You Ask a Good Question Today? Alternative Cognitive and Metacognitive Strategies. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 42(3), s. 210-219.
- Elbro, C. (2007). *Læsevanskeligheder*. Gyldendal.
- James, I. & Carter, T.S. (2006). *Questioning and Informational Texts: Scaffolding Students Comprehension of Content Areas*, The Forum on Public Policy.
- King, A. (1992). Comparison of Self-Questioning, Summarizing, and Notetaking-Review as Strategies for Learning from Lectures. *American Educational Research Journal*, 29(2), s. 303-323.
- Kispal, A. (2008). *Effective Teaching of Inference Skills for Reading*. National Foundation for Educational Research.
- McGee, A. & Johnson, H. (2003). The Effect of Inference Training on Skilled and Less Skilled Comprehenders. *Educational Psychology*, 23(1), s. 49-59.
- McNamara, D.S., Kintsch, E., Songer, N.B. & Kintsch, W. (1996). *Are Good Texts Always Better?* Interactions of Text Coherence, Background Knowledge, and Levels of Understanding in Learning From Text, *Cognition and Instruction*, s. 1-43, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Oakhill, J. & Yuill, N. (1991). The Remediation of Reading Comprehension Difficulties. I: Snowling, M.J. & Thomson, M.E. (red.), *Dyslexia Integrating Theory and Practice* (s. 215-235).

- Oakhill, J. & Yuill, N. (1996). Higher Order Factors in Comprehension Disability: Processes and Remediation. C. Cornoldi & J. Oakhill (red.), *Reading Comprehension Difficulties* (s. 69-92). Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Palinscar, A.S. & Brown, A. (1984). Reciprocal Teaching of Comprehension-Fostering and Comprehension-Monitoring Activities. *Cognition & Instruction, 1*, s. 117-175.
- Perfetti, C.A., Marron, M.A. & Foltz, P.W. (1996). Sources of Comprehension Failure; Theoretical Perspectives and Case Studies. I: C. Cornoldi & J. Oakhill (red.), *Reading Comprehension Difficulties* (s. 137-165). Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Perfetti, C.A., Landi, N & Oakhill, J. (2005). The Acquisition of Reading Comprehension Skill. I: M. Snowling & C. Hulme (red.), *The Science of Reading: A Handbook* (s. 227-247). Blackwell Publishing.
- Rosenshine, B.C. & Chapman, S. (1996). Teaching Students to Generate Questions: A Review of the Intervention Studies. *Review of Educational Research, 66*(2), s. 181-221.
- Taboada, A. & Guthrie, J.T. (2006). Contributions of Student Questioning and Prior Knowledge From Reading Information Text. *Journal of Literacy Research, 38*(1), s. 1-35.

Kvalificering af elevernes stemme til udvikling af naturfagene – et praksiseksempel



Morten Rask Petersen, Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet



Linda Ahrenkiel, Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet



Claus Michelsen, Det Naturvidenskabelige Fakultet, Syddansk Universitet

Abstract. *Hvilke bidrag kan gymnasieelever som “de rigtige eksperter” give til debatten om hvordan fremtidens undervisning i de naturvidenskabelige fag skal/kan være? I artiklen beskrives et 30-timers fremtidseminar hvor 29 gymnasieelever med udgangspunkt i deres refleksioner over den eksisterende undervisning formulerede anbefalinger til ændring af form og indhold i fremtidens undervisning i de såkaldte MINT-fag (matematik, it, naturvidenskab og teknologi). Baggrunden og konceptet for fremtidseminaret samt elevernes anbefalinger præsenteres. Det anbefales afsluttende at der fremover sættes mere fokus på hvad eleverne kan bidrage med til udvikling af undervisningen i MINT-fagene.*

Indledning

Denne artikel handler om begrebet “elevernes stemme” og hvorledes denne stemme kan kvalificeres til at indgå i udviklingen af naturfagene. Begrebet om elevernes stemme er ikke nyt, men blot ikke særlig beskrevet i dansk kontekst. Rudduck & Fielding (2006) viser således eksempler på brugen af elevernes stemme tilbage fra 1890’erne ligesom der har været flere temanumre om elevernes stemme i den internationale litteratur (i fx Educational Review (Meighan, 1978; Rudduck, 2006), Forum (Fielding, 2001) og Improving Schools (Russel, Byrom & Robinson, 2007)). Meget af denne brug af elevernes stemme omhandler dog involvering af eleverne i forbindelse

med emnevalg og lignende i de enkelte lektioner inden for et fag, mens det ikke er så hyppigt at eleverne involveres i udviklingen af selve faget. Det er vores erfaring at det også primært er i disse sammenhænge elevernes stemme bruges i danske forhold. Det er således hyppigt set at elevernes stemme inddrages på mikrodidaktisk niveau, mens inddragelsen er mere eller mindre fraværende på meso- og makrodidaktisk niveau¹. Dette er naturligvis ærgerligt da eleverne ofte kan bibringe diskussionen vinkler som ellers ikke ville være kommet på banen (Thomson, 2010). Det er ud fra dette perspektiv at vi gik i gang med arbejdet med at kvalificere elevernes stemme til mere end bare det mikrodidaktiske niveau.

Denne artikel vil således beskrive hvorledes et koncept til udfoldelse af elevernes stemme er blevet udviklet og effektueret. Endvidere præsenteres elementer af hvad eleverne oplever i deres naturfagsundervisning på gymnasialt niveau. Endelig vil denne artikel perspektivere elevernes stemme fra den her beskrevne enkelte begivenhed ind i en større ramme om brugen af elevernes stemme i forhold til udvikling af fremtidens naturfaglige undervisning.

Udgangspunktet for artiklen er Fremtidsseminar 2010 hvor gymnasieelever diskuterede retninger og anbefalinger til deres egen daglige naturfaglige undervisning på gymnasierne². Det er dette Fremtidsseminar 2010 der vil danne den praktiske ramme for diskussionen i denne artikel.

Fremtidsseminar 2010

Visionen for Fremtidsseminar 2010 var at tage udgangspunkt i "de rigtige eksperter", gymnasieeleverne, i debatten om hvorfor og hvordan fremtidens undervisning i matematik, it, naturvidenskab og teknologi (MINT-fagene) skal/kan være. Elevernes oplevelser og ønsker er ofte anderledes end dem de voksne som er involveret i udviklingen af MINT-fagene, har (Thomson, 2010). Det synes således oplagt at inddrage og lytte til eleverne i arbejdet med fremadrettede anbefalinger i undervisningsregi for derigennem samtidig at kvalificere eleverne til at deltage i udviklingen af undervisningen i MINT-fagene.

Udgangspunktet var følgende udsagn: "For at finde ud af hvordan fremtidens (...) ser ud, er det nødvendigt at karakterisere nutidens (...)." I udsagnet kan (...) erstattes med elever, undervisning, forbrugere osv. Udsagnet synes at være indlysende: at de nuværende elevers oplevelser og ønsker skal inddrages i arbejdet med uddannelsesmæssige anbefalinger for fremtiden. Det var således med dette udgangspunkt at

1 De tre didaktiske niveauer er beskrevet nærmere i Dolin (2005) og Horst, Jensen, Johannsen, Holm & Troelsen (2011).
2 Fremtidsseminar 2010 er en del af projektet MINT-akademiet der er et treårigt samarbejdsprojekt mellem Syddansk Universitet og Fachhochschule Flensburg. MINT-akademiet støttes af EU-programmet INTERREG 4A Syddanmark-Schleswig-K.E.R.N.

gymnasieelever blev inviteret til at deltage i Fremtidsseminar 2010. Deltagergruppen på seminaret repræsenterede en gruppe af elever som ved afslutningen af deres skolegang stadig finder MINT-fagene spændende og interessante. Derfor synes det oplagt at inddrage disse i arbejdet med fremadrettede anbefalinger i undervisningsregi for at belyse hvorledes undervisningens indhold og form i MINT-fagene kan forbedres for de engagerede, og sikre at deres interesse fastholdes.

Fremtidsseminar 2010 er blevet analyseret med henblik på (i) "hvad", (ii) "hvordan" og (iii) "hvorfor". Deltagerne blev kun bedt om at arbejde med (i) og (ii), mens deltagerens motiver (iii) for at ændre undervisningen blev belyst via spørgeskemaer. Analyserne af (iii) er uden for rammerne af denne artikel.

I forbindelse med Fremtidsseminar 2010 blev der optaget video af deltagerens arbejde i de forskellige workshoper ligesom der blev taget feltnoter under hele seminaret af fire deltagende fra forskningsmiljøet. Det er disse videooptagelser og feltnoter der danner grundlag for analysen og eksemplificeringerne i den følgende gennemgang af den praktiske udførelse af seminaret.

Deltagergruppens sammensætning

32 gymnasieelever fra 2. g-klasser fordelt ligeligt på fire gymnasier (to danske gymnasier på Fyn og to danske gymnasier beliggende i Tyskland) blev inviteret til at deltage i Fremtidsseminar 2010 om fremtidens undervisning i MINT-fagene. Heraf deltog 29 gymnasieelever (16 danske og 13 tyske) i seminaret, som blev afviklet på et konferencecenter over to dage på i alt 30 timer. Sammenbringelsen af eleverne fandt sted inden for rammerne af et større projekt om grænseoverskridende samarbejde, og i denne kontekst fandt vi det yderst givtigt at have repræsentanter for to forskellige kulturer som stadig arbejdede under samme uddannelsesbekendtgørelse.

Alle deltagere var på forhånd blevet bedt om at repræsentere sig selv og deltog således hverken som en repræsentant for deres gymnasium, klasse eller venner. Udvælgelsen af deltagerne blev foretaget af de fire rektorer på de repræsenterede gymnasier. Udvælgelsen skete således ikke ud fra de samme kriterier. Om udvælgelsen fortalte deltagerne:

Person A: "Der blev spurgt hvem der havde lyst".

Person B: "Vi blev spurgt af vores lærer om vi ville deltage".

Person C: "Jeg er ansat som lektiehjælper på min skole og blev spurgt herigennem".

Udvælgelsen af deltagerne falder tilsyneladende i to kategorier. Nogle deltagere havde meldt sig frivilligt ud fra "om de havde lyst", mens andre var blevet håndplukket af deres underviser eller på baggrund af deres arbejde i skolens lektiecafé. De håndplukkede deltagere på seminaret deltog altså fordi de på den ene eller anden måde

var blevet udpeget til at deltage, og det må forventes at dette var personer med stor interesse for og dygtighed i MINT-fagene. De øvrige havde meldt sig frivilligt og kan således også besidde stor interesse for og dygtighed i MINT-fagene, men det var ikke på samme måde et udgangspunkt for deres deltagelse. Fælles for alle eleverne var dog at de havde mindst et af MINT-fagene på A-niveau eller tilsvarende. De gymnasieelever som deltog i Fremtidsseminar 2010, må derfor på baggrund af deres udtalelser om baggrunden for deres deltagelse forventes at være blandt de mest interesserede, engagerede og dygtige naturvidenskabelige elever på deres respektive gymnasier.

De gymnasieelever som deltog i Fremtidsseminar 2010, var dermed ikke repræsentative for elever i den dansk-tyske gymnasieskole. Der er således ikke tale om et dækkende billede, men mere et udtryk for billedet set fra perspektivet af den minoritet der trods alt stadig synes at naturvidenskab er interessant.

På Fremtidsseminar 2010 blev der udelukkende anlagt et deltagerperspektiv på undervisningen i MINT-fagene. Det er således udelukkende deltagerens opfattelse af og ønsker for undervisningen der gives et indblik i, men dog stadig på et niveau hvor elevernes overvejelser kan indgå i et mesodidaktisk perspektiv. Grundlaget for et deltagerperspektiv er et forsøg på at få et indblik i deltagerens oplevelse af og ønsker for undervisningen i MINT-fagene fremadrettet. Deltagerne snakkede om og fremlagde deres synspunkter og forventninger, men der blev ikke spurgt ind til de emner og problematikker de snakkede om. Dette skete for i mindst muligt omfang at præge deltagerne i en anden retning end deres egen.

Rammerne for Fremtidsseminar 2010

I planlægningen og afviklingen af Fremtidsseminar 2010 blev der trukket på de erfaringer Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, SDU, høstede i forbindelse med afholdelse af et tidligere fremtidsseminar i 2007 med 24 deltagere fra tre tyske og tre danske gymnasier. Dette seminar blev afviklet som en del af forsknings- og udviklingsprojektet IFUN – Interesse og fagoverskridende undervisning i naturvidenskab, der havde til formål at fremme gymnasieelevers interesse for de naturvidenskabelige fag på begge sider af landegrænsen Danmark/Tyskland gennem udvikling og implementering af tværfaglige undervisningsforløb. På seminaret diskuterede de 24 gymnasieelever hvordan de oplever undervisningen i de naturvidenskabelige fag. Hvad er godt? Hvad er mindre godt? Og hvordan kan det gøres anderledes? På baggrund af diskussionerne formulerede eleverne i tværnationale grupper ved seminarets afslutning anbefalinger vedrørende form og indhold i fremtidens naturfaglige uddannelser (Bangsgaard, 2007).

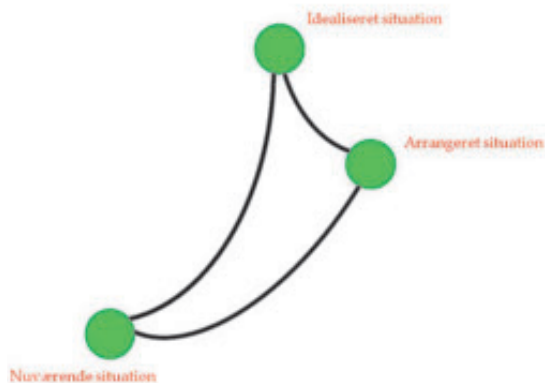
Et af de overordnede mål med Fremtidsseminar 2010 var med udgangspunkt i erfaringerne fra fremtidsseminaret i 2007 at udvikle et egentligt fremtidsseminarkoncept med henblik på at inddrage elevernes stemme i debatten om fremtidens undervisning

i MINT-fagene. Det var afgørende for udviklingen af konceptet at elevernes stemme ikke som det normalt er tilfældet, kun høres i relation til den eksisterende undervisning, men at eleverne også på baggrund af refleksioner over deres erfaringer med undervisningen kommer med forslag til ændringer af undervisningens form og indhold. Konceptet skal omfatte alternativer til den eksisterende undervisning formuleret af eleverne og en forståelse af elevernes holdninger til potentielle alternativer.

Ved udfærdigelsen af seminarets program, indhold og mål har Skovsmose & Borbas model for kritisk forskning (2004) været inspirationskilden. En vigtig begrundelse for valget af denne model er at den er god til at undersøge potentialer der endnu ikke er en del af undervisningspraksis:

*At udforske hvad der **ikke** er der, og hvad der **ikke** er aktuelt, betyder at undersøge hvad der kunne komme op* (Skovsmose & Borba, 2004, vores oversættelse og fremhævnning)

I Skovsmose & Borbas terminologi analyseres den kritiske forskning med reference til relationerne mellem en nuværende situation, en idealiseret situation og en arrangeret situation.



Figur 1. Modellen for kritisk forskning.

Modellen for kritisk forskning kan fortolkes og visualiseres som på figur 1. Den nuværende situation er udgangspunktet for det som ønskes forandret, i dette tilfælde undervisningen i MINT-fagene. I forandringsprocessen er de mål der sigtes efter, en idealiseret situation. I realiteten er den idealiserede situation ikke opnåelig, hvorved den arrangerede situation opnås ifølge Skovsmose & Borbas (2004) terminologi. Dette er en iterativ proces hvor der herefter igen udspiller sig en forandringsproces hvor den arrangerede situation bliver den nuværende situation osv.

Med udgangspunkt i Skovsmose & Borbas model har vi udviklet en model for kva-

lificering af elevernes stemme (figur 2). I denne model er der tilføjet et niveau før den idealiserede situation som vi kalder den initierede situation. Endvidere er der tilføjet et niveau som kaldes den virkelige situation. Dette er niveauet hvor elevernes stemme kommer til udtryk i praksis i forhold til aktuel skoleudvikling.



Figur 2. Den udvidede model for kritisk forskning som anvendes i kvalificeringen af elevernes stemme.

Deltagernes perspektiv på den nuværende undervisning var i fokus i workshop 1. Som “opvarmning” til at beskrive en idealiseret undervisningssituation arbejdede deltagerne i workshop 2 med interessebegrebet, hvor deltagerne i mindre grupper fremstillede collager som udtrykte hvorledes undervisningen kan gøres (mere) interessant med deltagerøjne. Den idealiserede situation og den aktualiserede situation beskrev deltagerne på andendagen i workshop 3. I workshop 4 lavede deltagerne en handlingsplan for deres idéer således at den nuværende situation vil bevæge sig i retning af den forestillede situation. Den arrangerede situation indeholder altså en form for realistiske løsningsmodeller (Skovsmose & Borba, 2004) som kan ses som kvalificeringen af elevernes stemme. Implementeringen af de realistiske løsningsmodeller medtages ikke i den oprindelige model for kritisk forskning. Modellen på figur 2 skal således betragtes som en udvidelse og tilpasning af figur 1 hvor overgangen fra den arrangerede situation til den virkelige situation er medtaget. Fra den nuværende situation til den virkelige situation i en ny aktualiseret situation ligger en proces som er uden for rammerne af dette projekt. I denne artikel sættes der fokus på hvorledes eleverne/deltagerne kan blive mere kvalificerede til at deltage i denne proces ved at blive bevidste om hele den proces som er forudgående for overgangen mellem den nuværende situation og den virkelige situation. Deltagerne på Fremtidsseminar 2010

blev således bedre rustede til at indgå i den arrangerede situation og dermed bidrage til en ændring fra den nuværende situation mod en virkelig situation.

I det følgende vil de fire workshopper og deres placering i den udvidede model blive præsenteret.

Den nuværende situation

I workshop 1 beskrev deltagerne hvordan deres naturfagsundervisning ser ud til daglig. Fokus var på hvorledes de oplever hverdagen, og ikke på hvad de kunne tænke sig at ændre. Deltagerne arbejdede indledende i gymnasieopdelte grupper a fire deltagere fra hvert gymnasium. Efter en klarlægning af hvorledes deltagerne oplevede naturfagsundervisningen til hverdag, fremlagde de deres dagligdag for hinanden på tværs af gymnasier. Formålet var at deltagerne fik en bevidsthed om deres egen undervisning ved at italesætte undervisningen sammen med deltagere fra samme gymnasium og efterfølgende ved at snakke med andre deltagere fra andre gymnasier.

I sidste del af workshop 1 præsenterede deltagerne deres dagligdag i naturfagsundervisningen for hinanden. Fremlæggelsen afspejlede deltagernes oplevelse af den nuværende situation på baggrund af samtale og diskussion i grupper.

Det må som udgangspunkt antages at deltagerne i beskrivelsen af deres nuværende undervisning tog fat i nogle af de emner det har ligget dem mest på sinde at forandre. Et af deltagernes nøglebegreber i den nuværende undervisning var således cyklisk undervisning som primært opleves som lektiegennemgang der tilgodeser gennemsnittet af klassen. Deltagergrupperne nåede uafhængigt af hinanden frem til en generel struktur for den nuværende undervisning som de beskriver som en cyklus med en introduktion til teorien, opgaver, forsøg og rapportskrivning.

“Vores dagligdag er meget klassisk. Vi får noget teori hvorefter vi udfører forsøg, og så bliver der skrevet en rapport om det. En gang imellem har vi lidt afveksling – fx har vi prøvet selv at lave et undervisningskompendium, men ofte består den af det klassiske” (deltager på Fremtidsseminaret)

I en anden gruppe sagde deltagerne:

Person A: “Vi ser vores hverdag som en cyklus. Først er der hjemmeopgaver som vi skal lave inden vi kommer til timen.” Person B: “Meget af undervisningen består af at vi har læst noget, og så kommer vi op i skolen hvor læreren gennemgår det eller mere ud over det.” Person C: “Og så hvis vi har mere tid, laver vi nogle gange eksperimenter.” (uddrag af dialog mellem deltagere på Fremtidsseminar 2010)

Den cykliske undervisning tilgodeser, ifølge en gruppe deltagere, ikke de elever som har forberedt sig hjemmefra. Når de møder velforberedte op, er der ikke flere udfordringer til dem:

Person A: "Jamen hvad så når jeg har læst og forstået mine lektier? Hvad skal tiden så gå med?" Person B: "Læreren skal bygge videre på det og komme længere." Person C: "Læreren forudsætter alle har læst lektier. Når så alle ikke har læst lektier, bliver læreren nødt til at genfortælle det. Det gør de altså tit. (...)" Person A: "Vores lærer kommer altså ikke længere end bogen selvom alle har læst lektier." [Gruppen snakker om hvorledes der kan laves om på at undervisningen er lektie gennemgang]. Person C: "Men er der ikke et sted midt imellem hvor det bliver mere retfærdigt? Det kunne jo fx være ved niveauopdelte klasser." (uddrag af dialog mellem deltagere på Fremtidsseminar 2010)

Deltagerne i Fremtidsseminar 2010 efterlyste en større variation inden for den cykliske undervisning i form af mere varierede undervisningsformer. En del deltagere gav i løbet af seminaret udtryk for bedst at kunne lide en undervisning hvor de selv er aktive med forskellige aktiviteter og arbejdsformer, i stedet for at det er læreren der taler. Det er denne selvstændighed i aktiviteterne og mulighed for at italesætte deres viden når læreren træder i baggrunden, som må være et af motiverne bag deltagernes anbefalinger. Anbefalingen om varieret undervisning i fremtidens undervisning i MINT-fagene må således ses som et udtryk for at den nuværende undervisning bærer præg af at være for ensartet og ikke i tilstrækkelig grad giver mulighed for selvstændighed.

Den initierede situation

Workshop 2 initierede overgangen fra den nuværende situation til den idealiserede situation ved at sætte fokus på deltagernes oplevelse af interessant undervisning. Årsagen til at denne initierede situation indsættes, er ønsket om at få deltagerne til at komme rigtig langt ud i en idealiseret situation. Hvis deltagerne allerede på forhånd begyndte at sætte begrænsninger for den idealiserede situation, ville det i vores optik føre til at deres stemme i sidste ende ville blive mindre kvalificeret. Den initierede situation var således en første øvelse i at se muligheder frem for begrænsninger, hvor det interessante er udgangspunkt for en idealiseret situation. Deltagerne udtrykte, i grupper, deres ønsker for og opfattelse af interessant undervisning ved at lave collager som belyste hvad der skal til for at gøre undervisningen mere interessant.



Figur 3. *Eksempler på deltageres collager om interessant undervisning.*

Som det ses på figur 3, havde eleverne ladet deres kreativitet og følelser komme til udtryk i deres collager. En gruppe tager således afstand fra ordet “nørd” og fremstiller et hjerte med naturvidenskabeligt indhold, mens en anden fremstiller ordet “viden” af udklip med naturvidenskabeligt indhold. I vores øjne var denne del af processen vigtig for eleverne da det var i denne fase at eleverne lod deres engagement i naturfagene komme til udtryk for første gang. Der blev undervejs i workshoppen skabt en stemning af at det faktisk var helt i orden at synes at naturfagene er spændende. Igennem workshop 2 blev eleverne rustet til den idealiserede situation med mere gåpåmod og færre forbehold over for hinanden end ved ankomsten til Fremtidsseminar 2010.

Den idealiserede og aktualiserede situation

På andendagen arbejdede deltagerne i fire grupper med to repræsentanter fra hvert gymnasium. Hver gruppe fremsatte tre anbefalinger for den fremtidige undervisning. Anbefalingerne havde fokus på form, indhold og læremidler i undervisningen. Til at facilitere anbefalingerne blev der brugt den såkaldte Disney-metode. Metoden er oprindeligt opfundet og anvendt i Disneys studier til idéudvikling. Metoden består af tre faser, nemlig drømmefasen, kritikerfasen og realistfasen (se fx Dilts, 1994). Den første fase, drømmefasen, må ingen begrænsninger have. Der er frit rum til at drømme, fantasere eller udtænke hvad der kan være attraktivt for fremtidens naturfagsundervisning. Anden fase, kritikerfasen, åbner for at alle elementer og drømme får et virkelighedstjek. I kritikerfasen tales der om sandsynligheden for at det ønskede er muligt, og hvad chancen er for at det kan lykkes. Sidste fase, realistfasen, afsøger hvordan elementerne i drømmen hænger sammen. Produktet af workshoppen var en flipover med præsentation af gruppens tre anbefalinger. De 12 anbefalinger havde

flere overlap og kunne således sammenfattes til i alt fire anbefalinger for fremtidens undervisning i MINT-fagene (se tabel 1).

Tabel 1. *Oversigt over elevernes anbefalinger og sammenfatningen af disse.*

Deltagernes 12 anbefalinger	Deltageranbefalinger, sammenfattet
Undervisning der kan relateres til virkeligheden	Øget sammenhæng i uddannelserne
Tydeliggørelse af formål – både i den daglige undervisning og i form af fx erhvervspraktik	
Integration af it i undervisningen	Styrkelse af lærerkompetencerne
Motiverede lærere	
Undervisning af eksperter	
Varieret undervisning	Varieret undervisning
Ekskursioner	
Flere selvstændige projekter	
Niveauopdelt undervisning	
Bedre faciliteter og materialer	Øgede ressourcer til faciliteter og materialer
Nyt udstyr/laboratorier	
Opprioritering af ressourcer	

I det følgende uddybes og kommenteres hver enkelt af de fire sammenfattede anbefalinger deltagerne gav til fremtidens undervisning i MINT-fagene.

Øget sammenhæng i uddannelserne

Deltagerne efterlyste relation til den virkelige verden bl.a. i form af samarbejde mellem universiteter og gymnasier og ligeledes mellem virksomheder og gymnasier, fx i form af "erhvervspraktik". Fokus på øget sammenhæng i uddannelserne skal bl.a. besvare spørgsmålet "Hvad kan den naturvidenskabelige studieretning bruges til bagefter?" (deltagercitat, Fremtidsseminar 2010).

Styrkelse af lærerkompetencer

Lærernes kompetencer er den mest afgørende faktor for god undervisning, og de kræver kontinuerlig pleje og udvikling. Den tavse viden om lærerens unikke betydning i en undervisningssituation blev berørt en smule af deltagerne på seminaret.

“Altså, vores biologilærer gør virkelig sindssygt meget for os. Hun gør virkelig alt for vi forstår det – hun er virkelig en fantastisk lærer. Noget på et højt niveau får hun ned på et niveau hvor vi alle kan være med – hun har i hvert fald gjort meget for os.” (deltagercitater)

Endvidere kommenterede deltagerne lærerens efteruddannelse inden for bl.a. it og nævnte at efteruddannelse mere generelt vil give engagerede lærere. Deltagerne efterlyste en instrumentering hos lærerne. Instrumentering dækker over den proces som er forbundet med sammenvoksningen af faglig viden og viden om brugen af værktøj. Analogien med fysiske værktøjer kan anvendes til at eksemplificere.

F.eks. er vores viden om at gøre rent uløseligt knyttet sammen til moderne hjælpemidler. På samme måde er skrive- og regneprocesser i dag i høj grad præget af IT-hjælpemidler, at de indgår som en integreret del af vores viden om det at skrive og regne (Winsløw, 2006, s. 220)

Deltagerne udtrykte at en sådan instrumentering ikke har fundet sted hos alle lærere. Følgende samtale mellem to deltagere illustrerer dette:

Person A: “Vi har også meget it på vores skole. Vi får slet ikke vores lektier at vide, det ligger alt sammen på intranettet. (...)” Person B: “Og vi bruger rigtig meget smartboard. (...) Desuden så har vi noget der hedder virtuel undervisning, som er på forsøgsbasis, hvor man i stedet for at tage i skole, så sidder man derhjemme og logger på [et program] hvor man kan snakke. Læreren logger på, og alle de andre [logger på], og man kan sidde og snakke og skrive til hinanden og se hvad hinanden laver.” Person A: “Vores fysiklærer er rigtig god til at bruge det, og så er der andre af lærerne der ikke rigtig kan finde ud af at bruge det (...) så det fungerer stadig ikke helt optimalt endnu. For mange lærere har ikke helt fundet ud af det.” (uddrag af deltagersamtale på Fremtidsseminar 2010)

Det kan undre at deltagerne ikke så det som lærerens opgave at følge med i sit fag og hvad der sker inden for fagets udvikling, og formidle dette til eleverne.

Variert undervisning

Nøgleordet er variation i undervisningen, hvilket blev fremhævet mange gange under Fremtidsseminar 2010. Konkret foreslog deltagerne input som fx konkurrencer, quizzer og ekskursioner hvor de “ser noget amazing og så hjem og høre teorien bagefter”

(deltagercitater, Fremtidseminar 2010). Deltagerne gav indtryk af bedst at kunne lide en undervisning hvor de selv er aktive, og som er varieret. På baggrund af deres kommentarer efterlader det et indtryk af at de får lyst til at gøre en større indsats hvis undervisningen er varieret og involverende.

Øgede ressourcer til faciliteter og materialer

En række fysiske forhold står formentlig ikke til at ændre, fx skolebygningen. Andre kan institutionen påvirke væsentligt hvis den vælger det. Det gælder fx tekniske faciliteter, herunder it og biblioteksservice. Det er gennemgående at deltagerne tager det som fundamentalt at de elektroniske materialer fungerer på gymnasiet – smartboards, det trådløse netværk m.m.

Den virkelige situation

Workshop 4 satte fokus på hvorledes deltagerne ville implementere deres anbefalinger i praksis. Deltagerne blev således bevidste om den proces som kræves for at flytte sig fra den aktualiserede situation til den virkelige situation. På baggrund af de 12 anbefalinger de fire grupper fremlagde i workshop 3, udvalgte hvert repræsenteret gymnasium en anbefaling som de beskrev en omsætning fra idé til praksis for. Eksempler på disse kan ses i nedenstående citat fra seminarrapporten:

For at imødekomme anbefalingen om mere samspil med uformelle læringsmiljøer (ekskursioner, eksperter fra virksomheder og universiteter m.m.) foreslog deltagerne, at det enkelte gymnasium etablerer en database over kontakter på universiteter, i erhvervslivet m.m. I databasen skal lærerne notere deres kontakter udenfor gymnasieskolen ned, således der findes en lettilgængelig oversigt med hvem, om hvad og med hvilket (elev)udbytte, der kan laves undervisningsforløb.

For at imødekomme anbefalingen om mere integration af IT i undervisningen foreslog deltagerne, at de enkelte gymnasieskoler afholder interne kurser i brugen af smartboards. Flere deltagere var enige om, at smartboards kan blive mere integreret i undervisningen end de oplever det hos hovedparten af deres lærere. Deltagerne oplever, at der på de enkelte gymnasier findes lærere, som er rigtig gode til at integrere smartboard i undervisningen, mens andre har svært ved det. For at spare på ressourcerne foreslog deltagerne, at afholde en intern workshop, hvor en underviser viser, hvordan smartboard bruges og hvordan vedkommende bruger smartboards i undervisningen (Michelsen, Ahrenkiel & Petersen, 2011, s. 45).

Implementeringer af idéer kræver indsigt i muligheder, ressourcer og erfaring i at omsætte idéer til praksis. Det er således i den virkelige situation at eleverne skal indgå

i en dialog med ledelsen om hvordan ændringer kan implementeres i praksis i naturfagsundervisningen. Denne del var som sagt ikke en del af konceptet med Fremtidsseminar 2010. Her var der udelukkende tale om at forberede og kvalificere eleverne til at indgå i denne udvikling når de kom tilbage til deres respektive gymnasier. Dette kan være en af årsagerne til at eleverne havde svært ved at få udmøntet deres anbefalinger i praksis. Der var i dette setup ikke den mur som de i praksis skulle spille op ad, og dermed kom situationen til at virke en anelse kunstig. Man kan således sige at produktet fra Fremtidsseminar 2010 ikke er kommet til at fremstå som et færdigt produkt, men mere en forædling og nuancering af idéer til udvikling. Disse idéer skal så stå deres endelige prøve i debatten "hjemme" på gymnasierne.

Elevernes stemme i udviklingen af fremtidens naturfag

Vi har i denne artikel fremlagt et eksempel på hvorledes elevernes stemme kan kvalificeres til at indgå i en udvikling af fremtidens naturfag. I denne kvalificering har vi gjort brug af en modificeret udgave af Skovmose & Borbas model for kritisk forskning (2004). Vi mener ud fra den viste case at vores model fremtidigt vil kunne bruges i forhold til en kvalificering af elevernes stemme. Modellen vil således være mulig at bruge i andre og større settings end i netop vores tilfælde. Endvidere kan modellen ses som en mere generel model der ikke nødvendigvis kun er brugbar inden for naturfagene.

Under seminaret og i efterfølgende interviews med deltagerne kom det frem at der var en vis skepsis over for om det overhovedet kunne lykkes at ændre noget på naturfagsundervisningen. På baggrund af denne skepsis omkring implementeringen af deres forslag mener vi at det kan være en frugtbar idé at kvalificere elevernes stemme således at de vil være bedre rustede til at indgå i en konstruktiv dialog om udvikling af naturfagene. Til dette kunne rammerne for Fremtidsseminar 2010 være en oplagt mulighed. På denne vis kan Fremtidsseminar 2010 ses som et forstadium til den egentlige inddragelse af elevernes stemme. Der er dermed tale om en kvalificering af elevernes stemme i forhold til fire teoretiske kerneværdier som opstilles af Robinson & Taylor (2007) om inddragelse af elevernes stemmer. Disse kerneværdier er:

- (i) En accept af at kommunikation foregår som dialog
- (ii) Nødvendigheden af deltagelse og demokratisk inklusion
- (iii) Erkendelsen af at magtfordelingen er ulige og problematisk
- (iv) Muligheden for at der kan ske ændringer.

I forhold til disse kerneværdier havde deltagerne svært ved at se (iv) muligheden for at der kunne ske ændringer. I et fremtidigt setting om kvalificering af elevernes stemme

kunne det derfor være gavnligt at have skærpet fokus på at deltagerne tager hjem med en fornemmelse af at de faktisk kan være med til at gøre en forskel.

Resultaterne fra Fremtidsseminar 2010 (tabel 1) afspejler 29 gymnasieelevers holdninger til den nuværende samt ønsker for den fremtidige undervisning i MINT-fagene. Anbefalingerne kom fra en gruppe som normalt ikke høres i debatten om undervisning. På baggrund af den nuværende undervisningssituation fremkom deltagergruppen med 12 anbefalinger om hvordan de gerne ser undervisningen i MINT-fagene.

Umiddelbart kan det virke som om der ikke er så meget nyt i disse anbefalinger i forhold til hvad der allerede ligger af anbefalinger fra diverse udvalg (Andersen et al., 2003; Andersen, 2008). Analyser af deltagernes refleksioner over fremtidens undervisning i MINT-fagene i løbet af Fremtidsseminar 2010 viser at deltagerne efterlyser relation til den virkelige verden bl.a. i form af samarbejde mellem universiteter og gymnasier og ligeledes mellem virksomheder og gymnasier, fx i form af "erhvervspraktik". Fokus på øget sammenhæng på tværs og langs i uddannelsessystemet skal bl.a. besvare deltagernes spørgsmål om hvad den naturvidenskabelige studieretning kan bruges til.

Nedskrivninger af disse refleksioner til korte sætninger fjerner naturligvis nuanceringen i disse anbefalinger. Det er netop derfor vigtigt at vende tilbage til de fire teoretiske kerneværdier for inddragelse af elevernes stemme (Robinson & Taylor, 2007). Her gøres der eksplicit opmærksom på at udviklingen foregår som en dialog og ikke som en debat. Det var således ikke intentionen med Fremtidsseminar 2010 at eleverne skulle tage en liste af anbefalinger med hjem og aflevere til rektor og derefter forvente at disse anbefalinger blev implementeret i praksis. Det har i langt højere grad været intentionen at eleverne har reflekteret over og sat ord på de retninger de gerne så deres naturfagsundervisning bevæge sig i.

Det er vores håb at konceptet med Fremtidsseminar 2010 vil vise at elevernes stemme kan kvalificere debatten i fremtidens naturfaglige uddannelser. Det er således vores forhåbning at der fremover i udviklingsperspektivet vil blive sat mere fokus på hvad eleverne kan bidrage med i den sammenhæng. I lyset af de mange tiltag der gøres inden for udvikling af naturfagene, virker det ikke hensigtsmæssigt at lade en hel gruppe af positive bidragsydere stå udenfor uden indflydelse på deres egen undervisning. Vi ser i spænding frem til at høste elevernes erfaringer fra mødet med den virkelige situation på deres respektive gymnasier for på den måde at få en indikation på om deltagernes skepsis i forhold til implementering var ubegrundede. Vi håber således at vi med gennemførelsen ikke blot har fået en gruppe elever der har haft mulighed for at reflektere over deres egen undervisning, men også en gruppe elever der har set at deres refleksioner faktisk kan være med til at føre til ændringer af deres egen naturfaglige undervisning.

Referencer

- Andersen, N.O. (2008). *Et fælles løft – Rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en National Strategi for Natur, Teknik og Sundhed*. København: Undervisningsministeriet.
- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser – Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. Undervisningsministeriet.
- Bangsgaard, K. (2007). *Sankelmark Report: Report from the European Seminar on Mathematics and Science Education of the Future*. NAMADI, Syddansk Universitet.
- Byrom, T., Thomson, P. & Gates, P. (2007). "My School Has Been Quite Pushy About the Oxbridge Thing": Voice and Choice of Higher Education. *Improving Schools*, 10(1), s. 29-40.
- Dilts, R.B. (1994). *Strategies of Genius: volume 1 Aristotle, Sherlock Holmes, Walt Disney, Wolfgang Amadeus Mozart*. Capitola: Meta Publications.
- Dolin, J. (2005). Naturfagsdidaktiske problematikker. *MONA*, 2005(1), s. 7-23.
- Fielding, M. (Ed.) (2001). *Special Issue on Student Voice, FORUM: for Promoting 3-19 Comprehensive Education*, 43(2).
- Hidi, S., & Renninger, A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41, s. 111-127.
- Horst, S., Jensen, A., Johannsen, B.F., Holm, C. & Troelsen, R. (2011). *Udvikling af universitetsundervisning – rammer, barrierer og muligheder*. IND, Københavns Universitet.
- Krapp, A. (2002). Structural and Dynamic Aspects of Interest Development. Theoretical Considerations from an Ontogenetic Perspective. *Learning and Instruction*, 12, s. 383-409.
- Lodge, C. (2005). From Hearing Voices to Engaging in Dialogue: Problematizing Student Participation in School Improvement. *Journal of Educational Change*, 6, s. 125-146.
- Meighan, R. (Ed.) (1978). [Special Issue] *Educational Review*, 30(2).
- Michelsen, C., Ahrenkiel, L. & Petersen, M.R. (2011). *Fremtidens naturvidenskabelige uddannelser – elevernes stemme*. NAMADI, Syddansk Universitet.
- Robinson, C. & Taylor, C. (2007). Theorizing Student Voice: Values and Perspectives. *Improving Schools*, 10(1), s. 5-17.
- Rudduck, J.(Ed.) (2006). [Special Issue] The Potential of Listening to Pupils. *Educational Review*, 58(2).
- Rudduck, J. & Fielding, M. (2006). Student Voice and the Perils of Popularity. *Educational Review*, 58(2), s. 219-231.
- Russel, L., Byrom, T. & Robinson, C. (Ed.) (2007). [Special Issue] Pupil Voice. *Improving Schools*, 10(1).
- Sjøberg, S. (2005). *Naturfag som almindannelse*. Klim.
- Skovmose, O. & Borba, M. (2004). Research Methodology and Critical Mathematics Education. I P. Valero & R. Zevenberger, *Researching the Socio-Political Dimensions of Mathematics Education: Issues of Power in Theory and Methodology* (s. 207-226). Kluwer Academic Publishers.
- Thomson, P. (2010). Involving Children and Young People in Educational Change: Possibilities and Challenges. I A. Hargreaves, A. Liebermann, M. Fullan & D. Hopkins, *Second Interna-*

tional Handbook of Educational Change (s. 809-824). Springer International Handbooks of Education.

Undervisningsministeriet. (2007). *Bekendtgørelse om elevråd på institutioner, der udbyder almen gymnasial uddannelse eller almen voksenuddannelse*. Lokaliseret den 9. september 2011 på: www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=25260.

Undervisningsministeriet. (2010a). *Bekendtgørelse af lov om uddannelsen til studentereksamen (stx)*. Lokaliseret den 9. september 2011 på: www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=132542.

Undervisningsministeriet. (2010b). *Bekendtgørelse af lov om uddannelsen til højere forberedelseseksamen*. Lokaliseret den 9. september 2011 på: www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=132553.

Undervisningsministeriet. (2010c). *Bekendtgørelse af lov om uddannelserne til højere handseksamen (hxx) og højere teknisk eksamen (htx)*. Lokaliseret den 9. september 2011 på: www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=132548.

Abstract

Which kind of input can upper secondary school students as “the real experts” contribute to in the debate about how future teaching of science subjects should / could be? This paper describes a 30 hour future seminar, where 29 upper secondary school students based on their reflections on the contemporary instruction formulated recommendations to the form and content of future instruction in the so-called MINT- subjects (mathematics, information technology, natural sciences, and technology). The background and concept of the future seminar and the students’ recommendations are presented. Finishing it is recommended to focus more on what students can contribute to in the future development of the instruction of the MINT subjects.

Hvorfor bliver de ikke?

– *Hvad fortæller forskningen om frafald på videregående STEM-uddannelser?*



Lars Ulriksen, IND,
Københavns Universitet



Lene Møller Madsen, IND,
Københavns Universitet



Henriette Tolstrup
Holmegaard, IND,
Københavns Universitet

Abstract. *Artiklen præsenterer et overblik over den internationale forskningslitteratur om frafald på de videregående uddannelser¹. Udgangspunktet er litteratur om frafald generelt, herunder Tintos model for forståelse af frafald, men særligt fokus rettes mod de naturvidenskabelige, tekniske og matematiske fag (STEM-uddannelserne). Vi tager afsæt i Seymour & Hewitts (1997) etnografiske undersøgelse, hvorefter hovedlinjerne i forskningen siden år 2000 præsenteres. Vi giver sammenhængen mellem frafald og unges identitetsarbejde et særskilt blik og diskuterer hvorvidt dette er en af de nye veje til at forstå frafald. Afslutningsvis opstiller vi fokuspunkter for videre forskning og udviklingsarbejde for at mindske frafaldet på de videregående uddannelser.*

Indledning

Ifølge OECD forlader en tredjedel af de studerende på en videregående uddannelse deres studie før de får deres bachelor (gennemsnit for alle OECD-lande og alle fag) uanset om de følger en lang videregående uddannelse eller en erhvervsrettet uddannelse.

1 Dette er en forkortet version af artiklen Ulriksen et al. (2010): What Do We Know about Explanations for Drop Out/Opt Out among Young People from STM Higher Education Programmes? *Studies in Science Education*, 46(2), s. 209-244. Arbejdet er sket inden for rammerne af et internationalt forskningsprojekt, IRIS (Interests and Recruitment in Science), finansieret af EU's 7. rammeprogram. I forskningsprojektet indgår forskere fra Norge (Universitetet i Oslo), England (King's College London og University of Leeds), Italien (Associazione Observa) og Slovenien (Ljubljana Universitet) samt denne artikels forfatter.

regående uddannelse (OECD, 2009, s. 69). Disse tal dækker over store variationer fra lande med gennemførelsesprocenter på mindre end 60 (fx Italien og Sverige) til andre på over 80 (fx Danmark og Japan). Rapporten viser ligeledes at uddannelsessystemet producerede næsten dobbelt så mange kandidater i 2007 som i midten af 1990'erne og dermed har ekspanderet kraftigt. At en tredjedel af de studerende forlader deres studium, må anses som et problem, og ifølge OECD (2008) har STEM-uddannelserne de højeste frafaldstal. Danske tal fra Universitets- og Bygningsstyrelsen (2011) viser at efter normeret tid plus et år er 29 % af de bachelorstuderende på de teknisk/naturvidenskabelige uddannelser faldet fra. Det svarer til gennemsnittet for alle universitetsuddannelser (tabel 5). Ministeriets modelberegninger forventer at den samlede gennemførelsesprocent for naturvidenskabelige bacheloruddannelser vil blive 61, og for de tekniske videnskaber 70. Den gennemsnitlige gennemførelsesprocent for uddannelserne som helhed beregnes til 71 (tabel 3). Naturvidenskab har altså større frafald end de tekniske og har den laveste forventede gennemførelsesprocent (tæt fulgt af humaniora).

Selvom mange forlader deres studium inden de er færdige, betyder det ofte blot at de starter på en ny uddannelse (Hovdhaugen, 2009). En analyse blandt de studerende som i 2000 afbrød en universitetsbachelor- eller udelt kandidatuddannelse (Universitets- og Bygningsstyrelsen, 2009), viste at 42 % af disse efter fem år enten havde gennemført eller var i gang med en anden videregående uddannelse. Yderligere 12 % var begyndt og havde afbrudt en ny uddannelse, mens 29 % var i beskæftigelse. Nogle af disse kan have taget en erhvervsuddannelse.

Man kan ikke gå ud fra at det altid er af det onde at studerende afbryder deres uddannelse før tiden, men pladsen her tillader ikke at gå ind i den diskussion (som bl.a. vedrører dannelsesmæssige over for økonomiske hensyn). Ydermere er en del frafald som nævnt snarere et omvalg. Det er imidlertid de færreste statistiske opgørelser over hvor mange studerende der afbryder en uddannelse, som skelner med hensyn til hvad de studerende gør efterfølgende. I denne artikel vil vi derfor alene se på forklaringer på hvorfor studerende afbryder en uddannelse, uden at inddrage hvad de gør efterfølgende.

Når vi under alle omstændigheder mener det er relevant at overveje hvorfor studerende som har søgt ind på en uddannelse, ikke gennemfører den – uanset om de efterfølgende gennemfører en anden eller ej – har det flere årsager. For nogle af de studerende kan deres erfaringer fra uddannelsen frem mod beslutningen om at stoppe føre til en svækket tro på deres egne evner til at gennemføre en uddannelse. Fra et uddannelsesperspektiv er det relevant at blive klogere på hvorfor en uddannelse som har fremstået interessant og relevant for den studerende, alligevel ikke formåede at fastholde den studerende. Ud fra et økonomisk perspektiv er det uhensigtsmæssigt at de studerende og universiteterne bruger tid og ressourcer på uddannelser de

studerende ikke fuldfører. Det gælder ikke mindst i forhold til STEM-uddannelserne i lyset af den generelle efterlysning af flere STEM-uddannede som lyder fra EU (Europa-Kommissionen, 2004), OECD (fx OECD, 2008) og danske politikere. Ønsket om et øget antal færdiguddannede inden for STEM-området vil i vid udstrækning kunne imødekommes hvis de studerende som i første omgang søger ind på en STEM-uddannelse, også gennemfører den. De godt 1.300 studerende som afbrød en naturvidenskabelig uddannelse i 2000, svarer til lidt over halvdelen af de studerende som begyndte på en naturvidenskabelig samme år. I forhold til ønsket om at uddanne flere inden for STEM-området kan man derfor med god ret tale om et "fastholdelsesproblem" på linje med et "rekrutteringsproblem".

I artiklen præsenterer og diskuterer vi hvordan forskningen har forsøgt at forstå og forklare frafald og fastholdelse på videregående uddannelser i almindelighed og STEM-uddannelser i særdeleshed. Artiklens første del præsenterer nogle af de generelle forklaringer på at studerende ikke gennemfører de uddannelser de begynder på, mens den anden del fokuserer på frafald og fastholdelse inden for STEM-området. I forlængelse heraf sætter artiklens tredje del fokus på betydningen af spørgsmålet om identitet og hvilke konsekvenser det efter vores vurdering har for fremtidige indsatser for at øge antallet af studerende som gennemfører en STEM-uddannelse, men også for den videre forskning inden for området.

Artiklen bygger på et litteraturreview med vægt på international frafaldsforskning som er gennemført siden årtusindskiftet. I første del af artiklen vedrørende frafald generelt på de videregående uddannelser tager vi afsæt i tre større reviews – Pascarella & Terenzini (2005), Yorke & Longden (2004) og Harvey et al. (2006) – samt diskuterer den meget anvendte model for forståelse af frafald som Tinto (1975; 1993) har udviklet.

I forhold til frafald og fastholdelse på STEM-uddannelser tager vi udgangspunkt i Seymour & Hewitts undersøgelse fra 1997, som suppleres med en diskussion af forskning publiceret siden år 2000.

For forskningen efter 2000 er der gennemført en litteratursøgning i ERIC-databasen (Education Resources Information Centre, www.eric.ed.gov) i september 2009 med søgeordene retention, dropout, opt-out, persistence, student success, attrition, leaving og non-completion. Vi har afgrænset søgningen til perioden 2000-2009. I diskussionen af fundene har vi lagt vægt på den forskning som vedrører fastholdelse og frafald på STEM-uddannelser.

Hovedpointer fra forskning i fastholdelse generelt på de videregående uddannelser

Inden vi ser specifikt på studier af frafald på STEM-uddannelser, er det relevant at inddrage resultater fra forskning inden for frafald på tværs af uddannelsesområder.

I dette første afsnit præsenterer vi derfor hovedtrækkene fra denne forskning som kan have relevans for en forståelse af STEM-fracfaldet.

Den amerikanske forskning i fracfald og fastholdelse er helt overvejende kvantitativ med statistiske analyser af store populationer. Ud fra disse analyser ser det ud til, som fremhævet af Pascarella & Terenzini (2005), at en væsentlig faktor i forhold til de studerendes chancer for at gennemføre en videregående uddannelse er hvorvidt de studerendes forældre selv har en videregående uddannelse. Forældrenes uddannelsesbaggrund viser sig at have større betydning end de studerendes etniske tilhørsforhold, familiens indkomst og den studerendes tidligere resultater i uddannelsessystemet (Pascarella & Terenzini, 2005, s. 435). Tilsvarende finder en dansk analyse af sammenhængen mellem fracfald på lange videregående uddannelser og forældres uddannelsesbaggrund generelt en øget risiko for fracfald jo kortere uddannelsesbaggrund de studerendes forældre har. Det gælder uanset hovedområde eller adgangskvotient (Idégruppen for social arv, 2008).

Nogle studier tyder på at effekten af forældrenes uddannelsesbaggrund ændrer sig over tid. Eksempelvis finder Ishitani (2003) at mens førstegenerationsstuderende har en større risiko for at afbryde uddannelsen i løbet af det første studieår, så er denne risiko mindre hvis de gennemfører til fjerde studieår.

Til gengæld er der ikke nogen entydige forskningsresultater med hensyn til køn. Nogle studier finder at der er en større risiko for at mænd falder fra end kvinder (fx Ishitani, 2003; Harvey et al., 2006), mens andre ikke finder noget klart mønster (Mastekaasa & Smeby, 2008).

Pascarella & Terenzini (2005) peger på at undervisningsaktiviteter med vægt på student-lærer-interaktion (fx erfaringsbaserede og undersøgende læringsformer) ser ud til at have en positiv effekt på fastholdelsen af studerende. Derfor er det fx ikke muligt at afgøre om de særlige førsteårsseminarer som en del amerikanske universiteter afholder, har en positiv effekt pga. seminarernes indhold i sig selv eller fordi de skaber en ramme for kontakt mellem studerende og lærere som ellers ikke findes (s. 405 f.). En tilsvarende betoning af rammerne for undervisning og læring kan findes i den britiske litteratur. Yorke & Longden (2004) skriver i deres bog om fracfald på videregående uddannelser at:

Et politisk fokus på studerendes succes i de videregående uddannelser gennem undervisning, læring og bedømmelse, og gennem støtteforanstaltninger på institutionerne, vil med større sandsynlighed føre til øget gennemførelse end et fokus på gennemførelse i sig selv. (Yorke & Longden, 2004, s. 132)

På baggrund af deres egen forskning og gennemgang af tidligere studier sammenfatter Yorke & Longden fire hovedkategorier af årsager til at studerende afbryder deres studium:

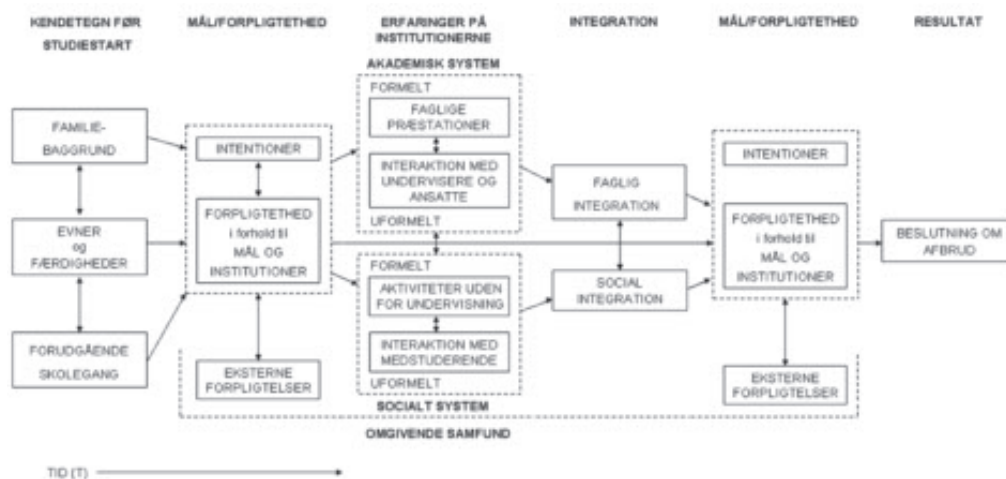
- Mangler i forbindelse med de studerendes beslutning om at søge ind på en uddannelse (fx utilstrækkeligt informationsgrundlag eller brug af den tilgængelige information)
- De studerendes oplevelser og erfaringer med uddannelsen og institutionen som helhed
- Ikke at kunne håndtere uddannelsens krav
- Begivenheder som påvirker den studerendes liv uden for institutionen (Yorke & Longden, 2004, s. 104)

Der kan altså findes årsager både i forbindelse med uddannelsesvalget, i forbindelse med selve uddannelsen og i faktorer uden for uddannelsen. Tilsvarende bemærker Harvey et al. at den forskningslitteratur de har gennemgået, præsenterer en vifte af forskellige forklaringer på hvorfor studerende falder fra, "men ingen er tilstrækkelig, og der findes ikke en enkel sociologisk eller psykologisk model for fastholdelse" (Harvey et al. (2006), s. 33).

Vincent Tintos model for frafald

Amerikaneren Vincent Tinto har udviklet en model for studerendes frafald som udmærker sig ved to forhold: For det første betragter den frafald som en proces der foregår over tid, og for det andet inddrager den forskellige faktorer som knytter sig til både undervisningen og forhold uden for undervisningen. Til gengæld har den mindre at sige om forhold uden for institutionen.

Tintos model (1975; 1993) er så udbredt i den internationale forskning at den næsten har en "paradigmatisk status" (Braxton et al., 2000). Modellen (se figur 1) opererer for det første med faktorer forud for studiestart, herunder den studerendes hensigt med at begynde at studere og hvor stor vægt hun eller han lægger på at læse på en bestemt institution. Det kalder Tinto "institutional commitment". For det andet indgår der erfaringer på uddannelsen og institutionen, og her er begrebet om integration centralt.



Figur 1. Tintos model for frafald ved videregående uddannelser. Modellen rummer en tidsdimension (fra venstre mod højre) og omfatter den studerendes baggrund, forudsætninger, indstilling og erfaringer på uddannelsen. Centralt står den faglige og den sociale integration. "Forpligtethed" er en oversættelse af "commitment", jf. teksten. (Efter Tinto, 1993).

Et af udgangspunkterne for Tintos arbejde med frafald er at det meste frafald er frivilligt i den forstand at de studerende ikke smides ud af uddannelsen, men vælger selv at gå. Spørgsmålet han stiller, er derfor hvilke faktorer der spiller ind i processen frem mod den studerendes beslutning om at forlade uddannelsen.

Tinto skelner mellem faglig og social integration. Den faglige integration henviser til to forhold. Det ene er hvordan den studerende klarer de faglige krav, fx ved eksamener. Den studerendes præstation afspejler ikke blot den studerendes faglige kompetencer, men også i hvilken udstrækning disse svarer til de faglige præferencer og normer som er dominerende på den pågældende uddannelse, og som de kommer til udtryk i bedømmelseskriterier. Dette forhold rummer derfor også en normativ dimension. Det andet forhold knytter sig snarere til den studerendes identificering med faget og det akademiske systems normer. Oplever den studerende at blive en del af det faglige miljø og kultur, og oplever den studerende at dette faglige miljø er værd at blive integreret i? Som Tinto skriver (1975, s. 104), kan man opfatte den første form som institutionens evaluering af den studerende og den anden som den studerendes evaluering af institutionen.

Der er både en formel og en uformel faglig integration. Den formelle foregår især i forbindelse med undervisningen, mens den uformelle henviser til de studerendes kontakt med undervisere og forskere i sammenhænge uden for undervisningen – på gange, i kantiner, i faglige foreninger.

Den sociale integration vedrører den studerendes deltagelse i det sociale miljø og kontakt til medstuderende og om den studerende føler sig som en del af det sociale miljø og fællesskab på uddannelsen (eller et af miljøerne, eftersom nogle uddannelser kan have forskellige miljøer den studerende kan blive en del af). Denne integration foregår gennem uformelle kontakter til medstuderende, fx i pauser, til fester og i caféarrangementer, men også gennem deltagelse i organiserede, og dermed mere formelle, aktiviteter uden for den ordinære undervisning (fx foreninger, revyer, fag- og studenterråd samt tilbud om faglige arrangementer, men også rus-introduktionsforløb).

Modellens tidsdimension betyder at den studerendes deltagelse i formelle og uformelle faglige og sociale sammenhænge gennem studiet påvirker den sociale og den faglige integration, og denne integration påvirker den studerendes hensigter med studiet og hvor forpligtet eller involveret den studerende føler sig i forhold til at gennemføre netop denne uddannelse på netop denne institution. Samlet set fører denne proces til en beslutning om at afbryde studiet eller at blive.

Tinto har indføjet "ydre forpligtelser" og "det omgivende samfund" i sin model, men modellen har ikke sin styrke i at forbinde uddannelsesinstitutionen, fagene og de studerende med en kulturel og samfundsmæssig ramme. De ydre forpligtelser henviser til at der kan være forhold uden for studiet (fx familiemæssige, økonomiske eller helbredsmæssige) som betyder at den studerende må afbryde studiet, men de samfundsmæssige normer og rammer og de kulturelle, politiske og sociale rammer om fagenes og uddannelsernes måder at fungere på fanges ikke rigtigt ind i modellen.

Som svar på Tintos udgangspunkt kan man sige at de studerendes studieafbrydelse er frivillig i den forstand at de ikke bliver smidt ud, og det er en beslutning de træffer; men omvendt hænger denne beslutning i høj grad sammen med hvorvidt den sociale og den faglige integration lykkes, og det afhænger ikke alene af den studerende, men af samspillet mellem forskellige faktorer – både på studenter- og institutionside. I den forstand er der ikke bare tale om et frit valg.

Modellen er bl.a. blevet kritiseret for ikke at være sensitiv over for eksempelvis racemæssige og kulturelle forskelle og for at forudsætte at fx minoritetsstuderende skal opgive deres sociale og kulturelle særtræk og underlægge sig den hvide majoritetskultur. Hurtado & Carter (1997) gør opmærksom på at for nogle latinostuderende i USA er det en fordel *ikke* at integrere sig i den dominerende hvide kultur på universitetet, men at holde fast i kulturelle relationer uden for universitetet og i latinokulturelle organisationer på universitetet. Tierney skriver (med henvisning til Durkheim, som udgør det ene af Tintos teoretiske udgangspunkter) at minoritetsstuderende forudsættes at skulle begå "kulturelt selvmord" (Tierney (1999), s. 82). I stedet for at forsøge at opløse den kulturelle og sociale baggrund de studerende kommer med, burde man, hævder Hurtado & Carter, bygge på de ressourcer de studerende kommer med.

Denne kritik forsimples efter vores opfattelse modellens påstande, men den pe-

ger samtidig på nogle væsentlige forhold som skal huskes i analysen af frafald. Det gælder for det første at der ofte findes forskellige både faglige og sociale subkulturer på uddannelserne, og at integrationen af de studerende derfor skal ske i forhold til én af disse kulturer. Man skal føle sig hjemme på en eller anden måde, men det kan godt være sammen med andre som er i opposition til den dominerende forståelse af faget, eller sammen med andre sociale outsiders. For det andet er der samtidig et magtforhold i spil som betyder at det giver forskellige muligheder for videre uddannelser og karrierer afhængigt af hvordan man placerer sig i forhold til de forskellige subkulturer og faglige fraktioner (sml. Bourdieu, 1990). For det tredje kan integrationen på uddannelsen ikke ses isoleret fra de sociale og kulturelle rammer den studerende indgår i uden for studiet. Det skal være muligt for den studerende at få de forskellige sociale sammenhænge hun eller han indgår i, til at fungere så der er plads til at involvere sig i det sociale og faglige liv på uddannelsen og samtidig kunne deltage i de sociale sammenhænge den studerende er en del af uden for studiet (kærester, fritidsinteresser, græsrodsorganisationer osv.). Det gælder ikke mindst i Danmark hvor de fleste studerende bor væk fra universitetet.

Selvom reviews af Pascarella & Terenzini (2005) og Braxton et al. (1997) ikke finder empirisk støtte for alle de forskellige konklusioner i Tintos model, så genfinder man i en række af de undersøgte amerikanske og engelske studier ikke mindst understregningen af at det er vigtigt at blive integreret i universitetsmiljøet.

Det gælder også i Danmark. Studenterrådet ved Aarhus Universitet gennemførte en undersøgelse af studiemiljø og frafald blandt godt 3.000 studerende som begyndte på Aarhus Universitet i 1998 (svarprocenten var på 75). Her fandt de at faglig integration var den mest betydende faktor i forhold til sandsynligheden for at falde fra (Larsen, 2000). Undersøgelsens forståelse af faglig integration omfattede alene den studerendes forhold til det faglige indhold, mens undersøgelsen ikke fandt at forholdet til underviseren havde en selvstændig betydning for frafald. Til gengæld var der en indirekte betydning fordi forholdet til underviseren havde betydning for den faglige integration.

De centrale pointer fra denne del af vores forskningsgennemgang:

- De studerendes sociale og kulturelle baggrund har en betydning for deres muligheder for at gennemføre.
- Det er afgørende at den studerende bliver både socialt og fagligt integreret på uddannelsen.
- Den faglige integration består både i at kunne indfri kravene *og* at den studerende oplever faget som interessant og relevant for den studerende selv.
- Det er ikke mindst undervisningen og den uformelle kontakt til lærere og andet personale som formidler den faglige integration.

- Der er ikke én forklaring på frafald, men forskellige faktorer som indgår og vekselvirker.

Forskningen inden for de naturvidenskabelige fag

Det foregående afsnit viste at det er nødvendigt at inddrage flere forskellige faktorer for at kunne forstå studerendes frafald, og at disse faktorer både knytter sig til forhold uden for universitetet (herunder de studerendes sociale baggrunde, forudsætninger og interesser) og forhold på studiet, herunder kontakt til undervisere og de undervisningsformer de studerende møder. Det betyder samtidig at det er sandsynligt at en række faktorer som har betydning for de studerendes frafald, går igen på tværs af uddannelser, mens andre faktorer knytter sig mere specifikt til hvilke uddannelser der er tale om, fx hvilke traditioner og kulturer der findes mht. tilrettelæggelsen af undervisning og læring. Vi vil derfor i dette afsnit se på forskningsresultater vedrørende fastholdelse og frafald på STEM-uddannelser.

Et betydningsfuldt studie i den forbindelse er Seymour & Hewitts (1997) undersøgelse af frafald blandt STEM-studerende i USA. I deres opsamling skriver de bl.a.:

At skifte uddannelse bliver ikke defineret som et problem når årsagen kan tilskrives enten et forkert valg, dårlig forberedelse, manglende interesse, evner eller hårdt arbejde eller på den anden side opdagelsen af en passion for en anden uddannelse (Seymour & Hewitt 1997, s. 391-392)

Citatet henviser til den måde hvorpå uddannelsesinstitutionerne fortolker det forhold at en betydelig del af de fysikstuderende ikke gennemfører uddannelserne. Pointen i citatet er at institutionerne grundlæggende ikke mener der er noget problem som skal løses, fordi årsagerne til frafaldet er den studerendes manglende evner eller vilje eller at den studerende bare vil noget andet. I den fortolkning er der ikke noget ved uddannelserne som har betydning for frafaldet, og institutionerne mener følgelig ikke at der er grund til at de skulle tage nogen initiativer. Den tidlige forskning i emnet var ifølge Seymour (2002) præget af denne opfattelse, nemlig at det var de studerende der havde et problem, og at det var hos dem det skulle løses.

På baggrund af et 4-års etnografisk studie af 335 STEM-studerende på 7 forskellige uddannelsesinstitutioner i USA konkluderer Seymour & Hewitt (1997) at der ikke er noget belæg for denne fortolkning af problematikken. Tværtimod viser deres studie at de mest almindelige årsager for studerende til at skifte uddannelse er nogle som alle studerende finder problematiske – også de studerende der bliver på deres uddannelse. Seymour & Hewitt fandt ikke at studerende der forbliver på deres studium, og studerende som skifter, er to forskellige typer af studerende med forskellige evner,

motivation eller studierelateret opførelse. De fandt ganske vist at den indre interesse var stærkere hos de studerende der ikke faldt fra, men begge grupper var influeret af andre faktorer, og samlet set fandt de flere ligheder end forskelle. De fandt også at de studerende der skifter uddannelse, og de der bliver, i høj grad var enige i deres opfattelse af de faktorer der fører til frafald. Endvidere fandt de at beslutningen om at forlade et STEM-studium ofte er kulminationen på en lang dialog med en selv og med andre over tid, hvor de studerende afsøger de forskellige muligheder de ser. Typisk begynder processen med dårlige oplevelser i undervisningen og for nogle studerende dårlig forberedelse. Dette efterfølges ofte af en række faglige kriser og skuffelser som får den studerende til at tvivle på sig selv og sine evner inden for naturvidenskaben. De studerende begynder at blive desillusionerede vedrørende naturvidenskab og en naturvidenskabelig karriere og begynder at stille spørgsmål til om det at tage denne uddannelse er indsatsen værd. De studerende diskuterer deres oplevelser med andre, og selv på dette sene stadie er der nogle af dem som er tæt på at falde fra, der i sidste ende beslutter sig for at blive. Seymour & Hewitt (1997) fandt at processen med at vakle mellem at ville blive og forlade studiet kan vare fra få måneder op til to år.

Baseret på deres studier konkluderer Seymour & Hewitt (1997) at de problemer som de studerende oplever på grund af den uddannelsesmæssige struktur og kultur, bidrager langt mere til frafaldet end de studerendes egen motivation og evner. Alle studerende der indgik i studiet, scorede 650 eller højere i SAT (Scholastic Assessment Test) i matematik – en standardiseret test for adgang til videregående uddannelser i USA. Denne udvælgelse blev foretaget for at sikre at kun studerende der blev vurderet i stand til at gennemføre den valgte uddannelse, blev taget med i undersøgelsen.

På den baggrund konkluderer Seymour & Hewitt at STEM-uddannelserne mister mindst to grupper af studerende som de gerne vil beholde: Den første gruppe er meget vidende studerende, ofte multitalenter som har en stærk interesse for naturvidenskab og matematik, og som ville være blevet hvis undervisningen havde været mere stimulerende og indholdet mere interessant. Den anden gruppe er studerende som føler sig i stand til at klare uddannelsen, er forberedt og hovedsageligt har påbegyndt uddannelsen af interesse. De bliver skuffede over undervisningskvaliteten og over "udligningsprocesserne" (dvs. idéen om at de dårligste studerende skal sorteres fra, luges ud). Udligningsprocesserne påvirker studiemiljøet, eksempelvis undervisningshastigheden, sætter fokus på udenadslære og individuel læring og skaber en utryk stemning ("cut-throat atmosphere", som de kalder det) (Seymour & Hewitt, 1997, s. 393).

Disse resultater får, sammen med den kendsgerning at de studerende der bliver på en uddannelse, og de studerende der falder fra, oplever de samme problemer, Seymour & Hewitt (1997) til at anvende isbjerget som metafor for frafaldet og de studerendes oplevelser: De studerende der falder fra, er kun toppen af isbjerget og

dermed kun en lille del af et meget større problem. Forskellen er ikke at de der falder fra, ikke er villige til at gøre en indsats, er dårligt forberedt eller ikke har evnerne; forskellen mellem dem der bliver, og dem der forlader en uddannelse, er langt mere kompliceret. Det ser ud til at STEM-uddannelserne mister studerende med interesse og evner for naturvidenskab på grund af den pædagogiske tilgang og et ikke-attraktivt studiemiljø. Seymour & Hewitt hævder at de studerendes oplevelser i nogen grad kan knyttes til traditionerne for undervisning inden for naturvidenskaberne, til idéen om udlugning og til at undervisning generelt har lav status blandt universitetsansatte. De studerende i undersøgelsen havde et klart billede af at underviserne ikke havde lyst til at undervise, at de ikke værdsatte undervisning som en del af deres profession, og at de derfor ikke havde incitament til at udvikle deres undervisning.

Siden Seymour & Hewitts studie sidst i 1990'erne har der været en omfattende forskning inden for feltet. Der har – lidt overraskende – været en tendens til at fokusere på at begrænse frafald ved at øge de studerendes færdigheder inden de begynder på deres uddannelse, og i løbet af deres første år på uddannelsen samt at identificere faktorer der kan forudsige studerendes succes i uddannelsessystemet (eksempelvis Ariadurai & Manohanthan, 2008; Bonous-Hammarth, 2000; Burnett, 2001; Dyer et al., 2002; Mills et al., 2009; Yan, 2002). Dette synes ikke at følge de spor som Seymour & Hewitt lagde ud, og som Seymour reflekterer over i sin 2002-artikel: "Man kan ikke løse et problem inden for rammerne af det der skaber problemet" (Seymour, 2002, s. 81). Kun få studier har fokuseret på ændringer i uddannelseskulturen, herunder undervisningspraksis på STEM-uddannelserne.

En række af de studier vi har fundet i vores søgning på forskning i perioden 2000-2009, forsøger at forstå hvorfor studerende ikke gennemfører den uddannelse de er startet på. Nogle studier er meget specifikke i relation til en enkelt uddannelse og tager udgangspunkt i de studerendes oplevelser af netop dette ene studium. Et eksempel på dette er Fozdar et al. (2006) der finder ni signifikante faktorer til at beskrive hvorfor studerende forlader en bacheloruddannelse på Indira Gandhi National Open University i Indien. En del af disse faktorer er relateret til den fysiske afstand mellem den studerendes bopæl og universitetet hvilket giver problemer med dels at følge undervisningen, dels at have kontakt til de øvrige studerende. Andre faktorer relaterer sig til det eksisterende støttesystem og eksamenen. Et andet eksempel på denne type af studier er Sorensen (2000) som har undersøgt frafald i forhold til ændringer i uddannelserne på University of Texas at Austin. Han finder at der ikke er demografiske data, herunder køn og etnicitet, der kan forklare de studerendes gennemførelsesrate. Omvendt finder han at studiets struktur og rækkefølgen af kurser er en vigtig forklaringsfaktor. En lignende konklusion er i en britisk sammenhæng fundet af Porkony & Porkony (2005) der undersøgte et introduktionskursus i statistik for førsteårsstuderende. Studiet forsøgte at finde faktorer der kunne forklare de stu-

derendes forskellige succes med kurset, men konkluderer at der ikke er nogen simple faktorer der kan forudsige de studerendes succes eller fiasko med kurset.

Andre studier fokuserer på det institutionelle niveau. Daempfle (2002) peger på at flere studier har fundet en uoverensstemmelse mellem den viden underviserne på det sekundære (svarende til det gymnasiale) niveau lægger vægt på når de forbereder eleverne til videre uddannelse, og den viden og de kompetencer underviserne på universitetet går ud fra de nye studerende har. Præcis hvilke forskelle varierer mellem de forskellige fag, men grundlæggende peger Daempfle på et behov for nærmere at undersøge de forskellige forventninger. Et bidrag til en løsning på frafaldet er derfor ifølge dette studie bedre kommunikation mellem de forskellige uddannelsesniveauer.

Fenwick-Sehl et al. (2009) diskuterer forskellige tiltag initieret af universitetsuddannelser i matematik i Canada for at øge antallet af kandidater. Forfatterne argumenterer for at den måde naturvidenskab og matematik opfattes på af potentielle kommende studerende og deres forældre, afskrækker de unge fra at søge ind på uddannelserne. Studiet finder også at nogle af de måder hvorpå matematik promoveres, kan være vildledende. Der kan være en risiko for at uddannelserne henviser til nye anvendelser eller karriereveje som nok findes, men som de studerende vil møde sent og for nogle vedkommende aldrig vil komme i kontakt med.

En anden stor gruppe frafaldsstudier har som udgangspunkt at frafald må være et spørgsmål om de studerendes færdigheder, ikke mindst inden for matematik. Disse studier spænder fra diagnostiske test af studerende (eksempelvis deres "calculus"-kompetencer (Turner, 2008)), et redesign af "calculus"-rækkefølgen (Keynes et al., 1999) og anvendelse af et specifikt program, Python, som det første programmeringsprog (Nikola et al., 2007) til mere intensive tiltag som kombinerer forelæsninger, prøveeksamener, test af læringsstil og uformelle møder om kravene til kommende kurser (Wischusen & Wischusen, 2007), og endelig udvikling af en strategi for hele universiteter omhandlende matematisk support (Croft et al., 2009).

En registeranalyse gennemført ved naturvidenskab på Københavns Universitet blandt studerende som sagde ja tak til en plads på en bacheloruddannelse ved fakultetet i perioden 1997-2000 (i alt 4.500 studerende) (Wang et al., 2003), fandt at der i stort set alle faggrupper er en tæt sammenhæng mellem eksamensresultater fra gymnasiet og hvor mange studiedele man består, målt som optjente ECTS-point. Samtidig klarer studerende som har holdt et eller to sabbatår, sig bedre end studerende som kommer direkte fra studentereksamenen, og bortset fra på datalogi klarer kvinder sig bedre end mænd. Undersøgelsen viste også at 4 % af de studerende aldrig mødte op. I et spørgeskema blandt alle førsteårsstuderende i efteråret 2001 (615 ud af 942 svarede, svarende til 65 %) angav halvdelen af de studerende som havde afbrudt uddannelsen,

manglende interesse eller større interesse for et andet fag som årsag. Noget færre – 5 ud af 29 – angav at studiet var for svært.

Samlet set kan det konstateres at hovedparten af de internationale studier omhandlende frafald på STEM-uddannelserne der er foretaget siden Seymour & Hewitt efterlyste et mere nuanceret blik på problematikken, stadig i høj grad har fokus på at klæde de studerende på til at kunne klare kravene på de videregående uddannelser. Meget få af studierne tager i betragtning at de studerende der forlader en uddannelse, i høj grad ligner de studerende der bliver på uddannelserne.

I det følgende afsnit vil vi imidlertid rette blikket mod en forskning som gradvist er vokset i styrke i perioden, og som søger at rette et sådant andet og mere nuanceret blik på problemet, ikke mindst ved at inddrage identitetsdimensionen i forsøgene på at forklare hvorfor nogle studerende afbryder studiet mens andre gennemfører.

Identitet og frafald

Et øget fokus på identitet som et perspektiv der har betydning for rekruttering og fastholdelse til naturvidenskaberne, er ikke er så fremmed i Danmark (fx Illeris et al., 2002; Hasse, 2002; Ulriksen, 2003; Troelsen, 2005). I den internationale forskning er tilgangen ikke mindst formidlet gennem ROSE-undersøgelsen (Schreiner, 2006).

Identitet er langt fra at være et begreb der er almindelig enighed om hvordan skal forstås. Det strækker sig over et kontinuum fra i den ene ende at blive opfattet som en forholdsvis stabil egenskab placeret inden i det enkelte individ, relativt adskilt fra den omgivende sociale verden, til i den anden ende at være en størrelse som er under stadig forandring og forhandling og i vidt omfang produceres i relationer til omgivelserne (se fx Smith & Sparkes, 2008). Den identitetsorienterede forskning i STEM-uddannelser og frafald befinder sig ikke i nogen af ekstremerne i dette kontinuum. Et fælles træk er at de betragter identitet som noget subjektet gør i relation til omgivelserne, og at en væsentlig del består i at den enkelte skal indgå i en given sammenhæng på en måde som omgivelserne kan genkende og anerkende som en meningsfuld og legitim deltagelse (Carlone & Johnson, 2007). En del af forskningen anlægger i den forstand et sociokulturelt blik på identitet og uddannelse (fx Hsu & Roth, 2009) – et blik som med Stentoft & Valeros (2009) formulering flytter diskussionen videre end et spørgsmål om hvorvidt læring er individuel eller social. På samme måde flytter dette perspektiv fokus til samspillet mellem forskellige elementer når man skal forstå frafald, ligesom det peger hen på uddannelse som noget der også handler om hvem man skal blive:

En udvidet studenterdeltagelse i naturvidenskaberne forudsætter en høj grad af opmærksomhed på hvilken slags personer vi beder de studerende om at blive til når de deltager i naturvidenskabelige aktiviteter, og på den måde piger, kvinder og farvede studerende overtager eller afviser disse tilbudte naturvidenskabsidentiteter. (Carlone & Johnson, 2007, s. 1189 f.)

Fordi studiet også handler om hvem man skal blive til, så betyder det også at en studerendes faglige resultater ikke nødvendigvis alene afhænger af faglig formåen. Tate & Linn (2005), som har studeret farvede, kvindelige ingeniørstuderende ved et amerikansk universitet, skelner mellem tre identiteter: social identitet (blikket på en selv i samfundet eller med samfundets øjne), akademisk (faglig) identitet (faglig deltagelse og succes) og intellektuel identitet (ønsket om at blive ingeniør og indsigt i ingeniørområdet). De tre områder kan påvirke hinanden; fx vil en studerende som ikke føler sig hjemme i ingeniørmiljøet, kunne have vanskeligheder ved at finde en studiegruppe som kan hjælpe i den faglige præstation.

Som nævnt handler det også omvendt om genkendelse og om hvilke positioner der er tilgængelige i dannelsen af identitet inden for det fag man studerer. Hasses (2002) studie af fysikstuderende ved Københavns Universitet viste bl.a. hvordan kvindelige studerende i udgangspunktet har vanskeligere ved at blive anerkendt som fagligt kompetente fordi "kvinde" knyttes sammen med at være mindre fagligt kompetent. Den kvindelige studerende skal derfor i udgangspunktet neutralisere sit kønsudtryk, hvor den mandlige studerende har den barriere mindre. Walker (2001) peger i en analyse af ingeniørstuderendes identitetsudvikling på at noget indhold tilskrives kategorierne "mandlighed" eller "kvindelighed". Hun finder at selvom de studerende ikke selv mener at køn er en kategori som har betydning på studiet, så gennemtrænger opdelingen i mandligt og kvindeligt diskursen på uddannelsen. Det kan vanskeliggøre både kvindelige og mandlige studerendes muligheder for at finde positioner på uddannelsen.

De tilgængelige positioner hænger sammen med kultur og tradition, men de bliver også påvirket af uddannelsens indhold, dens læreplan. Således argumenterer Hughes (2001) for at et naturvidenskabeligt indhold som er mere samfundsmæssigt relevant og mere konstruktivistisk, kan åbne for flere identiteter. På baggrund af interviews med lærere og observationer på lærerværelser viser hun at naturvidenskabelig viden opfattes som afkoblet, som noget der ikke kan sættes spørgsmålstejn ved, og som vanskeligt tilgængeligt. Det giver færre tilgængelige positioner i forhold til naturvidenskab for de studerende og dermed en risiko for at en større gruppe af studerende føler sig anderledes eller forkerte i forhold til den måde "man bør" være studerende på i naturvidenskab. Det kan igen øge risikoen for frafald.

Flere af de forskere som har arbejdet med identitetstilgangen i studiet af frafald, har haft en interesse for at forstå særlige grupperes betingelser i STEM eller hvorfor de ikke i højere grad deltager (ofte kvinder eller minoritetsgrupper). Efterhånden anlægges denne tilgang også som et perspektiv på unges interesser for og søgning til STEM i almindelighed (fx Archer et al., 2010).

Et fælles træk ved den identitetsorienterede forskning er den vægt der bliver lagt på samspillet mellem på den ene side den enkelte studerende og på den anden side

uddannelsens og fagets kultur. Her er det ikke mindst spørgsmålet om hvordan den studerende kan opnå en position på uddannelsen som bliver genkendt som en legitim måde at være STEM-studerende på, og at forskellige studerende har forskellige positioner til rådighed. Det gælder både hvilke indholdsmæssige interesser og hvilken måde at studere på der er legitime. Dermed er der også en forbindelse til betydningen af faglig og social integration som står centralt i Tintos (1993) model. Studerende hvis adgang til fagligt legitime og genkendelige positioner er vanskelig, vil være mere udsat for ikke at blive fagligt og/eller socialt integreret og dermed være i større risiko for at afbryde studiet.

Samtidig er der stadig kun et begrænset fokus på det man kan kalde den pædagogiske diskurs (Bernstein 2000; 2001), dvs. hvad der undervises i, hvordan det er organiseret, og hvordan det forbindes til andre fag og vidensområder, herunder viden og praksis uden for universitetet. Der er ansatser til at inddrage udvælgelsen af indhold eller valg af undervisningsformer, men der er stadig plads til mere arbejde i den retning.

Konklusion

I denne artikel har vi gennemgået nyere litteratur, især udenlandsk, om frafald på de videregående uddannelser, dels generelt, dels specifikt inden for STEM-uddannelserne. Litteraturen viser at der ikke er en enkelt faktor som er afgørende for om de studerende falder fra eller gennemfører deres uddannelse. Derimod synes deres beslutning om fuldførelse at være influeret af en lang række faktorer og hvordan disse faktorer interagerer.

Den faktor som isoleret betragtet har størst betydning for frafald, er kvotienten fra den adgangsgivende eksamen. Samtidig viser vores gennemgang af forskningen at det ikke alene er studerende med lave adgangskarakterer som falder fra, og at de studerende som fortsætter, og de studerende som afbryder uddannelsen, i mange henseender ligner hinanden og har fælles erfaringer. De studerendes akademiske niveau og evner kan ikke alene forklare hvorfor nogle studerende bliver, og andre dropper ud. Eller sagt på en anden måde: Begrænsning af frafald er ikke bare et spørgsmål om at få tilstrækkelig dygtige studerende til at søge og at hæve adgangskravene for at sortere de uegnede væk!

Den studerendes sociale og økonomiske baggrund og begrundelserne og processerne bag den studerendes valg af uddannelse har også indflydelse på de studerendes gennemførelse. Samtidig har vi fundet at undervisnings- og læringsaktiviteterne som de studerende deltager i, uddannelsens struktur og muligheden for kontakt med undervisere og medstuderende er af stor betydning.

I en betydelig del af litteraturen medtaget i dette review opfattes problemet med

frafald som enten den studerendes eget problem eller som den pågældende uddannelsesinstitutionens problem. Der eksisterer imidlertid også en tredje tilgang til frafald, hvor den studerendes arbejde med at skabe en ny identitet og at blive genkendt som et legitimt medlem af en STEM-uddannelse er i fokus. Studiemiljøet og uddannelsens kultur gør bestemte positioner tilgængelige for den studerende og betyder at nogle identiteter er mere legitime og genkendelige end andre. De studier som er gennemført, tyder på at kulturen på STEM-uddannelserne stadig i høj grad bliver set som kompetitiv, afkoblet, hvid og maskulint domineret. Studerende som af den ene eller anden grund afviger fra hvad der anses som normalt inden for feltet, vil ofte have større vanskeligheder ved at blive socialt og fagligt integreret og udvikle en identitet som tilhørende denne uddannelseskultur.

Forslag til hvordan frafaldet kan mindskes inden for STEM-uddannelserne, synes at fokusere på at tilpasse de studerende til studierne og lader ofte institutionen og den faglige side urørt. Enkelte artikler bevæger sig i retning af organisatoriske ændringer hvor uddannelsesprogrammer samt undervisnings- og læringsaktiviteter tilpasses de studerendes baggrund og oplevelser. Disse typer af ændringer risikerer imidlertid at blive afvist fordi de bliver betragtet som skadelige for kvaliteten af studierne. Denne forståelse af at fagene er faste og objektive enheder med et fast indhold, betyder at forsøg på at ændre uddannelserne ofte ses som en sænkning af uddannelsens niveau og forringelse af de studerendes muligheder for at nå et tilpas højt niveau gennem deres uddannelse. Hvis en uddannelse, dens indhold, mål, begrundelse, undervisnings- og studieformer og dens mulige studenterpositioner betragtes som noget der ikke kan forhandles, vil en reduktion af frafaldet altid skulle være forbundet med ændringer hos de studerende. Dette perspektiv gør det imidlertid meget svært at introducere nogen form for dialog om frafald som noget der omfatter et identitetsaspekt.

Først og fremmest kan dette være med til at forklare hvorfor så få studier har fulgt forskningsidéerne i Seymour & Hewitts arbejde, hvor de pegede på at problemet lå i relationen mellem de studerende og institutionen. Vi finder at dette er en af de primære årsager til at det synes så svært at gøre noget ved frafaldsproblemerne inden for STEM-uddannelserne.

Undervisere inden for STEM efterspørger tjeklister for frafaldsindikatorer som kan integreres i uddannelserne uden at ændre den eksisterende uddannelsesstruktur og undervisning. Øjensynligt, som påpeget af forskning omkring identitet og relationerne mellem de studerende og uddannelsesinstitutionerne, er det netop disse faktorer der skal ændres.

For det andet synes det endnu mere nødvendigt at udvikle den del af forskningen der beskæftiger sig med betydningen af STEM-uddannelsernes kultur i relation til de studerendes identitetsprocesser, og at udvide disse studier til ikke kun at omhandle

minoritetsgrupper, men hele viften af studerende – også den dominerende hvide maskuline kultur.

For det tredje skal behandlingen af frafaldsproblematikken ændres fra at fokusere på hvordan vi kan tilpasse de studerende så de kan klare studiernes krav, til et bredere perspektiv på de studerendes oplevelser med at læse på en STEM-uddannelse og ikke mindst spørgsmålet om hvordan STEM-uddannelserne kan blive en del af de studerendes identitetsarbejde. Vil det blive muligt for STEM-uddannelserne at overbevise fremtidige og nuværende studerende om at det at være en del af STEM er en attraktiv vej for et ungt menneske i gang med at finde ud af hvem hun eller han er, og hvilken retning hendes eller hans liv skal tage?

For det fjerde er der behov for forskning som kombinerer identitetstemaet med pædagogisk forskning og eksempelvis rejser spørgsmålene om hvad formålet med naturvidenskabelige studier skal være, hvilket indhold der kan indgå i uddannelserne, og hvilket indhold der ekskluderes, hvilke undervisnings- og evalueringsformater der anvendes osv. Fremtidig forskning såvel som fremtidige initiativer på de videregående uddannelser der ønsker at gøre noget ved frafaldet, må lægge et bredt perspektiv på både undervisnings- og læringsaktiviteter og på de mulige identiteter der gøres tilgængelige for de studerende på det pågældende studium.

Fra vores perspektiv er det måske nok vigtigste budskab opnået af denne oversigt over litteraturen at en stor del af de tiltag der kunne tages i forhold til frafaldsproblemerne, ikke stemmer overens med den selvopfattelse, kultur og tradition der findes på de STEM-uddannelser det handler om. Derfor: Hvis STEM-uddannelserne og de institutioner de udbydes på, oprigtigt ønsker at øge antallet af studerende der gennemfører en uddannelse, må de skifte fokus fra at kigge alene på de studerende til også at kigge på sig selv og den kultur og de værdier som eksisterer på deres uddannelse, og overveje om de måske er en del af problemet. I vores optik er dette nok ofte tilfældet.

Referencer

- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2010). 'Doing' Science versus 'Being' a Scientist: Examining 10/11 year old School Children's Constructions of Science Through the Lens of Identity. *Science Education* 2010, 94, s. 577-764.
- Ariadurai, S.A. & Manohanthan, R. (2008). Reasons for Student Discontinuation in Engineering Degree Courses Offered at a Distance. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 9(3), s. 74-86.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, Symbolic Control and Identity. Theory, Research, Critique*. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers Inc.

- Bernstein, B. (2001). Pædagogiske koder og deres praksismodaliteter. I: L. Chouliaraki & M. Bayer (red.), *Basil Bernstein. Pædagogik, diskurs og magt* (s. 70-91). København: Akademisk Forlag.
- Bonous-Hammarth, M. (2000). Pathways to Success: Affirming Opportunities for Science, Mathematics, and Engineering Majors. *The Journal of Negro Education* 69(1/2) (Winter-Spring), s. 92-111.
- Bourdieu, P. (1990). *Homo Academicus*. Cambridge: Polity Press.
- Braxton, J., Milem, J.F. & Sullivan, A.S. (2000). The Influence of Active Learning on the College Student Departure Process. Towards a Revision of Tinto's Theory. *The Journal of Higher Education*, 71, s. 569-590.
- Burnett, K. (2001). *Interaction and Student Retention. Success and Satisfaction in Web-Based Learning*. Libraries and Librarians: Making a difference in the Knowledge Age. Council and General Conference: Conference Programme and Proceedings, 67th, Boston, MA.
- Carlone, H.B. & Johnson, A. (2007). Understanding the Science Experiences of Successful Women of Color: Science Identity as an Analytic Lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), s. 1187-1218.
- Croft, A.C., Harrison, M.C. & Robinson, C.L. (2009). Recruitment and Retention of Students – An Integrated and Holistic Vision of Mathematics Support. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(1), s. 109-125.
- Daemplfe, P.A. (2002). *An Analysis of the High Attrition Rates among First Year College Science, Math and Engineering Majors*. Geneva, NY: Education Department, Hobart and William Smith College. (Lokaliseret den 7. oktober 2011 på: <http://eric.ed.gov/PDFS/ED465347.pdf>).
- Dyer, J.E., Breja, L.M. & Wittler, P.S.H. (2002). *Predictors of Student Retention in Colleges of Agriculture*. Proceedings of the 27th Annual National Agricultural Education Research Conference.
- Europa-Kommissionen. (2004). Europe Needs More Scientists. *Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe*.
- Fenwick-Sehl, L., Fioroni, M. & Lovric, M. (2009). Recruitment and Retention of Mathematics Students in Canadian Universities. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(1), s. 27-41.
- Fozdar, B.I., Kumar, L.S. & Kannan, S. (2006). A Survey on the Reasons Responsible for Student Dropout from the Bachelor of Science Programme at Indira Gandhi National Open University. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 7(3), s. 1-15.
- Harvey, L. & Drew, S., Smith, M. (2006). *The First-Year Experience: A Review of Literature for the Higher Education Academy*. Higher Education Academy. Lokaliseret 24.08.2009 på: www.heacademy.ac.uk, men er ikke længere tilgængelig. Et kortere resumé med fokus på integration på uddannelsen er fundet den 24. oktober 2011 på http://www.heacademy.ac.uk/resources/detail/teachingandresearch/web0576_the_first_year_experience_briefing.
- Hasse, C. (2002). *Kultur i bevægelse – fra deltagerobservation til kulturanalyse – i det fysiske rum*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.

- Hovdhaugen, E. (2009). Transfer and Dropout: Different Forms of Student Departure in Norway. *Studies in Higher Education, 34*(1), s. 1-17.
- Hsu, P. & Roth, M (2009). To Be or Not to Be? Discursive Resources for (Dis-)Identifying with Science-Related Careers. *Journal of Research in Science Teaching 46*, s. 1114-1136.
- Hughes, G. (2001). Exploring the Availability of Student Scientist Identities within Curriculum Discourse: An Anti-Essentialist Approach to Gender-Inclusive Science. *Gender and Education, 13*(3), s. 275-290.
- Hurtado, S. & Carter, D.F. (1997). Effects of College Transition and Perceptions of the Campus Racial Climate on Latino College Students' Sense of Belonging. *Sociology of Education, 70*(October), s. 324-345.
- Idégruppen for social arv. (2008). *Analyse af social uddannelsesmobilitet og frafald på lange videregående uddannelser*. Bilag 6 til rapport om uddannelsesmobilitet på universitetsuddannelser. (Lokaliseret den 12. august 2011 på: www.ubst.dk/publikationer/hvordan-og-es-den-sociale-uddannelsesmobilitet-pa-universitetsuddannelserne-anbefalinger-til-videnskabsministeren/Bilag%206%20-%20Analyse%20af%20social%20uddannelsesmobilitet%20og%20frafald%20pa%20lengere%20videregaende%20uddannelser.pdf).
- Illeris, K., Katznelson, N., Simonsen, B. & Ulriksen, L. (2002). *Ungdom, identitet og uddannelse*. Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.
- Ishitani, T.T. (2003). A Longitudinal Approach to Assessing Attrition Behavior among First-Generation Students: Time-Varying Effects of Pre-College Characteristics. *Research in Higher Education, 44*(4), s. 433-449.
- Keynes, H.B., Olson, A., Shaw, D. & Wicklin, F.J. (1999). Redesigning the Calculus Sequence at a Research University. *Contemporary Issues in Mathematics Education, 36*, s. 57-65.
- Larsen, U. (2000). *Frafald og studiemiljø*. Aarhus: Studenterrådet ved Aarhus Universitet. (Lokaliseret den 12. august 2011 på: <http://sr.au.dk/PDF/frafald/FFrapport.pdf>).
- Mastekaasa, A. & Smeby, J-C. (2008). Educational Choice and Persistence in Male- and Female-Dominated Fields. *Higher Education, 55*, s. 189-202.
- Mills, C., Heyworth, J., Rosenwax, L., Carr, S. & Rosenberg, M. (2009). Factors Associated with the Academic Success of First Year Health Science Students. *Advances in Health Sciences Education, 14*, s. 205-217.
- Nikola, U., Sajaniemi, J., Tedre, M. & Wray, S. (2007). Python and Roles of Variables in Introductory Programming: Experiences from Three Educational Institutions. *Journal of Information Technology Education, 6*, s. 199-214.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008). *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*. Global Science Forum. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2009). *Education at a Glance. OECD Indicators*. Lokaliseret 24.10.2011 på: www.oecd.org/dataoecd/41/25/43636332.pdf.

- Pascarella, E.T. & Terenzini, P.T. (2005). *How College Affects Students*. Volume 2. A Third Decade of Research. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Pokorny, M. & Pokorny, H. (2005). Widening Participation in Higher Education: Student Quantitative Skills and Independent Learning as Impediments to Progression. *Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36(5), s. 445-467.
- Schreiner, C. (2006). Exploring a ROSE-garden. Norwegian Youth's Orientations Towards Science – Seen as Signs of Late Modern Identities. (Doctoral thesis, University of Oslo, Norway). *Series of dissertations submitted to the Faculty of Education, University of Oslo*, 58. Oslo.
- Seymour, E. (2002). Tracking the Processes of Change in US Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology. *Science Education*, 86(1), s. 79-105.
- Seymour, E. & Hewitt, N.M. (1997). *Talking about Leaving: Why Undergraduates Leave the Sciences*. Boulder, CO: Westview Press.
- Smith, B. & Sparkes, A.C. (2008). Contrasting Perspectives on Narrating Selves and Identities: An Invitation to Dialogue. *Qualitative Research*, 8(1), s. 5-35.
- Sorensen, K.H. (2000). *Factors Influencing Retention in Introductory Biology Curriculum*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA, 28.-31. marts 1999.
- Stentoft, D. & Valero, P. (2009). Identities-in-Action. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 14(3), s. 55-77.
- Tate, E.D. & Linn, M.C. (2005). How Does Identity Shape the Experiences of Women of Color Engineering Students? *Journal of Science Education and Technology*, 14(5/6), s. 483-493.
- Tierney, W.G. (1999). Models of Minority College-Going and Retention: Cultural Integrity Versus Cultural Suicide. *Journal of Negro Education*, 68(1), s. 80-91.
- Tinto, V. (1975). Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. *Review of Educational Research*, 45(1), s. 89-125.
- Tinto, V. (1993). *Leaving College. Rethinking the Causes and Cures of Student Attrition* (2. udgave). Chicago og London: The University of Chicago Press.
- Troelsen, R. (2005). Unges interesse for naturfag – hvad ved vi, og hvad kan vi bruge det til? *MONA*, 2005(2), s. 7-21.
- Turner, P.R. (2008). A Predictor-Corrector Process with Refinement for First-Year Calculus Transition Support. *PRIMUS*, 18(4), s. 370-393.
- Ulriksen, L. (2003). Børne- og ungdomskultur og naturfaglige uddannelser. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen, *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi* (s. 285-317). Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8. København: Undervisningsministeriet. (Også lokaliseret den 16. august 2011 på: <http://pub.uvm.dk/2003/naturfag2/pdf/indhold.pdf>).
- Ulriksen, L.; Madsen, L. M.; Holmegaard, H. T. (2010). What Do We Know about Explanations for Drop Out/Opt Out among Young People from STM Higher Education Programmes? *Studies in Science Education*, 46(2), s. 209-244.

- Universitets- og Bygningsstyrelsen. (2009). *Status efter frafald*. Notat. (Lokaliseret den 1. juli 2009 på: www.ubst.dk/uddannelse-og-forskning/uddannelsesstatistik/frafaldsanalyse.pdf).
- Universitets- og Bygningsstyrelsen. (2011). *Frafald på universitetsuddannelserne*. Notat. (Lokaliseret den 26. september 2011 på: [www.ubst.dk/uddannelse-og-forskning/statistik/bachelor-og-kandidatstuderende-1/frafald/frafaldet %20pa %20danske %20universiteter.pdf](http://www.ubst.dk/uddannelse-og-forskning/statistik/bachelor-og-kandidatstuderende-1/frafald/frafaldet%20pa%20danske%20universiteter.pdf)).
- Walker, M. (2001). Engineering Identities. *British Journal of Sociology of Education* 22(1), s. 75-89.
- Wang, J.E., Pedersen, J.K., Engelstoft, S., Kiens, B. & Thomsen, L. (2003). Studieforløbsundersøgelse ved Det Naturvidenskabelige Fakultet. I: N.O. Andersen & K.B. Laursen, *Studieforløbsundersøgelser i naturvidenskab – en antologi* (s. 7-68). CND-KU skriftserie nr. 2003-05. København: Center for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet. (Også lokaliseret den 16. august 2011 på: www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/2003-5/).
- Wischusen, S.M. & Wischusen, E.W. (2007). Biology Intensive Orientation for Students (BIOS): A Biology “Boot Camp”. *CBE – Life Sciences Education*, 6, s. 172-178.
- Yan, W. (2002). *Postsecondary Enrolment and Persistence of Students from Rural Pennsylvania*. Harrisburg, PA: The Centre for Rural Pennsylvania.
- Yorke, M. & Longden, B. (2004). *Retention and Student Success in Higher Education*. Maidenhead, UK: Open University Press.

Abstract

The paper provides an overview of the literature on drop out/opt out from higher education programmes. From a look at the literature on drop out/opt out in general, including Tinto's model on student departure, focus turns to the research within science, technology and mathematics (STEM) programmes. Seymour & Hewitt's (1997) work is presented together with an overview of research since 2000. Most of the research focuses on overcoming deficits in students' prior knowledge, but a focus on identities as an analytical framework for understanding students' leaving STEM higher education programmes is emerging. We present implications for further research and development.

Aktuel analyse

I denne sektion tages aktuelle problemstillinger i relation til matematik- og naturfagsdidaktik op til analyse og diskussion. Teksterne gennemgår ikke peer review, men skal være saglige, analytiske og argumenterende. Kontakt gerne redaktionen med idéer til indhold på mona@ind.ku.dk.

Status på anvendt matematik i det almene gymnasium



Kasper Bjerling Søby Jensen,
IMFUFA, RUC.

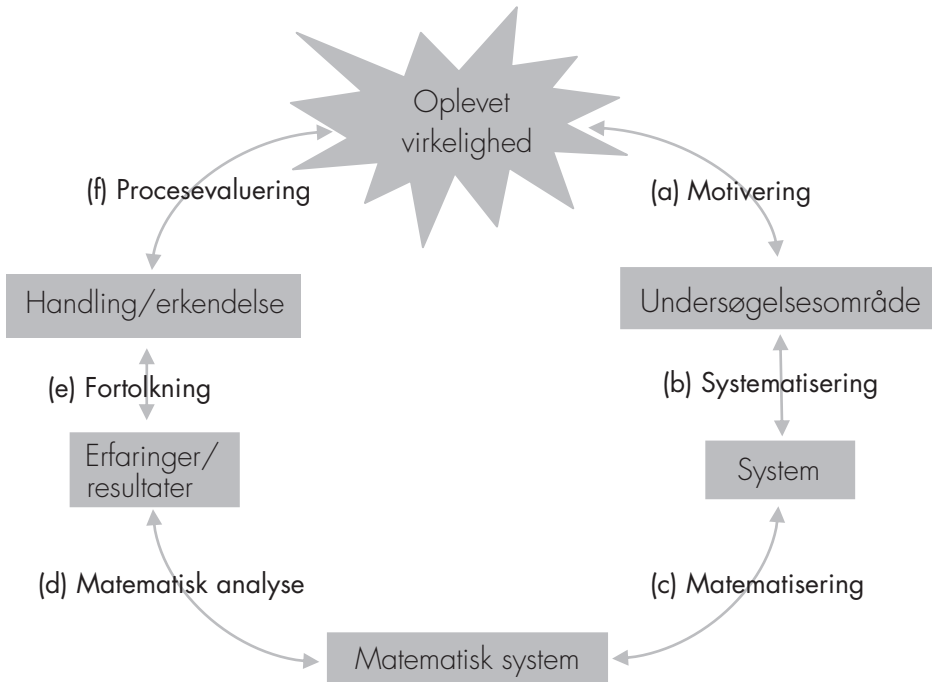
Abstract. *Teksten gør status på i hvilken grad anvendelse af matematik har været en selvstændig pointe i gymnasieskolens matematikundervisning siden gymnasireformen af 2005. Dette undersøges ved at analysere anvendte opgaver fra de skriftlige eksamenssæt på A-niveauet. Det konkluderes at anvendelse af matematik kun i ringe grad er en egentlig pointe i faget. Der diskuteres forskellige principielle og praktiske grunde til dette.*

Som fag i det almene gymnasium gennemgik matematik store forandringer i forbindelse med gymnasireformen vedtaget i 2003 og implementeret i perioden 2005-2008. En af disse forandringer var et øget fokus på fagets anvendelse uden for sit eget domæne. Dels gennem deltagelse i (tvær)faglige samspil, men også som central pointe i fagets selvstændige undervisning.

Når læreplanen opremser faglige mål for traditionelle stofområder, tales der således om at kunne “anvende simple statistiske eller sandsynlighedsteoretiske modeller”, “anvende funktionsudtryk og afledet funktion i opstilling af matematiske modeller”, “opstille geometriske modeller” og “demonstrere viden om matematikanvendelse” (UVM, 2010a).

Jeg vil derfor gøre status over hvilken rolle “matematikanvendelse” i dag kan siges at spille i gymnasiefaget. Da de opgaver eleverne forventes at kunne besvare ved den afsluttende skriftlige eksamen, almindeligvis antages at være stærkt dagsordensættende for undervisningen, vil analysen tage afsæt i anvendte opgaver i disse sæt. Med *anvendt* opgave forstås en opgave som i sin formulering refererer til en ikkematematisk *kontekst*. Dette modsat en *ren* opgave.

En anvendt opgave trækker (næsten) altid på en model af noget “virkeligt”. En model skabes og anvendes i en modelleringsproces der består af en række forskellige stadier og bevægelser mellem stadier som ofte illustreres med modelleringscyklen (figur 1). En anvendt opgaves besvarelse rummer således en eller flere af disse processer.



Figur 1. Modelleringscyklen beskriver modellering som seks typer af bevægelse mellem forskellige stadier hvor et ikkematematisk problem oversættes til en matematisk model som giver matematiske svar der oversættes tilbage til svar på det ikkematematiske problem (Blomhøj, 2006).

Min analyse undersøger hvilke af disse processer der indgår i en opgave. Der tages afsæt i *opgaver med hjælpemidler* i de seks skriftlige A-niveau-eksamenssæt der har været stillet ved afsluttende studentereksamen i maj/juni i perioden 2008-2011 (et sæt i hhv. 2008 og 2009 samt to sæt i hhv. 2010 og 2011).

I de seks eksamenssæt optræder i alt 34 anvendte opgaver ud af 49 i alt. Alle opgaver har et nummer, og i almindelighed vil jeg referere til en specifik opgave med dens år og nummer (fx vil opgave 9 i opgavesættet 2010a hedde "2010a-9"). I tabel 1 er en samlet oversigt over alle 34 anvendte opgaver, fordelt på eksamenssæt og opgavetyper.

Opgavetyperne er defineret ud fra det matematiske indhold i opgaven, overordnet set fordelt på funktioner, differentialligninger, geometri, statistik og beregning, med visse underinddelinger af funktioner og geometri. Opgaverne vil blive analyseret efter typer fordi karakteren af opgaver inden for samme type ofte er den samme. Som et forklarende element i analysen vil jeg løbende give eksempler på omformuleringer af de analyserede opgaver der øger anvendelsesgraden.

Tablet 1. Oversigt over anvendte opgaver i skriftlige A-niveau-eksamenssæt 2008-2011. I tabelceller findes opgavens nummer.

Opgavetype/opgavesæt	2008	2009	2010a	2010b	2011a	2011b	Antal af typen
Funktion – givet	15, 17a		11		12	10	5
Funktion – opstil fra data	9	8	14	9	7	9	6
Funktion – opstil fra geometri		13, 14	16	15		14	5
Differentialligning	14, 16	12, 16	15	13	13	13	8
Geometri – trigonometri					9	8	2
Geometri – rumgeometri			9		10	11	3
Statistik	12	10	10		8		4
Beregning	10*						1
Antal anvendte opgaver i sættet	7	6	6	3	6	6	34
Antal rene opgaver i sættet	6	5	4	6	2	2	15

Opgaver med funktioner

Der optræder i alt 16 anvendte opgaver som matematisk handler om at eleven skal arbejde med en funktion. Af disse tager 5 afsæt i et eksplicit givet funktionsudtryk mens de øvrige 11 bygger på at eleven selv opstiller et funktionsudtryk, ud fra enten et datasæt eller en geometrisk situation.

Givet funktionsudtryk

Et eksempel på en opgave med et eksplicit givet funktionsudtryk er følgende (2011a-12):

2011a-12: I en model kan længden af dagen i Anchorage Alaska som funktion af tiden beskrives ved

$$f(t) = 6,61 \cdot \sin(0,0167t - 1,303) + 12,2, \quad 0 \leq t \leq 365$$

hvor $f(t)$ er længden af dagen (målt i timer) til tidspunktet t (målt i døgn efter 1. januar 2011).

- Benyt modellen til at bestemme længden af dagen i Anchorage Alaska til tidspunktet $t = 100$.
- Benyt modellen til at bestemme det tidspunkt, hvor længden af dagen i Anchorage Alaska er størst.
- Bestem $f'(100)$, og gør rede for, hvad dette tal fortæller.

(Opgavens datakilde: <http://aa.usno.navy.mil>)

Fra et anvendelsessynspunkt er det centrale om konteksten spiller en rolle i besvarelsen. I den indledende præsentation af funktionsudtrykket er dette ikke vigtigt. At overveje hvad konstanterne betyder, og hvorfor definitionsområdet er afgrænset, ville være spild af tid. Det vigtige er altså at man kan genkende og læse en funktion, ikke at man kan se hvor den kommer fra.

I spørgsmål (a) og (b) skal et dagligdagsudtryk *matematiseres* ind i det givne matematiske system. Dvs. at "bestem længden af dagen til tidspunktet $t = 100$ " skal oversættes til "bestem $f(100)$ ", og "bestem det tidspunkt hvor længden af dagen er størst" til "find maksimumspunktet for $f(t)$ ". Der er altså grundlæggende tale om at pakke velkendte matematiske typeopgaver ud af deres kontekst-indpakning. Dette kræver ikke refleksioner over konteksten, kun over det rent matematiske.

I spørgsmål (c) er første del af formuleringen rent matematisk. Anden del kan rumme to forventninger. Enten en *fortolkning* af typen "tallet angiver hvor meget dagen tiltager i løbet af døgn nr. 100 efter 1. januar 2011" eller rent matematisk af typen "tallet angiver hældningen for tangenten til funktionens graf i punktet $t = 100$ ". Hvis det første forventes, vil denne del af opgaven kræve at eleven faktisk forholder sig til konteksten og ikke bare til det rent matematiske.

Selvom man kan argumentere for at både *matematisering* og *fortolkning* indgår i opgaven, så er den væsentligste pointe her at de stillede spørgsmål reelt er uafhængige af konteksten. Samme spørgsmål med samme svar kunne med blot overfladiske ændringer være stillet, selvom konteksten havde været vandstandens variation over et halvdøgn, en svingende fjeder eller noget helt fjerde.

En inddragelse af konteksten i arbejdet med funktionen kunne være i form af følgende (matematisk ækvivalente) spørgsmål: a) Hvor lang forventes dagen at være den 11. april 2011?, b) Beregn $f'(t)$ for den 11. april, og forklar hvad det siger om udviklingen

i dagens længde, og c) Hvilken dato er det midsommer? En sådan formulering vil nødvendiggøre at eleven rent faktisk tager stilling til konteksten, inddrager forhold fra konteksten i sit matematiske arbejde og dermed udfolder egentlig *matematisering* og *fortolkning* snarere end udpakning.

Derudover kunne et *modelkritisk* spørgsmål have øget brugen af modelleringscyklen. Den angivne funktion har (formentlig pga. en utilsigtet fejl) ikke en periode på 365, men derimod på 376. Eleven kunne være bedt om at beregne hhv. $f(0)$ og $f(365)$ og kommentere resultatet (forskellen er ca. 0,2 timer – for $f(465)$ ville afvigelsen til den tidligere beregnede $f(100)$ være ca. 1,2 timer).

Et andet eksempel på en opgave med et eksplicit givet funktionsudtryk er følgende:

2010a-11: Sammenhængen mellem maksimal relativ væksthastighed V (målt i døgn⁻¹) og kropsmasse M (målt i gram) for flercellede vekselvarme dyr er givet ved

$$\log V = -1,64 - 0,27 \log M.$$

- a) Bestem V , når $M = 3000$
- b) Bestem V som funktion af M

Opgavens datakilde: Kaj Sand-Jensen: *Økologi og biodiversitet*, Gads forlag, København 2000, ISBN 87-12-03565-3)

Den angivne kontekst er i en opgave af denne type helt overflødig. Opgaven havde været fuldt meningsfuld uden den indledende tekst. Det er således kun opgaven som helhed der er indpakket, mens funktionsudtrykket og spørgsmålene er af ren matematisk karakter. Man kan dog her fremhæve at håndtering af en potenssammenhæng på lineær form er teknisk vigtigt når matematik bruges som værktøj i eksempelvis biologi – altså anvendelse som en implicit pointe.

Af de 5 opgaver baseret på eksplicit givne funktionsudtryk synes 2010a-11 at være den der baserer sig mindst på anvendelse, mens 2011a-12 er den der gør det mest. Af dette følger altså at ingen af de 5 opgaver kan siges for alvor at basere sig på anvendelse af matematik på en kontekst.

Opstil funktionsudtryk fra data

Et eksempel på en af de 6 opgaver hvor eleven forventes at opstille et funktionsudtryk ud fra data, er følgende:

2011b-9: Tabellen nedenfor viser udviklingen i antal landbrugsbedrifter med malkekøer i perioden 1975-2008 i Danmark.

År efter 1975	0	5	15	25	32	33
Antal bedrifter	63200	42400	21500	9800	4900	4500

Det antages, at udviklingen i antal landbrugsbedrifter med malkekøer kan beskrives ved en funktion af typen

$$N(t) = b \cdot a^t,$$

hvor $N(t)$ betegner antal landbrugsbedrifter med malkekøer t år efter 1975.

a) Benyt tabellen til at bestemme en forskrift for $N(t)$.

Udviklingen i det samlede antal malkekøer i Danmark kan i samme periode beskrives ved funktionen

$$M(t) = 1106 \cdot 0,98^t,$$

hvor $M(t)$ betegner antal malkekøer (i tusinde) t år efter 1975.

b) Bestem halveringstiden for $M(t)$.

c) Bestem forskriften for den funktion $G(t)$, der beskriver udviklingen i det gennemsnitlige antal malkekøer pr. landbrugsbedrift i perioden 1975-2008.

Benyt $G(t)$ til at bestemme den årlige procentvise stigning i det gennemsnitlige antal malkekøer pr. landbrugsbedrift i perioden 1975-2008.

Det er typisk for disse opgaver at der fra et givet datasæt skal bestemmes en forskrift for en funktion af en eksplicit angivet type. Dertil kommer gerne typespørgsmål om halverings-/fordoblingskonstant for eksponentialfunktion eller %-vækst for potensfunktion samt spørgsmål af typen "bereg $f(x_0)$ " og "for hvilket x fås $f(x)=y_0$ ", ofte indpakket i konteksten. Endelig kommer der i nogle af opgaverne spørgsmål om det fundne udtryk og et andet eksplicit givet udtryk (fx skæringspunkt).

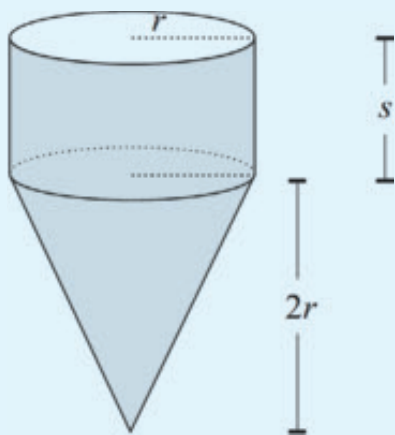
Spørgsmål (c) ovenfor er særligt fordi det ikke er et indpakket typespørgsmål. Eleven må selv reflektere over hvordan udsagnet "det gennemsnitlige antal malkekøer pr. landbrugsbedrift" skal udtrykkes matematisk. Opgave 2011b-9 er derfor et lille skridt i retning af mere anvendthed.

En yderligere anvendelsesorientering kunne ske ved at give et eller flere datasæt og funktionsudtryk samt dertil stille åbne og ikkematematiske spørgsmål. I ovenstående kunne følgende tænkes: "Undersøg og beskriv med matematiske metoder hvordan antallet af danske malkekøer, antallet af bedrifter med malkekøer samt bedrifternes gennemsnitlige størrelse udvikler sig i perioden 1975-2008". Eleven skal så selv forholde sig til hvilke matematiske spørgsmål og svar der er relevante i konteksten.

Opstil funktionsudtryk fra geometri

I alt fem af funktionsopgaverne tager afsæt i opstilling af et funktionsudtryk ud fra geometri. En af disse er nedenstående:

2010b-15: En tragt er sammensat af en åben cylinder og en kegle (se figuren). Keglens grundflade og cylinderen har samme radius r , målt i dm. Keglens højde er det dobbelte af dens radius. Tragten kan rumme 40 dm^3 .



Fra formelsamling (Kegle)

h højde

r grundfladeradius

Krum overflade $\pi r \cdot \sqrt{r^2 + h^2}$

Rumfang $\frac{1}{3} \pi r^2 h$

- a) Bestem cylinderens højde s som funktion af r , og gør rede for, at tragtens overflade O som funktion af r kan beskrives ved

$$O(r) = \pi \left(\sqrt{5} - \frac{4}{3} \right) \cdot r^2 + \frac{80}{r}.$$

- b) Bestem r , således at tragtens overflade er mindst mulig, når $0 < r < 4$.

Spørgsmål (a) rummer begge udgaver af hovedindholdet i denne opgavetype. Hovedindholdet er opstilling af en sammenhæng mellem størrelser i en geometrisk figur (længder, areal, volumen). Nogle gange kan det gøres direkte, andre gange må der

inddrages en bibetingelse (fx volumenet i ovenstående). Den anden udgave er at man skal udlede et eksplicit angivet udtryk.

Spørgsmål (b) er også normalt. Ofte indgår der en *optimerings*-opgave, hvor der skal findes maksimum eller minimum af enten den tidligere opstillede funktion eller et andet, eksplicit givet udtryk.

Opgaver af denne type adskiller sig fra de øvrige funktionsopgaver på to væsentlige punkter:

1. De er ikke typeopgaver. Det vil sige de er ikke konkrete manifestationer af abstrakt set samme variant (fx “bestem $f(x)$ ”). De kan derfor ikke løses “på samme måde”. Den konkrete opgave må løses fra bunden.
2. De trækker på brug af og regning med bogstaver. Det er således nødvendigt at omgås bogstaver som repræsentanter for størrelser. Først og fremmest i opstillingen af udtrykkene.

Disse to pointer har imidlertid ikke noget med opgavernes anvendelsesorientering at gøre. Fra et anvendelsesperspektiv er disse opgaver rene matematikopgaver som dårligt nok er pakket ind. Konteksten kan alene siges at “legitimere” udseendet af figuren. Skulle konteksten spille en reel rolle, ville det nok være nødvendigt at operere med formuleringer af typen “Hvilket design vil minimere materialeforbruget?” eller lignende. En sådan formulering ses i en enkelt opgave (2009-14).

Opgaver med differentiallyigning

I alt findes der 8 anvendte opgaver baseret på en ordinær 1.-ordens-differentiallyigning (alle sæt har mindst én). I 7 af opgaverne gives ligningen eksplicit. Fire af disse (2008-14, 2009-12, 2010b-13, 2011b-13) bygger på en logistisk differentiallyigning på formen $y' = ay(M - y)$.

De øvrige 3 bygger på lineære differentiallyigninger. To af disse indeholder en inhomogen differentiallyigning som er hhv. autonom (2011a-13) og ikkeautonom (2009-16), mens den sidste (2010a-15) rummer to homogene differentiallyigninger som er hhv. autonom og ikkeautonom.

Et almindeligt eksempel på en opgave med eksplicit givet differentiallyigning er følgende:

2008-14: I en model kan udviklingen af biltætheden (målt i antal biler pr. 1000 indbyggere) i Danmark i perioden efter 1968 beskrives ved differentilligningen

$$\frac{dN}{dt} = 0,0004 \cdot N \cdot (315 - N),$$

hvor N betegner biltætheden til tiden t (målt i antal år efter 1968).

- Bestem en forskrift for biltætheden N som funktion af tiden t , idet det oplyses, at biltætheden i 1968 var 198.
- Giv ved hjælp af den fundne funktion et skøn over biltætheden i 2008, og kommentér resultatet.

Opgavens datakilde: *Transportrådets Notat 99-02 fra 1999, "Personbilsalg og ophugning 1955-2010 – bestand, nybilsalg og ophugning"*.

Differentilligningen gives typisk på formen $y' = D(y, t)$ eller $y' = D(y)$. Der stilles typisk eksplicit krav om bestemmelse af en løsning $y = f(t)$ der opfylder en betingelse $y_0 = f(t_0)$. Betingelsen indpakkes oftest i konteksten (fx i spørgsmål (a) ovenfor: "biltætheden i 1968 var 198").

Dertil kommer spørgsmål af typerne "beregne $f(t_0)$ ", "beregne $D(y_0)$ ", "beregne maksimum af $D(y)$ " og "bestem y så $D(y) = y_0'$ ". Der refereres gerne til $D(y)$ med ordet "væksthastighed". Typespørgsmålene pakkes oftest ind som i spørgsmål (b): "Giv ved hjælp af den fundne funktion et skøn over biltætheden i 2008" der skal *matematiseres* til "bestem $f(40)$ ".

Spørgsmål (b) rummer dog også elementet "kommentér resultatet". Den formulering fandtes i to opgaver i 2008-sættet, men gled derefter helt ud. Idéen her er at eleven skal kunne gennemskue at bilparken i 2008 vil være tæt på sit mætningspunkt. I et senere sæt optræder et spørgsmål (2011b-13) der i ovenstående opgave ville lyde: "Gør rede for hvad tallet 315 fortæller om udviklingen i antallet af biler". Der findes altså enkelte eksempler på *fortolknings*-spørgsmål.

Typespørgsmål udgør indholdet i 6 af opgaverne. Den syvende er lidt anderledes:

2009-16: Et vandbad opvarmes fra 20°C til 100°C . Den indre temperatur (målt i $^{\circ}\text{C}$) i et bestemt objekt, der befinder sig i vandbadet under opvarmningen, er en funktion f af tiden t (målt i sekunder). Det oplyses at f er en løsning til differential-ligningen

$$y' = 0,03(g(t) - y) ,$$

hvor $g(t)$ er vandbadets temperatur til tiden t . Endvidere oplyses det, at til tidspunktet $t = 0$ er objektets indre temperatur 10°C , og at

$$g(t) = 20 + 0,25 \cdot t , \quad 0 \leq t \leq 320 .$$

a) Bestem objektets indre temperatur, når vandbadets temperatur bliver 100°C .

I denne opgave bliver de matematiske spørgsmål mere implicite end i de tidligere nævnte. Det kræver altså en større grad af *matematisering* at oversætte det anvendt formulerede spørgsmål til et passende matematisk spørgsmål. Fra et anvendelsesperspektiv er der dog stadig tale om begrænset *matematisering* fordi det er et spørgsmål som skal oversættes ind i et givet matematisk system. Et bud på en øget anvendelsesorientering af opgaven er følgende formulering:

Et vandbad er 20°C varmt. Det opvarmes med konstant varmetilførsel. Fra fysikken ved vi at temperaturen omtrent stiger lineært. I dette tilfælde med 1°C på 4 sekunder. Vandbadet bliver dog aldrig varmere end 100°C selvom varmetilførslen fortsættes.

a) *Skitsér en graf for vandbadets temperatur i 10 minutter efter at opvarmningen er startet, og opstil et funktionsudtryk for sammenhængen mellem vandets temperatur og tiden.*

Et 10°C varmt objekt nedsænkes i vandbadet ved opvarmningens start. Fra fysikken vides at den hastighed hvormed et objekts temperatur ændrer sig, er proportional med forskellen mellem dets omgivelers temperatur og dets egen. I dette tilfælde er proportionalitetskonstanten 0,03.

b) *Hvilken temperatur forventes objektet at have når vandbadet er 100°C varmt?*
 c) *Hvornår vil du ud fra modellen mene at objektet kan siges at være 100°C varmt?*

Med begreberne fra modelleringscyklen kan denne opgaveformulering siges at levere en *systematiseret* problemstilling som det er op til opgaveløseren at udføre den fulde *matematisering* af. Der er altså ikke tale om fuldbyrdet modellering, men opgavefor-

muleringen dyrker trinnene omkring den matematiske analyse i væsentlig højere grad end opgaverne fra de faktiske eksamenssæt.

I den sidste af de 8 opgaver med differentiallyigninger (2008-16a) gives der en sproglig fremstilling af en logistisk differentiallyigning, og opgaven er så at skrive ligningen op. Denne type opgave optræder kun denne ene gang. I sig selv er det ikke særlig anvendt, men grundtanken er god og kan nemt udvikles i retning af at matematisere et givet system, i stil med ovennævnte.

Øvrige opgaver

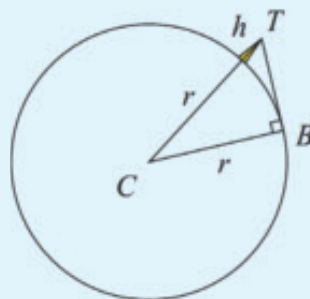
Af de i alt fem anvendte opgaver der optræder inden for emnet geometri, er der to baseret på plangeometri (trigonometri) og tre på analytisk rumgeometri.

De tre rumgeometriopgaver er alle kendetegnet ved det samme som opgaverne beskrevet i afsnittet om opstilling af funktion med geometri. Anvendelsen er alene en legitimering af den valgte figur, men spiller ingen rolle for besvarelsen af opgaven. De stillede spørgsmål handler således eksplicit om at bestemme planer, linjer og punkter, afstande mellem punkt og plan samt vinkler og afstande mellem planer. Disse opgaver vil ikke blive behandlet yderligere her.

Blandt de plangeometriske opgaver finder man bl.a. følgende:

2011b-8: Højden h af verdens højeste bygning er 0,828 km. Sigtelinjen fra toppen T af bygningen til horisonten tangerer jorden i punktet B . Jordens radius r er 6371 km. Centrum af Jorden benævnes C .

- Bestem $\angle TCB$
- Bestem $|TB|$

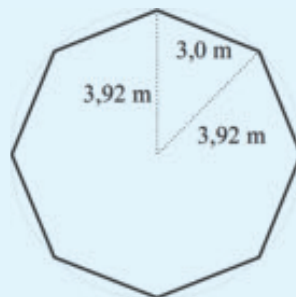


Størrelsesforholdene på figuren er ikke korrekte.

Også for denne opgave synes konteksten at tjene til at "forklare" figuren, men spiller reelt ingen rolle for besvarelsen. Det er ikke engang sikkert eleven tænker over at svaret har en betydning i den virkelige verden. En anvendelsesorientering af denne opgave kunne have været at formulere spørgsmål (b) som "Hvor langt kan man se fra øverste etage i verdens højeste bygning?"

Af den anden plangeometriske opgave bringes her spørgsmål (b).

2011a-9: På figur 2 [til højre, kbj] ses fiskerhusets grundflade, der har form som en regulær ottekant.



b) Bestem arealet af fiskerhusets grundflade.

Denne opgave kan udvikles mod højere grad af anvendelse på mindst to måder der evt. kan kombineres. Den første er måden der spørges på. Et anvendelsesorienteret spørgsmål kunne være: "Afhøvling af et gulv koster ca. 100 kr. pr. m^2 . Hvad skal fiskenen betale for at få sit gulv afhøvlet?"

Den anden måde er at lave opmålingen af gulvet realistisk, fx lade eleven selv udvælge en størrelse der "måles", og derpå selv udvikle en måde at beregne arealet fra denne måling på. Eleven kan så selv vælge om der laves en konkret beregning eller opstilles et generelt udtryk.

Inden for deskriptiv statistik findes fire opgaver hvor der i alle gives et grupperet observationssæt og afkræves en sumkurve og evt. et kvartilsæt. Derudover skal der gerne bestemmes en procentandel af populationen der rammer skævt i forhold til grupperingen. Igen er der altså ikke tale om egentlig anvendelse af matematik. Der kan dog her tales om anvendelse som en implicit pointe da deskriptiv statistik benyttes inden for mange andre fagområder.

I den sidste anvendte opgave (2008-10) skal eleven ud fra en række taloplysninger foretage en konkret beregning. I det konkrete tilfælde med rentesregning. Der optræder ikke beregningsopgaver i andre opgavesæt, men sådanne kunne være et element i en yderligere anvendelsesorientering.

Diskussion

Sammenfatningen af min analyse er ret enkel. Ud fra de ved skriftlig eksamen stillede opgaver er dét at bringe matematik i anvendelse over for det ikkematematiske ikke en væsentlig pointe i gymnasieskolens matematikfag (men kan naturligvis godt være det i den enkelte lærers undervisning).

De opgaver der alligevel trækker på "anvendt matematik", gør det i overvejende grad ved at pakke rene matematikopgaver ind i en ekstramatematisk kontekst. Dette strækker sig fra at konteksten alene bruges til at legitimere det givne matematiske

system, og over til at den bruges som indpakning af matematiske spørgsmål som skal udpakkes ved en art *matematisering*, samt enkelte eksempler på at talværdier skal *fortolkes* ind i konteksten.

Ingen opgaver trækker på bredere brug af modelleringscyklen. Der optræder fx ikke en systematiseret virkelighed som skal matematiseres for at svare på et spørgsmål formuleret i dagligdags sprog. Ej heller optræder der spørgsmål hvor eleven selv med afsæt i den konkrete kontekst må foretage systematisering i form af afgrænsninger, vurderinger, antagelser, estimer mv. Og endelig optræder der ikke spørgsmål hvor eleven skal tage kritisk stilling til modellen i forhold til konteksten.

Dette kan give anledning til en række principielle og praktiske diskussioner. Mest principielt diskussionen om hvorvidt der overhovedet skal arbejdes med anvendt matematik, og i fald der skal, hvad formålet med dette så er.

Konflikten om hvorvidt anvendelse overhovedet er væsentligt for faget, er en *identitets*-konflikt. Det vil sige en uenighed om hvilke objekter og typer af problemstillinger der overhovedet kan behandles inden for rammerne af en matematikundervisning. Denne identitetskonflikt er hovedtema i min almindelige forskning og vil ikke få mere opmærksomhed her.

Antaget at anvendelse skal spille en rolle, åbnes diskussionen om *hvorfor*. Hvis formålet er faktisk at forberede eleverne kompetencemæssigt til at omgås anvendt matematik (aktivt selv at anvende matematik såvel som kritisk analysere andres brug), så bør undervisningen bringe eleverne ud i arbejdet med "fuldbyrdet modellering".

Dette sker mest udfoldet ved at arbejde med på hvilke måder matematik kan indgå i belysningen af åbne problemer fra en ikkematematisk kontekst (se udfoldet diskussion af dette i Jensen (2009)). Eksempler på konkrete problemstillinger kan være:

- Hvor højt kan man springe i stangspring?
- Hvordan udvikler befolkningen sig i et land med etbarnspolitik?
- Hvor tidligt om morgenen står planeten Venus op?
- Hvor langt væk kan man se?
- Hvad er den bedste transportform?
- Hvordan skal en mælkekarton designes?

Ønsker man at brugen af modelleringscyklen skal udfoldes, må man således tilpasse eksamensindholdet efter det. Det kan dels være ved at stille fulde modelleringsopgaver eller som minimum ved at opgaverne reelt udfordrer andre processer fra modelleringscyklen end *matematisk analyse*. Det væsentlige er at indholdet matcher ambitionen.

Et andet formål med "at anvende matematik" kan være at anvendt indpakning er et godt salgsargument. Det gælder såvel over for elever der har svært ved at finde

motivationen til at lære matematik, som over for samfundet der savner begrundelser for hvorfor der bør undervises i matematik. Dertil kommer pædagogiske argumenter om at anvendelser illustrerer den matematiske teori på en mere begribelig måde.

Uanset hvad begrundelsen er, savner jeg at denne artikuleres eksplicit og følges af en diskussion om hvordan den opfyldes. Hvis man ser på det officielle syn på anvendelsers rolle, er det blevet mere ambitiøst i retning af aktiv anvendelse. I den første officielle vejledning til den nye læreplan, udsendt i 2008, hed det om "anvendelser af matematik":

"At demonstrere viden om matematikanvendelse betyder, at man på reflekteret vis kan præsentere et stof, man har arbejdet med. Der ligger således ikke heri en forestilling om, at eleverne selvstændigt kan tage fat på en matematisk problembehandling og modellering af et materiale eller en problemstilling, der foreligger i umiddelbar og ubearbejdet form ... man kan ikke forvente, at eleverne opnår en egentlig rutine i matematisk modellering af komplekse problemstillinger" (UVM, 2008, s. 22, min understregning)

Læser man i den nugældende vejledning, udsendt i 2010, hedder det om "matematisk modellering":

"Når matematikken bringes i spil og anvendes til behandling af anliggender uden for matematikken selv, sker dette gennem *en aktiv modelbygning eller modellering.*" (UVM 2010b)

I forlængelse af dette gennemgås fem aspekter af en modelleringsproces der på væsentlig vis minder om modelleringscyklen. 2010-formuleringen virker altså mere ambitiøs hvad angår forventningerne til elevernes arbejde med anvendelse og modellering. Dette synes dog ikke at afspejle sig i anvendelsesgraden i de seneste års eksamensopgaver.

En anden principiel uenighed kan bestå i om en model opfattes som en matematisk struktur der potentielt kan anvendes i mange sammenhænge, eller om en model altid er en sammenknytning af noget ikkematematisk med noget matematisk (Niss, 1987, s. 15-16). Undervisningsvejledningen synes at basere sig på den sidste position, og eksamensopgaverne på den første. Dette ses ved at mange af de anvendte eksamensopgaver bygger på at undersøge bestemte matematiske typestrukturer mens det ingen rolle spiller hvad det er de repræsenterer.

Ud over det principielle er der formentlig også mange praktiske forhold der spiller ind. Først og fremmest det forhold at vi nu engang har de lærere, de elever og de ressourcer vi har. Og en høj grad af fokus på (ægte) anvendelse og modellering udfordrer os på alle tre punkter.

I min forskning støder jeg jævnligt på lærere der føler at deres kompetencer ikke

rækker til aktivt selv at anvende matematik på verden i almindelighed og dermed slet ikke til at undervise deres elever i at gøre det. Årsagen er at anvendelse af matematik kræver en vis grad af vidensbaseret omgang med de objekter man skal modellere.

Personligt tror jeg ikke på at mennesker med en lang teoretisk uddannelse i almindelighed skulle være afskåret fra at kunne omgås viden inden for en bred vifte af områder uden for deres eget fag. Derfor er jeg overbevist om at der her mest er tale om en kulturel barriere der kan overvindes med oplysning, faglig debat, efteruddannelse og træning.

Jeg synes endvidere blandt matematikfagpersoner at støde på to *eksamensopgavedogmer* som stiller sig i vejen:

1. Besvarelsen af en matematikopgave må ikke, selv på den mest banale måde, forudsætte paratviden fra verden uden for matematikken.
2. Vurderingen af en besvarelse af en matematikopgave skal være objektiv og indiskutabel og må derfor ikke bygge på faglige skøn.

Dogme 1 står i en uløselig modstrid med et ønske om at lave ægte anvendelse af matematik – i hvert fald i den betydning af ordet jeg lægger op til. Eleven må nødvendigvis skulle forholde sig til noget andet end matematik hvis matematik skal anvendes til andet end sig selv.

Men denne “forholden sig” kan sagtens have karakter af estimer, antagelser og gæt. Det at lave sådanne er i sig selv et væsentligt aspekt af matematikanvendelse. Det centrale er derfor elevens evne til at ekspliciterer sine forudsætninger, snarere end elevens konkrete viden og erfaring.

Dette leder dog direkte videre til dogme 2. Hvis elever skal lave individuelle selvstændige antagelser, bliver besvarelsen jo også individuel. Vurderingen af en besvarelse kan således ikke reduceres til alene at være optælling af point tildelt efter indiskutable kriterier. Den må bero på et fagligt skøn.

Mange matematikfagpersoner synes at have et problem med dette. Ofte eksplicit begrundet i overvejelser om retfærdighed for eleverne, men måske også implicit i mere kulturelle forhold som vane og magelighed (det system vi kender, er bare nemmere at håndtere).

En afart af dogme 2 finder man i udsagn om at anvendelsesorienterede spørgsmål er for svære. For mange elever vil dumpe. Til det er der to indvendinger. For det første behøver alle opgaver i et eksamenssæt jo ikke at være af samme art (sådan som de i udpræget grad er i dag). Der kan være et antal opgaver af mere traditionel art hvis besvarelse i sig selv er nok til at bestå.

For det andet bestemmer vi jo selv hvornår en besvarelse af en opgave er “dumpet”. For en åben anvendt opgave vil et sådant niveau kunne ligge allerede ved evnen til

at komme med løse overvejelser om matematikkens mulige rolle. Men det vil i høj grad basere vurderingen på et fagligt skøn.

De to opgavedogmer finder ingen særlig faglig begrundelse i matematikfaget. De er først og fremmest udtryk for en vaneforestilling. Skulle de to dogmer implementeres i eksempelvis skriftlig dansk, måtte eksamen have form af en retstavningsprøve. Måske er det netop hvad vi gør i matematik. Frem for at udfordre elevernes evne til kreativ tænkning og rationel refleksion tjekker vi kun om de har lært at stave rigtigt.

Denne analyse har ikke til formål at agitere for at gymnasimatematikfaget skal være radikalt anderledes end det er. Men den har til formål at sige at vi ikke skal bilde os selv og hinanden ind at vi gør noget vi ikke gør. Og at vi ikke gør det fordi det er principielt umuligt. Forhåbentlig kan analysen sparke lidt gang i diskussionerne om hvad matematik også kan være.

Referencer

De eksamenssæt der refereres til i analysen, kan alle findes på Undervisningsministeriets hjemmeside, www.uvm.dk. Der findes også opgavesæt fra de årlige skriftlige eksamener i august og december.

Blomhøj, M. (2006). Mod en didaktisk teori for matematisk modellering. I: M. Blomhøj & O.

Skovsmose (red.), *Kunne det tænkes? – Om matematiklæring* (s. 80-109). Malling Beck.

Jensen, T.H. (2009). Modellering versus problemløsning – om kompetencebeskrivelse som kommunikationsværktøj. *MONA, 2009(2)*, s. 37-55.

Niss, M. (1987). *Aims and Scope of Application and Modelling in Mathematics Curricula*. Manuskript fra plenumforedrag på ICTMA3. Tekster fra IMFUFA, 145. Lokaliseret den 20. september 2011 på <http://milne.ruc.dk/ImfufaTekster/pdf/145.pdf>.

UVM – Undervisningsministeriet. (2008). *Matematik A – stx, Undervisningsvejledning, juli 2008*. 2. udgave. Lokaliseret den 20. september 2011 på www.uvm.dk.

UVM – Undervisningsministeriet. (2010a). *Matematik A – stx, juni 2010*. Bilag 35 i: Bekendtgørelse om uddannelsen til studentereksamen. Lokaliseret den 20. september 2011 på www.retsinformation.dk.

UVM – Undervisningsministeriet. (2010b). *Matematik A – stx, Vejledning / Råd og Vink, Gymnasieafdelingen 2010*. Lokaliseret den 20. september 2011 på www.uvm.dk.

Abstract

This text examines the current state of applied math as an independent point in the math teaching in Danish general upper secondary school. This is examined by analyzing applied tasks in the written examinations on the highest level. It is concluded that application of mathematics only to a very limited degree is an independent point. Several principal and practical reasons for this are discussed.

I denne sektion bringes kommentarer til tidligere bragte artikler. Kommentarerne skal være saglige, samt fagligt og analytisk funderede. Kontakt gerne redaktionen forinden indsendelse af kommentar. Indsendte kommentarer vurderes af redaktionen og er ikke genstand for peer-review.

Kommentarer

Tidlig algebra er på vej!



Peter Weng, *Institut for
uddannelse og pædagogik
(DPU), AU*

Kommentar til T.O. Petersen og U.C. Mortensens "Tidlig algebra", MONA, 2011(3)

I artiklen "Tidlig algebra" af T.O. Petersen og U.C. Mortensen (P & M) argumenteres der for en tidlig indføring i grundskolen af algebra og algebraisk tænkning gennem en "nytænkning". I denne "nytænkning" skal aritmetikken inddrages som en del af algebraen og ikke som noget der skal arbejdes med før algebraen kommer ind i undervisningen. Jeg vil kommentere dette ud fra et syn på algebraen som et sprog og et strategiredskab i problembehandlingen af matematikholdige problemer.

Det kniber stadig med at få implementeret de tanker om *early algebra* der internationalt er om algebraens indførelse i grundskoleundervisningen (se fx Kaput, 2008). Med henvisning til de kvantitative resultater som elever på 9. klassetrin præsterede i PISA 2003 og 2009, og deres egen kvalitative spørgeskemaundersøgelse af fire udvalgte 9.-klasser konkluderer P & M "at elever i den danske grundskole ikke ligger i toppen når det drejer sig om algebra, ..., at mange af elevernes forklaringer tydede på en procedurermæssig forståelse af algebra, og ikke en begrebsmæssig forståelse, ..., at der findes et behov for nye tiltag i forbindelse med undervisning i algebra". Om inddragelsen af ovennævnte undersøgelser er nødvendig som grundlag for en "nytænkning" på begyndertrinnet vedrørende algebra, kan diskuteres. Der er allerede igangsat "nytænkning", og der er spirende tegn på at udviklingen går i en retning af *tidlig algebra*, som det vil fremgå af det følgende.

I den danske rapport om danske elevers præstationer på 4. klassetrin i TIMSS 2007 (Allerup, 2007, s. 17) står der at "... Danske elever klarer sig godt i internationalt perspektiv ... Det passer godt med forestillingen om, at undervisningen i 4. klassetrin ikke fokuserer så meget på de automatiske færdigheder...". Udsagnene knytter sig til domænerne tal(teori), geometri og data hvori algebraen indgår, men ikke er med som et specifikt domæne på 4. klassetrin i TIMSS.

De nyere lærebogssystemer i det 21. århundrede, som fx *Flexmat* og *Kontext*, er i deres tilgang til læring af matematik på forkant med de tanker som P & M påpeger som ønskelige. Arbejdet med algebra fra skolestarten indgår i disse lærebogssystemer.

mer indirekte i den fokusering der er på begrebsforståelse hvor generalisering af det konkrete er centralt. Kompetencetænkningen trækker i samme retning, og denne har været undervejs siden starten af det 21. århundrede og er nu implementeret i *Fælles Mål 2009* (UVM, 2009). Specifikt er de tanker Bergsten et al. har om *tidlig algebra* (Bergsten et al., 1997), og som P & M refererer en del til i deres artikel, allerede blev indskrevet i *Fælles Mål 2009* hvor Bergstens "algebraiske cyklus" er gengivet direkte (UVM, 2009, s. 52). Ligeledes understreges det flere steder at tal og algebra skal tænkes sammen, som det fremgår af nedenstående citat:

... hvordan arbejdet med tal og algebra på forskellige klassetrin kan indgå, når problemstillinger fra dagligdagen skal behandles. Dette kan ses i modsætning til en undervisning, der udelukkende tilrettelægges med den hensigt at kunne løse rene talopgaver og senere at kunne manipulere med bogstavsudtryk. (UVM, 2009, s. 52)

Så nytænkningen i relation til arbejdet med tidlig algebra er gået i gang!

Præ-algebra betegner traditionelt den lille fællesmængde der er mellem aritmetikken og algebraen i en undervisning der ved starten på skolematematikken lægger vægten alene på udviklingen af den aritmetiske tænkning. Undervisningen bliver ofte lig med procedureregning. Dette sker ud fra en idé om at beherskelse af aritmetikken er grundlaget for den mere generelle og abstrakte algebraiske tænkning – det vil sige som en forløber for en egentlig matematisk struktur- og sammenhængstænkning. Denne "rækkefølgetænkning" har været årsag til at mange elever har opgivet matematikken når algebra skulle læres isoleret.

"– Algebra? Det där med x och y? Jag har ingen aning om vad det där handlade om. Jag hade alltid så svårt ved matten. – Algebra? Det minns jag inget av. Vad handlade det om? – Aldrig, men jag tyckte om problemlösning i skolan." (Persson, 2002, s. 24).

Heroverfor står *tidlig algebra* for en tilgang til algebraen hvor denne allerede fra dag ét skal indgå i arbejdet med matematikken. Aritmetikken skal indgå som en del af algebraen så eleverne bliver mere bevidste om tallenes strukturer og de operationer der er mulige/ikke mulige med dem. Dette vil forebygge at algebraen senere hen bliver til en vanskelig udvidelse til "regning med bogstaver".

Et forsøg på at fremme en udvikling fra *præ-* til *tidlig algebra* som lægger vægt på en konstruktivistisk måde at udvikle algebraisk tænkning på fra 1. klasse, er beskrevet af Hejny & Littler (2002) i artiklen "The Beginnings of Algebraic Thinking". Deres tilgang til algebraen fokuserer både på undervisningsstrategier og de strategier eleverne anvender i deres problembehandling. De er af den opfattelse at algebraisk tænkning skal rodfæstes i skolestarten gennem elevernes arbejde med aritmetiske problemstil-

linger hvori begreber som ubekendt, parameter og variabel kommer til at indgå. De har opstillet en model der beskriver udviklingen fra elevers tidlige erfaringer med tal til det tidspunkt senere hen hvor de har udviklet en fortrolighed med algebraiske udtryk og ligninger. De beskriver denne udvikling i ti nummererede, men ikke lineære trin. De lægger i deres beskrivelse af modellen vægt på følgende trinbeskrivelse som værende grundlæggende for en tidlig udvikling af algebraisk tænkning:

Our interest concerns the pre-algebraic and algebraic thinking. Therefore we will start with stage 5.

(5) The ability to grasp and analyse simple word problems and arithmetical schemas.
(Hejny & Littler, 2002, s.108)

Dette trin er et grundlæggende strategisk trin i en undervisning der skal stimulere algebraisk tænkning hos elever på begyndertrinnet. De beskriver tre forskellige eksempler på problemstillinger der viser hvordan en ren aritmetisk, en geometrisk og en "real life"-kontekst kan være "redskaber" i arbejdet med at fremme eleveres evne til at forstå og analysere simple tekster ved hjælp af algebraisk tænkning.

1. Summen af tre på hinanden følgende tal er 33. Hvilke tre tal er det?
2. Omkredsen af et kvadrat er 12. Kan man finde arealet af kvadratet?
3. Anne er 3 år gammel. Når hun bliver lige så gammel som Bent er i dag, vil han være 15 år. Hvor gammel er Bent i dag? Hvor gammel vil Anne være når Bent er 15 år?
(Hejny & Littler, 2002, s. 108, forf. oversættelse)

For at understøtte udviklingen af den algebraiske tænkning fokuseres der på løsningsprocesserne. Informationer om hvorfor det netop er denne problemløsningsstrategi en elev anvender, bliver et centralt omdrejningspunkt i udviklingen af elevens algebraiske tænkning og lærerens støtte til denne. Hvis en elev ved den første opgave straks deler de 33 med 3 for at finde tallet i midten, er det så fordi eleven kan huske "metoden" fra tidligere eksempler uden at kunne redegøre for hvorfor han gør som han gør? Eller er det fordi han har en indsigt i den algebraiske struktur der kommer til udtryk i tre på hinanden følgende tal? En elev kan også opfatte problemstillingen som helt ny og gå i gang med en "forsøg og fejl"-strategi ved at starte med et mere eller mindre kvalificeret gæt på tre tal, fx 6, 7, 8, og så ræsonnere sig frem til tallene 10, 11, 12 gennem en analytisk tænkning. Erfaringer med sådanne problemstillinger vil kunne styrke udviklingen af ræsonnementskompetence og dermed også en større forståelse af algebraiske sammenhænge der kan føre frem til en abstrakt forståelse af at tre på hinanden følgende tal kan repræsenteres ved udtryk som $(n-1)$, n , $(n+1)$.

Herved fås en mere konstruktiv tilgang til arbejdet med symboler der er i modsætning til den mere traditionelle rene træning i symbolmanipulation som ikke har udspring i en kontekst der kan give mulighed for en større forståelse af symbolrepræsentationerne. Ovennævnte uddrag fra den model som Hejny & Littler har fremlagt, falder helt i tråd med de lærings- og undervisningssyn der ser problembehandling som noget helt centralt i elevens udvikling af matematiske begreber og deres anvendelse. Allerede fra 1. klasse bør eleverne arbejde med matematik i kontekster der kan give dem mulighed for at drøvtygge algebraiske begreber og strukturer. Generelt gælder det at en længere fordøjelsesproces af de matematiske begreber hos eleverne vil kunne styrke læringen af matematik. Det gælder ikke mindst algebra hvis sprogbrug mange elever har meget svært ved at benytte sig af. Derfor kan skabelse af et undervisningsmiljø fra skolestarten der fremmer classesamtaler, være med til at styrke elevernes evne til at kommunikere i, med og om matematik, således at matematiske tanker om relationer og strukturer bliver italesat. Repræsentation og symbolanvendelse bør inddrages såvel mundtligt som skriftligt i classesamtaler der giver mening for eleverne. Det må derfor være et af matematiklærerens fremmeste mål at være katalysator for sådanne samtaler så eleverne kan få mulighed for at udfordre deres egne forståelser ved at skulle forholde sig til klassekammeraternes forståelser og den måde disse bliver formuleret på. Det vil trække i den retning som er en del af idéen med *tidlig algebra*.

Et yderligere tegn på at *tidlig algebra* er på vej ind i undervisningen, kan findes i den udvikling der kan ses i lærebøger til brug i uddannelsen af fremtidens matematiklærere. Et eksempel på dette kan ses i lærebogen *Mathematical Reasoning for Elementary Teachers* (Long et al., 2011), som med udgangspunkt i Polyas fire principper for problembehandling gør rede for hvordan algebra kan ses som en strategi. Gennem hele bogen beskrives det hvordan man som lærer gennem arbejdet med problemstillinger der er åbne, kan arbejde med algebra både som sprog og strategi som grundlag for at udvikle den enkelte elevs kompetencer, med speciel vægt på problembehandlings-, ræsonnements- og kommunikationskompetence.

Et sidste tegn på at *tidlig algebra* er på vej ind i undervisningen af matematik, som skal nævnes i denne artikel, er *tidlig matematikindsats*. Det var Robert T. Wright som sammen med flere andre introducerede *tidlig matematikindsats* omkring starten af dette århundrede i Australien og andre lande med det formål at forebygge matematikvanskeligheder. Indsatsen baseres på visse tidlige indikatorer for elevens vanskeligheder med matematikken. Der er en beskrivelse heraf i *Early Numeracy Assessment for Teaching and Intervention* (Wright et al., 2005). Også i Danmark er der igangsat en forebyggende indsats gennem *tidlig matematikindsats* på flere og flere skoler (Lindenskov & Weng, 2010), hvori den tænkning der ligger bag *tidlig algebra*, er stærkt fremtrædende.

Hvis matematiklærere fra skolestarten lader de fire perspektiver på algebra som

Van Amerom beskriver (Van Amerom, 2003, s. 63-75), og som er omtalt af P & M – algebra som generaliseret aritmetik, som redskab i problembehandling, som studiet af funktioner og som studiet af matematiske strukturer – vil dette danne et godt grundlag for *tidlig algebra*. I disse specifikke perspektiver ligger der også kimen til et generelt syn på matematik der vil kunne styrke læring af matematik.

Ovennævnte viser at der er tegn på at udviklingen går i den retning! Vi er på vej fra *præ-algebra* til *tidlig algebra*.

Dog bør det bemærkes at trinmålsbeskrivelsen i læseplanen for arbejdet med tal og algebra på 1.-3. klassesetrin (UVM, 2009, s. 20) ikke direkte afspejler beskrivelsen af det faglig-didaktiske område tal og algebra (UVM, 2009, s. 51-52), hvilket ikke fremmer implementeringen af tidlig algebra. Det kan man så håbe på at artiklen af P & M vil medvirke til.

Referencer

- Allerup, P. (2007). *Danske 4. klasseelever i TIMSS 2007*, København: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole.
- Bergsten, C., Häggström, J. & Lindberg, L. (1997). *Algebra i 1-12 perspektiv*. Nämnaren tema: Algebra för alla.
- Hejny, M. & Littler, G. (2002). *The Beginnings of Algebraic Thinking*. I: Bergsten, C. & Grevholm, B. (red.), *Challenges in Mathematics Education*. Linköping: SMDF nr. 2.
- Kaput, J.J. (2008). *What Is Algebra? What Is Algebraic Reasoning?* I: Kaput, J., Carraher, D. & Blanton, M., *Algebra in the Early Grades*. New York: NCTM.
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2010a). Tidlig matematikindsats på Frederiksberg. TMF. *Matematik*, 3.
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2010b). Tidlig matematikindsats på Frederiksberg. TMF. Moduler med eksempler. *Matematik*, 4.
- Long, C.T., De Temple, D.W. & Millman, R.S. (2011). *Mathematical Reasoning for Elementary Teachers*. Boston: Pearson.
- Mortensen, U.C. & Petersen, T.O. (2011). Tidlig algebra. *MONA*, 2011(3).
- Persson, P.-E. (2002). Behöver alla lära sig algebra? I: *Nämnaren* 29 (3), s. 24-31
- Van Amerom, B.A. (2003). Focusing on Informal Strategies when Linking Arithmetic to Early Algebra. *Educational Studies in Mathematics*, s. 63-75.
- Wright, R.J., Martland, J. & Stafford, A.K. (2005). *Early Numeracy. Assessment for Teaching & Intervention*. Los Angeles: SAGE.

Udvikling af faglærerteam



Ole Goldbech,
Professionshøjskolen UCC

Kommentar til artiklen "MaTeam-projektet – om matematiklærerfagteam, matematiklærerkompetencer og didaktisk modellering" i MONA, 2011(3)

Artiklen beskriver et treårigt projekt hvor fire medarbejdere på læreruddannelsen i Silkeborg, VIAUC, Silkeborg Kommune med fire skoler samt en forsker fra Danmarks Pædagogiske Universitet samarbejdede. Projektet indgik som et projekt under Nationalt Videncenter for Matematikdidaktik (NAVIMAT). Omdrejningspunktet for projektet var et toårigt forsøg, hvor matematiklærere på 4.-6. klassetrin indgik i et konkret samarbejde med forskere og udviklere fra Danmarks Pædagogiske Universitet og læreruddannelsen i Silkeborg, VIAUC. Projektet handlede overordnet om udvikling af matematiklærerkompetencer med udgangspunkt i samarbejdet i de fire skolars matematiklærerfagteam.

Jeg vil i min kommentar tage udgangspunkt i tre problemstillinger som jeg mener tydeliggøres i artiklen, nemlig udvikling af didaktisk refleksion, udvikling af fælles sprog og udvikling af didaktiske mødesteder. Til yderligere eksemplificering af problemstillingerne vil jeg benytte projekter, observationer og undervisning i naturfagene som jeg selv på forskellige måder har deltaget i.

Udvikling af didaktisk refleksion

Igennem hele artiklen stilles der skarpt på udvikling af den enkelte lærers kompetence i didaktisk refleksion alene, men især i fællesskab med kolleger i fagteamet. Der peges på at mange lærere ikke reflekterer over målene med deres undervisning idet de ukritisk benytter sig af foreliggende matematiksystemer til at gennemføre en undervisning der i høj grad er styret af aktiviteter og i langt mindre grad af mål for undervisningen. Samtidig er den generelle mødekultur på skolen med til at underbygge den manglende målstyring da det oftest er fagenes økonomi, skemalægning og indkøbspolitik der diskuteres på de få fagmøder der afholdes. Fagdidaktiske diskussioner og refleksioner er således fraværende.

Denne mangel på didaktisk refleksion er ikke enestående for matematik. I naturfagene er der fx en udbredt tendens til at lade undervisningen styre af aktiviteter frem for af klart og eksplicit formulerede læringsmål for eleverne. Dette gælder i øvrigt både for faget natur/teknik på indskolings- og mellemtrinnet og for enkeltfagene biologi, fysik/kemi og geografi i udskolingen. Undervisningens planlægning og tilrettelæggelse tager således oftest udgangspunkt i hvilke aktiviteter der kan igangsættes, og langt mindre i hvilken læring man har intentioner om der bør finde sted.

Hvis man benytter Erling Lars Dales kompetenceniveauer til beskrivelsen af dette forhold, må man sige at de fleste lærere i grundskolen normalt opererer på kompetenceniveau K1 (Dale, 2008). De har således *kompetence til at planlægge, gennemføre og evaluere undervisning*. I projektet MaTeam sigter man imidlertid på at udvikle seks matematiklærerkompetencer som de er beskrevet i KOM-rapporten. Disse omfatter at lærerne bevæger sig fra kompetenceniveau K1 til kompetenceniveau K2, hvor de *har kompetence til at fortolke og selv være med til at udarbejde læreplaner*. Dette angives i KOM-rapporten som *Læseplanskompetence – at kunne vurdere og udforme læseplaner*. Men der stiles endnu højere i MaTeam, idet man i definitionen af den gode professionelle matematiklærer også medtager både *Samarbejdskompetence – at kunne samarbejde med kolleger og andre om undervisningen og dens rammer* og *Professionel udviklingskompetence – at kunne udvikle sin kompetence som matematiklærer*. I Dales beskrivelse af kompetenceniveauer svarer dette til K3 hvor *læreren har kompetence til løbende at diskutere visioner, værdigrundlag og pædagogisk målsætning for undervisningen med kollegerne og at forholde sig kritisk til modsigelser mellem det man vil (hensigten), og det man gør (praksis)*. Ambitionen i projektet MaTeam er således ganske høj idet man ønsker at løfte matematiklærernes didaktiske refleksionskompetencer fra Dale-niveau K1 til Dale-niveau K3.

Et af de åbenbart meget virksomme midler man tager i brug, er styrkelsen eller måske mere korrekt en egentlig skabelse af matematiklærerfagteam på skolen for 4.-6. klasses matematiklærere. I analysen af forsøget har forfatterne udviklet fire lærertyper som umiddelbart virker genkendelige for mig, *den udviklingsparate type, den usikre type, den udviklingsresistente type og højkapacitetstypen*, hvor de to første og den sidste positivt gik ind i projektet, og hvor især *den usikre type* fik mulighed for at udvikle sine matematiklærerkompetencer gennem deltagelse i et velfungerende fagteamsamarbejde. *Højkapacitetstypen* får på sin side gennem fagteamsamarbejdet øgede muligheder for at udvikle sine kompetencer samtidig med at han kommer til at fungere som et matematikfagligt fyrtårn i samarbejdet.

I artiklen peges der på en strukturel hindring for skabelsen og udviklingen af fagteam, nemlig det forhold at mange (de fleste) skoler organiserer sig i årgangsteam. Det er således vanskeligt for en matematik-, dansk- eller naturfagslærer at skabe sig en identitet som faglærer når man samtidig skal være del af et årgangsteam. Denne

problemstilling er velkendt i forhold til at udvikle en egentlig naturfaglig kultur på den enkelte skole. Det er især i faget natur/teknik vanskeligt at skabe sig en faglæreridentitet, men her spiller fagets lille timetal naturligvis også en betydelig rolle.

Udvikling af fælles sprog

Når man ønsker udvikling og forandring i en faggruppe, er det væsentligt at man sammen udvikler et fælles sprog. Det gælder både det matematikfaglige sprog og det matematikfagdidaktiske sprog. Af beskrivelsen og analysen af forsøget virker det som om det i nogen grad er lykkedes, først og fremmest takket være skabelsen af matematiklærerfagteam på de fire skoler.

Udvikling af fælles sprog er en vigtig faktor i såvel det vertikale som det horisontale fagsamarbejde i skolen. Et udviklings- og forskningsprojekt i et samarbejde mellem det daværende CVU Storkøbenhavn, Københavns Dag- og Aftenseminarium, og Roskilde Universitet, IMFUFA, handlede om overgangen fra natur/teknik i 6. klasse til fagene biologi, fysik/kemi og geografi i 7. klasse. I rapporten fra dette projekt blev bl.a. fraværet af en fælles forståelse og brug af faglige og fagdidaktiske begreber fremhævet som en væsentlig årsag til problemer i overgangen fra natur/teknik til enkeltfagene (Goldbech, Lassen, Paulsen, Strand, Ulrich & Aabye, 2005). Det hedder bl.a. i rapporten: "vi mener at kunne tillægge faglærergruppen (lærerne i biologi, fysik/kemi og geografi) en fagdidaktisk opfattelse, som går i retning af et fagligt begrebsmæssige og disciplineret metodisk indhold i undervisningen, mens natur/tekniklærernes opfattelse går i retning af de oplevelsesmæssige og motiverende frie aktiviteter uden større begrebsmæssige eller forklarende aspekter, men med et mere alment pædagogisk udviklingsmæssigt perspektiv. Det har naturligvis betydning for valg af undervisningens konkrete indhold, når de faglige begreber åbenbart ikke medtænkes på en mere systematisk måde i de pædagogiske valg af elevernes oplevelser." og "Det skyldes først og fremmest, at lærerne ikke er vant til at udtrykke sig i mere generelle fagdidaktiske termer. Den fagdidaktiske diskurs er med andre ord begrænset af lærernes uddannelse eller mangel på samme såvel i henseende til faglige som fagdidaktiske begreber og termer som i henseende til deres muligheder for i deres daglige arbejde overhovedet at udvikle deres praksis og føre en fagdidaktisk diskurs. Skolernes arbejdsmiljø, herunder lærernes arbejdstid levner ifølge de interviewede lærere ikke tid til at dyrke en kollegial og fagdidaktisk diskurs."

Med Fælles Mål 2009 er det forsøgt at skabe et fælles sprog såvel fagligt som fagdidaktisk de tre naturfag biologi, fysik/kemi og geografi imellem (Undervisningsministeriet, 2009a; Undervisningsministeriet, 2009b; Undervisningsministeriet, 2009c). Samtidig er der formuleret en række enslydende trinmål for de tre fag i både 8. og 9. klasse. Endvidere er der i Fælles Mål 2009 sat øget fokus på overgangsproblemerne

mellem natur/teknik (Undervisningsministeriet, 2009d) og de øvrige naturfag, som de bl.a. behandles i ovenfor nævnte udviklings- og forskningsprojekt.

Der er ingen tvivl om at en realistisk vej at gå med henblik på skabelsen af det fælles sprog er, som det blev praktiseret i MaTeam-projektet, at danne fagteam i fagene. I naturfagene bør man i forhold til den beskrevne overgangsproblematik danne fagteam der omfatter alle fire naturfag.

Udvikling af didaktiske mødesteder

En meget interessant del af MaTeam-projektet er lærerstuderendes deltagelse. Det er således lykkedes at få lærerstuderende som var forholdsvis langt i deres linjefagsforløb, til at medvirke i projektet. Det har dels givet de studerende mulighed for at komme i dialog med uddannede matematiklærere om matematikfaglige og matematikfagdidaktiske emner. Endvidere har de studerende inddraget MaTeam i deres afsluttende linjefagseksamen. Dette hænger meget fint sammen med den tredje idealtilstand som artiklen beskriver i forhold til karakterisering af et godt matematiklærerfagteam, nemlig at “[f]orskere, læreruddannere, matematiklærere og lærerstuderende samarbejder løbende om at udvikle en fælles forståelse for matematikundervisning.”

I 2007-2009 blev der på læreruddannelserne Blaagaard og Københavns Dag- og Aftenseminarium under CVU Storkøbenhavn, senere Professionshøjskolen UCC, i samarbejde med Ballerup og Gladsaxe Kommuner gennemført et partnerskabsprojekt hvori en lignende konstruktion indgik. Partnerskabsprojektet var et udviklingsprojekt som havde til formål at fremme en bedre og mere professionsrettet praktik for de lærerstuderende i et samarbejde mellem kommunerne og læreruddannelsesinstitutionerne. I projektet indgik to natur/teknikhold fra læreruddannelsen på henholdsvis Blaagaard og KDAS, deres undervisere i natur/teknik samt deres praktiklærere i natur/teknik på de tilknyttede praktikskoler. De centrale indholdselementer i partnerskabsprojektet bestod af:

- Forsøg med en særlig organisering af praktikforløbet så de studerende var tilknyttet samme praktiklærere og skole i praktikforløbene på 3. og 4. årgang.
- Bedre forberedelse af praktiklærerne gennem deltagelse i særligt tilrettelagt praktiklærerkursus forud for partnerskabsprojektet.
- En række “didaktiske mødesteder” som bestod af møder og workshoper med naturfagsdidaktisk relevans, som de tre parter – lærerstuderende, praktiklærere og læreruddannere – sammen skulle planlægge og gennemføre, og som skulle bidrage til øget sammenhæng mellem praktik og uddannelse og udvikling af en fælles naturfaglig kultur.

Partnerskabsprojektet blev ramt af en del organisatoriske problemer. Disse skyldtes i nogen grad de to forskellige kulturer der skulle mødes, nemlig de uddannede lærere i skolekulturen og de lærerstuderende og læreruddannerne i uddannelseskulturen – problemer som også nævnes i artiklen om Mateam, men som man her i højere grad har forstået at løse. Et godt bud på at man har haft bedre styr på disse problemer, er det tætte samarbejde med skolernes ledelse. Men det omtalte partnerskabsprojekt havde et godt potentiale, som det bl.a. fremgår af følgende citat fra evalueringen af projektet (Goldbech & Holm, 2010): "I Partnerskabsprojektet har der været fokus på en øget sammenhæng mellem uddannelse på uddannelsesstedet og praktikken i skolen. Læreruddannerne har således gennem de "didaktiske mødesteder" fået en øget indsigt i skolens hverdag. De "didaktiske mødesteder" vurderes til at have gode potentialer, og der har været flere gode eksempler på aktiviteter og formater, som har været frugtbare. Både praktiklærere og studerende giver således udtryk for, at de har fået størst udbytte af de didaktiske mødesteder, hvor udgangspunktet har været professionspraksis, enten i form af studerendes praktikerfaringer, praktiklæreres referat af evalueringspraksis eller udefra kommende input, der direkte kunne relateres til den konkrete undervisning i natur/teknik. Praktiklærerne har været meget glade for det introducerende praktiklærerkursus, og der ligger helt givet store potentialer i et sådant kursus. Både lærerstuderende og praktiklærere oplever det som meget positivt, når de gennem mødestederne har fået lejlighed for at lære hinanden at kende og arbejde sammen udenfor det egentlige praktikforløb, også her er der store potentialer for videre udvikling." Erfaringerne fra Partnerskabsprojektet bliver nu videreført på en række områder i læreruddannelsen på Blaagaard/KDAS.

Referencer

- Dale, E.L. (2008). *Pædagogik og professionalitet*. Aarhus: Forlaget Klim.
- Goldbech, O. & Holm, C. (2010). *Evalueringsrapport – partnerskabsprojektet, Praktik og natur/teknik 2007-2009*. København: UCC. Lokaliseret 20. oktober 2011 på <http://didak.ucc.dk/public/dokumenter/Afdelinger/didak/Evalueringsrapport%20Partnerskab.pdf>.
- Goldbech, O., Lassen, L.T., Paulsen, A.C., Strand, H., Ulrich, J. & Aabye, K. (2005). *Fra natur/teknik i 5.-6. klasse til biologi, Fysik/kemi og geografi i 7. klasse – Rapport over et udviklings- og forskningsprojekt*. Københavns Dag- og Aftenseminarium: ikke publiceret.
- Undervisningsministeriet. (2006). *Fremtidens naturfag i folkeskolen – rapport fra udvalget til forberedelse af en handlingsplan for naturfagene i folkeskolen*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2009a). *Fælles Mål 2009 – Biologi*. Undervisningsministeriets håndbogsserie, nr. 15, 2009. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet. (2009b). *Fælles Mål 2009 – Fysik/kemi*. Undervisningsministeriets håndbogsserie, nr. 16, 2009. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet. (2009c). *Fælles Mål 2009 – Geografi*. Undervisningsministeriets håndbogsserie, nr. 14, 2009. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet. (2009d). *Fælles Mål 2009 – Natur/teknik*. Undervisningsministeriets håndbogsserie, nr. 13, 2009. København: Undervisningsministeriet.

Har PISA tabt pusten?



Inge Henningsen, *eXbus*, DPU,
Aarhus Universitet

Abstract. For at kunne levere de rangordninger af lande som tydeligvis efterspørges hos beslutningstagerne og i offentligheden, har PISA valgt at basere sine analyser på et sæt af oversimplificerede modeller. I artiklen diskuteres nogle af de konsekvenser det får når de statistiske og datatekniske krav får forrang frem for de faglige samtidig med at der hos mange af deltagerne i de nationale PISA-konsortier synes at være en svigtende forståelse for de metodiske begrænsninger som de valgte analysemodeller medfører. Som eksempler ses der på undersøgelser af hvordan drenge og piger klarer forskellige opgavetyper, og på (mis)brug af kompetenceniveauerne til på papiret at identificere grupper af elever der ikke læser godt nok til at gennemføre en ungdomsuddannelse.

I kølvandet på offentliggørelsen af resultaterne fra PISA 2009 har resultaterne ikke givet de sædvanlige store overskrifter. Årsagerne kan være mange. S og SF har altid haft et ambivalent forhold til PISA. Efter ti år med regeringsmagten har de borgerlige svært ved at udnytte dårlige eller halvsloje resultater politisk. Samtidig sker der ikke rigtig noget nyt i PISA. Ranglisterne med lande, det primære formål med PISA, har vist sig alt for stationære til at de fortsat rigtig er interessante. At Danmark går fra en naturfagsscore på 496 i 2006 til 499 i 2009, eller at man flytter sig fra 15.- til 18.-pladsen i matematik, sætter ikke længere sindene i kog.

Trods dette spiller internationale læse/regneundersøgelser en væsentlig rolle i skoledebatten og har betydelig indflydelse på indretningen af de nationale skolesystemer. Det er derfor vigtigt at data fra sådanne undersøgelser bliver analyseret og fortolket professionelt og retvisende.

I forhold til PISA er der rejst mange spørgsmål vedrørende sammenligneligheden af testresultater på tværs af landegrænser og særligt om det er muligt at lave opgaver der er kulturelt og sprogligt neutrale, se fx Goldstein (2004) og Hopmann, Brinek & Retzl (2007). Der er imidlertid også problemer i meget af den nationale følgeforskning der udføres af PISA-konsortierne.

I takt med at interessen for de internationale rangeringer falder, rettes opmærksomheden andre steder hen. I Danmark i stigende grad mod udviklingen over tid i de

nationale scorer og undersøgelser af danske elevers præstationer ved forskellige opgavetyper. Men disse sammenligninger indeholder væsentlige metodologiske problemer som stammer direkte fra de greb som PISA har benyttet for at kunne retfærdiggøre udarbejdelsen af de nationale ranglister.

Raschmodellen

Problemet med at sikre sammenlignelighed på tværs af kulturer og uddannelsessystemer søges i PISA løst ved at udvælge opgavesæt inden for hvert af de faglige domæner matematik, læsning og naturvidenskab der på et empirisk grundlag (pilottestning) er valgt så de alle tester "de samme" færdigheder. Dette formaliseres ved at opgavebesvarelserne for hvert fagligt domæne skal kunne beskrives ved en endimensional item respons model (Raschmodel). Herved sikrer man entydigt bestemte nationale ranglister fordi PISA-scoren på meningsfyldt måde kan baseres på summen af rigtige besvarelser. Dette stiller imidlertid nogle helt særlige krav til de anvendte opgavesæt. Her skal alle opgaver nemlig "måle det samme". Det kan formaliseres i en række krav til opgaverne i sættet (se fx Kreiner, 2007):

- De målte færdigheder skal kunne repræsenteres ved en enkelt latent intervalskala.
- Ingen "differentiel item-funktion", dvs. at items (opgaver) skal fungere på samme måde for alle respondenter. Der må fx hverken være "pigeopgaver" eller "drengopgaver" i sættet, og items skal fungere på samme måde i forskellige lande.
- Sammenligninger mellem respondenter skal være principielt uafhængige af hvilke delsæt af opgaverne der inkluderes i prøven.

Vi skal se på hvad dette betyder for opgaverne. I PISA beskrives matematikdomænet eksempelvis ved *matematiske situationer, kontekster, idéområder, discipliner* og *kompetencer* (se Lindenskov & Weng, 2010, s. 85). Men uanset hvilke *idéområder* (rum og form, forandringer og sammenhænge, størrelser, usikkerhed) eller *matematiske discipliner* (tal, algebra, geometri, sandsynlighed, statistik) en opgave i PISA kommer fra, så skal den måle "dette samme" og fx være lige svær for to elever der er lige dygtige. Bemærk at dette naturligvis ikke gælder for alle matematikopgaver, men det er et krav til den samling af opgaver der sammen kan indgå i et prøvesæt hvis det skal analyseres med en Raschmodel.

I PISA forsøger man at opnå den homogenitet som Raschmodellen kræver, ved at lave en eller flere pilottest hvor man lader et antal elever regne opgaverne, og så fjerne de opgaver der ikke "passer sammen" med de andre. Hvis der er nogle opgaver som elever i de nordiske lande er særlig gode til at besvare, så kan de ikke være med

i sættet. Tilsvarende kan man hverken have “dreng-” eller “pigeopgaver” med i et opgavesæt. Man kan dog godt have opgaver der favoriserer elever fra et bestemt land. Men hvis man har det, så skal alle opgaverne favorisere elever fra dette land (oven i købet i samme grad alle sammen).

Ikke mange er i tvivl om at matematik og matematikkundskaber har mange forskellige dimensioner. Et forsøg på at beskrive dette er fx KOM-rapportens otte kompetencer (Undervisningsministeriet, 2002). De fleste vil også medgive at forskellige elever har deres styrke på forskellige områder, ligesom matematikundervisningen ikke lægger vægt på de samme ting i alle lande. Man kan også sige at eksistensen af alle de mange opgaver som ikke passer ind i PISA's Raschmodeller, er et empirisk “bevis” på at matematikkundskaber ikke kan beskrives med en “endimensionel latent variabel”. Raschanalysen benægter ikke dette. Den kræver bare at alle opgaver i et prøvesæt undersøger den samme latente dimension mens de lader alle de andre dimensioner ligge. Som det fremgår af det foregående, så lægger brug af Raschmodeller nogle betydelige begrænsninger på hvilke opgaver man kan inkludere i et prøvesæt. Brug af disse modeller har imidlertid også meget indsnævrende konsekvenser for hvilke forskningsspørgsmål man kan stille til data fra PISA-undersøgelserne.

Ikke-spørgsmål

Det følger af diskussionen i det foregående afsnit at visse forskningsspørgsmål ikke kan besvares når man analyserer data fra PISA, idet disse spørgsmål refererer til dimensioner som bevidst er fjernet ved testkonstruktionen. Eksempler på ikke-spørgsmål fra domænet matematik kunne være:

- Hvad karakteriserer items hvor piger scorer (relativt) højt?
- Hvad karakteriserer opgaver som er specielt vanskelige for de svage elever?
- Er der faglige områder hvor de danske elever er specielt stærke/svage?

Disse spørgsmål forudsætter nemlig implicit at matematik har flere dimensioner, og at det reflekteres i det anvendte prøvesæt. I modsætning hertil står konstruktionen af PISA-opgaverne hvor man gennem omfattende pilottestning forsøger at udelukke opgaver hvis de fungerer forskelligt fra land til land eller forskelligt mellem de to køn eller på anden vis er differentielle. Tilbage bliver et ensartet sæt af opgaver der tester en bestemt, men uspecificeret dimension i matematikkunnen.¹

1 Resultatet fremstilles imidlertid som et universelt gyldigt mål for matematikkunnen der kan bruges til rangordning af lande og forskellige grupper af elever.

“PISA fokuserer på matematik-kompetencer, som kan siges at være relevante for ethvert voksent menneske i et højt teknologisk demokratisk samfund.” (Lindenskov & Weng, 2004, s. 38)

Lykkes det for PISA?

Allerup (2005) har ved undersøgelse af læseresultater fra 2000 og 2003 vist at de brugte skalaer er skæve i forhold til køn. For nylig har Kreiner (2011) i en omfattende afprøvning af PISA's læseopgaver fra 2003 påvist eksistensen af differentiell item-funktion mellem lande. Han viser konkret at man kan finde to del sæt af de anvendte læseopgaver der placerer Danmark som henholdsvis nr. 3 og nr. 42 blandt alle lande, altså at landenes placering på PISA's rangliste er en funktion af hvilke opgaver der tages med i opgavesættet. Når PISA alligevel viser relativt konstante resultater fra år til år, kan det skyldes at opgavesættene i høj grad er de samme – og at nye opgaver vælges sådan at de passer med de gamle – men Kreiners resultater viser at et andet grundlæggende sæt af opgaver kunne have ført til en anden rangering.

Påvisningen af differentiell item-funktion i PISA's opgaver var egentlig ikke mit formål med at diskutere Raschmodellen. Derimod vil jeg beskrive min forundring over at PISA's forskere i mange af deres artikler forholder sig så afslappet til de grundlæggende modelkrav i PISA at de bygger deres forskning på at de ikke er opfyldt. Jeg har udvalgt nogle eksempler fra rapporten om PISA 2009.

I afsnittet om naturvidenskab diskuterer Sørensen & Davidsson forskelle mellem piger og drenge i PISA.

“Vores analyser i 2009 af de opgaver, som eleverne har løst, viser samme mønster som i 2006 i forhold til danske elevers præstationer. Piger og drenge klarer opgaver inden for Biologiske systemer på samme niveau, mens drenge er bedre inden for Teknologiske systemer, Fysiske systemer og Jordens og universets systemer. Piger klarer opgaver inden for Naturvidenskabelige undersøgelser bedre end drenge, men drenge er bedre til Naturvidenskabelige forklaringer. Dette sætter sig igennem i kompetenceområderne. Piger er bedre til området Anvende naturvidenskabelig evidens, men drenge er bedre til Identificere naturvidenskabelige spørgsmål og Forklare fænomener ud fra naturvidenskab.” (Sørensen & Davidsson, 2010, s. 121)

I dette citat giver forfatterne helt klart udtryk for at PISA-opgaverne i forhold til køn udviser differentiell item-funktion. Der er nogle opgaver der er lettere for piger, og nogle der er lettere for drenge. Hvis det er rigtigt, så holder Raschmodellen ikke, og så er det meningsløst at sammenligne pigers og drenges samlede scorer i naturvidenskab fordi den fundne forskel i drengenes favør udelukkende kan ses som et resultat af sammensætningen af prøvesættet. Hvis man havde valgt flere opgaver omhandlende pigeområderne *Naturvidenskabelige undersøgelser* og *Anvende naturvidenskabelig evidens*, så ville pigerne have klaret sig bedre, og vi havde fået et andet resultat i PISA 2009. Har man først konstateret at opgaverne fungerer forskelligt for piger og drenge, giver det ikke længere mening at sammenligne drenges og pigers totalscorer.

Man genfinder problemstillingen i undersøgelsen af matematik i PISA. Her skriver Lindenskov & Weng:

“Man kan her spørge, om der er særlige faglige områder, der motiverer og understøtter drengene, det være sig særlige kontekster eller opgaveformater. I PISA 2003 sås interessante variationer i præstationsforskellene mellem drenge og piger i Danmark. Præstationerne var svagest på området forandringer og sammenhænge, hvor der også var stor forskel på pigers og drenges præstationer. På området størrelser sås den mindste forskel på 9 scorepoint mellem piger og drenge, mens der på usikkerhed er en stor forskel på 22. Undersøgelser i danske klasserum vil sammen med nærmere analyser af datamateriale i PISA gennem årene være nødvendige for at forstå præstationsforskellene og deres variationer.” (Lindenskov & Weng, 2010, s.100)

I de to ovenfor omtalte situationer antages analyserne at svare på forskningsspørgsmål inden for henholdsvis naturvidenskab og matematik. Men det er kun meningsfyldt at spørge sådan på basis af PISA's materiale hvis man på forhånd går ud fra at opgaverne i PISA ikke opfylder det grundlæggende krav om fravær af differentiell item-funktion. Til det kan man sige at Allerups og Kreiners undersøgelser tyder på at der er differentiell item-funktion i PISA. Alligevel kan man undre sig over at centrale forskere i det danske PISA-projekt i deres forskning går ud fra at Raschmodellen ikke holder – uden at komme med nogen kommentarer til dette. Yderligere må man tage i betragtning at PISA-opgaverne ikke skal være repræsentative for problemerne i de forskellige sfærer, men tværtimod skal være tilpasset således at de trods forskellighed i testede områder, discipliner og kompetencer skal måle “det samme”. Derfor er PISA's opgaver på mange måder det dårligst mulige udgangspunkt for at undersøge forskelle fx mellem drenge og piger i matematik eller naturfag.

Opsummerende kan man sige at det at undersøge forskelle på piger og drenge på grundlag af PISA-opgaverne er at stille forskningsspørgsmål der er inkompatible med den grundmodel som PISA analyseres inden for, samtidig med at opgaverne i PISA næppe kan antages at være karakteristiske for forskellene mellem piger og drenge.

Kompetenceniveauer i PISA

Ud over testscorerne opererer PISA for hvert af domænerne med en række kompetenceniveauer. De angives at være beskrevet i form af de færdigheder som elever på det pågældende niveau antages at have. I det følgende beskrives niveau 5 i matematik.

“Elever, der præsterede på næsthøjeste niveau, 5, er karakteriserede ved at kunne arbejde med opstilling af modellering i komplekse matematikholdige situationer, for eksempel ved at kunne identificere muligheder og begrænsninger ved en model ud fra givne antagelser for opstillingen af modellen. Således kan eleven udvælge, sammenligne og vurdere,

hvilke strategier der er bedst egnede til at behandle et problem i relation til en eller flere mulige modeller. Elever på dette niveau udviser også indikationer på god forståelse og fortolkning af repræsentationer i problembehandling af de matematikholdige situationer.” (Lindenskov & Weng, 2010, s. 91)

Ovenstående beskrivelse forudsætter principielt en nøje sammenhæng mellem de krav opgaverne stiller, og de færdigheder eleverne har når de kan løse dem. Men i praksis er det sådan at opgaverne i PISA indplaceres på kompetenceniveauer alene ud fra elevscorerne, ikke ud fra deres indhold.

Peter Allerup har vist hvordan nogle opgaver skifter sværhedsgrad fra PISA 2000 til PISA 2003 (Allerup, 2005). Et eksempel er læseopgaven R067Q05. I PISA 2000 havde en gennemsnitlig OECD-elev en sandsynlighed på 38 % for at svare rigtigt på denne opgave. I PISA 2003 havde den tilsvarende elev 76 % chance for at svare rigtigt. Uanset at det er den samme opgave, så ligger den på to forskellige kompetenceniveauer de to år. Det er derfor svært at se hvordan det kan forenes med udsagn af typen “placering på “mathematical literacy” skalaen er foregået på baggrund af omhyggelige overvejelser af, hvilke typer af kompetencer der kan relateres til disse”. (Lindenskov & Weng, 2004, s. 48).

“Funktionelle analfabeter”

I Danmark har andelen af elever på det laveste PISA-niveau i læsning fået sit eget liv i uddannelsesdebatten. Her lyder det ofte at “17 % af de unge forlader folkeskolen uden at kunne læse og skrive”, til tider formuleret lidt mere forsigtigt som at “17 % ikke læser godt nok til at gennemføre en ungdomsuddannelse”, og i debatten er de blevet benævnt “funktionelle analfabeter”. Se mere i Henningsen (2008).

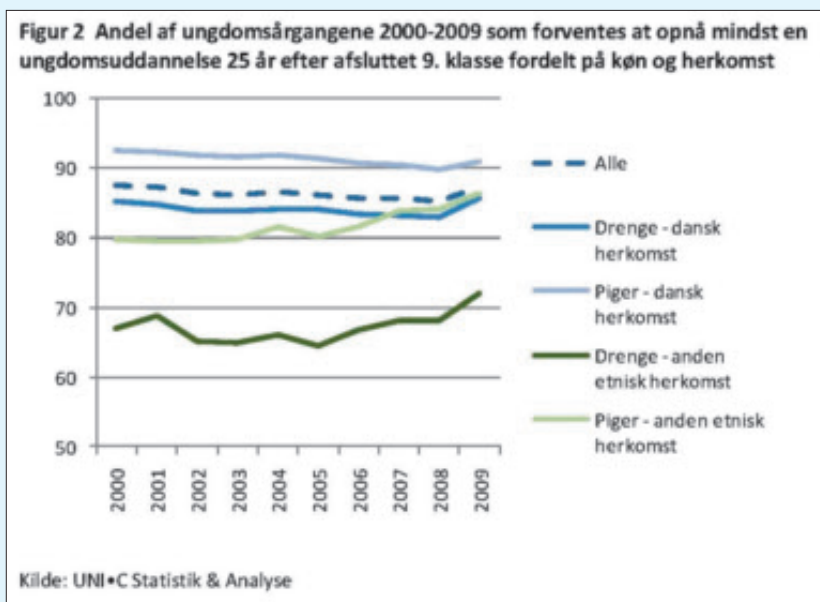
Udsagnet om “funktionelle analfabeter” stammer fra debatten om PISA 2003 hvor 17 % af de danske elever i læsning blev placeret på (eller under) det man betegner som laveste PISA-niveau. Disse elever fik den karakteristik at deres læsekundskaber ikke var gode nok til at de kunne gennemføre en ungdomsuddannelse. Problemet var bare at placeringen ikke sagde noget veldefineret om hvor godt eller dårligt eleverne læste. Sagen er nemlig at grænsen for niveau 1 i PISA fastlægges på grundlag af alle besvarelser fra OECD-landene, sådan at der altid skal være 18 % der ligger på eller under niveau 1. Om en elev falder over eller under niveau 1, siger altså kun noget om hvordan vedkommende læser i forhold til andre elever i OECD-landene, men ikke noget om hvordan eleven læser eksempelvis i forhold til kravene på en ungdomsuddannelse, der jo heller ikke er nogen entydigt bestemt størrelse – på tværs af lande og på tværs af uddannelser. Der foreligger heller ikke i dag – så vidt vides – systematiske danske eller internationale evidensbaserede undersøgelser af i hvilket omfang elever på de

forskellige PISA-niveauer faktisk kommer igennem ungdomsuddannelserne, eller hvilke konkrete krav disse egentlig stiller.

Det er fx betegnende at et af resultaterne fra PISA 2009 blev slået stort op: 50 % af alle elever med anden etnisk baggrund end dansk skulle have så dårlige skolekarakterer at de ikke kunne gennemføre en ungdomsuddannelse. Samtidig antages det i Undervisningsministeriets egne prognoser – baseret på gennemførelsestal fra tidligere år – at 77 % af disse unge i løbet af deres karriere vil gennemføre mindst en ungdomsuddannelse. Det er svært at se hvordan dette hænger sammen – og det gør det da heller ikke. I tekstboksen er de omtalte tal og argumenter vist i form af en fiktiv PISA-opgave.

En fiktiv PISA-opgave

Lykke og Asger diskuterer uddannelse. Lykke siger at der er en stigende tendens til at flere og flere drenge falder ud af uddannelsessystemet. Asger siger at han er uenig, og henviser til følgende tabel, der er udarbejdet for undervisningsministeriet af UNI-C Statistik og Analyse.



- Hvem mener du har ret ud fra tabellen?
- Hvad kunne Asger sige som belæg for sin påstand?

Sufian har hørt på deres diskussion. Han siger at det har stået i avisen at ifølge den nye PISA-undersøgelse forlader 50 % af de tosprogede elever folkeskolen uden at

beherske de basale færdigheder til at kunne fortsætte på en ungdomsuddannelse. Ud fra figuren mener han ikke at det kan passe.

c) Hvad kunne Sufian sige for at underbygge sit synspunkt?

Svar på fiktiv PISA-opgave

a) Asger har ret.

b) Figuren viser at andelen af drenge der har gennemført en ungdomsuddannelse, har ligget næsten konstant siden 2001, og at svingningerne ligger inden for hvad man ville forvente i en fremskrivningsmodel.

c) Figuren viser at i perioden efter 2000 forventes over 70 % af en årgang elever af anden etnisk herkomst at få mindst en ungdomsuddannelse. Dette modsiges PISA's påstand om de tosprogede elever.

Referencer:

Information. (marts 2011). *Tosprogede elever halter stadig bagefter*. www.information.dk/telegram/263612.

Lange, T. *Hvor stor en andel af en årgang forventes at få en uddannelse?*. <http://uvm.dk/service/Statistik/Tvaergaaende/Andel%20der%20faar%20uddannelse.aspx>.

Perspektiver

PISA er primært et politisk projekt der skal "forsyne uddannelsespolitikere, uddannelsesadministratorer og praktikere med en omfattende vurdering af læringsresultater ..." (Egelund, 2007, s.6). For at kunne levere de rangordninger af lande som så åbenbart efterspørges både hos beslutningstagere og i offentligheden, har PISA valgt at basere sine analyser på et sæt af oversimplificerede modeller. Men det har sin pris. Jeg har i artiklen forsøgt at diskutere nogle af de konsekvenser det får når man lader de statistiske og datatekniske krav få forrang frem for det faglige samtidig med at der hos mange af deltagerne i de nationale PISA-konsortier synes at være en svigtende forståelse for de metodiske begrænsninger som de valgte analysemodeller medfører.

Referencer

Allerup, P. (2005). PISA præstationer – målinger med skæve målestokke? *Dansk Pædagogisk Tidsskrift*, 53(1), s. 68-81.

Egelund, N. (2007). *PISA 2006 undersøgelsen – en sammenfatning*. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.

- Goldstein, H. (2004). International Comparisons of Student Attainment: Some Issues Arising from the PISA Study. *Assessment in Education*, 11(3), s. 319-330.
- Henningsen, I. (2008). Holder PISA, hvad PISA lover? *Pædagogisk Psykologisk Tidsskrift*, 48(5-6), s. 380-394.
- Hopmann, S.T., Brinek, G. & Retzl, M. (red.). (2007). PISA zufolge PISA – PISA According to PISA. Berlin: LIT Verlag.
- Kreiner, S. (2007). Itemanalyse af matematikprøven. I: M. Hermansen (red.), *Skolens gode og onde cirkler*, s. 366-373. Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- Kreiner, S. (2011). *Is the Foundation under PISA Solid? A Critical Look at the Scaling Model Underlying International Comparisons of Student Attainment*. (under udgivelse).
- Lange, T. (2011). *Hvor stor en andel af en årgang forventes at få en uddannelse?*. Lokaliseret 05.09.11 på: <http://uvm.dk/service/Statistik/Tvaergaaende/Andel%20der%20faar%20uddannelse.aspx>.
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2004). Matematisk kompetence. I: J. Meiding (red.), *PISA 2003 – Danske unge i en international sammenligning* (s. 35-89). København: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2010). Matematik. I: N. Egelund (red.), *PISA 2009. Danske unge i international sammenligning. Bind 1 – Resultatrapport* (s. 83-104). København: DPU, AKF, SFI.
- Sørensen, H. & Davidsson, E. (2010). Naturvidenskab. I: N. Egelund (red.), *PISA 2009. Danske unge i international sammenligning. Bind 1 – Resultatrapport* (s. 105-121). København: DPU, AKF, SFI.
- Undervisningsministeriet. (2002). *Kompetencer og matematiklæring*. København.

Svar på Hans Bays kritik af de danske PISA-rapporters håndtering af PISA-undersøgelserne



Niels Egelund, AU



Lena Lindenskov, AU



Chantal Pohl Nielsen, AKF

Hans Bay (2011) kommer i *MONA* med en kritik af vores håndtering af PISA-undersøgelserne i Danmark som vi hermed svarer på. Kritikken går på to forhold, udviklingen i matematikscore i 2009 og analysen af sammenhængen med klassestørrelser. Vi behandler nedenfor disse to kritikpunkter hver for sig.

Udviklingen i matematikscore

Hans Bay skriver: “Der synes ikke at være nogen umiddelbar forklaring på det klart signifikante fald i matematik. Endvidere er der i rapporten kun fokuseret på kvantitative opgørelser. Der er ingen didaktiske analyser af opgaverne, herunder sammenlægning/oversættelse af opgaver. Det er selvfølgelig vanskeligt at lede efter noget man ikke kender, men det må påhvile konsortiet at man bruger en del ressourcer på at lede efter forklaringer på en så dramatisk ændring.”

Det lyder videre: “Ej heller i Lindenskov & Weng (2011) er der nogen særlig omtale af, at Danmark er faldet signifikant. Her kunne man ellers forvente at der havde været fokuseret på de kompetencer/domæner hvor faldet havde været størst.”

Hvad det første citat angår, er vores kommentarer at vi er helt enige i at nedgangen burde undersøges nærmere. Hans ved imidlertid fra sin tid som afdelingsdirektør i SFI

Survey og medlem af PISA-bestyrelsen i Danmark at vi får data i starten af august og skal analysere og rapportere dem med offentliggørelse i starten af december samme år. Vi har altså godt tre måneder fra datamodtagelsen til deadline fra forlaget der har udgivet de to rapporter på i alt 367 sider, hvorfor der slet ikke er tid til at foretage kvalitative didaktiske analyser. Sådanne analyser må, hvis de skal have værdi, lægges efterfølgende, og det må i øvrigt medgives at der kunne gøres mere på denne front, men som med så meget andet er det et spørgsmål om allokering af ressourcer, og det bliver dermed skal-opgaverne der prioriteres først, og kan-opgaverne der kommer i anden række.

Vi mener dog at man med vores kapitel 3 i den tekniske rapport (Egelund, 2010b), side 109-133 om framework og opgaver, kan konkludere at PISA er i relativt god overensstemmelse med Fælles Mål 2009, og at resultaterne derfor ikke kan automatafvises med at det er noget det store udland og ikke dansk skole har interesse i. Der er ikke kommet nye matematikopgaver fra PISA 2003 til PISA 2009, og fordelingen mellem kategorier af opgaver er bevaret – se side 118 og tabel 3.1, teknisk rapport. På engelsk bruges udtrykket “broadly maintained”. Det internationale konsortium undlader som i 2006 at opdele matematikresultaterne 2009 i subscales – se PISA 2009 Assessment Framework, OECD (2009), side 120.

Vi har imidlertid beregnet forskelle mellem rigtighedsprocenter i 2006 og 2009 på enkelt-items og på grupperinger af items, og der er en generel nedgang. Dette er ikke offentliggjort da vi følger det internationale konsortiums beslutninger. Det er didaktisk interessant at danske og finske elevers præstationer i 2003 – hvor det kunne afgøres – var jævnt fordelt på idéområderne, og det refererer vi da også på side 117-118 i den tekniske rapport.

Om citat 2 skal det blot konstateres at Lindenskov & Weng (2011) har skrevet en helt anden artikel end det Hans Bay forventede: Fx bygger artiklen “Matematikken i PISA – i didaktisk perspektiv” på sekundæranalyser af data om enkelt-items fra PISA 2003; artiklen bruger ikke data fra 2006 og 2009 og ser ikke på faldet.

Vi kan til slut spørge os selv om vi har underspillet betydningen af det signifikante fald i matematik fra 2006 til 2009. Det har vi måske, men når der ikke er sket betydelige ændringer på matematikområdet i dansk skole over de sidste tre år, er det uforsigtigt at råbe “katastrofe” da vi ved hvordan det let kan fortolkes i den politiske debat. Vi mener at det er mere forstandigt at notere sig en nedgang og så i øvrigt vente med dommedagstorden til vi ser resultaterne for matematik i 2012, hvor matematik oven i købet er hoveddomæne.

Da vi i 2006 så en signifikant stigning i naturvidenskab, var vi naturligvis begejstrede da den med stor sandsynlighed kunne kobles sammen med at de elever som blev testet i 2006, var de første i danmarkshistorien der havde haft natur/teknik fra 1. klasse. Stigningen holdt sig da også i 2009.

Klassestørrelsen

Hans Bay har på dette område nogle meget gode observationer. Den variabel man har, og som vi bruger, rummer usikkerhedsmomenter. Elever fra samme klasse kan have givet forskellige svar på antallet af elever i deres klasse i dansktimerne fordi de har husket forkert eller har været undervist på hold. Vi har ikke oplysninger fra klasselæreren at sammenligne med, men variationen må forventes at være begrænset da dansktimer som hovedregel må forventes at bestå af "stamklassen", og når man ser på fordelingen i figur 5.5.3 (Egelund, 2010a), ser man da også et billede der svarer helt til fordelingen af klassestørrelser i danske skoler. Selvom man brugte nogle "grovere" inddelingskategorier, ville man få samme struktur frem i data som afbildet i figuren.

Spørgsmålet om afvandring til efterskoler er også relevant. Det gælder imidlertid at efterskolerne især rummer 10.-klasses-elever og efterhånden har næsten lige så mange elever på det klassetrin som de offentlige grundskoler. Det fremgår af Undervisningsministeriets hjemmeside at knap 60 % af efterskolernes elever går på 10. klassetrin. For 9. klasse er efterskoleandelen 13 %, og man kan derfor forvente at der i gennemsnit vil forsvinde to elever ved overgangen fra 8. til 9. klasse. Det kan ved små, tosporede skoler føre til at to klasser slås sammen til en klasse, men det sker meget sjældent da både lærere, forældre og elever er meget imod opbrydning så tæt på folkeskolens afgangsprøve. Der findes ingen centrale oplysninger om forekomsten af klasesammenlægninger, og det er derfor ikke muligt at vurdere indflydelsen herfra.

Hans Bay kan muligvis have ret i at vi burde have afstået fra at lave disse databeskrivelser. Vi kunne måske også have været endnu mere eksplicite om vores forbehold. Ikke desto mindre står der på side 174 (Egelund, 2010a): "Det er vigtigt at understrege, at vi med disse resultater *ikke* kan sige noget om årsagssammenhænge." Derefter gives der et eksempel på selektionsproblematikken, dvs. det forhold at fordelingen af elever på store og små klasser ikke er tilfældig. Ressourcestærke forældre kan fx vælge at tage deres børn ud af en dårligt fungerende klasse. Det påvirker i sagens natur klassestørrelsen, den sociale sammensætning og karaktergennemsnittet i både den klasse eleven forlader, og den klasse eleven kommer ind i. Når vi har taget analysen af klassestørrelsen med, er det fordi spørgsmålet altid dukker op i debatten, og hvis klassestørrelsen havde den helt afgørende betydning den ofte tillægges, ville den afspejles også i vores resultater. De undersøgelser der bygger på sikrere design, fortæller (Hattie, 2008) at reduceres antallet af elever i klassen med ti, øges karaktergennemsnittet med 0,3-0,4 point hvis man omregner til den danske karakterskala. Heinesen (2010) finder ved hjælp af danske data – og også ved kvasi-eksperimentelle metoder – at en stigning i klassestørrelsen på ti elever mindsker afgangskaraktererne med et halvt point (efter 13-skalaen) i faget fransk. For nylig har Holm & Jæger (2011) gennemgået den danske og den internationale litteratur på området og konkluderer at resultaterne fra eksperimentelle og kvasi-eksperimentelle studier viser at der er en

negativ effekt af klassestørrelse på elevers læring, men samtidig at denne effekt er forholdsvis lille. Det er med baggrund i disse forbehold for selektionsproblematikken at vi i PISA-rapporten – både i hovedteksten og i sammenfatningen – understreger at det ikke er muligt at sige noget om kausalitet. I sammenfatningen på side 12 står der: “De klasser, som er små, kan være det, fordi forældre til fagligt stærke børn måske har valgt at flytte dem til andre skoler, og det reducerer det gennemsnitlige faglige niveau i den oprindelige klasse”. Der er med andre ord taget forbehold for at de beskrivende resultater netop ikke mis- eller overfortolkes.

Referencer

- Bay, H. (2011). De danske PISA-rapporters håndtering af PISA-undersøgelserne. *MONA*, 2011(3), s. 79-84.
- Egelund, N. (red.). (2010a). *PISA 2009 – Danske unge i en international sammenligning. Bind 1 – Resultatrapport*. Frederikshavn: Dafolo.
- Egelund, N. (red.). (2010b). *PISA 2009 – Danske unge i en international sammenligning. Bind 1 – Teknisk rapport*. Frederikshavn: Dafolo.
- Hattie, J. (2008). *Visible Learning. A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. NY: Routledge.
- Heinesen, E. (2010). Estimating Class-Size Effects Using Within-School Variation in Subject-Specific Classes. *Economic Journal*, 120(545), s. 737-760.
- Holm, A. & Jæger, M.M. (2011). Effektmåling af uddannelse. *Samfundsøkonomen*, nr. 1, marts 2011, s. 18-24
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2011). Matematikken i PISA i didaktisk perspektiv. *MONA*, 2011(2), s. 56-69.
- OECD. (2009). *PISA 2009 Assessment Framework*. Paris: OECD.

I denne sektion bringes anmeldelser af og notitser om nye bøger, rapporter og andre væsentlige ressourcer inden for det matematik- og naturfagsdidaktiske felt. Læsere opfordres til at kontakte redaktionen med henblik på at få bragt anmeldelser og notitser. Indlæg er ikke genstand for peer-review.

Litteratur

Matematikfilosofisk lige ved og næsten

– *To halve bøger bliver aldrig rigtig en hel*



Mikkel Willum Johansen

*Anmeldelse af Ole Skovsmose og Ole Ravn:
Matematikfilosofi, Systime, 2011*

I mere end 20 år har Ole Skovsmoses *Ud over matematikken* været den eneste dansksprogede lærebog i matematikfilosofi. De sidste par år har vi så både fået Aksel Bertelsens *Når matematikken slår rødder* (2009) og Tinne Hoff Kjeldsens *Hvad er matematik?* (2011). Sidstnævnte er udgivet i Akademisk Forlags iittalastribede *Hvad er...?*-serie, og er en stil-sikker og velformidlet introduktion til matematikkens filosofi for den interesse-rede offentlighed. Førstnævnte er rettet mod undervisningen i gymnasieskolen, og består mere af historiske casestudier med filosofisk interesse, end egentlig matematikfilosofi (se anmeldelse i *Mona* 2010-3). De to bøger opfylder tilsammen mange af de behov man måtte have for undervisning i matematikfilosofi i gymnasieskolen, men ingen af dem er rettet mod undervisning på universitetsniveau.

Nu er Ole Skovsmose så på banen igen



og har i samarbejde med Ole Ravn op-dateret og udvidet *Ud over matematikken*. Resultatet er bogen *Matematikfilosofi*. Bogen er inddelt i fire emneopdelte dele, der for de tre førstes vedkommende tillige udgør en nogenlunde kronologisk gennemgang af hovedpunkterne i

matematikkens filosofi fra antikken til slutningen af det 20. århundrede. Første del behandler emnet 'Hvor er matematikken?' Under denne overskrift præsenteres antikkens græske filosofi med fokus på Platon, Aristoteles og Euklid. Herefter præsenteres renæssancetænkere som Johannes Kepler og Galileo Galileis opfattelse af naturen som matematisk struktureret (hvilket i bogen bliver til at matematikken *er* i naturen, hvilket nok kan diskuteres), og endelig præsenteres John Stuart Mills og Emmanuel Kants hhv. empiristiske og konstruktivistiske bud på matematikkens filosofi.

Anden del af bogen har overskriften 'Hvor sikker er matematikken?' og dækker den såkaldte grundlagskrise, dvs. den dominerende matematikfilosofiske tænkning fra midten af det 19. til midten af det 20. århundrede. Udover den uomgængelige gennemgang af formalismen og logicismen får vi her gode og grundige introduktioner til både Gottlob Freges matematikfilosofi, til ideerne bag Gödels ufuldstændighedssætninger og til den tidlige Ludwig Wittgensteins sprogfilosofi. Relevansen af sidstnævnte kan måske diskuteres, men der er bestemt idéhistoriske sammenhænge. Til gengæld nævnes ZFC kun *en passant*. Når man spørger, hvor sikker matematikken er, havde det nok været på sin plads med en lidt mere udfoldet diskussion af det aksiomsystem, der i dag udgør dens *de facto*-grundlag.

Bogens tredje del spørger, hvor social matematikken er. Svaret søges i en gennemgang af intuitionismen, samt Imre

Lakatos og den sene Wittgensteins matematikfilosofi. Man kan med rette spørge, hvad Lakatos og intuitionismen laver under den overskrift, men Wittgenstein hører bestemt hjemme her. Dog præsenteres han for mig at se i en forholdsvis konservativ udgave. Når man nu spørger, hvor social matematikken er, havde det måske været interessant at følge nogle af de mere radikale, socialkonstruktivistiske wittgensteinfortolkninger, som man fx finder dem hos Saul Kripke og David Bloor.

Bogens fjerde og afsluttende del er en diskussion af matematikkens forhold til det omgivende samfund. Delen har titlen 'Hvor god er matematikken?' og er forfatterens egne og mere selvstændige overvejelser over, dels hvorvidt det omgivende samfund påvirker matematikken, dels over hvilken praktisk og etisk betydning bedrivelsen af matematik har for det omgivende samfund.

Man mærker tydeligt, at der har været flere forfattere om *Matematikfilosofi*. Bogen foretager således nogle gevaldige stilistiske gearskift. Mest ublidt omkring side 63, hvor man som læser simpelthen får en helt ny bog i hånden. De to stilarter er så forskellige, at det er nødvendigt at anmelde dem hver for sig. I den første stilart, der primært kommer til orde frem til side 63, er formidlingen i top. Sproget er klart og flydende. Unødvendige fagudtryk undgås, og de, der er nødvendige, introduceres for læseren. Det er styrken ved denne del af bogen. Svagheden er det forbavsende lave akademiske niveau. Teksten fremstår for det meste

som en sammenskrivning af diverse sekundærkilder. Der er ingen originale pointer eller observationer, der afslører et dybt førstehåndskendskab til emnet. Det kunne sådan set gå an – der er jo tale om en formidlende bog, ikke om et originalt forskningsbidrag, så en sammenskrivning og fordanskning af den matematikfilosofiske sekundærkanon er måske ikke helt af vejen. Den panderynkende bekymring over afsnittet skyldes snarere brugen af internettet som kilde. Direkte citater fra bl.a. Aristoteles, Kepler og Berkeley er hentet fra online udgaver af deres værker og fra den for mig hidtil ukendte hjemmeside *New World Encyclopedia* (der med sloganet “Organizing knowledge for happiness, prosperity, and world peace” påstår at udgøre en mere autoritativ udgave af *Wikipedia*). Når der henvises til papirbøger, mangler flere af disse på litteraturlisten – jeg kunne i hvert fald hverken finde Euklid 2002, Platon 1961 eller Descartes 1993 på listen, og så er man jo sådan set lige vidt. Endelig henvises flittigt til *Wikipedia*, *Wikiquotes* og andre velmenende hjemmesider. Så flittigt, at man som læser ind i mellem får den snigende (og forhåbentlig fejlagtige) bekymring, at researchen til visse afsnit aldrig er kommet ud over internetbrowseren. Det sker fx når et afsnit om Kepler primært underbygges af artikler fra *The Galileo Project*, og når eneste reference på korte, biografiske introduktioner til forskellige tænkere er artikler på *Wolfram MathWorld*. Helt galt går det, når en artikel på *alchemyllab.com* benyttes som belæg

for Newtons interesse i alkymi. Brugen af internettet i denne del af bogen er så gennemført, at der tilsyneladende er tale om et bevidst valg. Et statement. Måske er det et forsøg på at vise, at viden er inden for et klicks rækkevidde for alle – også for masserne uden for Elfenbenstårnet. Måske skuer vi grant et glimt af fremtidens universitet, hvor biblioteker og andre langsommelige anakronismer forlængst er glemt. Jeg ved det ikke, men for mig at se er det bare dårligt akademisk håndværk. På den anden side set er jeg jo ikke faldet over åbenlyse fejl, så måske er det bare mig, der er gammeldags.

Bogens anden stilart er den diamentrale modsætning til den første. Teksten bygger på et grundigt og originalt studie af primærteksterne, og gennemgangen krydres med velvalgte citater – fra papirudgaver af værkerne! Der er her tale om seriøst akademisk håndværk af allerbedste skuffe. Problemet med denne del af teksten er, at det ind i mellem bliver for seriøst. Eller rettere: For akademisk. Lixtallet er tårnhøjt, og forfatterene bruger mange fremmedord og et ganske betydeligt teknisk begrebsapparat, der ikke introduceres for læseren. Man har på fornemmelsen, at teksten egentlig er henvendt til forfatterernes fagfæller. I hvertfald skal udenforstående (som fx universitetsstuderende) have en introduktion til begrebsapparatet for at få fuldt udbytte af teksten. Gymnasieelever vil være sat helt af. Teksten befinder sig desuden næsten udelukkende på det refererende niveau; vi får præsenteret en perlerække af filo-

sofiske positioner, men de diskuteres og vurderes næsten ikke. Der er også her tale om et tydeligt og bevidst valg fra forfatterens side, og der er da også både fordele og ulemper hvad enten man inddrager diskussion eller ej. Hvis teorierne også skal diskuteres bliver bogen selvfølgelig længere, men på den anden side er filosofi et diskussionsfag, ikke blot et fag hvor en række positioner skal læres udenad. Af den grund havde jeg nok foretrukket at prioritere diskussionen.

Efter eget udsagn er det *Matematikfilosofis* mål at give idéer til undervisningen på universiteter og gymnasier. Matematikundervisere med filosofisk interesse kan helt sikkert læse bogen med udbytte, omend gymnasielærerne nok vil kigge langt efter materiale, der kan bruges direkte i AT-forløb. Dele af bogen

er, med den rette introduktion, velegnet til undervisning på universitetsniveau. Det er sådan set godt nok – og så alligevel ikke. For *Matematikfilosofi* kunne have været den fremragende og langtidsholdbar lærebog i matematikkens filosofi og videnskabsteori, vi har ventet på så længe. Det akademiske niveau i den første del af bogen skulle bare have været højere, og formidlingen i den anden del klarere. Man må spørge sig selv, hvor redaktøren fra *Systeme* har været henne. De to forfattere har jo tydeligvis tilsammen kompetencerne både til at formidle og til at holde akademisk niveau, så hvorfor er disse ikke blevet udnyttet noget bedre? Nu er der kommet en god bog ud af noget, der let kunne have været fremragende bog, og det er egentlig en skam.

Visible Learning: Hvad ved man om hvilke faktorer der påvirker elever og studerendes læring mest?

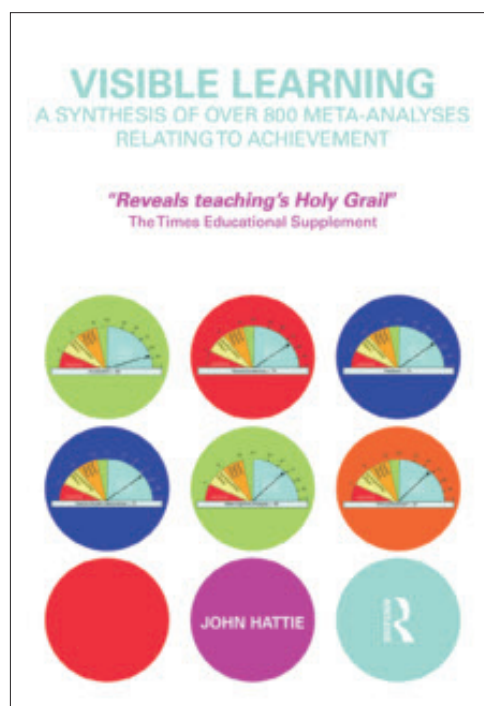


Birgitte Lund Nielsen, VIAUC & Center for Scienceuddannelse, CSE, Aarhus Universitet

Anmeldelse af John A.C. Hattie: Visible Learning – a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement. Routledge, 2009

Hvad ved man om hvilke faktorer, der påvirker elever og studerendes læring mest – i grundskole, gymnasium og videregående uddannelse og i flere fag, herunder matematik og naturfag; det er temaet i Hattie's ambitiøse bog. Bogen er baseret på en syntese af mere end 800 meta-analyser af 15 års forskning, altså en meta-meta analyse, der derved kommer til at bygge på over 50.000 studier.

Det korte svar på spørgsmålet, der har inspireret titlen på bogen, giver han allerede i en opsummering i kapitel 3, og det er: *Visible teaching and visible learning*; undervisning med eksplicite, udfordrende mål, som både lærer og elever forholder sig formativt evaluerende til,



med fokus på feedback og med aktive, passionerede og engagerede deltagere.

På side 22 skriver han: *"The remarkable feature of the evidence is that the biggest*

effects on students learning occur when teachers become learners of their own teaching, and when students become their own teachers". Dette overflødig gør ikke læreren, tværtimod præsenteres den enkelte lærer som den vigtigste enkeltfaktor, men før jeg vender tilbage til dette og andre udvalgte resultater fra bogen, vil jeg lige dvæle ved metoden meta-analyse: Giver metoden et forenklet syn på et ekstremt komplekst foretagende som undervisning og læring?

Til slut i anmeldelsen vil jeg inddrage særlige perspektiver ift. matematik – og naturfagsundervisning og perspektivere til det aktuelle naturfagsdidaktiske tema både lokalt og internationalt: Inquiry Based Science Education (IBSE).

Metoden meta-analyse

Hattie slår allerede i kapitel 1 fast, at hans mål *ikke* er at bidrage til den lange liste af forenkede "*what works*" opskrifter. Hans mål er at præsentere en måde at navigere i de komplekse forklaringer ved inddragelse og sammenligning af de mange forskellige faktorer. Forskningsresultaterne er *ikke* blevet forhåndssorteret efter metode-kriterier inspireret af gyldne standarder fra grundlæggende anderledes områder end uddannelsesforskning som i dele af review litteraturen, metaanalysen har inddraget både store og mindre interventionsstudier (forskning hvor der findes før og efter resultater).

I kapitel 2 præsenteres metoden, sammenligning ud fra effekt (betegnet d) meget grundigt; størrelsen d beregnes

som gennemsnit efter intervention minus gennemsnit før, divideret med en standardafvigelsesparameter, hvis $d < 0$ er har interventionen negativ effekt og hvis $d > 0$ positiv effekt. I kapitlet anvendes enkle eksempler med stor forklaringskraft, så det bliver et metodeafsnit, der giver appetit på fortsat læsning, og belyser den skepsis, jeg på forhånd kunne have ift. metoden. For naturligvis er der begrænsninger; Hattie nævner selv, at fokus specifikt er på læringsresultater (*achievement*), og at det naturligvis udelukker andre vigtige resultater af uddannelse, f.eks. medborgerskab og det vi vil kalde dannelse. Endvidere handler meget af den inddragede forskning om øget læring i forbindelse med innovationer, hvor en eller anden grad af øget lærings-effekt er næsten trivial: "*one only needs a pulse and we can improve achievement*" (s. 16). Han argumenterer ud fra dette på en overbevisende måde for *ikke* at bruge nul-effekt som reference, men derimod $d=0,4$. I argumentationen for at anvende metaanalyse, på trods af begrænsningerne, indgår, at der er brug for et barometer, der undersøger om de tusinder af forskellige nye undervisningsmetoder og andre innovationer er værd at lægge mærke til *i forhold til* mulige alternativer.

Bidrag fra elevbaggrund, skolefaktorer, lærer og undervisningstilgang

De næste kapitler er bygget op om med overskrifter med henvisning til hhv. elevbaggrund, skolefaktorer, lærer og undervisningstilgang, indtil det sam-

menfattende og perspektiverende kapitel 11, hvor Hattie igen starter med at distancere sig fra meta-analysers typiske tal-jonglering: *“Instead I aimed to build a model based on the theme of visible teaching, visible learning, that not only synthesized the existing literature but also permitted a new perspective on that literature”* (s.237), og jeg må medgive, at det i den grad har været min oplevelse fra læsning af de foregående kapitler, at jeg er blevet præsenteret for nye og til tider overraskende perspektiver hele tiden solidt funderet med statistiske referencer som en styrke til at opnå overblik.

Det er ikke nye færdige opskrifter vi har brug for, skriver Hattie, og her kan jeg som borger i Aarhus, hvor skolevæsenet i de seneste år har øremærket udviklingsmidler til arbejdet med læringsstile, ikke lade være med at starte med at citere fra s. 197: *“Learning strategies, yes; enjoying learning, yes; learning styles, no”*. Hattie konkluderer, at der ikke kan findes troværdigt belæg, der henfører øget læring til, at man diagnosticerer og tilpasser undervisningen ift. læringsstile (s.195-198)¹.

De tiltag med overbevisende effekt for elevernes læring der derimod fremhæves, handler ikke om (nye) koncepter, men om lærere der fokuserer på udvik-

ling af elevernes tænkning, argumentation, problemløsning og metakognitive strategier, med fokus på feed-back relateret til, hvad eleven allerede forstår eller misforstår – deres igangværende konstruktion af forståelse. Det ser også ud til at have stor betydning for elevernes læring, at denne type undervisning bedrives i et anerkendende klasserums-miljø, hvor fejl opleves som en styrke – et trin på vej til bedre forståelse. Den enkelte lærer bliver altså en afgørende faktor, variationer ser ud til at være *“within school not between schools”* (s.108), men Hattie tilføjer: *“it is the students themselves, in the end, not teachers, who decide what students will learn – we must attend to what students are thinking, what their goals are, and why they would want to engage in learning what is offered in schools”* (s.241).

Når resultaterne opsummeres som her, kan det måske virke meget overordnet, men det er absolut ikke min oplevelse, tværtimod er bogen kendetegnet ved stor detaljeringsgrad, f.eks. i gennemgang af effekten af helt konkrete undervisningstilgange hvor brug af begrebskort (s.168) og brug af *“worked examples”* (s.172) bare er to eksempler ud af mange, begge eksempler på metoder, der ser ud til at kunne kvalificere elevernes læring. *“Worked examples”* handler kort fortalt om lærerens illustration af en type problem, og trin i løsning af det, f.eks. i matematik. Det konkrete fokus og den store detaljeringsgrad i analysen, sammen med de nuancerede opsamlinger oplever jeg som en stor

1 Man kan læse mere om forskning i læringsstile i et andet spændende og grundigt review: Coffield, Moseley, Ecclestone og Hall, 2004. Mht. Århus skolevæsen og læringsstile se f.eks. www.folkeskolen.dk/ObjectShow.aspx?ObjectId=56009 eller www.aarhus.dk/da/omkommunen/organisation/Boern-og-Unge/PA/PI/Redskaber-og-inspiration/Laeringsstile.aspx

styrke. Der henvises i opsamling *ikke* til metoder som de nævnte som et koncept, men til kombination af forskellige metoder, der har fokus på feed-back og på at læringsstrategier bliver synlige for eleverne.

Perspektiver ift. matematik – og naturfagsundervisning

Resultater der drejer sig om matematik og naturfag inddrages specifikt så mange steder i bogen, at det vil komme for vidt at samle op på her. Jeg vælger i stedet at vælge et par eksempler ud, der kan perspektivere en meget aktuell diskurs indenfor vores område, nemlig IBSE. I en kommentar til en tidligere bragt MONA artikel (Østergaard, Haggelkjær, Sillasen, & Bavnøj, 2010) problematiseres det, at metoden lige pt. ser ud til at blive sat lig med *den* gode naturfagsundervisning, og med dette afsæt diskuteres om IBSE nu også er velegnet til at være stillads for *enhver* naturfagsundervisning (Sørensen & Thomsen, 2011). Forfatterne henviser til den forskning, der viser, at udfordringen ligger i koblingen fra elevernes erfaringer fra eksperimenter og undersøgelser til den generelle faglige sammenhæng. Disse resultater indgår også i afsnittet om “*inquiry*” i Hatties meta-analyse, og der samles op på, hvordan forskningen viser, at der ses større læringseffekt når det gælder *proces* end når det gælder det faglige *indhold* (s.209). Hatties konklusionen fra metaanalysen er dog: “*Overall inquiry-based instruction was shown to produce transferable, critical thinking*

skills (..)improved achievement, and improved attitude towards the subject”, men dette må ses sammen med den markante læringseffekt relateret til det han kalder “*direct instruction*”, som han også henviser til. Hattie understreger, at *direct instruction* ikke er en (kedelig) lærerdomineret forelæsning, men involverer skift mellem præsentation af nyt stof og målrettet guidning under *mindre* meget strukturerede elevafprøvningsrelateret til dette stof (s.204-207). Anvendelse af det nye stof på elevstyret problembaseret vis (ad. IBSE) er et sidste (vigtigt) trin i *direct instruction*; der hvor det lærte funderes, men som nævnt efter en meget struktureret og lærerstyret start. Samlet vurderer jeg, der præsenteres belæg for at understøtte IBSE som et spændende udviklingsområde, men i en kritisk nuanceret debat, netop som den Sørensen & Thomsen lægger op til.

Bogen kan anbefales til alle undervisere, men også – og ikke mindst – til policy-niveauet. Jeg har svært ved at forestille mig, at den kan bruges som belæg for flere forenkledede koncepter; bogens store styrke er grundigheden, den nuancerede fremstilling, og den kritiske forholden sig til den anvendte metode (metaanalyse).

Referencer

- Coffield, F., Moseley, D.V.M., Ecclestone, K. & Hall, E. (2004). Learning styles and pedagogy: A systematic and critical review. London: Learning and Skills Research Council.

- Hattie, J.A.C.(2009). Visible learning – a synthesis of over 80 meta-analyses relating to achievement. Oxon: Routledge
- Sørensen H. & Thomsen, A.V.(2011). IBSE – stil-lads for enhver naturfagsundervisning. MONA, 2011(1), 82-85
- Østergaard, L.D., Hagelskjær, J., Sillasen, M. & Bavnhøj, H. (2010). Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det? MONA, 2010(4), 25-43

Nyheder

I denne sektion bringes nyheder og annonceringer af arrangementer, konferencer mv. af ikke-kommerciel karakter. Redaktionen vurderer indsendte forslag, bl.a. ud fra deres relevans for MONA's læsere.

Tilmelding til Unge Forskere er i gang

Dansk Naturvidenskabsformidling melder om Unge Forskere 2012:

Er du lærer og har et par lyse hoveder i din klasse? Eller er du selv en ung, naturfaglig begavelse? Så er det nu, du skal ud af busken. Fra den 1. oktober er tilmeldingen til Unge Forskere 2012 i gang. Unge naturvidenskabelige talenter i alle aldre fra 0. klasse til 3. g kan dyste mod hinanden om kontante præmier for 225.000 kr. og en lang række rejser og spændende sponsorpræmier.

Tilmeldingsfrist er 1. februar 2012.

Læs mere og tilmeld jer på www.ungeforskere.nu – her kan du også tilmelde dig Unge Forskeres nyhedsbrev og deltage i konkurrencen om en iPad.

Følg også Unge Forskere på Facebook. Som noget nyt kan du tilmelde dig direkte på Facebook – og hvis du “synes om” Unge Forskere, får du de nyeste opdateringer og nyheder og deltager i konkurrencen om en iPad.

Kontakt Sune Gylling Æbelø, sg@formidling.dk

Dansk Naturvidenskabsfestival 2012

Dansk Naturvidenskabsformidling meddeler: Glæd dig allerede nu til næste års Naturvidenskabsfestival, der løber af stablen den 24.-28. september 2012. Temaet er *Alt det vi ikke ved*.

Dansk Naturvidenskabsfestival afholdes hvert år i uge 39. Temaerne og datoer ligger fast tre år ud i fremtiden. Kontakt

Dansk Naturvidenskabsformidling
Øster Voldgade 3, tv.
DK-1350 København K
www.formidling.dk
Telefon: 70208620

Gymnasielærerdag på KU den 3. februar 2012

De tre naturvidenskabelige fakulteter (Farma, Life, Science) afholder endnu en gang Gymnasielærerdag for gymnasiets naturfags- og matematiklærere på KUs Biocenter, denne gang fredag den 3. februar 2012. Temaet er også denne gang det samme som på Naturvidenskabsfestivalen (2012), nemlig *Alt det vi ikke ved* (jf. ovenfor). Nærmere oplysninger om program og tilmelding på <http://www.science.ku.dk/inspirationsdag>

Gymnasielærerdage på AU

Også Aarhus Universitets naturvidenskabelige miljøer afholder gymnasielærerdage. Se nærmere på <http://science.au.dk/nyheder-og-arrangementer/arrangementer/inspirationsdage-for-undervisere/gymnasielaererdag-faglig-inspirationsdag-for-gymnasielaerere/>

