



MONA

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

2006-2

*The Danish
University of Education*

**Danmarks
Pædagogiske Universitet**

MONA

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

MONA udgives af Danmarks Pædagogiske Universitet med økonomisk støtte fra Undervisningsministeriet.

Redaktion:

Henrik Busch, lektor, Inst. f. Curriculumforsk., Danmarks Pædagogiske Universitet (ansv. red.)
Sebastian Horst, konsulent, CND, Københavns Universitet (red.sekr.)

Lisbeth Bering, lektor, N. Zahles Seminarium
Jens Dolin, lektor, DIG, Syddansk Universitet
Nina Troelsgaard Jensen, lektor, Frederiksberg Seminarium
Keld Nielsen, institutleder, Steno Institutet, Århus Universitet
Mogens Niss, professor, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter
Paola Valero, lektor, Institut for Læring, Aalborg Universitet

MONAs kritikerpanel, som sammen med redaktionen varetager vurderingen af indsendte manuskripter, fremgår af www.dpu.dk/mona.

Manuskripter

Undervisere, forskere og formidlere opfordres til at indsende manuskripter til redaktionen med henblik på publikation i MONA. Manuskripter sendes elektronisk til redaktionen på mona@dpu.dk. Med mindre andet aftales med redaktionen, skal der anvendes en artikelskabelon i Word som findes på www.dpu.dk/mona. Her findes også forfattervejledning.

Abonnement

MONA udsendes kun til individuelle abonnemeter tegnet via www.dpu.dk/mona.

Produktionsplan

MONA 2006-3 udkommer september 2006.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 8. maj 2006.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 3. juli 2006.

MONA 2006-4 udkommer december 2006.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 22. august 2006.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 3. oktober 2006.

Kontakt

MONA
att. Henrik Busch
Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet
Tuborgvej 164
2400 København NV
mona@dpu.dk
www.dpu.dk/mona

Grafik og layout: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Tryk: narayana press

ISSN: 1604-8628

© MONA 2006

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 Artikler**
- 7 Naturfaglig praksis og spil-lignende læring
Rikke Magnussen & Carsten Jessen
- 27 Den sproglige dimension i naturfagsundervisningen
Helle Pia Laursen
- 47 Didaktiske miljøer for ligedannethed
Carl Winsløw
- 63 Budskaber om modellering i fysiklærebøger
Martin Niss
- 79 Kommentarer**
- 80 Arbejdet med fysik/kemi-prøven
Erland Andersen & Kurt Lorentzen
- 83 Læreren er gatekeeper
Lene Hybel Kofod
- 86 Fysik er også for piger
Katrine Krogh Andersen & Cathrine Fox Maule
- 90 Matematikvanskeligheder og regnehuller?
Lena Lindenskov & Peter Weng
- 93 Litteratur**
- 94 Test og kompetenceudvikling. Anmeldelse: *Folkeskolens afgangsprøve, december 2005, biologi*
Eigil Larsen
- 103 Oplæg til handlingsplaner for matematik og naturfagene i folkeskolen
Ni faglige foreninger i folkeskolen og læreruddannelsen anmelder
- 124 Nyheder**

Fra Redaktionen

Med udgivelsen af dette nummer har MONA været en del af det matematik- og naturfaglige uddannelseslandskab i ét skoleår. MONA blev til på baggrund af en 1-årig bevilling fra Undervisningsministeriet. Målet var i første omgang at etablere et tidsskrift med fokus på undervisning og uddannelse inden for matematik og naturfag og at udgive de første fire numre. Det har været højt prioriteret at skabe et forum for vidensdeling blandt undervisere på tværs af fagene og på alle niveauer i uddannelsessystemet, men også mellem undervisere, forskere og formidlere. MONA skulle være et slagkraftigt bidrag til at omsætte forsknings- og udviklingsarbejde til bedre undervisningspraksis.

På flere punkter er målene opfyldt. MONA udsendes nu til 5.100 abonnenter fra hele uddannelsessystemet. Således modtager ca. 1.000 lærere og studerende på seminarier og CVU'er tidsskriftet, mens det samme gør sig gældende for ca. 2.500 grundskolelærere. Kun en håndfuld gymnasier har ikke abonnement, og flere hundrede forskere og undervisere på de videregående uddannelser har valgt at modtage MONA. Redaktionsgruppen repræsenterer fem universiteter og to seminarier, og der er samlet et meget bredt funderet og engageret kritikerpanel, hvis medlemmer i det forløbne år ved kritisk og konstruktiv læsning af indkomne manuskripter har gjort et stort arbejde for at sikre et højt fagligt niveau i de publicerede bidrag. Hvad angår tidsskriftets udbredelse har MONA til fulde nået sin målsætning.

Vi har i de første fire numre trykt 18 artikler, der samlet set favner bredt inden for det matematik- og naturfagsdidaktiske område. PISA-undersøgelsens opgaver var i MONA 2005(1) genstand for en kritisk analyse, mens det i det efterfølgende nummer blev demonstreret hvordan elevernes præstationer inden for forskellige opgavetyper i samme undersøgelse kan bruges til at pejle sig ind på områder der trænger til særlig fokus i grundskolens matematikundervisning. Nye resultater fra igangværende empiriske forskningsprojekter er blevet præsenteret – med fokus på f.eks. natur/teknik-faget, skolebesøg på teknik- og naturvidenskabscentre og på rekrutteringen til tekniske og naturvidenskabelige uddannelser. Oversigtsartikler om naturfagsdidaktiske problemstillinger, unges interesse for naturfag og udfordringer til matematikkens didaktik har også fundet vej til MONAs sider.

Redaktionen har været positivt overrasket over den store interesse for at kommentere på de publicerede artikler. Indtil nu har vi trykt 14 kommentarer som har rummet supplerende, uddybende og kritiske overvejelser, og som alle har været saglige og båret af en vilje til at indgå i en faglig diskussion. Kommentarerne giver dynamik og understreger behovet for et forum hvor der kan foregå en saglig og vidensbaseret diskussion af forhold vedrørende matematik- og naturfagsundervisningen.

MONAs anmeldelsessektion har hurtigt udviklet sig fra "blot" at omfatte traditionelle anmeldelser af fagbøger til også at tælle analyser og vurderinger af f.eks. folkeskolens afgangsprøver og de nyligt fremsatte oplæg til handlingsplaner for matematik og naturfag i folkeskolen. MONA har her gjort sig til forum for saglige indspil til aktuelle uddannelsespolitiske diskussioner og bidrager forhåbentlig herved til at kvalificere uddannelsespolitiske beslutninger.

På indholdssiden er MONA således også kommet godt fra start, men vi er i redaktionen også bevidst om at vi her har en akilleshæl. Vi sætter stor pris på de mange artikler der er indsendt af aktive forskere på det naturfagsdidaktiske område, og som allerede har formået at demonstrere at der er en større bredde inden for feltet end vi i redaktionen var klar over. Vi har imidlertid et stærkt ønske om at supplere denne type artikler med bidrag fra "almindelige praktiserende undervisere" baseret på erfaringer med f.eks. udviklingsprojekter og anden forsøgsbaseret undervisning. Vi ved at der er et ønske blandt vores abonnenter om at supplere de mere akademisk orienterede artikler med tekster hvis indhold og pointer nemmere kan sættes ind i den enkelte undervisers daglige praksis. Vi vil gentage tidligere opfordringer til at kontakte redaktionen med skitser eller ideer til artikler af denne type. Man behøver ikke have en forskeruddannelse for at få publiceret en artikel i MONA!

Vi skrev i første nummer at vores virkelige succeskriterium er at MONA bliver læst og brugt. Vores artikler skal diskuteres over frokostbordet, de skal give inspiration til skolens fagteam og bruges i læreruddannelsen og på universiteternes didaktikkurser. Vi ved fra spredte tilbagemeldinger at MONA rundt omkring bruges på denne måde, men mangler endnu et samlet og veldokumenteret billede. Derfor vil vi inden sommeren for alvor er over os, gennemføre en internetbaseret brugerundersøgelse blandt abonnenterne med henblik på at justere og videreudvikle den redaktionelle linje.

I skrivende stund er MONAs fremtid uafklaret, og dette er indtil videre det sidste finansierede nummer. Den oprindelige bevilling fra Undervisningsministeriet dækkede som tidligere nævnt kun udgivelsen af fire numre. Redaktionsgruppen arbejder på i første omgang at kunne fortsætte med at udgive MONA i hele 2006 uden at opkræve betaling for abonnement. Det er dog sandsynligt at vi fra 2007 bliver nødt til delvist at abonnementsfinansiere udgivelsen.

Vi bringer i dette sommernummer af MONA fire artikler der spænder fra en beskrivelse af et igangværende udviklingsprojekt med fokus på brug af læringsspil, over en diskussion og analyse af sprogets betydning i naturfagene, en præsentation af et didaktisk redskab i form af teorien om didaktiske situationer til en analyse af brugen af modeller i fysiklærebøger. Vi bringer endvidere kommentarer til tidligere bragte artikler, en analyse af den digitale afgangsprøve i folkeskolens biologifag samt en række faglige foreningers anmeldelse af de nyligt udarbejdede oplæg til regeringens handlingsplaner for matematik og naturfag i folkeskolen.



I denne sektion bringes artikler der er vurderet i henhold til MONAs 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

Artikler

Naturfaglig praksis og spil-lignende læring

Rikke Magnussen

Learning Lab Denmark, Danmarks Pædagogiske Universitet

Carsten Jessen

Institut for Pædagogisk Antropologi, Danmarks Pædagogiske Universitet

Inden for de seneste år er der forsket i hvordan man ved hjælp af nye medier som computerspil eller it-støttede rollespil kan skabe nye typer af læringsmiljøer til skolens naturfagsundervisning. Artiklen præsenterer det it-støttede læringsrollespil Drabssag/Melved og de første erfaringer med brug af spillet i to 8.-klasser. Beskrivelsen præsenterer et eksempel på hvordan spil-lignende læringsrum kan understøtte læring af centrale elementer i naturvidenskabelig praksis.

Introduktion

Computerspil eller it-støttede læringsspil har inden for de seneste år været genstand for stor interesse. Spils evner til at engagere børn og unge har gjort design af spil der faciliterer konkret læring, til pædagogisk fokusområde. Forskere og udviklere på forskningsinstitutioner er kommet tættere på at forstå og udvikle nye typer lærings-spil der forener spilmediets læringspotentialer med konkret indhold til nye typer af undervisningssituationer (Squire, 2004, Magnussen & Jessen, 2004).

Spilmediet ses som et læringsredskab der med sin konstruktion af regler, interaktion og narrativitet kan understøtte udviklingen af faglige kompetencer. Hvordan dette konkret kan komme til udtryk i læringsspilprodukter, er fokus for den forskning der igennem de seneste år i Danmark har fundet sted bl.a. på IT-Universitetet i København og Learning Lab Denmark, Danmarks Pædagogiske Universitet. Her taler man om "spil-lignende" læring (game-like learning) (Gee, 2005, Squire, 2004). Spil-lignende læring bruges til at beskrive den læringsituation hvor teknologibaserede spil simulerer komplekse verdener eller sammenhænge og derved giver elever mulighed for at lære om et fagligt område gennem deltagelse i aktiviteter der simulerer en faglig praksis. Den teoretiske antagelse bag dette er at ethvert domæne af viden først og fremmest består af bestemte aktiviteter og bestemte måder at handle og interagere på som producerer måder at se, vurdere, erfare og være i verden på (Lave & Wenger,

1991, diSessa, 2000, Gee, 2005). Matematikere, jurister eller frisører har deres eget fagsprog, de handler og reflekterer på bestemte måder i deres fag, ligesom de betragter og vurderer omverdenen anderledes end folk der ikke er en del af deres fag.

I gode læringsspil kan deltagerne fordybe sig i aktiviteter, oplevelser og handlinger der tilhører en bestemt praksis, mens de samtidig guides mod at opnå større viden om denne praksis, som fx kan være byplanlæggerens komplekse verden eller naturvidenskabelig vidensproduktion (Gee, 2003, Gee, 2005).

Spil-lignende læring er centrum for forsknings- og udviklingsprojekter på bl.a. Center for Læringsspil på Learning Lab Denmark hvor målet er at udvikle en ny praksislæring i og uden for skolen. I perioden maj – december 2003 stod Learning Lab Denmark sammen med en gruppe spiludviklere og forlaget Maling Beck bag udviklingen af det kriminaltekniske rollespil *Drabssag/Melved*. Spillet er beregnet til undervisningsbrug i dansk, matematik, naturfag og samfundsfag i folkeskolens 7.- til 10.-klasser. Forfatterne af denne artikel deltog i udviklingen og følgeforskningen på projektet. Artiklen præsenterer spillet og observationer af et spilforløb i to 8.-klasser. Vi vil efterfølgende diskutere hvordan spil-lignende læring kan understøtte elevernes arbejde med centrale elementer af naturfaglig tankegang og arbejdsformer, herunder konstruktion af visuelle repræsentationer af viden. Disse observationer og analyser er de første i et længere studie af *Drabssag/Melved* og spil-lignende læring, og sidst i artiklen vil vi diskutere hvilke fremtidige perspektiver der er i brugen af disse læringsrum i naturfagsundervisningen.

Spillet *Drabssag/Melved*

Drabssag/Melved er et kriminalteknisk it-støttet rollespil hvor deltagerne spiller ansatte hos politiets rejsehold der sendes til den lille by *Melved* for at opklare fire forskellige drab. Under spillet er eleverne opdelt i fire hold der skal opklare hver deres sag, og i løbet af opklaringen finder spillerne spor som de skal undersøge ved hjælp af teoretiske og praktiske naturvidenskabelige metoder.

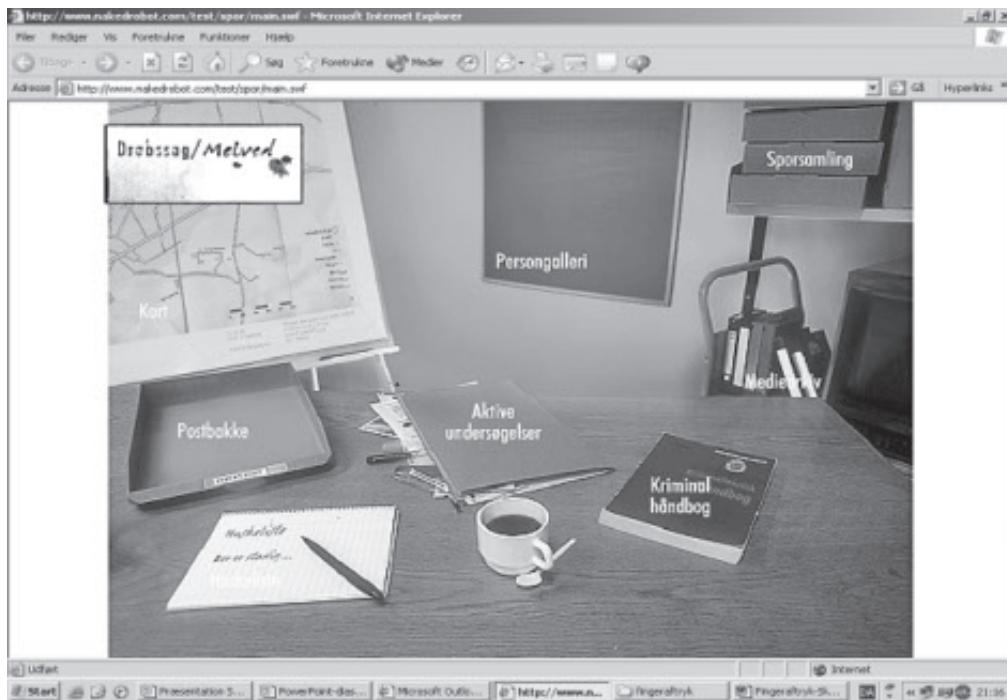
Spillets forløb er en blanding af fælles, opsamlende møder og opklarende arbejde i de fire efterforskningshold. Læreren starter med at introducere eleverne til emnet og arbejdsprocessen¹. De får at vide at de er kriminaltekniske eksperter, og lærer og elever diskuterer hvad dette arbejde indebærer. Eleverne bliver delt op i grupper og arbejder med en kort introsag der skal introducere dem til spillet. Herefter dannes nye grupper, og eleverne får udleveret den sag de skal bruge resten af ugen på at efterforske. Nu går det egentlige forløb i gang. Det indeholder følgende faser:

1 Side 3, *Lærervejledning til Drabssag/Melved* <http://spor.ter.dk/control/metodehaefte.pdf>

- *Kort, indledende møde*
Eleverne skal formidle et overblik over deres sag ud fra spørgsmål som: Hvem er død, hvor er det sket, hvem er de mistænkte?
- *Pressemøde*
Grupperne skiftes til at holde pressemøde med en gruppe journalister der stiller nærgående spørgsmål om sagen. Journalisterne er eleverne fra de øvrige grupper.
- *Arbejde i grupper I*
Her arbejdes på at skaffe og samle information om sagen og de involverede personer. Der arbejdes med tekniske undersøgelser af tilgængelige spor og faglig læsning af afhøringer.
- *Statusmøde*
Her fremlægges udviklingen i sagen. Det kan være viden om mistænkte, begivenheder eller spor. Der fremlægges også teorier om hvem der kan have begået mordet. Andre grupper kan stille spørgsmål til den fremlæggende gruppe.
- *Arbejde i grupper II*
Ud over arbejdet med spor og afhøringer arbejdes der med at underbygge eller afkræfte hypoteser. Gruppen forbereder sig til en rekonstruktion af mordet.
- *Rekonstruktion*
Eleverne fremlægger en rekonstruktion af begivenhedsforløbet som argumentation for deres teori.
- *Arbejde i grupper III*
Gruppen får adgang til de sidste afhøringer og får af- eller bekræftet om deres teori holder.
- *Anklageskrift*
Gruppen udformer et anklageskrift og beregner drabsmandens straf ud fra gældende paragraffer.

Rygraden i spilstrukturen er den politimæssige efterforskning spillerne skal udføre. Ved spillets start får spillerne via en internetopkoblet pc adgang til det interface der rummer al information om spillet². Interfacet er politimandens skrivebord, og her ligger bl.a. en sagsmappe der rummer de oplysninger de har adgang til i sagen, en kriminalteknisk håndbog med information bl.a. om hvordan de kliniske undersøgelser udføres, samt afhøringer på video af de mistænkte.

2 Drabssag/Melveds site: <http://spor.ter.dk>



Billede 1. Interface, *Drabssag/Melved*.

Til forskel fra traditionelle computerspil fungerer computeren ikke som den centrale base hvor eleverne primært arbejder. I *Drabssag/Melved* er computeren i stedet spillernes database hvor eleverne henter information om sagen og printer opgaver og tekster ud. Det meste af interaktionen, diskussionerne og samarbejdet om sagen foregår mellem eleverne i klasselokalet eller i skolens laboratorier hvor undersøgelserne laves. I løbet af forløbet gør læreren mere information tilgængelig på interfacet efterhånden som elevernes undersøgelser skrider frem og godkendes. Strukturen i spillet er således delvist givet af hvilke informationer spillerne har tilgængelig på skrivebordet og delvist gennem forløbet i klassen.

De kliniske undersøgelser foregår ved teoretisk behandling af data fra gerningsstedet, mens andre er deciderede laboratorieopgaver hvor eleverne f.eks. udfører kemiske analyser af spor af krudtslam fra de mistænkte hænder. Eleverne får i løbet af spillet adgang til videoafhøringer, kort fra gerningsstedet, spor og oplysninger af forskellig art og kommer på denne måde til at arbejde med tværfaglige aspekter af det politimæssige opklaringsarbejde lige fra praktisk arbejde med f.eks. fingeraftryk til kildekritiske vurderinger af vidneudsagn. Alle spor fra gerningsstederne skal undersøges ved hjælp af den kriminaltekniske håndbog som indeholder alt fra procedurer til kemiske test af spor, til paragraffer for opstilling af et anklageskrift.

Overordnet er læringsmålene i Drabssag/Melved at understøtte arbejdet med naturvidenskabelige arbejdsmåder, tankegange og systematiske undersøgelsesmetoder. Helt centralt skal spillets simulering af efterforskning understøtte at eleverne inden for de forskellige naturfaglige fag arbejder med undersøgende teknikker som er centrale elementer i naturvidenskabelig praksis og dermed relevante i forhold til trinmålene for disse klassetrin.

Drabssag/Melved i klassen

Forskergruppen har udført to test af spillet Drabssag/Melved med to forskellige 8.-klasser og deres lærer. 8. klassetrin var særligt interessant for testen da det er på dette klassetrin lærer og elever har bedst tid til at afprøve alternative undervisningsformer som f.eks. Drabssag/Melved, og derfor sandsynligvis er det klassetrin der vil være overrepræsenteret blandt kommende brugere.

Hver test var af en uges varighed, som også er den fulde spilletid for spillet. Begge test blev udført af en af forfatterne til denne artikel, Rikke Magnussen, der også har været tilknyttet udviklingsgruppen. Testene blev udført samtidig med udviklingsgruppens brugertest, men separat fra disse. Begge test i de to 8.-klasser foregik i skolernes naturfagslokaler. I klasse A var der 2-3 faste lærere til stede gennem hele testugen. Det var klassens dansk-, naturfags- eller matematiklærer. I klasse B blev spillet hovedsageligt kørt af en lærerpraktikant og en tilknyttet lærer.

Fokus for disse første observationer af spillet i klassen var at undersøge hvordan spillet understøtter arbejde med naturfaglig undersøgelsesmetode. Vi ønskede at undersøge hvad der sker i den direkte interaktion mellem spillere undervejs i spillet. Fokus for observationerne var diskussioner og teoridannelse mellem eleverne samt visuelle repræsentationer af viden og brugen af disse repræsentationer. Vi valgte derfor at lave videoobservationer med ét kamera under forløbet for at opfange hvad der sker i den direkte interaktion under spillet (Hiebert & Stigler, 1999). Observationerne blev suppleret af semistrukturerede interviews undervejs i spilforløbet og kvalitative interviews med deltagerne efter forløbet.

Som beskrevet tidligere er forløbet i spillet Drabssag/Melved opbygget som en vekselvirkning mellem orienteringsmøder og arbejde i grupper. Generelt var der aktiv interaktion mellem eleverne i begge testklasser. Medlemmerne i grupperne cirkulerede mellem hinanden indbyrdes og medlemmer af andre grupper, og resultater blev løbende diskuteret og sammenlignet.

Klasselokalet bar præg af en intens og koncentreret arbejdsproces hvor producerede plancher og skemaer blev hængt op og diskuteret grupperne imellem (billede 2).

De observationer der beskrives i denne artikel, er de første led i et større studie af spillet. Generelt har vi set at spillet skaber en kompleks læringssituation i klassen med



Billede 2. Diskussion mellem grupper om plancher og skemaer.

mange mulige analyselag som f.eks. lærer/elev-relationer eller brug af fysisk/virtuelt læringsrum. I denne artikel har vi dog valgt at fokusere på de værktøjer og visuelle repræsentationer af viden det har vist sig at eleverne producerer gennem forløbet. Beskrivelsen af hvordan de bruges i undersøgelsesprocessen, er et eksempel på hvordan det spilbaserede læringsrum kan understøtte arbejdet med naturvidenskabelig praksis. For overskuelighedens skyld har vi valgt at omtale grupperne fra eksemplerne som gruppe 1, 2 og 3.

Elevernes brug af visuelle repræsentationer

Gennem det meste af forløbet producerede og anvendte eleverne i de to klasser værktøjer og visuelle repræsentationer i deres præsentationer og arbejde med undersøgelserne. I senere observationer af spillet har vi observeret at produktion af visuelle repræsentationer synes at være et gennemgående træk, og at designet i disse er forskelligt fra klasse til klasse. De visuelle repræsentationer har dog tilsyneladende samme typer af funktioner i de forskellige klasser. De bruges:

- Til præsentationer

- Som et redskab internt i gruppen
 - til at systematisere viden
 - til at skabe overblik
 - som redskab i de interne diskussioner
 - videreudvikles som undersøgelsesprocessen skrider frem og illustrerer stadiet i undersøgelsesprocessen
- Som et centralt redskab i diskussioner og andet samarbejde på tværs af grupper

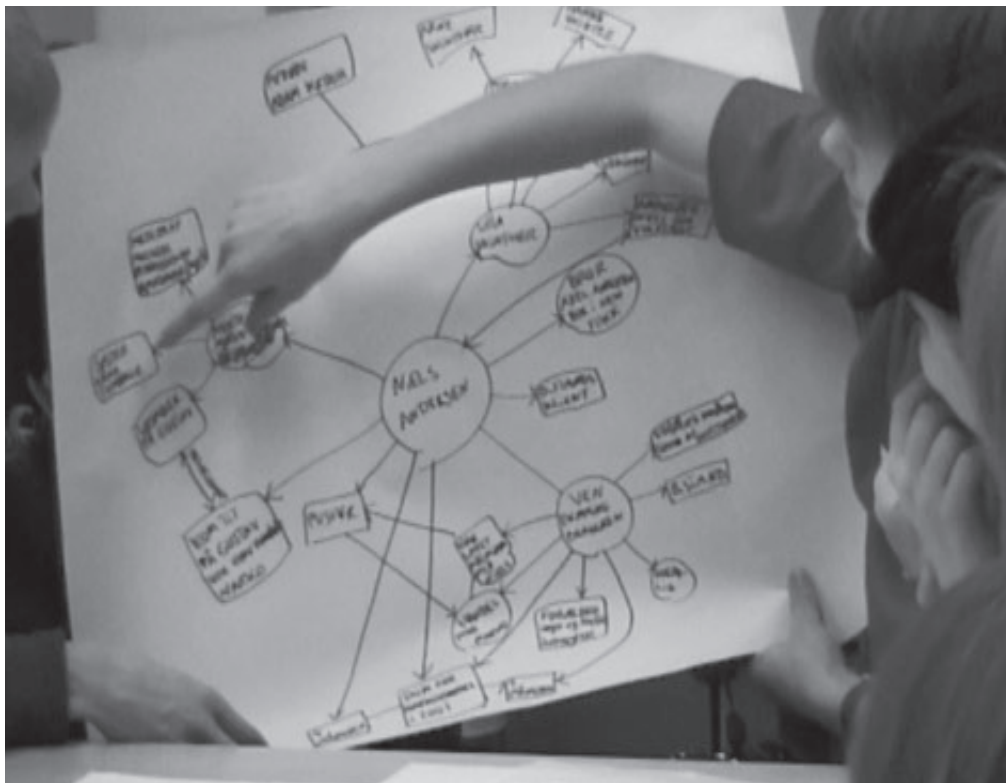
At visuelle repræsentationer er helt centrale i naturfaglig praksis, beskrives bl.a. af McGuin og Roth (McGinn & Roth, 1999). Repræsentationer som røntgenbilleder, kort, og diagrammer og modeller spiller en væsentlig rolle i skabelse og kommunikation af videnskab. Forskere skaber i de indledende faser af forskningsarbejdet repræsentationer som så undergår en serie af omdannelser i processen med at forstå et fænomen og senere forklarer fænomenet for andre i videnskabelige publikationer (Latour, 1987). Visuelle repræsentationer får ifølge McGinn & Roth mening gennem den praksis de produceres i, og studier af hvordan de bruges i videnskabelig praksis, er derfor centreret omkring såkaldte re-præsentationer, dvs. de kommunikative og omdannende processer der er på spil i skabelsen af visuelle repræsentationer, snarere end repræsentationerne som objekter. Det er i disse praktiske processer de naturvidenskabelige metoder og arbejdsformer kommer til udtryk.

Visuelle re-præsentationer er centrale for naturvidenskabelige forskere og ingeniører i kommunikationen og interaktionen inden for deres egen gruppe og med andre faggrupper. Re-præsentationerne giver et delt rum til interaktion der giver mulighed for at andre kan deltage i skabelsen af forskningen, og rum til at diskutere ud fra re-præsentationen og diskutere selve re-præsentationen (McGinn & Roth, 1999).

Visuelle repræsentationer har mindst tre funktioner i det videnskabelige arbejde. Først er de *inskriptioner* af fænomenet der undersøges, og af vigtige aspekter ved dette. De gør at den centrale viden i en undersøgelse kan aflæses og præsenteres, og åbner mulighed for at den kan flyttes og kombineres med anden viden til at forme nye repræsentationer.

For det andet fungerer visuelle repræsentationer også som *opmærksomheds- og samtalemæssigt fokus*. Naturvidenskabelige forskere og ingeniørers faglige diskussioner handler ofte om repræsentationerne. Repræsentationers tredje funktion er som *grænseobjekter* der koordinerer arbejde mellem grupper, tid og rum. F.eks. bruges ingeniørens tekniske skitser i et designprojekt til koordinering af arbejdet mellem andre ingeniører, teknikere og økonomiansvarlige med forskellige opgaver.

De repræsentationer vi har set eleverne producere gennem forløbet, har tilsyneladende nogle af de samme funktioner i undersøgelsesarbejdet som beskrevet i McGinn og Roth. I de følgende afsnit vil vi give eksempler på dette.



Billede 3. Gruppe 1 fremlægger diagram på første orienteringsmøde.

Visuelle repræsentationer som inskriptioner

Følgende eksempel er fra første møde i en af de testede 8.-klasser. Mødet er et første orienteringsmøde kort tid efter at klassen har fået udleveret deres sager. Opgaven er at orientere de andre grupper om hvilken sag man har fået, og formidle et overblik. De fleste grupper fremlægger de mange data de er blevet givet, ved delvist at læse op af materialet. Gruppe 1 fremlægger dog også deres sag ved hjælp af et diagram de har tegnet over den afdødes relationer til de mistænkte i sagen (billede 3):

Vi har Niels Andresen her (peger på en cirkel med navn i midten) som er ham der er blevet dræbt. Og der er ... alle er mistænkte. Flemming Berggren er mistænkt. Morten Møller og Ulla Winther (peger), og det er de tre der er rimeligt mistænkte. Og Niels Andersen, han er pusher, og han har før lavet kriminalitet med hans ven Flemming Berggren (peger), og de har nok – det ved vi ikke helt – men de har nok handlet med narko sammen, for de har fået en dom i 2001 for at handle med narko (peger). Niels Andersen fik 4 måneder, og Flemming Berggren fik 2 måneder. Flemming Berggren er også voldelig og på bistand og har et medlemskab af en skytteklub ...[...]

På tegningen har gruppen både indtegnet den afdødes relationer til de mistænkte, relationerne mellem de mistænkte samt beskæftigelse og tidligere domme. Afdøde repræsenteres som en cirkel i midten af tegningen, og de mistænkte er repræsenteret med en firkant med personernes navn.

Efter ovenstående situation roses gruppen af læreren, og de andre grupper opfordres til at producere lignende diagrammer til præsentation af deres sag. Efter mødet går grupperne i gang med at producere lignende persongallerier. Disse udvides af nogle grupper til også at indeholde viden om motiv, eller der tegnes flere diagrammer der er visuelle repræsentationer af forskellige typer viden. Fælles for disse er at de bruges til at skabe overblik over de vigtige aspekter i sagen og gør at den centrale viden i undersøgelserne kan aflæses og præsenteres på statusmøderne.

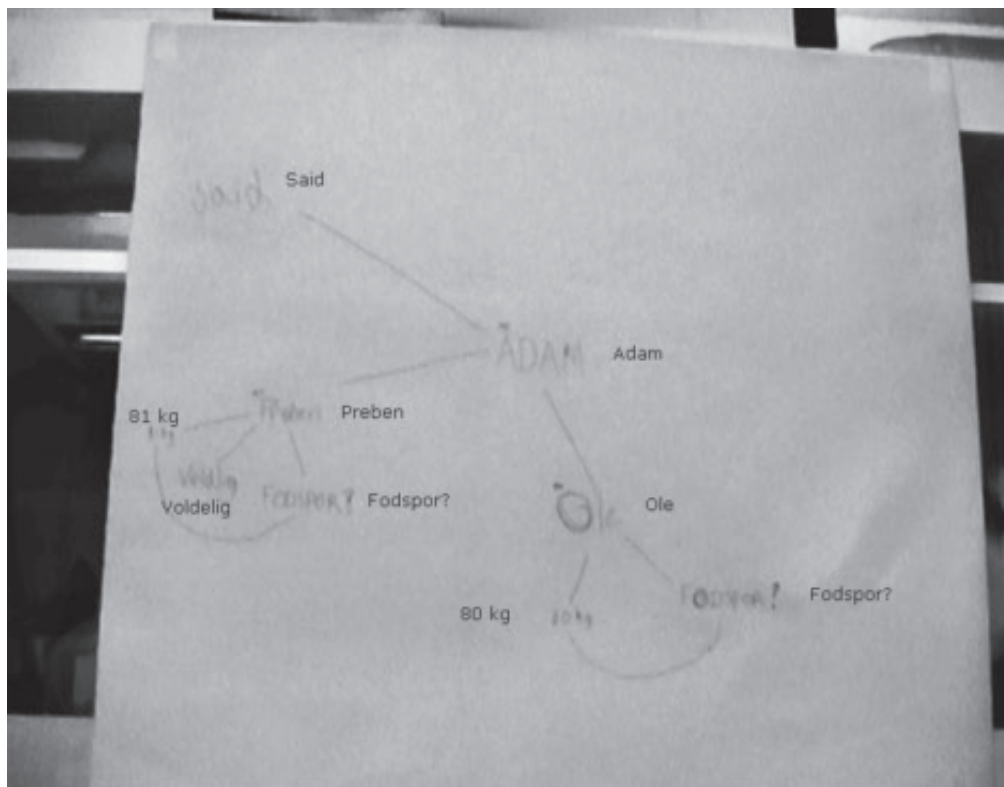
Efter den første halvdel af spillet hvor eleverne bl.a. gennem arbejdet med diagrammer og planer har dannet sig et overblik over sagen, skal de præcisere hvilke undersøgelser de skal lave for at komme videre. Denne fase af spillet er en blanding af afprøvning af hypoteser og tekniske undersøgelser hvor data kan pege i retning af den ene eller anden teori om drabet. Der skal håndteres flere typer data, og disse skal tolkes i forhold til eventuelle teorier.

Eleverne bruger også diagrammerne som et led i præciseringen af deres teorier i undersøgelsesprocessen. Nedenstående eksempel viser hvordan en gruppe har videreudviklet et indledende komplekst diagram med mange data til et mere simpelt med de centrale data på det trin eleverne befinder sig på i undersøgelsesprocessen. Her beskriver en pige fra gruppe 3 hvordan gruppen bruger de to plancher de har lavet. Den første planche (billede 4) er blevet lavet i første fase af spilforløbet. Planchen indeholder navnene på alle personer i sagen og hvilken relation de har til den afdøde. Den afdøde er repræsenteret med en central boks på tegningen hvorfra der er trukket linjer til bokse med navne på alle deltagerne i historien.

På den anden planche (billede 5) som gruppen arbejder aktivt med under interviewet, er afdødes navn også placeret centralt på planchen, men der er kun linjer til to navne. Det er de to hovedmistænkte sammen med en tredje der skrives på under interviewet. Gruppen er lige blevet færdig med undersøgelser af fodspor fundet på gerningsstedet hvor de har beregnet sig frem til gerningsmandens vægt. Disse data bliver skrevet på planchen og sammenlignet med de data gruppen har på de hovedmistænkte. En pige fra gruppen fortælle følgende i et interview:

Interviewer:

Men hvordan er den dér forskellig fra den derovre? (peger på de forskellige plancher).



Billede 5. Planche produceret på et senere tidspunkt i undersøgelsesprocessen. Adam er den dræbte, og Ole, Preben og Said er de hovedmistænkte.

redskaber og metoder vurderes, tilpasses og forbedres i forhold til opgavens mål.

Brugen af plancherne til forskellige formål er også et synligt eksempel på de sociale processer som det spilbaserede læringsmiljø genererer, og som i hele undervisningsforløbet spiller en væsentlig rolle. Plancherne er et fænomen der starter hos få elever, og siden breder sig blandt de øvrige. Under arbejdet med at løse spillets opgaver kommunikerer eleverne såvel inden for grupperne som på kryds og tværs af disse på klasseplan hvor idéer og metoder breder sig. Det sker dels i den formelle ramme, hvor eleverne over for hinanden skal præsentere delresultater, og dels i en mere uformel form, hvor eleverne henter idéer og tips fra hinanden gennem den løbende snak og ved at observere hinanden. Eleverne lærer således af hinanden i et læringsfællesskab eller læringsnetværk der opstår i klassen (Sørensen, 2001, Jessen, 2001b).

Visuelle repræsentationer som opmærksomheds- og samtalemæssigt fokus

De visuelle repræsentationer bruges også som redskab i gruppernes interne diskussioner. Et eksempel på dette er nedenstående situation fra tidligt i spilforløbet i klasse A i arbejdsperioden mellem orienteringsmødet og statusmødet. Her gennemgår en dreng



Billede 6. Diskussion af teorier i Marie Johansen-sagen.

og en pige fra gruppe 2 systematisk de tilgængelige oplysninger om alle personer i sagen. Som redskab bruger de det diagram de selv har produceret med den afdødes relationer, sammen med skemaer over de enkelte personer der skal udfyldes som en del af spillet. Drengen skriver de oplysninger ned som pigen giver ham fra tegningen. "Jens Kaspersen", som nævnes i det følgende, er en mistænkt kollega til den afdøde "Marie Johansen". "Anne Berg" er hendes søster, der også er mistænkt.

Dreng:

Så tager vi Jens Kaspersen.

Pige:

(peger på diagram) Jens Kaspersen. De arbejdede begge to i samme firma. Og Marie Johansen blev forfremmet, nok fordi hun havde et seksuelt forhold til chefen. Det sagde Jens Kaspersen. Og når Marie Johansen er død, og alt det her er overstået, så får han hendes stilling. Og der tror jeg også at det er derfor han er mistænkt. Men også Anne Berg ...

Dreng:

Nu skal vi ikke opklare mordet nu.

Pige:

Nej, men hun sagde at hun havde fortjent forfremmelsen fordi hun var meget dygtig i sit arbejde og gik meget op i det. Det kunne jo godt være fordi hun bare ikke ville virke som om det var hende der ville slå hende ihjel.

Dreng:

Ja, som forvirring.

Pige:

Det kan jo også være at hun slet ikke ved noget om det forhold. Og derfor skulle vi måske undersøge det med fodsporene, om det er mande- eller damefodspor. Det kan også være at hun har fået sin søn til at slå hende ihjel – hvem ved det?

Gruppen arbejder systematisk med at samle data i denne første fase. Diagrammet fungerer her som repræsentation for gruppens opsamlede viden om sagen. Det bruges som opmærksomheds- og samtalemæssigt fokus i den systematiske diskussion af mulige teorier om hvilke motiver den enkelte person kan have. Diagrammet bruges i diskussionerne ikke til at konkludere noget endeligt, men til at definere hvilke undersøgelser (måling af dybde af fodspor på gerningsstedet) der kan føre dem videre i sagen.

Visuelle repræsentationer som grænseobjekter

Diagrammet bruges ikke kun i de interne diskussioner i gruppen, men også i diskussioner af teorier på tværs af grupper. Plancherne bæres rundt i klassen og fungerer som fokus for diskussioner grupperne imellem og som bro for forståelse af hinandens sager og teorier. I dette eksempel diskuterer to elever fra hver sin gruppe teorier ud fra den ene gruppes diagram.

Pige (gr. 2):

(henter diagram hun har tegnet)

Du skal lige se vores. Den er enormt spændende. Hun blev skudt med jagtgevær. Og først, så troede vi ...

Dreng (gr. 1):

(limer egen planche mens han peger på planchen over sagen i gruppe 2)

Hvem blev skudt, hende der? (peger på den døde nav



Billede 7. Diskussion mellem medlemmer af to grupper.

Pige:

Ja, hun er blevet skudt med et jagtgevær.

Dreng:

Hmm.

Pige:

Hvorfor?

Dreng:

Så er det nok en eller anden der har været med i en jagtklub.

Pige:

Ja, for ham der går af og til på jagt (peger diagram). Har I noget om Poul Berg?

Dreng:

Nej.

Pige:

Har I noget med ham der?

Dreng:

Det er ham der er blevet dræbt i vores sag.

Efterfølgende går pigen tilbage til sin gruppe og fortæller resten af gruppen om teorien om jagtklubmedlemskabet, og ovenstående er både eksempel på hvordan eleverne bruger diagrammet som forståelsesbro i diskussioner grupperne imellem, og eksempel på hvordan de tager arbejdsformen på sig og arbejder med systematisk undersøgelsesmetode. Samtidig sker der i processen fra det første diagram er fremlagt af en gruppe, som beskrevet ovenfor, til den anvendes af andre, en udveksling af viden eleverne imellem. De udveksler således viden og idéer til opklaringsarbejdet i et socialt fællesskab der under forløbet udvikler sig til et praksisfællesskab (Wenger, 1998).

Diskussion

Vi har i det foregående kapitel beskrevet hvordan spillet Drabssag/Melved fungerer i de første studier af spillet i klasserne. Observationerne er de indledende i et længere studie af spillet der vil køre over de næste 2 år. Vi vil i det følgende diskutere hvordan spillet Drabssag/Melved understøtter centrale elementer i naturvidenskabelig praksis, og hvilke perspektiver der er i fremtidig forskning i spillet. Vi vil også brede diskussionen ud og beskrive den teoretiske baggrund for den pædagogiske anvendelse af spil og den simulerede praksis spillet danner rammen om.

Visuelle repræsentationer i naturfaglig praksis

Vi har ovenfor givet flere eksempler på hvordan eleverne producerer diagrammer og andre visuelle repræsentationer over den viden de har om den afdøde og de mistænkte. Hvis skolepraksis skal invitere til en mere autentisk naturfaglig praksis, skal skolerne ifølge McGinn & Roth stille rige muligheder til rådighed for at eleverne kan producere og bruge visuelle repræsentationer i undervisningen. De pointerer dog at det er essentielt at der er fokus på processen i produktionen og brugen af visuelle repræsentationer snarere end repræsentationer som et slutresultat. Visuelle repræsentationer er kun meningsfulde i relation til den situerede praksis de produceres og bruges i, og der skal derfor lægges vægt på den kommunikative og kollaborative del af praksissen, dvs. på arbejdet med re-præsentationer snarere end repræsentationerne som objekter. Klasserummet skal organiseres så det giver eleverne mulighed for i samarbejde at konstruere visuelle repræsentationer som kommunikationsredskaber (McGinn & Roth, 1999).

Elevernes brug af visuelle repræsentationer i de beskrevne spilforløb har mange

lighedspunkter med praksissen omkring produktion og brug af repræsentationer i naturvidenskabelig praksis, som McGinn og Roth beskriver. Repræsentationer i Melved fungerer både som inskriptioner der bruges til præsentationer, og som diskussionsobjekt mellem grupper når de bæres rundt i klassen. Samtidig så vi også et eksempel på hvordan en repræsentation blev redesignet undervejs, efterhånden som gruppen kom tættere på at have en teori om hvad der var foregået i deres sag. Denne proces har mange lighedspunkter med den indledende fase af forskningen, hvor de visuelle repræsentationer undergår en række omdannelser i processen med at forstå et fænomen.

I fremtidige studier vil det være interessant at undersøge hvilke kriterier eleverne skaber de visuelle repræsentationer ud fra. Er det f.eks. vigtigt at diagrammet er let at overskue, at det er en repræsentation af relationer mellem spillets karakterer og data fra undersøgelser, eller at det kan flyttes rundt i klassen som centralt redskab i diskussioner. Det er også væsentligt at se på hvilken betydning de fysiske rammer i klasserummet har for produktionen af og brugen af visuelle repræsentationer, herunder hvilken betydning tilgængelighed til tavler eller andre materialer har for hvorvidt eleverne producerer og bruger repræsentationer som dem vi har set i de første studier, og om forskellige fysiske rammer og redskaber stimulerer produktion af andre typer repræsentationer.

McGinn og Roth beskriver hvordan visuelle repræsentationer kun er meningsfulde i sammenhæng med den praksis de produceres og bruges i. Det kunne derfor være interessant at undersøge hvad der i den spil-lignende simulation af praksis igangsætter produktionen af visuelle repræsentationer; om det eksempelvis er referencer til politipraksissen eller graden af kompleksitet der er afgørende. Endelig kunne det være interessant at undersøge om man kunne tilføje elementer til spildesignet så det bliver en del af forløbet at eleverne også reflekterer over repræsentationerne og kriterierne for produktionen af dem.

Spilbegrebet og spil-lignende læringsrum

Drabssag/Melved skaber det vi har kaldt spil-lignende læringsrum. Vi vil afslutningsvis fokusere på dette i et mere alment pædagogisk perspektiv som en form for situeret læring. Indledningsvis skal det understreges at når man beskæftiger sig med spil som læremidler, herunder med computerspil, er det nødvendigt at præcisere spilbegrebet. Ikke alle spil og spilgenrer er anvendelige i undervisning, og spil er som alment kulturelt fænomen ikke læremidler, men redskaber der er skabt og anvendes med det formål at skabe legende socialt samvær, med kort- og brætspil som klassiske eksempler (Jessen, 2001a). Det er derfor ofte mere end vanskeligt at bruge fx computerspil til målrettet læring. Omvendt er læring som hovedregel et nødvendigt element i forbindelse med spil. Mange computerspil er uhyre komplekse og kræver lange læreprocesser,

men spillerne lærer for at spille og for at blive en del af det sociale samvær omkring spillene, ikke for at lære. Læring er således et middel, og legen er målet. I forbindelse med læringsspil er læringen målet og spillet et middel. Læringsspil er således ikke spil i traditionel forstand, men en særlig pædagogisk-didaktisk konstruktion der på én gang skal motivere eleverne, drive deres læreprocesser og skabe refleksion. Brugen af begrebet "spil-lignende læring" understreger dette.

Læringsmålene i Drabssag/Melved, udvikling af kompetencer inden for systematisk undersøgelsesmetode, er tæt forbundet med den simulerede praksis der udgør spillets ramme. Målet er at det fiktive it-støttede rollespilsunivers skal skabe en situation hvor eleverne kan interagere direkte i undersøgelsesprocessen og i den simulerede praksis fra politiets perspektiv – snarere end i en politirolle.

I et læringsperspektiv svarer dette til Lave og Wengers teori om situeret læring (Lave & Wenger, 1991, Wenger, 1998, Nielsen & Kvale, 1999). Teorien placerer læring i den sociale og praktiske kontekst som læringsmålet er en del af. Situeret læring bygger på idéen om mesterlære, hvor den lærende tilegner sig viden og kunnen gennem deltagelse i en bestemt praksis for gradvist at blive fuldgældige medlemmer af denne praksis (legitimate peripheral participation). Mesterlære er til stede i al undervisning, men Lave og Wenger fokuserer i teorien på hvilke sociale rammer og forpligtigelser der skaber den rigtige kontekst for at læringen kan foregå, snarere end at fokusere ensidigt på hvilke kognitive processer der er involveret, sådan som det ofte er tilfældet i teorier om undervisning. Denne læringsform medfører at

... de færdigheder, som erhverves gennem læringsprocessen, får en særdeles interaktiv og produktiv rolle. Den individuelle lærende opnår ikke en afsondret abstrakt viden som kan transporteres med og senere appliceres på andre kontekster. I stedet erhverver den lærende færdigheden i reelt at deltage i [arbejds-]processen. (Lave & Wenger, 1991, s. 14, vores oversættelse og tilføjelse)

Læringsituationen i Drabssag/Melved er ikke klassisk situeret, da læringen så skulle være sket i mesterlære hos politiet. Spillet gør i stedet ved hjælp af multimedier brug af en simuleret praksis som ramme for den efterforskningsproces der er spillets læringsmål. Hypotesen er at den genkendelige praksisramme (politieforsknings) skaber en meningsfuld indgang til læringen af den abstrakte proces (videnskabelig undersøgelse). Spillet understøtter, som i situeret læring og virkelighedens mesterlære, læring i en praksissammenhæng og ikke som en isoleret, abstrakt viden. Eleverne bringes med andre ord i en situation hvor de i en tilstræbt realistisk ramme skal anvende naturvidenskabelig viden som metoder og redskaber.

I spil-lignende læring udnyttes spilgenreens kombination af regler, interaktion og narrativitet således til at etablere en praksis hvori de lærende kan handle tilnærmel-

sesvis realistisk og samtidig få en feedback der guider dem videre i deres læreproces. I Drabssag/Melved består handlinger såvel af konkrete analyser og test hvor der anvendes naturvidenskabelige metoder, og af mere komplekse hypoteser som spillet be- eller afkræfter i forløbet.

Det afgørende nye i et pædagogisk perspektiv er netop dette rum for handling som for det første giver eleverne mulighed for dels at opleve naturvidenskabelig videns betydning og anvendelighed i praksis. I løbet af Drabssag/Melved mærker eleverne på egen krop at naturvidenskabelig viden og metoder er nødvendige. Eleverne får samtidig praktiske erfaringer med at opstille og teste naturvidenskabelige hypoteser på flere niveauer. De trænes altså i det naturvidenskabelige tankesæt, herunder i såvel induktiv som deduktiv tænkning.

I et videre perspektiv kan spil – i hvert fald potentielt – bidrage til at bygge bro over adskillelsen mellem skolen og praksis og dermed til løsningen af det grundlæggende problem for meget undervisning at læringen nødvendigvis foregår afsondret fra den praksis hvori det lærte skal anvendes. Det betyder at det kan være svært for mange elever at se det meningsfulde i læringsmålene, og meget tyder på at dette problem bliver stadig mere fremtrædende med de nye generationer af børn og unge (Tapscott, 1998, Gee, 2003).

Samtidig har teorien om situeret læring sat fokus på et velkendt men ofte fortrængt problem ved skoleundervisning, nemlig af en god del af vores viden på et givet felt er implicit og har form af know-how som vi kun kan anvende når vi praktiserer et fag og så at sige har tingene i hænderne. Der er tale om "tavs viden", et begreb der stammer fra Polanyi, som er ophavsmand til den meget citerede vending "vi ved mere, end vi kan sige" (Polanyi, 1983). Det gælder ifølge Polanyi for al viden og for enhver arbejdsproces at der altid er et større eller mindre element af viden og kunnen som ikke uden videre lader sig ekspliciteres, og som man heller ikke uden videre er bevidst om. Som vi nævnte indledningsvist, så kan gode læringsmiljøer give spildeltagerne mulighed for at fordybe sig i aktiviteter, oplevelser og handlinger fra en bestemt praksis og derigennem opnå ny og større viden om et fagligt felt. Spil-lignende læring synes netop at kunne skabe grundlag for at også de implicite, tavse processer kan udfolde sig i læringsrummet.

Den simulerede praksis som spil i kombination med teknologi har skabt nye muligheder for at udforme, giver den lærende mulighed for at engagere sig mere fuldstændigt i en videnskabelig undersøgelsesproces og ikke blot i passiv læring. James Paul Gee, der er en fremtrædende forsker på feltet, peger på at det afgørende er at den lærende påtager sig identiteten eller rollen som videnskabelig tænkner, problemløser eller praktiker:

Computerspillenes styrke er, på godt og ondt, forbundet med den måde hvorpå de smelter læring og identitet sammen (...). Hvis en spiller påtager sig hvad jeg kalder en

projektiv identitet overfor en virtuel karakter som han eller hun spiller i spillet, så skabes en form for identifikation med den virtuelle karakters verden, historie og perspektiv som bliver et stærkt læringsmiddel på mange forskellige niveauer. Det forholder sig sådan fordi spilleren ved at påtage sig en projektiv identitet projicerer sine egne håb, værdier og sin frygt over på den virtuelle karakter som han eller hun skaber i et samspil med computerspillets designere. Herved får spilleren mulighed for at sætte sig ind i en ny identitet der fødes i skæringspunktet mellem spillerens virkelige identitet og den virtuelle karakters identitet (...). Denne projektive identitet skiftevis hjælper, taler til og kan eventuelt ændre på spilleres håb, værdier og frygt. (Gee, 2003, s. 199-200, vores oversættelse).

Forskningen er kommet et stykke i at forstå hvordan vi kan konstruere nye typer af læringsrum til bl.a. naturvidenskabsundervisningen hvor elever kan lære som del af en simuleret praksis understøttet af nye spilmedier. Vi mangler dog stadig viden om hvad der sker når man bringer denne type af læringsspil ind i skolens naturvidenskabsundervisning, hvad det betyder for elevernes og lærernes sociale samspil, samarbejde og læring. Forskningsprojektet omkring Drabssag/Melved har til opgave at forsøge at afdække nogle af disse ting i løbet af de kommende to år.

Referencer

- Gee, J.P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan.
- Gee, J.P. (2005). *Game-Like Learning: An Example of Situated Learning and Implications for Opportunity to Learn*. Lokaliseret 18. april 2006 på <http://www.academiccolab.org/resources/documents/Game-Like%20Learning.rev.pdf>
- Hiebert, J. & Stigler, J. (1999). *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. Free Press.
- Jessen, C. (1990). Børns kultur i en computerverden (2. udg.). I: J.F. Jensen (red.): *Computerkultur – computermedier – computersemiotik*. Nordisk Sommeruniversitets Skriftserie 32.
- Jessen, C. (2001a). *Børn, leg og computerspil*. Odense Universitetsforlag.
- Jessen, C. (2001b). Vidensdeling og læring i et kulturelt perspektiv – om kulturens naturlige læreprocesser. I: *IT i Uddannelserne. Danmarks Strategi for uddannelse, læring og IT*. København: Undervisningsministeriet.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Latour, B. (1987). *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Milton Keynes: Open University Press.
- Magnussen, R. & Jessen, C. (2004). *Research Report, Homicide*. Copenhagen: Learning Lab Denmark.

- Nielsen og Kvale (red.) (1999). *Mesterlære – Læring som social praksis*. Hans Reitzels Forlag.
- Polanyi, M. (1983). *The Tacit Dimension*. Peter Smith, Gloucester, Massachusetts.
- McGinn, M.K. & Roth W.-M. (1999). Preparing Students for Competent Scientific Practice: Implications of Recent Research in Science and Technology Studies. *Educational Researcher*, 28:3, s. 14-24.
- Schön, D.A. (2001). *Den reflekterende praktiker. Hvordan professionelle tænker, når de arbejder*. Århus: KLIM.
- Squire, K. (2003). *Video games in education. International Journal of Intelligent Games & Simulation*, 2(1).
- Squire, K., Barnett, M., Grant, J.M., & Higginbotham, T. (2004). Electromagnetism Supercharged! Learning physics with digital simulation games. I: Y.B. Kafai, W.A. Sandoval, N. Enyedy, A.S. Nixon & F. Herrera (red.): *Proceedings of the Sixth International Conference of the Learning Sciences* (s. 513-520). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sørensen, B.H. & Olesen, B.R. (red.) (2000). *Børn i en digital kultur*. København, Gads Forlag.
- Tapscott, Don (1998): *Growing Up Digital. The Rise of the Net Generation*. New York.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: learning, Meaning, and Identity*. Cambridge University Press.

Den sproglige dimension i naturfagsundervisningen

– fokus på tekstbogen (også) i det flersprogede klasserum

Helle Pia Laursen

CVU København & Nordsjælland

I denne artikel, der er baseret på resultater fra aktionsforskningsprojektet Andetsprogsdimensionen i naturfagsundervisningen, diskuteres de sproglige udfordringer der er forbundet med læsningen af naturfaglige tekster generelt og mere specifikt i relation til elever med dansk som andetsprog. Endvidere fremlægges erfaringer fra projektets afsøgning af pædagogiske muligheder og problemstillinger i forhold til at integrere en sproglig dimension i undervisningen med særligt fokus på faglig læsning i det flersprogede klasserum.

I denne artikel vil jeg på baggrund af et aktionsforskningsprojekt¹ der fandt sted i fysik/kemi-undervisningen i en 7.-klasse og i biologiundervisningen i en 1. g-klasse, give en kort introduktion til nogle af de sproglige udfordringer som eleverne mødte i naturfagsundervisningen. Projektet satte fokus på den sproglige dimension i flersprogede klasserum hvor undervisningen foregår på et sprog som er et andetsprog for nogle eller alle elever. Målet var dels at identificere de sproglige udfordringer eleverne mødte i naturfagsundervisningen som den fandt sted i fysik/kemi-undervisningen i en 7.-klasse og i biologiundervisningen i en 1. g-klasse, og dels på den baggrund at afsøge pædagogiske muligheder for udvikling af en naturfagsundervisning der sigter mod at integrere den sproglige dimension i flersprogede klasseværelser.

1 Projekt *Andetsprogsdimensionen i naturfagsundervisningen* (Laursen, 2004) er et led i et længerevarende forsknings- og udviklingsprojekt om andetsprogsdimensionen i fagene der foregår i et samarbejde mellem CVU København & Nordsjælland og Københavns Kommune. Projektet blev gennemført i perioden august 2003 – juli 2004 i samarbejde mellem mig som udefrakommende forsker, gymnasielektor, cand. scient. Lilian Rønne, der underviste i biologi i den pågældende 1. g-klasse, og lærer, exam. pæd. Hans-Ejler Frandsen, der underviste i fysik i den pågældende 7.-klasse. Projektet er led i et længerevarende forsknings- og udviklingsprojekt der blev indledt med projekt *Dansk som andetsprog i fagene* (Laursen (red.) 2003). Samlet set sigter projektet mod at skabe en dansk vidensbase der trækker på den internationale forskning om andetsprogsdimensionen i fagundervisningen og samtidig gennem lokale forsknings- og udviklingsprojekter genererer ny viden om de pædagogiske muligheder og problemstillinger der i praksis er forbundet dermed.

Projektet var et aktionsforskningsprojekt², hvilket i denne sammenhæng blandt andet betød at projektet både var rettet mod at udvikle pædagogisk praksis og mod at generere ny viden om samme praksis, og at forskningsprocessen gennemførtes i et samarbejde mellem mig som udefrakommende forsker og underviserne som repræsentanter for praksisfeltet. Endvidere betød det at projektet bestod af flere cyklusser og vekslede mellem refleksions- og praksisfaser.

I dette projekt var der to cyklusser af forskellig karakter. Hvor den første cyklus sigtede mod at identificere problemstillinger i forhold til inddragelse af den sproglige dimension i naturfagsundervisningen, var den anden cyklus – på baggrund af erfaringerne fra første cyklus – som udgangspunkt rettet mod at afprøve pædagogiske muligheder for at inddrage den sproglige dimension.

Dataindsamlingen bestod dels af pædagogiske dagbøger³ fra samtlige undervisningslektioner, tekstbøger og andre materialer fra undervisningen, klasserumsobservationer og videoptagelser, dels af de forskellige deltageres vurderinger af og reaktioner på hvad der foregik undervejs i forløbet. Analysen af de sproglige udfordringer i de to klasser rettede sig primært mod tekstbogen og mod den mundtlige interaktion i klasserummet. I denne artikel vil jeg koncentrere mig om analyserne af tekstbøgerne og den konkrete anvendelse af disse bøger i de to klasserum. Disse analyser hviler på en socialsemiotisk tilgang til sprog (Halliday, 1978, Halliday & Martin, 1993, Lemke, 1989 a & b, 1990, Schoultz, 2000) og til visuelle og multimodale repræsentationer (Kress & Van Leeuwen, 1996, Kress, Jewitt, Ogborn & Tsatsarelis, 2001, Kress, 2003, Lemke, 1998 a & b).

Sproglige registre

Til ethvert fag knytter der sig bestemte måder at bruge sproget på, eller bestemte sproglige registre. Et register er en slags sprogligt mønster. Halliday (1993a) beskriver det som “en klynge af forbundne træk der har en mere-end-tilfældig tendens til at optræde sammen.”

At lære et fag er også at blive fortrolig med fagets sproglige register og med de sproglige interaktionsformer der hører til det givne fag. Det er en udfordring der gælder for alle elever, hvad enten dansk er deres modersmål eller deres andetsprog, hvorfor det er væsentligt for alle lærere at have kendskab til sproget i fagene og til hvad man måske kunne kalde “fagsprogspædagogiske overvejelser” i forlængelse deraf. Samtidig står andetsprogsindlærere over for en særlig udfordring idet vejen ind i fagets sproglige register går via et sprog de er i gang med at tilegne sig.

2 For en uddybende beskrivelse af processen og overvejelser herover se (Laursen, 2004), (Laursen, 2006, under udgivelse) samt (Laursen, Jensen & Petersen, 2003), hvori der også er henvisninger til dele af den omfattende internationale litteratur om aktionsforskning.

3 De pædagogiske dagbøger bestod af lærernes beskrivelse af den pågældende undervisningslektion, herunder blandt andet fagligt fokus, sprogligt fokus, lærerpræsentation samt øvelser.

Et fags register er andet og mere end en ophobning af ord. At lytte til eller læse, tale eller skrive om et givet fag er ikke alene et spørgsmål om ordforråd. Fagsproget er ikke kun en oplistning af tekniske termer eller en opremsning af definitioner. Fagsproget vil derimod typisk være rettet mod at sætte de forskellige faglige termer i relation til hinanden i en række forskellige kontekster. For at forstå betydningen af helheden må man således forstå de betydningsmæssige relationer mellem ordene der oftest primært – men ikke alene – etableres sprogligt og er knyttet til fagets overordnede funktion.

Jeg vil i det følgende fremhæve to karakteristiske træk der er knyttet til det naturfaglige register: tekniske taksonomier og grammatiske metaforer.

Tekniske taksonomier

En central funktion for naturfagene er for eksempel at organisere fænomener i verden. Disse fænomener vil typisk være organiseret i taksonomier. En taksonomi er ifølge Wignell, Martin & Eggins (1993) en systematisk klassifikation af fænomener der er baseret enten på et princip om underordning (hvor noget er en slags eller type af noget andet: a er en slags x) eller på et princip om sammensætning (hvor noget er en del af noget andet: b er del af y). I teksten herunder er der tale om en underordningstaksonomi.

Kulhydrater

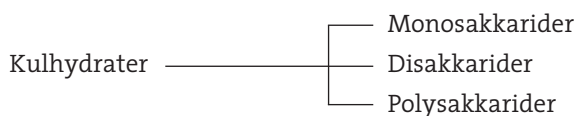
Kulhydraterne er vores vigtigste energikilde. Deres andel af energiindholdet i en ideelt sammensat kost skal helst være 55-60 % (se figur 36).

Vi får de fleste kulhydrater fra sukker, brød, ris, pasta og kartofler. Der findes forskellige slags kulhydrater. De inddeles efter deres molekylestørrelse i: Monosakkarider, disakkarider og polysakkarider.

Monosakkariderne er små molekyler (se figur 37a, side 40). De er små nok til direkte at kunne optages gennem tarmvæggen og over i blodet. De skal ikke fordøjes. Det betyder at de hurtigt kan give energi, men de mætter til gengæld ikke ret længe. Eksempler på monosakkarider er glukose (druesukker) og fruktose (frugtsukker).

Disakkariderne ... (Hindkjær et al., 1996, s. 39)

Denne underordningstaksonomi er klart beskrevet i teksten og kan illustreres som i figur 1.



Figur 1. Kulhydrater – teknisk taksonomi.

I teksten markeres taksonomien på flere måder. Læseren får først at vide at der er *forskellige slags* kulhydrater, og at de kan *inddeles* i tre forskellige typer, og vi får herefter navnene på de tre typer af kulhydrater⁴. Ser man ned over den følgende tekst, er den opdelt i tre klart markerede afsnit hvor hvert afsnit indledes med navnet på den type af kulhydrat der beskrives i det pågældende afsnit. Betegnelsen på kulhydratet er yderligere kursiveret. Karakteristisk for denne tekst er endvidere at kriteriet for klassifikationen er ekspliciteret. Kulhydraterne er inddelt efter deres molekylestørrelse. I beskrivelsen af hver type vendes der indledningsvis tilbage til størrelsen. Så beskrives forhold omkring fordøjelsen, og endelig gives der eksempler på de forskellige typer. For hver slags gives altså de samme typer af oplysninger, der har en klar reference til tekstens indledende afsnit.

Selvom taksonomien ikke er grafisk repræsenteret her, synes den altså at fremstå klart af tekstens præcise inddeling og systematiske opbygning, hvilket gør teksten meget læservenlig.

Det er dog ikke altid tilfældet. Halliday (1993b) peger på tre problemer der ofte opstår i sådanne teksttyper. Det første er at taksonomierne kan blive meget komplicerede fordi der er flere organisationslag indlejret i beskrivelsen. Det andet er at taksonomierne ofte ikke er ekspliciteret, enten ved diagrammer eller andre typer af grafiske taksonomier eller i selve teksten ved afsnitsinddeling, kursivering eller anden form for markering. På den måde er læseren overladt til selv at udlede den bagvedliggende taksonomi. Det tredje er at kriterierne bag taksonomien ofte ikke er ekspliciteret eller er uklart beskrevet i teksten. Det er ifølge Halliday ofte sådan at taksonomien præsenteres på en måde så informationerne er spredt, og den grammatiske konstruktion er forvirrende.

Jeg vil her opfordre læseren til selv at forsøge at udlede den bagvedliggende taksonomi i følgende tekstuddrag om blodets sammensætning. Den fagligt kyndige i dette felt anmodes om at forsøge at glemme denne kyndighed og alene udlede taksonomien på baggrund af teksten, hvilket formentlig kan være vanskeligt.

4 Til en tekst der baserer sig på taksonomier, vil typisk knytte sig særlige verber og verbalkonstruktioner som for eksempel ... *kan inddeles i...*, ... *tilhører...*, ... *består af...*, ... *er opbygget af...* og ... *er sammensat af...* Dette er blot et enkelt træk ved naturfagenes register, illustreret ved en ganske enkel tekst.

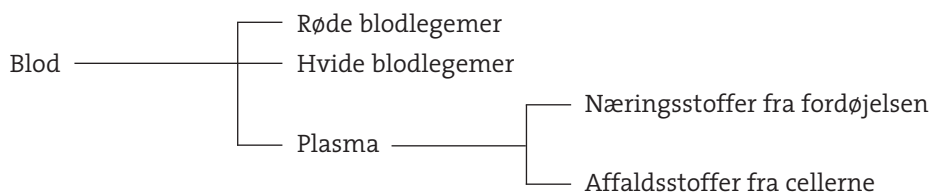
Blodets sammensætning

En voksen person (70 kg) har omkring 5 liter blod, der består af *røde* og *hvide blodlegemer* (45%) og *plasma* (55 %). Plasma er vand med nogle opløste stoffer, som er vigtige for organismen. Disse stoffer kan være næringsstoffer, der stammer fra fordøjelsen eller affaldsstoffer fra cellerne. Desuden findes der *hormoner* (budbringerstoffer) og *antistoffer* (stoffer til bekæmpelse af sygdomsfremkaldende organismer). Koncentrationen af disse stoffer reguleres meget nøje hos raske mennesker. Man undersøger disse koncentrationer, når der tages *blodprøve*. Hvis der er forandringer, kan det tyde på sygdom.

Der findes tre slags blodceller: røde og hvide blodlegemer og *blodplader* (se figur 2).

Der er ca. 5 mill. røde blodlegemer pr. mm³ blod. Disse blodlegemer indeholder proteinet *hæmoglobin*... (Hindkjær et al., 1996, s. 31)

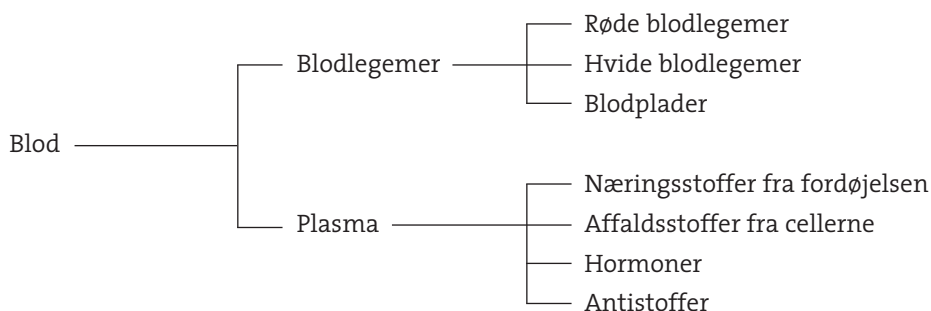
Denne tekst er baseret på en sammensætningstaksonomi, hvilket eksplicit signaleres i overskriften (blodets sammensætning). I starten af teksten synes taksonomien klar og kan – når man alene tager udgangspunkt i teksten – fremstilles som i figur 2.



Figur 2. *Blod – forsøg på teknisk taksonomi ud fra tekstbogen.*

Men i linje fire opstår den første uklarhed: “Desuden findes der *hormoner* (budbringerstoffer) og *antistoffer* (stoffer til bekæmpelse af sygdomsfremkaldende organismer).” Hvor findes disse stoffer? I blodet eller plasmaet? I andet afsnit får vi nu at vide at der findes tre slags blodceller: røde og hvide blodlegemer og *blodplader*. Hvordan stemmer denne information overens med indledningen, hvor vi fik at vide at blodet består af røde og hvide blodlegemer og plasma? Er blodplader og plasma mon det samme?

Ifølge den erfarne biologilærer vil en mere dækkende grafisk repræsentation kunne se ud som på figur 3.



Figur 3. Blod – lærerens bud på en teknisk taksonomi over blodets sammensætning.

Grammatiske metaforer og syntaktisk fortætning

Et andet træk der er karakteristisk for det naturfaglige register, er det Halliday (1993b) kalder grammatiske metaforer. En grammatisk metafor skal forstås som en udskiftning af én grammatisk struktur med en anden, for eksempel *hendes accept* i stedet for *hun accepterede*. Her er ordene grundlæggende de samme, men de indgår på en grammatisk anden måde. I stedet for pronomen i nominativ (*hun*) og verbum (*accepterede*) får man pronomen i genitiv (*hendes*) og substantiv (*accept*). På den måde erstattes en sætning med en nominalgruppe. Denne nominalgruppe vil så videre kunne udgøre et led i en sætning som for eksempel *Hendes accept var forventet*. På den måde pakkes informationer der kunne være fordelt over flere sætninger, sammen i en enkelt sætning. Man kan således tale om at der finder en syntaktisk fortætning sted.

Det er et velkendt fænomen i den naturfaglige tekst. I *Biologi på tværs* finder man for eksempel følgende sætning:

Den konstaterede stigning i atmosfærens kuldioxidkoncentration er dog kun halvdelen af den mængde, som er sluppet ud ... (Hindkjær et al., 1996, s. 162)

I stedet for *Man har konstateret, at kuldioxidkoncentrationen er steget i atmosfæren* får vi *Den konstaterede stigning i atmosfærens kuldioxidkoncentration*, og i stedet for *kuldioxiden er blevet koncentreret i atmosfæren* får vi *atmosfærens kuldioxidkoncentration*. Sætningen ovenfor rummer altså to grammatiske metaforer der er pakket sammen i en nominalgruppe.

Halliday giver endvidere et bud på begrundelsen for brugen af grammatiske metaforer. Den sproglige fortætning anvendes normalt ikke for at genere læseren, men fordi den har en særlig funktion. I naturvidenskaben er det ofte processer og principperne bag dem der beskrives. Her er et eksempel på en beskrivelse af en delproces i forbindelse med kvindens hormon- og ægløsningscyklus.

... Derfor omdannes den tømte follikel til en hormonproducerende struktur, som kaldes det *gule legeme* ... (Hindkjær et al., 1996, s. 97)

I beskrivelsen vil der ofte være brug for at relatere delprocessen til andre informationer. På den måde vil der være en kendt information ("det er hvad vi ved indtil videre") der efterfølges af en ny information ("det er hvad vi dernæst kan sige"). I beskrivelsen vil det være hensigtsmæssigt at det klart fremgår hvordan sammenhængen mellem den kendte og den nye information er. Den bedste måde at skabe en klar sammenhæng på vil typisk være at samle beskrivelsen i en sætning. Det kan gøres ved at omforme de to dele til navneord, en i begyndelsen og en i slutningen, og så sætte et verbum imellem der angiver hvordan sammenhængen mellem de to navneord er. Det sker for eksempel i nedenstående sætning hvor delprocessen ovenfor (*omdannelsen af follikelcellerne*) nu forudsættes bekendt og således kan kombineres med en ny information der indeholder en ny grammatisk metafor (*påvirkning af LH*).

Omdannelsen af follikelcellerne sker under påvirkning af LH (Hindkjær et al., 1996, s. 97)

Denne ofte meget fortættede sprogbrug i de naturfaglige tekster vil typisk medføre en syntaktisk flertydighed. Denne flertydighed er blandt andet betinget af at det der kunne udtrykkes ved en helsætning, i stedet er sammenpresset til et enkelt substantiv eller en nominalgruppe omkring et substantiv. For at illustrere princippet giver Halliday (1993b) følgende eksempel, der er hentet uden for den naturfaglige verden.

Mary bekendtgjorde at hun accepterede.

I den sætning er det klart hvem der gør hvad. Denne sætning kan også omskrives til en nominalgruppe.

Bekendtgørelsen af Marys accept.

Ved denne omskrivning opstår der dog flere uklarheder. Det er for eksempel ikke til at sige hvem der foretager bekendtgørelsen. Er det Mary selv, eller er det en anden person? Det er heller ikke til at afgøre om det er Mary der accepterer, eller om det er andre der accepterer Mary. Ved omskrivningen forsvinder der altså flere semantiske informationer.

Ifølge Halliday bunder de generelle vanskeligheder ved denne sprogbrug ikke alene i fortætningen af informationer og i den syntaktiske tvetydighed, men også i det forhold at vi gennem vores tidlige opvækst får det indtryk at substantiver er betegnelser

for mennesker og ting, og at verber betegner handlinger, processer og begivenheder. Det er ofte også sådan ordklasserne præsenteres i skolens grammatikundervisning. Men i mødet med den naturvidenskabelige sprogbrug må man så – om ikke før – lære at substantiver altså også kan betegne handlinger, processer og begivenheder.

Multimodaliteten

Det verbale sprog udgør ikke den eneste udfordring der er forbundet med læsning af naturfaglige tekster. Et opslag i de fleste naturfaglige lærebøger vil sandsynligvis fremvise en multimodal tekst der ud over verbal tekst består af fotos, tegninger, diagrammer og andre grafiske repræsentationer. Den første udfordring er derfor at vælge hvad Kress (2003) kalder en læsesti og læse i og på tværs af de forskellige fremstillingsformer for derigennem at skabe en indholdsmæssig sammenhæng. Det kræver fortrolighed med at læse såvel visuelle repræsentationer som verbal tekst.

Hvad angår faglig formidling i lærebøger, var det typisk sådan tidligere at næsten alt fagligt indhold blev formidlet gennem skriftsproget. Illustrationerne fungerede næsten udelukkende som illustration af teksten og var dermed stort set redundante. I nyere lærebøger er det derimod almindeligt at store dele af det faglige stof formidles visuelt ved hjælp af grafiske repræsentationer, ikke alene som illustration af teksten, men som en ligestillet fremstillingsform med selvstændigt indhold. Det stiller krav til læsningen, idet det kræver at man – ud over at kunne læse disse grafiske repræsentationer – kan læse på tværs af de forskellige fremstillingsformer.

På en traditionel tekstside ved vi at vi skal starte i øverste venstre hjørne og bevæge os nedad mod nederste højre hjørne. Er der spalter, må det ske spaltevis. Der er ikke noget valg⁵. Multimodale tekster åbner derimod for valg. Ifølge Kress vil man typisk begynde med en modal scanning af siden og derudfra vælge sin strategi i forhold til at læse siden. Man registrerer hvilke elementer siden er bygget op over, og afgør måske hvilken fremstillingsform der er den dominerende. På baggrund af denne afgørelse integreres den ikke-dominerende fremstillingsform muligvis i den dominerende, eller de behandles lige. Ofte kræves der også en identifikation af fremstillingsformernes funktioner. Er de komplementære, eller fungerer den ene nærmere som støtte for den anden?

Det endelige valg af læsesti har også at gøre med organiseringen af siden. Enhver tekst er et visuelt medium. Også det skrevne sprog fremstår visuelt og præsenteres blandt andet gennem typografiske virkemidler (skrifttyper, skriftstørrelser, brug af overskrifter og undertekster, opdeling i tekstblokke, afsnitsinddeling, placering af

5 Dog er det sådan at man ved skimming af en side ofte bryder den traditionelle læsesti for at danne sig et overblik over tekstens indhold.

tekstblokke og af tekstblokke i relation til billed- og figurmateriale). Typografien fungerer som en visuel organisering af den skrevne tekst. Brug af kursive, fede eller større typer signalerer betoning eller vigtighed. Den indbyrdes placering af tekstblokke, billeder etc. indikerer hvilke elementer der kan læses sammen osv. (Lemke 1998). Læseren vil have brug for at orientere sig i forhold til hvordan de enkelte blokke er placeret rumligt og i forhold til hinanden.

Nedenfor i figur 4 er gengivet en side fra Ny Prisma 7 (Bergmann et al., 2002) der stiller store krav til en multimodal læsning. Bogen gør flittigt brug af forskellige layoutmæssige og typografiske virkemidler. Der anvendes forskellige skrifttyper, skriftstørrelser og -farver der – ud over overskrifter og brødtekst – markerer undertekster til illustrationer og særlige spots der placeres selvstændigt i blokke. Kursiv anvendes for eksempel til det forfatterne selv kalder husketekster, og fed skrift anvendes til markering af ord der andetsteds på opslaget forklares i en særlig blok. Ud over markeringen med fed er der i margenen sat en gul prik.

Derudover opereres der med "links" til andre steder i bogen hvor samme emne behandles, og til øvelsesarkene i den dertilhørende kopimappe. Disse links er angivet i margenen med tal der henviser til de nummererede øvelsesark, eller med forskellige ikoner. En lille rød bog med et sidetal henviser til steder i bogen hvor man kan læse mere om samme emne. En diskette sammen med en henvisning til et bestemt øvelsesark viser at der skal anvendes computer i forbindelse med øvelsen.

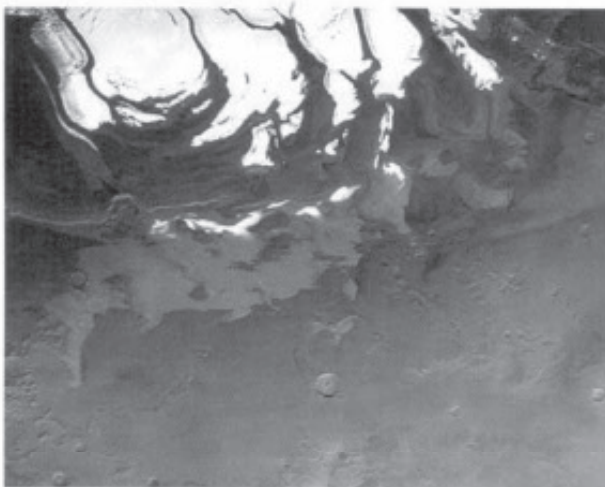
Denne struktur gør det ikke helt enkelt at få etableret en læsesti. Ud over de krav der stilles til at finde rundt i selve teksten, forudsætter det også kendskab til ikonerne og en vurdering af i hvilket omfang det er påkrævet eller givende at springe til de pågældende links, og hvordan indholdet her mest hensigtsmæssigt integreres i "grundteksten". Etableringen af læsestien vanskeliggøres endvidere af at det kun er læreren der har umiddelbar adgang til øvelsesarkene der indgår i en kopimappe. Læreren kan så udvælge de øvelser han ønsker at inddrage i undervisningen og kopiere arkene til eleverne. Det er således lærerne der har kontrol over øvelsesarkene, hvorfor de angivne links grundlæggende kan siges at være af mindre interesse for eleverne.

Tematiske mønstre

En udfordring for eleverne i undervisningen er at identificere det som Lemke (1990) kalder det tematiske mønster, blandt alt det der siges, gøres, tegnes, skrives og læses i forbindelse med undervisningen. Lemke beskriver det tematiske mønster på følgende måde:

The pattern of connections among the meanings of words in a particular field of science I will call their *thematic pattern*. It is a pattern of semantic relationships that describes the thematic content, the science content, of a particular topic area. It is like a network

Jorden giver betingelser for liv



Landskab fra Mars. Planetens atmosfære er for tynd til at beskytte mod meteoritnedslag.

I ionosfæren er luften blevet så tæt, at genstande fra rummet bremses op. De ses på himlen som lysende stjerneskudd. Hvis jordens atmosfære havde været tyndere, ville jordoverfladen være fyldt med kratere som månens og Mars' overflader. Jordens befolkning skulle have brugt mange ressourcer på at beskytte mennesker, huse og andet mod meteoritnedslag.



I stratosfæren findes det livsvigtige ozonlag, som du kan læse om i „Lyset fra solen“. Ozonlaget beskytter os mod solens ultraviolette stråler og muliggør livet på jorden.

Atmosfærens nederste luftlag kaldes troposfæren. Det er her vejret skabes og udfolder sig. Troposfæren består af luftarterne oxygen, kuldioxid, nitrogen og argon. Desuden forekommer der også større eller mindre mængder af vanddamp afhængig af temperaturen.

Tør lufts sammensætning ved jordoverfladen	
Luftart	Andel
Nitrogen	78,09 %
Oxygen	20,95 %
Argon	0,93 %
Kuldioxid	0,03 %
Øvrige ædelgasser	Meget små mængder



Det livgivende luftlag omkring jorden er tyndt. Hvis jorden havde størrelse som et æble, svarede luftlaget til skrællen.

of relationships among the scientific concepts in a field, but described semantically, in terms of how language is used in that field. (Lemke, 1990, s. 12)

For at forstå betydningen af et givet indhold må man også forstå de betydningsmæssige relationer mellem ordene. Det er dette mønster af forbindelser mellem det begrebsmæssige indhold i de ord der er knyttet til et givet naturvidenskabeligt område, som Lemke betegner det tematiske mønster.

Det tematiske mønster viser ifølge Lemke hvordan "det samme" kan siges på mange forskellige måder, og hvad disse måder har til fælles. Det tematiske mønster vil typisk blive repeteret på forskellige tidspunkter i den enkelte time og fra én time til den næste – og måske også fra et skoleår til et andet. Det samme mønster kan normalt også findes i tekstbogen og andet skriftligt materiale.

Under emnet *Verdens byggesten* (Bergmann et al., 2002: 25-45) finder man for eksempel følgende tekst der kan siges at danne ramme om et centralt tematisk mønster.

... Når samme slags atomer går sammen og danner et stof, kaldes stoffet et grundstof.

Et grundstof er opbygget af kun én slags atomer.

Da der findes millioner af forskellige stoffer på jorden, må langt de fleste være opbygget af mere end én slags atomer. Sådanne stoffer kaldes kemiske forbindelser.

Kemiske forbindelser er opbygget af mindst to forskellige slags atomer.

(Bergmann et al., 2002: 28)

Sprogligt set introduceres der her en række for temaet centrale fagudtryk hvoraf kerneordene nok kan siges at være *atom*, *grundstof* og *kemisk forbindelse*. Samtidig etableres de betydningsmæssige relationer mellem de enkelte ord. I dette tekststykke er den betydningsmæssige relation mellem del og helhed primært udtrykt gennem verbalkonstruktionen ... *er opbygget af ...*, men det samme grundlæggende indhold formuleres i starten af ovenstående uddrag også i aktiv form som ... *går sammen og danner ...*

Fra udskrifterne af klasserumsdialogen i forbindelse med den første undervisningslektion i dette emne ses at der her i beskrivelsen af grundstoffer og kemiske forbindelser primært gøres brug af vendingerne ... *er lavet af ...*, ... *er blandet sammen af ...* og ... *er byggesten til ...* til at etablere den samme semantiske relation mellem del og helhed. Her er nogle eksempler fra undervisningslektionen:

- "Alting er lavet af det, der hedder atomer."
- "Når jeg siger, at alting er lavet af atomer / så er det sådan, at de atomer, de bliver en slags byggesten til alting."
- "Atomerne laver alle mulige stoffer"

- “Atomer er byggesten til alle mulige stoffer.”

Derudover gør læreren brug af forskellige analogier hvor de centrale tematiske enheder eller fagord skiftes ud mens de semantiske relationer er de samme. Man kan *lave* alting *af* legoklodser, og bogstaver *er byggesten til* ord, således at paralleliteten hvad angår de betydningsmæssige relationer, også understreges sprogligt. Det er den samme semantiske relation der her overføres fra noget kendt til noget ukendt – fra bogstaver og ord til atomer og alle andre stoffer.

I ovenstående tekstuddrag fra Ny Prisma 7 (Bergman et al., 2002) giver teksten i sig selv formentlig ikke vanskeligheder i forhold til at etablere det tematiske mønster, men hvis teksten i sig selv er uklar, kan etableringen af det tematiske mønster være en vanskelig proces. Ser man eksempelvis nærmere på teksten nedenfor, der også stammer fra Ny Prisma 7, bærer den præg af at forfatterne formentlig har forsøgt sprogligt at forenkle teksten, så den i høj grad består af korte sætninger og korte afsnit. De korte afsnit er også markeret typografisk med mange linjeoverspring der umiddelbart kan få teksten til at se lettilgængelig ud. Den tilstræbte forenkling synes dog flere steder at have fået den konsekvens at tekstsammenhængen er fjernet.

I frugterne oplagres næringsstofferne kulhydrat, protein og fedt, som planter laver ud fra druesukker.

Planten optager vand og næringsalte gennem rødderne.

Der er spalteåbninger på bladets underside, hvor luftarterne udveksles.
(Bergmann et al., 2002, s. 73)

Når man umiddelbart ser hen over teksten, ser den meget overskuelig ud, men for den læser der ikke i forvejen er fortrolig med fotosyntesen, må den siges at være ganske uklar. Der introduceres et væld af faglige begreber og delprocesser. Der tages udgangspunkt i at planter har frugter, rødder og blade. Derudover kan det udledes at der foregår en oplagring af næringsstoffer, en dannelse af druesukker, en optagelse af vand og næringsalte og en udveksling af luftarter, men den indbyrdes sammenhæng imellem dem er svær at få øje på i dette tekstuddrag.

Et andetsprogspektiv på de sproglige udfordringer

Der kan identificeres en række andre sproglige træk der præger både tekstsammenhængen, syntaksen og ordforrådet i den naturfaglige tekst (se fx Martin, 1993; Laursen, 2003). Som allerede nævnt vil der formentlig for alle elever være udfordringer forbun-

det med at lære det naturfaglige register at kende, men der er næppe nogen tvivl om at andetsprogsindlærere står over for ganske særlige sproglige udfordringer, om end det kan være svært at identificere præcis hvilke sproglige træk der giver anledning til vanskeligheder, da det jo også vil afhænge af den enkeltes individuelle sproglige og faglige forudsætninger. I forhold til ordforråd har såvel danske som udenlandske undersøgelser (se fx Gimbel, 1995, 1997, Golden, 1984, 2003, Farrell & Ventura, 1998, Nation, 2001) vist at der for andetsprogsindlærere ofte vil være særlige vanskeligheder forbundet med hvad Nation (2001) kalder “academic vocabulary”, eller hvad Gimbel (1995, 1997) kalder de før-faglige ord. Disse ord er ord som ikke kan siges at tilhøre det højfrekvente ordforråd, og som heller ikke kan siges at være specifikke fagord. Samtidig er det ord der er karakteristiske for fagtekster af forskellig karakter. Som eksempel på “academic vocabulary” nævner Nation ord som *accumulate*, *achieve* og *compound*. I dansk sammenhæng fremhæver Gimbel ordene *fordampe*, *regere* og *ukrudt* som eksempler på før-faglige ord der i hans undersøgelse af et- og tosprogede elevers ordforståelse viste sig at volde elever med dansk som andetsprog særlige vanskeligheder⁶.

Typisk vil man finde mange af de før-faglige ord og udtryk i forbindelse med de betydningsmæssige relationer mellem de enkelte faglige nøglebegreber, der i den naturfaglige tekst ofte er indlejret i en syntaktisk kompleks sammenhæng. Hvis så teksten i sig selv er uklar, kan etableringen af den logiske sammenhæng og det tematiske mønster være en proces der stiller andetsprogsindlærere over for store sproglige udfordringer.

I en undervisningssammenhæng vil det ofte være uhyre vanskeligt at afgøre præcis hvilke ord og udtryk der giver den enkelte elev vanskeligheder da det selvfølgelig afhænger af den enkelte elevs sproglige forudsætninger og kendskab til faget som sådan. Samtidig vil det også ifølge Farrell og Ventura (1998) ofte forekomme at der er både fagord og før-faglige ord som eleverne umiddelbart hævder (og formodentlig tror) at de forstår, men som de ved nærmere undersøgelser faktisk ikke har forstået.

6 Gimbel foretog i 1995 en undersøgelse af 16 tyrkiske 5-klases-elevers beherskelse af ikke-fagord eller før-faglige ord fra orienteringsfagene. Han udvalgte 90 ord fra almindeligt brugte lærebøger i biologi, geografi og historie. Ordene var alle ord som han vurderede lå inden for disse tre faglige domæner. Han bad herefter tre erfarne orienteringslærere om at udpege de ord de ville forklare for eleverne. Disse ord blev så taget bort. De resterende 50 ord blev betegnet som ikke-fagord eller før-faglige ord og præsenteret for 16 dansk-tyrkiske og 16 danske elever mundtligt og skriftligt. Eleverne blev derefter bedt om at forklare ordene eller sætte dem ind i en sætning så det fremgik hvorvidt de forstod betydningen af dem. Denne undersøgelse viste at de dansk-tyrkiske elever i gennemsnit kendte 15 af ordene (minimum 3, maksimum 37) mens de danske i gennemsnit kendte 42 (minimum 35, maksimum 47). Undersøgelsen demonstrerer flere ting. Dels at der er store forskelle mellem de enkelte elevers ordforståelse. Det gælder både for elever med dansk som modersmål og for elever med dansk som andetsprog. Men undersøgelsen viser også at der er markante forskelle mellem elever med dansk som andetsprog på den ene side og elever med dansk som modersmål på den anden side.

Når det gælder den syntaktiske fortætning, viser for eksempel Holmen (1990) gennem analyser af andetsprogsindlæreres mundtlige sprogudvikling hvordan andet-sprogstilegnelsen kan karakteriseres som en gradvis kompleksificeringsproces, hvori der indgår en stadig tættere pakning af informationerne i de enkelte ytringer. I denne kompleksificeringsproces kunne der også indgå brug af grammatiske metaforer som en måde blandt andre at komprimere informationer på. Det er sandsynligt at Holmens analyse af den produktive udvikling også gælder andetsprogsindlæreres receptive forståelse såvel mundtligt som skriftligt, således at forståelsesvanskeligheder i forhold til det naturfaglige sprog vil øges i takt med den sproglige kompleksitet deri.

En dansk komparativ analyse af "forskelle mellem faglige og sociale færdigheder for de 15-16-årige unge" "tosprogede og danske" (Egelund 2003), der bygger på data fra internationale sammenligninger af elevfærdigheder i matematik, naturfag og læsning (PISA 2000), tegner overordnet et billede af at der er "store forskelle i gennemsnitsværdier for de dansksprogede og de tosprogede elever ..." (Egelund 2003, s. 54). Disse forskelle gælder både matematik, naturfag og læsning. Denne analyse går ikke tæt på de sproglige faktorer og deres betydning for resultaterne. Det har man derimod gjort i Norge i forlængelse af TIMSS-undersøgelsen fra 1995, hvor man har foretaget en komparativ analyse af præstationerne for de sproglige minoritets elever på den ene side og børn af norske forældre på den anden side⁷ (Heesch et al., 1998). Analysen viser at der er signifikante forskelle i præstationerne både i matematik og naturfag mellem børn med norske forældre og sproglige minoritets elever i såvel population 1 (2.-3. klasse) og population 2 (6.-7. klasse), og at forskellen er svagt stigende med alderen. Rapportens forfattere peger på at det kan være vanskeligt at afgøre præcis hvilke sproglige faktorer der har indflydelse på de sproglige minoriteters vanskeligheder, og på hvilken måde. De peger dog på nogle tendenser blandt andet i retning af at minoritets eleverne synes at score bedre i opgaver hvor der er brugt illustrationer og synonymmer til at vise hvad opgaven spørger efter, og at det især er de sprogligt meget koncentrerede opgaver der volder flest problemer. Det kommer blandt andet til udtryk i markante forskelle på præstationerne i multiple-choice og i åbne opgaver i matematik og naturfag. I naturfag er der en forskel mellem de to elevgrupper på 12-13 procentpoint når det gælder multiple-choice-opgaver, mens forskellen stiger til ca. 20 procentpoint når der er tale om åbne opgaver. Analysen af opgaveresultaterne viser endvidere en klar sammenhæng mellem antal ord i opgaveteksten og de sproglige minoritets elevers præstationer.

7 I rapporten er benævnelsen "sproglige minoriteter" brugt om de elever i TIMSS der besvarer spørgsmålet "Hvor ofte taler du norsk hjemme" med "af og til" og "aldrig". "Barn af norske forældre" er brugt som betegnelse for de elever der svarer "altid" på spørgsmålet om hvor ofte de taler norsk hjemme.

Anvendelsen af tekstbøgerne i undervisningen

Ét er tekstbøgernes udformning. Noget andet er den konkrete anvendelse af dem i praksis. Fra klasseværelsesobservationerne, de pædagogiske dagbøger og lærernes udsagn blev det tydeligt at anvendelsen af dem var meget forskellig i de to klasser. I 7. klasse var brugen af en tekstbog noget nyt. Læreren havde i takt med at andelen af elever med dansk som andetsprog var øget på skolen, opgivet at anvende en tekstbog, da han havde den erfaring at læsningen deraf var for vanskelig for eleverne. I den første cyklus i aktionsforskningsprojektet blev tekstbogen stort set kun anvendt som planlægningsgrundlag for læreren og som referencebog i selve undervisningen. Til forskel fra 7. klasse indgik tekstbogen som et centralt element i 1. g, og læreren havde gennem flere år anvendt den samme bog i sin biologiundervisning i 1. g. Læsningen var i meget høj grad overladt til eleverne selv, og læreren var usikker på hvor meget eleverne egentlig forstod af det de læste. Usikkerheden gjaldt ikke mindst eleverne med dansk som andetsprog.

I forlængelse af analysen af de sproglige udfordringer i aktionsforskningsprojektets første cyklus indgik der i den anden cyklus en afsøgning af pædagogiske muligheder og problemstillinger i forhold til at integrere en sproglig dimension i undervisningen. Denne afsøgning havde dels fokus på elevernes mundtlige interaktion og dels på deres læsning af naturfaglige tekster. Hvad angår det sidste fokuspunkt, var sigtet at afprøve forskellige måder at støtte eleverne på i læsningen af de naturfaglige tekster med inspiration blandt andet i Wellington & Osborne (2001), Wray & Lewis (1997), Chamot & O'Malley (1994) samt Davies, Greene & Lunzer (1984).

Det var derfor intentionen at tekstbogen mere systematisk skulle anvendes i tilknytning til det emne klassen skulle arbejde med, og at eleverne skulle udvikle og øge deres opmærksomhed på forskellige læsestrategier. Hensigten var samtidig at styrke elevernes brug af og opmærksomhed på det naturfaglige sprog gennem inddragelse af par- og gruppediskussioner samt at udvikle og udvide deres repertoire af læsestrategier.

De enkelte aktiviteter og analyserne af udskrifterne fra gennemførelsen deraf gennemgås i sin helhed i Laursen (2004). Her vil jeg begrænse mig til at trække de overordnede erfaringer frem. Først og fremmest viste det sig at tekstbogen i 7. klasse fremstod som så vanskelig at bruge som grundlag for at arbejde med udvikling af elevernes læsestrategier at læreren efter svære overvejelser opgav det.

Denne – i situationen noget frustrerende, men ikke desto mindre lærerige – erfaring og erfaringerne med læseaktiviteterne i det hele taget gjorde det klart at en lærerlæsning af elevteksterne med "sproglige og tekstlige briller" er uhyre væsentlig, både i forhold til at forstå de potentielle vanskeligheder eleverne kan have med at læse disse tekster, og i forhold til at tilrettelægge aktiviteter der er møntet på at udvikle elevernes læsestrategier og deres forståelse af såvel det faglige indhold som det naturfaglige

register. Som biologilæreren i 1. g. formulerede det, er man som naturfaglærer ikke vant til at se på tekster på den måde, men læser dem primært for at identificere det faglige indhold der skal arbejdes med i timen, og som man i forvejen har indgående kendskab til.

Også i 1. g. kom der således større opmærksomhed på tekstens beskaffenhed. Her lykkedes det dog i højere grad at tilrettelægge og gennemføre forskellige aktiviteter med henblik på at støtte elevernes læsning og udvikle deres læsestrategier. Især synes aktiviteter der var centreret omkring afdækning af tematiske mønstre, at udgøre et givtigt udgangspunkt for at få indsigt i det faglige register og for at integrere den sproglige dimension på en måde hvorpå den ikke kom til at fremstå som et løsrevet appendiks til den faglige dimension, men som en integreret del deri⁸. Det gjaldt for eksempel aktiviteter hvor eleverne i mindre grupper blev bedt om på skrift at give en beskrivelse af en grafisk repræsentation der var central for afdækningen af det givne tematiske mønster⁹. Eksempelvis indgår der i et afsnit om kønsdannelsesprocessen i 1. g's tekstbog (Hindkjær et al., 1996) en meget central og ikke lettilgængelig figur der ikke forklares direkte i teksten. Som en del af timen vælger læreren at give eleverne mulighed for at bearbejde det de har læst, og herunder give dem mulighed for at anvende og udvikle det sproglige register. Hun beder eleverne i mindre grupper diskutere processen med udgangspunkt i figuren og afslutningsvis give en kort skriftlig beskrivelse af udviklingen af kønsorganerne. Analysen af udskriften¹⁰ fra en videooptagelse af et gruppearbejde mellem tre piger med dansk som andetsprog viser hvordan eleverne i fællesskab fik åbnet figuren fagligt og gradvist blev mere og mere fortrolig med det naturfaglige sprog der hører dertil. De arbejder synligt med at få etableret det tematiske mønster og med både at forstå og integrere de særlige ord og udtryk der er knyttet til det tematiske mønster, i deres egen sprogbrug. Det følgende er et uddrag af deres interaktion fra afslutningen af gruppearbejdet hvor de er i gang med at skrive¹¹. Forud for dette er gået en såvel fagligt som sprogligt usikker afsøgning af figuren og de indlejrede semantiske relationer. I dette uddrag ser man hvordan samtlige piger "smager på" udtrykket der er anlæg til, som de i den forudgående diskussion flere gange har kredset om, og hvordan Saida afprøver ordet henfalder som synonym for forsvinder.

8 Dette tema er udfoldet i (Laursen, 2006, under udgivelse).

9 I (Mohan, 1986) og (Tang, 1992) gives også eksempler på og overvejelser over hvordan et arbejde med visuelle repræsentationer kan indgå som led i en samtidig udvikling af en faglig og en sproglig forståelse.

10 Figuren og den fulde udskrift af gruppearbejdet er gengivet i (Laursen, 2004). Her samt i (Laursen, 2006, under udgivelse) kan man endvidere finde en mere uddybende analyse af interaktionen under dette og de øvrige gruppearbejder.

11 / angiver pause

- Amira: Udgangspunkt, altså det er det, vi har sagt, at det starter med, at der er anlæg til begge køn.
- Jasmina: Anlæg til begge køn
- Saida: Ja
- Saida: Anlæg til både til / både / ja, og når så det er niende uge, så / så, hvis det er en mand, så / så bliver / så bliver anlæg til æggeleder, det forsvinder, og når det er en kvinde, så er det det mandlige anlæg, der forsvinder...
- Saida: Altså, når det er en kvinde, så er det de mandlige anlæg, de forsvinder, eller / de henfalder.

Analyserne af interaktionen i gruppearbejdet gav i det hele taget et øget indblik i elevernes beherskelse af det naturfaglige register, herunder hvor der kan ligge særlige vanskeligheder, og hvordan eleverne griber disse eventuelle vanskeligheder an. Eksempelvis pegede analyserne generelt set på at en del af de vanskeligheder der kan være i at læse en naturfaglig tekst, er af tekstsammenhængsmæssig karakter, om end en mere præcis analyse af disse vanskeligheder vil kræve en mere indgående analyse af elevernes læsning for eksempel via introspektion. Når det gælder elevernes forståelse og produktive anvendelse af det naturfaglige sprog i par- og gruppearbejderne, så vi hvordan eleverne i flere tilfælde var søgende når de skulle forstå sammenhænge og selv formulere sig i sammenhæng om de naturfaglige fænomener der var i fokus. Usikkerheden syntes – som i ovenfor nævnte gruppearbejde – især at være rettet mod den sproglige etablering af de semantiske relationer hvori der gemmer sig en række af de ord og udtryk Gimbel karakteriserer som før-faglige ord og udtryk. I fortolket form dukkede der spørgsmål op som disse: Kan man sige at æggeledertragten *opfanger æg*? Hedder det *virkning*, *bevirkning*, *indvirkning* eller noget helt andet? Mon ikke *degenerere* er det samme som *henfalde*, som igen er synonymt med *forsvinde*? Er *stigning* i ensbetydende med *en stor mængde af*?

Afrunding

Selvom det verbale sprog ikke er det eneste medium for læring i uddannelsessystemet, er det i de fleste tilfælde et afgørende redskab i undervisningen. Der er næppe nogen tvivl om at sproget spiller en betydelig rolle for tilegnelsen af det faglige indhold, og at sproget i fagundervisningen kan være en barriere for mange elever. Eleverne står over for at skulle lære en række nye fagord der er knyttet til de givne faglige fænomener, og for at udvikle et sprog til at forstå og udtrykke sig om disse fænomener i sammenhæng – eller med andre ord at kunne forstå og anvende fagsproget i tale og skrift.

Ikke mindst spiller sproget en rolle for det stadigt stigende antal elever i uddannelsessystemet der har et andet modersmål end undervisningssproget, og som er i

den situation at de, samtidig med at de er i gang med at tilegne sig andetsproget, skal bruge det som medium i deres faglige læringsproces.

Blandt andet synes der at være en række udfordringer forbundet med læsning af naturfaglige tekster. Et opslag i de fleste naturfaglige lærebøger vil sandsynligvis fremvise en multimodal tekst, der ud over verbal tekst består af fotos, tegninger, diagrammer og andre grafiske repræsentationer. Den første udfordring er derfor at vælge en læsesti og læse i og på tværs af de forskellige fremstillingsformer for derefter igennem at skabe en indholdsmæssig sammenhæng og etablere det grundlæggende tematiske mønster.

At læse en naturfaglig tekst – i verbal forstand – stiller også læseren over for en række udfordringer der også – men afgjort ikke alene – handler om ordforråd. Det naturfaglige register er karakteriseret ved at rumme et antal grammatiske træk der er mere eller mindre specifikke for dette register.

De potentielle vanskeligheder synes dog ikke alene at være forbundet med en eventuel manglende fortrolighed med de forskellige verbale og nonverbale fremstillingsformer. Det er også et spørgsmål om tekstbøgernes faktiske udformning. I aktionsforskningsprojektet *Andetsprogsdimensionen i naturfagsundervisningen* viste analyserne af de tekstbøger der blev anvendt i de to klasser, at teksten i flere tilfælde sprogligt set var uklar, især hvad angår etableringen af tekstsammenhæng.

I pædagogisk sammenhæng peger det mod et behov for at udvikle en øget opmærksomhed på sproget i de naturfaglige tekstbøger og for videre at afsøge pædagogiske muligheder og problemstillinger i forhold til at integrere den sproglige dimension i naturfagsundervisningen. Samtidig synes der at være behov for en øget forskningsmæssig indsigt i de betydningsskabende praksisformer der indgår i naturfagsundervisningen, og i det sprog der er knyttet dertil.

Referencer

- Bergmann, I., Damgaard, B., Goyle, K., Sønderup, A. & Carlsson, S. (2002). *Ny Prisma. Fysik og kemi 7*. 1. udgave, 4. oplag. Viborg: Forlag Malling Beck.
- Chamot, A. & O'Malley, M. (1994). *The CALLA Handbook. Implementing the Cognitive Academic Language Learning Approach*. Longman.
- Davies, F., Greene, T. & Lunzer, E. (1984). *Reading for Learning in Science*. Nottingham: Schools Council.
- Egelund, N. (2003). *Tosprogede og dansksprogede – forskelle mellem faglige og sociale færdigheder for de 15-16 årige unge*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Farrell, M. & Ventura, F. (1998). Words and Understanding in Physics. *Language and Education*, 12(4), s. 243-254.
- Gimbel, J. (1995). Bakker og udale. *Sprogforum*, 3, s. 28-34.

- Gimbel, J. (1997). Undervisning i og på dansk for tosprogede elever – Alle disse ord. *UFE-nyt* (1997), s. 6-11.
- Golden, A. (1984). Fagord og andre ord i o-fagsbøger for grunnskolen. I: A. Hvenekilde & E. Ryen (red.), *Kan jeg få ordene dine, lærer?* (s. 170-175). Oslo: Cappelen.
- Golden, A. (1998). *Ordforråd, ordbruk og ordlæring*. Oslo: Ad Notam.
- Halliday, M.A.K. (1978). *Language as social semiotics*. London: Arnold
- Halliday, M.A.K. (1994). *An Introduction to Functional Grammar*. London: Edward Arnold.
- Halliday, M.A.K. (1993a). On the Language of Physical Science. I: M.A.K. Halliday & J.R. Martin (red.), *Writing Science. Literacy and Discursive Power* (s. 54-68). London: Pittsburgh.
- Halliday, M.A.K. (1993b). Some Grammatical Problems in Scientific English. I: M.A.K. Halliday & J.R. Martin (red.), *Writing Science. Literacy and Discursive Power* (s. 69-85). London: Pittsburgh.
- Halliday, M.A.K. & Martin, J.R. (1993). *Writing Science. Literacy and Discursive Power*. London: Pittsburgh.
- Heesch, E.J., Storaker, T. & Lie, S. (1998). *Språklige minoriteters prestasjoner i matematikk og naturfag. En komparativ studie av TIMSS-resultatene i matematikk og naturfag till språklige minoriteter og barn av norske foreldre*. Universitetet i Oslo, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling.
- Hindkjær, P., Kogsbøll, S., Mouridsen, S., Nielsen, A.G., Poulsen, T. & Saxtorff, H. (1996). *Biologi på tværs. Basisbog for gymnasiet, HF og HTX*. Århus: Nucleus.
- Holmen, A. (1990). *Udviklingslinier i tilegnelsen af dansk som andetsprog – en kvalitativ, kvantitativ analyse*. Københavnerstudier i tosprogethed 12. København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Kress, G. (2003). *Literacy in the New Media Age*. New York: Routledge.
- Kress, G. & van Leeuwen, T. (1996). *Reading Images. The Grammar of Visual Design*. New York: Routledge.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal Teaching and Learning. The Rhetorics of the Science Classroom*. New York: Continuum.
- Laursen, H.P. (2006, under udgivelse). Andetsprosperspektiver på tematiske mønstre i naturfagsundervisningen. *Nordisk tidsskrift for andrespåksforskning*, 1.
- Laursen, H.P. (2004). *Den sproglige dimension i naturfagsundervisningen – fokus på det flersprogede klasserum*. Københavns Kommune og CVU København & Nordsjælland.
- Laursen, H.P. (red.) (2003). *Dansk som andetsprog i fagene*. Københavns Kommune & CVU København-Nordsjælland.
- Laursen, H.P., Jensen, L.E. & Petersen, M. (2003). *Tosprogethed, sproglig bevidsthed og sprogpædagogik – et aktionsforskningsprojekt*. København: Københavns kommune.
- Lemke, J. (1889). Social Semiotics: A New Model for Literacy Education. I: D. Bloome (red.), *Classroom and Literacy* (s. 289-309). Norwood, New Jersey: Ablex Publishing.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science. Language, Learning and Values*. Connecticut: Ablex Publishing.

- Lemke, J. (1998a). Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. I: J.R. Martin & R. Veel (red.), *Reading Science. Critical and Functional Perspectives on Discourses of Science* (s. 87-113). London: Routledge.
- Lemke, J. (1998b). *Teaching All the Languages of Science: Words, Symbols, Images and Actions*. Lokaliseret den 3. januar 2004 på: <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm>
- Martin, J.R. (1993a). The Discourse of Geography: Ordering and Explaining the Experiential World. I: M.A.K. Halliday & J.R. Martin (red.), *Writing Science. Literacy and Discursive Power* (s. 136-165). London: Pittsburgh.
- Martin, J.R. (1993b). Literacy in Science: Learning to Handle Text as Technology. I: M.A.K. Halliday & J.R. Martin (red.), *Writing Science. Literacy and Discursive Power* (s. 166-202). London: Pittsburgh.
- Martin, J.R. & Veel, R. (red.) (1998). *Reading Science. Critical and Functional Perspectives on Discourses of Science*. London: Routledge.
- Mohan, B.A. (1986). *Language and Content*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Nation, I.S.P. (2001). *Learning Vocabulary in Another Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schoultz, J. (2000). *Att samtala om/i naturvetenskap. Kommunikation, kontext och artefakt*. Linköping: Linköpings Universitet, filosofiska fakulteten.
- Tang, G. (1992). The effect of graphic representation of knowledge structures on ESL reading Comprehension. *SSLA, 14*, s. 177-195.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Philadelphia: Open University Press.
- Wignell, P., Martin, J.R. & Eggins, S. (1993). The Discourse of Geography: Ordering and Explaining the Experiential World. I: M.A.K. Halliday & J.R. Martin (red.), *Writing Science. Literacy and Discursive Power* (s. 136-165). London: Pittsburgh.
- Wray, D. & Lewis (1997). *Extending literacy. Children reading and writing non-fiction*. London: Routledge/Falmer.

Didaktiske miljøer for lighedannethed

Carl Winsløw

Center for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Hensigten med denne artikel er at præsentere nogle praksisorienterede hovedpunkter fra teorien om didaktiske situationer i matematik. Ud fra et eksempel introduceres begreberne didaktisk situation og didaktisk miljø og deres praktiske betydning i design af undervisning på forskellige niveauer af skole-systemet. Hovedparten af artiklen handler om en klassisk situation udviklet af Brousseau til brug på grundskolens mellemtrin, men til slut antydes det hvordan situationens matematiske tema – i mere tekniske forklædninger – dukker op i gymnasiet og på universitetet, og hvordan man også der kan have glæde af teorien som matematikdidaktisk arbejdsredskab.

Introduktion

Hvordan kan vi som matematiklærere gøre matematikken mere levende for vores elever og studerende – og hjælpe dem til en dybere og mere anvendelig indsigt i faget? Det siger sig selv at der ikke er generelle og “nemme” svar. Men der findes faktisk overordnede, forskningsbaserede modeller som kan bruges i praksis – og som kan beskrives ud fra konkrete eksempler.

I denne artikel vil jeg slå et slag for en sådan “metode” af fransk oprindelse, nemlig Teorien om didaktiske situationer (herefter TDS), der er udviklet inden for de sidste 35 år, hovedsageligt i Frankrig. At der er tale om en “teori”, betyder i dette tilfælde at TDS er et system af modeller og begreber som kan bruges på mange forskellige typer matematikundervisning – og til at *designe matematikundervisning*. Teorien er ikke et skrivebordsprojekt. TDS er *udviklet på basis af observationer og eksperimenter i praksis*. Jeg vender tilbage til denne pointe i afsnittet “Didaktisk ingeniørarbejde”.

Guy Brousseau

Ophavsmanden til TDS, Guy Brousseau, blev som den første tildelt Felix Klein-medaljen for livslang indsats i matematikkens didaktik. Overrækkelsen fandt sted i København under den 10. verdenskongres om matematikundervisning (ICME 10) i juli 2004. Man kan få et indtryk af hvilken status TDS har internationalt, gennem følgende uddrag af udvælgelseskomiteens begrundelse:



Guy Brousseau.

Fra begyndelsen af halvfjerdsere fremstod Guy Brousseau som en af de ledende og mest originale forskere i det nye matematikdidaktiske område, og han var overbevist om at dette område på den ene side skal udvikles som et egentligt forskningsfelt, med både grundforsknings- og anvendelsesdimensioner, og på den anden side skal forblive tæt knyttet til matematik som disciplin. Hans bemærkelsesværdige teoretiske præstation var udviklingen af teorien om didaktiske situationer, en teori som han grundlagde i de tidlige halvfjerdserne, og som han fortsatte med at udvikle med usvækket energi og kreativitet. På et tidspunkt, hvor det dominerende synspunkt var det kognitive, stærkt påvirket af Piagets epistemologi, fremhævede han at det som områdets udvikling krævede ikke var en rent kognitiv teori, men en teori som også tillader os forstå de sociale samspil mellem elever, lærere og viden i klasseværelset, som betinger hvad eleverne lærer og hvordan det kan læres. Det er målet for teorien om didaktiske situationer, som gennem en fortløbende modning er blevet den imponerende og komplekse teori den er i dag. Det var selvfølgelig et arbejde som blev udført i et større fællesskab, men hver gang der var væsentlige fremskridt, var den afgørende kilde Guy Brousseau. (ZDM, 2004; oversat fra engelsk af CW)

Generelt om TDS

TDS anvendes i dag af mange matematikdidaktikere i og uden for Frankrig og i et vist omfang også af forskere i naturfagernes didaktik. Hvad der måske er lige så interessant, er at TDS i den fransktalende verden har opnået en ret stor indflydelse i skolesystemet, ikke mindst i kraft af udbredelsen gennem læreruddannelse, men også ved systematisk formidling direkte til undervisere af visse af dens metoder, begreber og designs.

Når TDS ikke endnu har fundet den store udbredelse i Skandinavien, kan det skyldes flere ting. Brousseaus originaltekster (hvoraf en del er oversat til engelsk, se Brousseau, 1997) anses i almindelighed for at være relativt svært tilgængelige. Det har formentlig også spillet en rolle at store dele af litteraturen kun er til rådighed på fransk; men i de seneste 10 år er der faktisk publiceret ganske meget på engelsk om TDS. På dansk findes der indtil videre kun ganske få publikationer som bruger eller præsenterer TDS (fx Blomhøj, 1995; Winsløw, 2004, 2006). En anden barriere kan være en vis orientering mod England og USA. TDS tager nemlig et radikalt anderledes udgangspunkt end store dele af den angelsaksiske forskningstradition. Det vil jeg nu uddybe lidt.

Udgangspunktet for TDS er *epistemologisk* (vedr. viden og erkendelse), snarere end psykologisk eller "pædagogisk". TDS drejer sig altså ikke om at undersøge eller fremme bestemte *former* eller *pædagogiske dagsordener* i undervisningen eller om at undersøge fx de *kognitive forhindringer* for læring af visse faglige principper. I stedet undersøges de betingelser som er specifikke for undervisning i bestemte matematikfaglige vidensområder. Et af Brousseaus klassiske studier drejer sig således om et eksperimentelt design for indføring i sandsynlighedsregningens og statistikkens grundbegreber (se Brousseau et al., 2001). I denne artikel vil jeg præsentere brugen af TDS i forbindelse med et tema fra geometrien.

Matematikken bag forstørrelse

Som nævnt vil jeg introducere TDS på basis af en konkret undervisningssituation, udviklet og afprøvet af Guy Brousseau og hans medarbejdere i 70'erne. Design og analyse af en undervisningssituation tager, i TDS, udgangspunkt i en dybere analyse af den tilsigtede faglige viden. I overensstemmelse hermed vil jeg – før beskrivelsen af undervisningssituationen – sige lidt om dens matematikfaglige baggrund.

Forstørrelse i dagligdagen

Alle kender til fænomenet "forstørrelse" i en lang række sammenhænge, specielt forstørrelse af to-dimensionelle objekter. Man kan forstørre et hvilket som helst dokument på de fleste kopimaskiner, normalt ved at angive den ønskede forstørrelse i procent. Man kan få lavet forstørrelser af sine fotografier – eller selv lave dem på sin computer. I forbindelse med elektroniske kort kan man ofte "zoome ind" på et område af kortet som man så ser i en slags forstørrelse (svarende til en mindre målestok). Man kan også gå den modsatte vej – det kalder vi så "formindskelse".

Når vi taler om forstørrelse og formindskelse af noget, er det underforstået at dette "noget" i en eller anden forstand er det samme – vi får det blot i forskellige størrelser. Logoet for MONA findes i to forskellige størrelser på side 1 og 2 i bladet, men vi taler netop om logoet. Men i hvilken forstand er de to udgaver "ens"?

Ligedannede trekanter

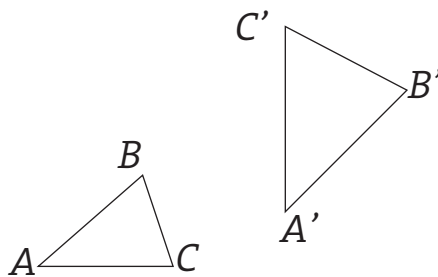
Læserne af MONA er næppe i tvivl: Der er tale om et matematisk fænomen, nemlig *ligedannethed*. For polygoner i planen kan dette defineres vha. polygonens vinkler (essentielt: De er *ens* i ligedannede polygoner). For mere generelle figurer kan man definere ligedannethed af to figurer vha. afbildninger i planen (essentielt: Eksistens af en lineær, vinkelbevarende afbildning som afbilder den ene figur over på den anden). Denne definition har også den fordel at afbildningen bestemmer hvilke stykker der skal betragtes som “tilsvarende”. Men den kræver naturligvis en mere avanceret matematisk baggrund.

I praksis kan man ofte reducere ligedannethed til noget der angår trekanter, simpelthen ved at inddеле sine figurer i trekanter (triangulering); to trekanter kaldes ligedannede hvis de har de samme vinkler. Dermed er følgende sætning, der har været kendt siden oldtiden, en fundamental viden om ligedannethed i det hele taget:

Thales' sætning. To trekanter er ligedannede hvis og kun hvis deres sidelængder er proportionale. Mere præcist, to trekanter ABC og $A'B'C'$ er ligedannede hvis og kun hvis

$$\frac{AB}{AC} = \frac{A'B'}{A'C'} \quad \text{og} \quad \frac{AB}{BC} = \frac{A'B'}{B'C'}$$

(Euklid, 1904, bog VI, afsnit 4 og 5)



Sætningen og dens varianter tilskrives undertiden Thales, selvom der faktisk ikke er noget historisk belæg for at gøre det (jf. Euklid, 1994, s. 161).

Det mest interessante i ovenstående sætning er at hvis to trekanter faktisk *er* ligedannede, så har vi det samme forhold mellem to par af ensliggende sider (også kaldet *målforholdet*). Sagt mere populært: Man forstørrer ved at gange længderne af tilsvarende stykker med en fast faktor; alle længderne i den forstørrede figur står derfor i samme forhold til de tilsvarende længder i den oprindelige figur.

Begrebet målforhold er således nært knyttet til ligedannethed: Hvis S og T er to ligedannede figurer, findes der et positivt tal k (målforholdet mellem S og T) således at hvis s og t er to ensliggende stykker i hhv. S og T , så er længden af t lig med k gange længden af s . Tilfældene $k < 1$, $k = 1$ og $k > 1$ svarer til at T er “mindre end”, “kongruent med” og “større end” S . Dette gælder endda i en mere generel sammenhæng end polygoner. Når vi vælger at formindske til 71 % på kopimaskinen, bliver alle længder (også de “krumme”) på kopien 0,71 gange længden af de tilsvarende stykker på originalen.

Officiel og personlig matematisk viden

Ovenstående kortfattede præsentation kan naturligvis præciseres yderligere i en officiel matematisk forstand (og det på forskellige matematiske baggrunde). Som læseren nok har bemærket, indeholder præsentationen en blanding af generel og mere praktisk viden. På samme måde vil både elevens og lærers viden om et matematisk tema normalt være en sammensat størrelse. En del af den er knyttet til meget konkrete praksisformer, fx i dagligdagen (hvis man skal reducere fra A4 til A5 på kopimaskinen, passer 71 % nogenlunde) eller til bestemte opgavetyper (fx målforholdet som teknik ved arbejde med lignedannede trekkanter). En del af den er tættere på den *officielle viden* (fx Thales' sætning i den udgave som er formuleret ovenfor). Men al viden er baseret på en forståelse af konkrete typer af praksis – hvis der ikke er tale om ren udenadslære.

Selvom endemålet for undervisningen således er en officiel, "generel" viden, så vil det ikke være tilstrækkeligt at læreren simpelthen meddeler den. Elevernes eget arbejde med konkrete situationer er en forudsætning for at den officielle viden kan gøres til en integreret (og ikke blot påklippet) del af deres *personlige viden*.

Det er her betydningen af "didaktiske miljøer" og andre af grundbegreberne i TDS kommer ind. For at give disse begreber kød og blod vil jeg nu beskrive en berømt undervisningssituation designet af Brousseau.

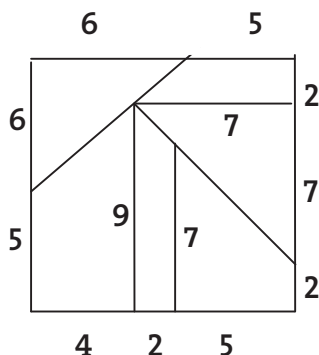
Puslespilssituationen

Denne situation indgår som nr. 37 i en sekvens af 65 situationer der overordnet set handler om decimaltal (Brousseau og Brousseau, 1988; jf. også kap. 4 i Brousseau, 1997). I nærværende artikel er pointen at situationen kan udvikle elevernes viden om ligedannethed.

For at gennemføre puslespilssituationen må eleverne have en vis erfaring med praktisk-geometrisk arbejde, herunder tegning og måling med lineal. De skal desuden være fortrolige med de fire regningsarter og til en vis grad med brøker og decimaltal. Der er i øvrigt tale om en klassesituation hvor eleverne sidder i grupper på 4-5 elever, og hvor de har nem adgang til skriveredskaber, papir, linealer og sakse.

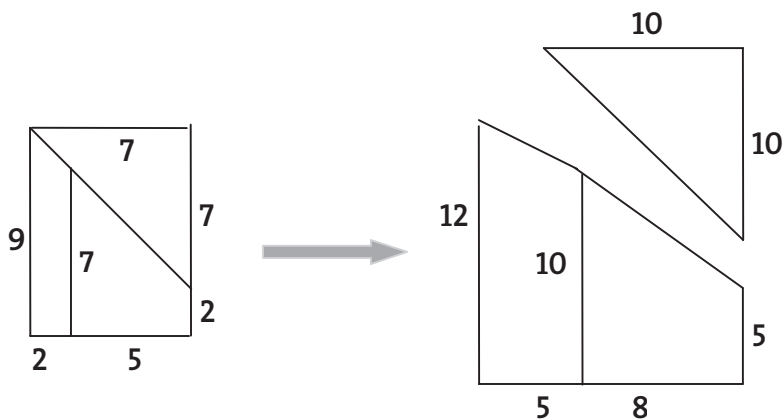
I timen skal eleverne arbejde med et puslespil som i figur 1; tallene på figuren angiver brikernes størrelse i cm. Læreren har tegnet en "stor" model af det på tavlen (uden længdeangivelser) og har desuden forberedt en kuvert til hver gruppe som indeholder brikkerne til puslespillet med de rigtige mål.

Læreren starter med at vise eleverne puslespillet på tavlen og siger: *Om lidt får hver gruppe sit puslespil (viser kuverterne og nogle af brikkerne). En af brikkerne (viser den på tavlen) har en side der måler 4 cm. I skal nu lave en større udgave af dette puslespil hvor denne side måler 7 cm. Hver person i gruppen skal lave mindst én brik til puslespillet, eller to i en gruppe kan lave to sammen. Når I er færdige, skal I samle det nye puslespil.*



Figur 1. Et puslespil (Brousseau, 1997, s. 177).

Grupperne får nu udleveret deres puslespil og fordeler brikkerne mellem sig, evt. efter en kort diskussion. Brousseaus forsøg med situationen (på omkring 6. klassesetrin) viser at de fleste elever konstruerer de nye brikker ved at lægge 3 cm til de sidemål som afmåles på de udleverede brikker (svarende til forlængelsen af 4 cm til 7 cm). Når grupperne skal samle brikkerne, passer de ikke sammen. Nogle af grupperne forsøger måske at "klippe de nye brikker til" så de passer bedre sammen; men det lykkes ikke rigtigt, og de synes nok også at det er lidt "snyd". Andre elever mener at de må have sjusket med målene eller lavet en eller anden regnefejl undervejs, og de begynder forfra med en eller flere brikker. Men problemet er der stadig. Flere bemærker som regel, at de nye brikker ikke engang passer "i kanten" af puslespillet. Læreren kan evt. støtte udviklingen af denne observation ved at foreslå grupperne at se på den del af puslespillet som er vist i figur 2.



Figur 2. Et udsnit af puslespillet "forstørret med 3 cm".

Det kan hjælpe eleverne med at identificere et principielt problem: En kant, som er sammensat af siderne i to brikker (fx “bunden” på 2 cm + 5 cm), bliver forstørret med 6 cm i alt. Men hvis samme kant blot er side i en enkelt brik (fx den øverste kant på 7 cm), bliver den forstørret med 3 cm. Det er altså antallet af brikker som støder op til en kant, der bestemmer hvor meget “kanten” bliver længere i forstørrelsen.¹

Eleverne er nu klar over at deres strategi (at lægge 3 cm til alle sidelængderne) ikke vil lykkes uanset hvor nøjagtigt de måler, tegner og klipper. Der må findes en anden metode. En anden almindelig strategi som ofte kommer op nu (eller evt. fra starten), er baseret på at 7 er 1 mindre end det dobbelte af 4, så man skal blot tage 1 cm mindre end de dobbelte sidelængder når det store puslespil skal konstrueres. Brikkerne som konstrueres med denne metode, passer faktisk noget bedre sammen; men tydeligvis ikke nøjagtigt. Og igen kan man ved at kigge på udsnippet i figur 2 overbevise sig om at metoden har principielle problemer.²

Problemet er altså at opgaven indebærer at nogle længder skal forstørres på flere måder (samlet og i to eller flere dele). Og det skal give det samme resultat hvis puslespillet skal kunne samles.

Det kritiske punkt i situationen er nu nået: Eleverne har indset at opgaven ikke er så simpel som de først troede. Læreren kan på forskellig måde hjælpe til at få større overblik over problemet, uden at ødelægge det ved at give “svaret”. Man kan fx, i det omfang ideen ikke allerede er opstået blandt eleverne, foreslå dem at lave en tabel der viser sidelængderne i det udleverede puslespil og i det nye, som i figur 3.

Små brikker	2 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm
Store brikker	?	7 cm	?	?	?	?	?

Figur 3. En tabel over sidelængder i puslespillene.

Den afgørende ide som gerne skulle opstå – og som kan forberedes eller fremmes på forskellige måder, fx vha. tabellen – er at tænke på enheden, 1 cm, som en længde alle længderne i tabellen er “sat sammen” af.³ Hvis man ved hvordan den skal forstørres,

1 Matematisk note: Elevernes strategi for konstruktion af sidelængder i det forstørrede puslespil kan udtrykkes som $f(x) = x + 3$ hvor x er sidelængden på de udleverede brikker. Problemet er at denne funktion ikke er lineær, idet $f(a + b) \neq f(a) + f(b)$.

2 Matematisk note: Denne metode svarer til at konstruere de nye længder vha. funktionen $f(x) = 2x - 1$; men igen er $f(a + b) \neq f(a) + f(b)$.

3 Det er naturligvis et springende punkt hvordan denne idé “opstår”, og her spiller de foregående 36 situationer en vigtig rolle i Brousseaus design. Fx drejer en af de tidligere situationer sig om hvordan man bestemmer tykkelsen af et ark papir. Her er “enheden” eksplicit men vanskelig at måle i praksis – og eleverne skal så udvikle ideen om at måle tykkelsen af fx 100 ark og derudfra bestemme tykkelsen af et enkelt stykke. At indføre tabellen i figur 3 er dog allerede et væsentligt skridt i retning af at stille det direkte spørgsmål: Hvad sker der med en længde på 1 cm? Men at “optimere” elevernes eget bidrag i situationen er til syvende og sidst lærerens opgave som må løses på basis af elevernes forudsætninger og reaktioner.

kan man også forstørre de øvrige – jf. hvad der ovenfor blev sagt om at forstørre en sidelængde i en og flere dele. Det ræsonnement som skal udvikles, er altså:

Sidelængden på 4 cm er 4 gange enheden; sidelængden på 7 cm må derfor være 4 gange forstørrelsen af enheden. Forstørrelsen af enheden er derfor $7/4$ cm, eller 1,75 cm.

Nu kan tabellen i figur 3 udfyldes ved at bruge første del af ovenstående ræsonnement med de øvrige sidelængder i første række i stedet for 4 cm. Denne metode skal naturligvis “verificeres” ved at konstruere nye brikker vha. tabellen og se at de passer sammen.

På baggrund af denne erfaring – som det formentlig vil tage mindst en lektion at udvikle – kan læreren afslutningsvis formulere et princip for forstørrelse: Sidelængderne skal ganges med en fast faktor. Man kan spørge: Hvorfor ikke bare sige det fra starten – ligesom jeg gjorde i forrige afsnit – hvorfor trække eleverne gennem denne frustrerende og måske ligefrem forvirrende oplevelse?

Svaret er naturligvis ikke at *al* officiel viden skal tilegnes gennem “discovery learning” hvor den gøres personlig gennem møjsommeligt arbejde med en konkret situation. Ikke desto mindre tyder den tilsyneladende sikkerhed hvormed mange elever umiddelbart vil bruge “lægge til”-modellen, på at vi i dette tilfælde har at gøre med en mere grundlæggende forhindring for den officielle viden. I modsætning til misforståelser som skyldes undervisningen opstår idéen om additiv forstørrelse nemlig *spontant* hos mange elever. En direkte meddelelse af den officielle viden vil dermed for en del elever installere en slags parallelviden; den “naturlige” strategi (forlæng alle stykker med den samme længde) forsvinder ikke nødvendigvis hvis man ikke har indset dens utilstrækkelighed. Den vil så dukke op i alle de situationer som man ikke umiddelbart forbinder med den officielle viden. Forhindringen må derfor overvindes ved at den personlige “viden” (som altså i dette tilfælde er forkert) udfordres og ændres i en konkret situation hvor den officielle viden præsenterer sig selv med en vis fornuftsmæssig *nødvendighed*. Den direkte meddelelse af den vil derimod basere sig på lærerens og fagets autoritet, og eleven vil da kun (måske) forbinde den med bestemte typer af skoleopgaver.

Teorien om didaktiske situationer

TDS handler grundlæggende om undervisningssituationer i matematik. Samspillet mellem lærere og elever kaldes en *didaktisk situation* under to forudsætninger:

- Læreren handler ud fra en intention om at eleverne lærer noget – ikke blot om at de skal lære “et eller andet”; lærerens intention omfatter en *tilsigtet matematisk viden*.

- Eleverne har på deres side en intention om at deltage i undervisningen.

Den didaktiske situation udfolder sig altså som et samspil mellem en lærer (evt. flere), en elevgruppe og den tilsigtede viden.

Undertiden arbejder eleverne på egen hånd i tilknytning til en didaktisk situation; de siges da at være i en *adidaktisk situation*. Adidaktiske situationer er således tæt knyttet til didaktiske situationer hvor læreren er i direkte samspil med eleverne.

Undervisningens bestanddele

Den simpleste form for didaktisk situation er at læreren meddeler den tilsigtede viden direkte til eleverne. Det vil læreren normalt gøre i det mindste i nogle faser af situationen. En sådan fase kaldes *institutionalisering*. For eleverne får den meddelte viden en officiel karakter i og med at den kommer fra institutionen, repræsenteret ved læreren.

I andre faser af undervisningen sætter læreren eleverne i gang med forskellige former for fagligt arbejde som hun ikke direkte er involveret i (fx opgaveregning). Man siger at læreren *devaluerer*⁴ en arbejdsopgave til eleverne; man siger at læreren foretager en *devolution*. Herefter følger normalt en kortere eller længere adidaktisk situation hvor eleverne arbejder med opgaven.

Eleverne *handler* og *formulerer sig* efter bedste evne inden for de rammer som er fastlagt i devolutionsfasen. Der vil ofte være en del af formuleringerne som fremkommer i direkte samspil med læreren (fx når eleverne spørger om noget). Mens *handlingssituationer* er adidaktiske, vil *formuleringssituationer* altså kunne være såvel adidaktiske som didaktiske. Læreren kan således deltage direkte, fx med henblik på at tydeliggøre og fællesgøre elevernes formuleringer.

Det er selvfølgelig ikke nok at eleverne handler og formulerer sig. Eleverne ved selv at ikke alt er lige godt, specielt da ikke i faget matematik. Så før eller senere forventer de at der foretages en rationel *vurdering* af deres formuleringer. Man taler da om en *valideringssituation*, som normalt er didaktisk. Læreren efterfølgende opsamling af den indvundne viden – som derved bliver fælles, officiel viden – er en vigtig form for institutionalisering.

Puslespilssituationen indeholder ganske klart disse elementer. Læreren *devaluerer* først opgaven med at forstørre puslespillet hvorefter eleverne er i en *adidaktisk situation*. De formulerer måske en første hypotese, men uanset om de har formuleret en fælles strategi, *handler* de på basis af en forestilling om en metode når de produ-

4 Ordet *devaluere* kan opfattes som modsat *involvere*. Når læreren devoluerer en arbejdsopgave, betyder det at hun overgiver arbejdet med den til eleverne og altså "ikke-involverer" sig – for en tid, forstås.

cerer de nye brikker. Behovet for at *formulere* sig omkring metoden opstår i hvert fald når de opdager at metoden ikke virker. Det kan fx ske ved at se på simple dele af puslespillet, som vist i figur 2. Efter måske flere forsøg opstår elevernes ønske om validering eller evt. om institutionalisering af en "rigtig" metode. Læreren reagerer i første omgang på disse krav ved at *forstærke* formuleringssituationen, fx gennem forslaget om at repræsentere forstørrelsen af sidelængderne gennem en tabel (figur 3). Dette giver anledning til nye formuleringer og handlinger. Læreren afventer, så vidt muligt, at eleverne – som følge af deres egne handlinger og formuleringer – kan deltage i *valideringssituationen* hvor den korrekte metode genkendes. Metoden er fortsat knyttet til den devoluerede problemstilling men kan derpå *institutionaliseres* i sin officielle form (ved forstørrelse multipliceres sidelængderne med en fast faktor).

Uanset hvordan en didaktisk situation er bygget op, kan ovenstående begreber bruges til at genkende dens centrale faser. De kan godt komme i en anden rækkefølge eller fx blot bestå af institutionalisering. Der er således også tale om et sæt af analytiske begreber som beskriver den didaktiske situations mulige elementer. Det de udtrykker, vil være velkendt for enhver lærer. En pointe med at gøre beskrivelsen eksplicit er at et sådant begrebsapparat kan bidrage til at fremme den fælles forståelse af konkret, observeret undervisning (se fx Hersant & Perrin-Glorian, 2005).

Når det gælder *tilrettelæggelsen* af didaktiske situationer – og en dybere forståelse af betingelserne for deres succes – må vi have en mere præcis beskrivelse af hvad det vil sige at eleverne arbejder med den tilsigtede viden. Det didaktiske system vil jo kun i institutionaliseringsfasen indeholde den tilsigtede viden i officiel form; den faglige viden optræder i andre former i de øvrige faser af situationen. Jeg har allerede nævnt at dette kan være nødvendigt – nemlig når eleverne ikke umiddelbart kan tilegne sig den tilsigtede (officielle) viden.

Didaktiske miljøer

Ordet "miljø" bruges her i en overført betydning. En biologisk organisme udvikler sig gennem tilpasning til et miljø – og samtidig på basis af sine genetiske forudsætninger. På samme måde udvikler den menneskelige erkendelse sig i et komplekst samspil med det omgivende miljø samtidig med at der er visse regelmæssigheder knyttet til udviklingen af erkendelsen. Allerede Jean Piaget taler om erkendelsens tilblivelse – læring og kognitiv udvikling – med biologiske metaforer.

Selvom Piagets teorier er baseret på omfattende empiriske studier, er de naturligvis blevet kritiseret af eftertiden⁵. Og selvom en forståelse af hvordan mennesker

5 En del lærere vil have stiftet bekendtskab med Piagets teorier i deres læreruddannelse. Vi kan her hverken komme ind på detaljerne i disse teorier eller på den omtalte kritik (se fx Winsløw, 2006, kap. 5). Som det er antydnet i citatet i introduktionen, er der en vis sammenhæng – og betydelige forskelle – mellem TDS og Piagets teorier.

lærer, naturligvis er af stor betydning i en didaktisk teori, så kan viden (eller teorier) om undervisning ikke direkte afledes af viden (eller teorier) om læring. Men Piagets centrale idé – at læring er en tilpasningsproces som både afhænger af omgivelserne og af individets aktive *konstruktion* af viden – har fået en blivende plads i den uddannelsesvidenskabelige tænkning om læreprocesser.

At læring afhænger af omgivelserne – miljøet – får en særlig betydning i forbindelse med undervisning i et fag som matematik. Matematiklæring sker jo ikke spontant i et “naturligt” miljø, når vi ser bort fra ganske simple erfaringer af logiske, geometriske og aritmetiske sammenhænge (som Piaget interesserede sig for). Undervisning består i en vis forstand i at etablere et “kunstigt miljø”, i den hensigt at befordre læring af noget bestemt:

I en undervisningssituation organiserer læreren et miljø, fx et problem, som mere eller mindre klart er motiveret af hendes intention om at formidle en bestemt viden til eleven, men som skjuler denne viden og det forventede resultat tilstrækkeligt til at eleven kun kan opnå det gennem en personlig tilpasning til det stillede problem. Værdien af den således opnåede personlige viden afhænger derfor af miljøets kvalitet som igangsætter af en virkelig, kontekstualiseret funktion af den tilsigtede viden, altså af graden af den opnåede didaktiske forskydning. (Brousseau, 1989, s. 325; oversat fra fransk af CW)

Det er denne intention om elevernes læring af noget som fører til konstruktionen af et *didaktisk miljø*. Enhver undervisningssituation – fra det åbne projektarbejde til den institutionaliserende forelæsning – anbringer altså eleverne i et didaktisk miljø som giver bestemte betingelser for deres læring. Læreren handlinger i den didaktiske situation drejer sig i høj grad om at etablere og ændre dette miljø.

Et didaktisk miljø har en *objektiv* dimension som i princippet hverken afhænger af lærerne eller eleverne. Det er denne del af miljøet som kan beskrives – sådan som jeg har gjort det i forbindelse med puslespilssituationen. Hertil hører fx de materielle genstande som handlinger udføres med, men også opgaver og instruktioner, matematiske repræsentationer mv. som fx indgår i formuleringssituationer. I puslespilsituationen indgår de udleverede brikker, papir, linealer mv. som materielle dele af miljøet som eleverne arbejder med i handlingssituationen, og til miljøet hører også lærerens instruktioner og puslespilsopgavens formulering (som i øvrigt udvikles undervejs, fx med indførelsen af tabeller som i figur 3).

Det didaktiske miljø har også en *subjektiv dimension* der bl.a. handler om de mere udtalte spilleregler som gælder for aktørerne i miljøet (specielt eleverne). Selvom den subjektive dimension af miljøet er af stor betydning i praksis (og kan studeres nærmere, fx vha. begrebet *didaktisk kontrakt*, jf. fx Blomhøj, 1995 og Winsløw, 2006,

afsnit 7.4), så ligger hovedinteressen i forbindelse med didaktisk design i beskrivelsen og udviklingen af det objektive miljø.

En meget væsentlig egenskab ved et didaktisk miljø er dets *adidaktiske potentiale*, dvs. de muligheder for selvstændigt elevarbejde som miljøet indeholder (jf. ovenstående citat). Og her er den nævnte skelnen mellem det objektive og det subjektive miljø væsentlig. Det objektive miljøes adidaktiske potentiale handler om rækkevidden og kvaliteten af de matematiske indsigter som miljøet og elevernes forudsætninger gør mulige. Det *realiserede* adidaktiske potentiale bestemmes selvfølgelig også af det subjektive miljø, og det viser sig ofte i forløbet af devolutions- og valideringsfaserne.

Det er vigtigt at understrege at selv det objektive miljø er en dynamisk størrelse som udvikles i løbet af den didaktiske situation – dels som funktion af lærerens (eller andres) planlægning af situationen, dels i forhold til situationens faktiske forløb. Man kan ikke på forhånd planlægge alle detaljer i elevernes arbejde i miljøet.

I beskrivelsen af puslespilssituationen har jeg da også været ret forsigtig med at sige at “eleverne gør sådan og sådan” som en slags automatisk reaktion i et givet miljø. Den større sammenhæng – herunder de didaktiske situationer som går forud – er betydningsfuld for den grad af stabilitet som kan observeres empirisk. Og i en sådan sammenhæng er elevernes læring langt fra tilfældig eller uforudsigelig.

Didaktisk ingeniørarbejde

Design af didaktiske situationer – og specielt planlagte objektive miljøer for læring – udgør således en af didaktikkens hovedopgaver. Det betyder ikke at al undervisning skal planlægges af matematikdidaktikere. I mange tilfælde vil didaktikerens design være lavet til brug under bestemte kontrollerede betingelser hvor man ønsker at undersøge bestemte didaktiske fænomener. Men netop når sådanne design er omhyggeligt dokumenterede, kan de faktisk udgøre produkter af didaktisk forskning og udvikling som er brugbare i den forstand at passende uddannede lærere kan tilpasse dem deres egen undervisningssammenhæng, videreudvikle dem etc.

I konkret brug af en didaktisk situation må man naturligvis tage hensyn til elevernes interesser og forudsætninger. Et væsentligt element i dokumentationen af et didaktisk design er således at præcisere hvordan situationen kan varieres uden at miste sine essentielle egenskaber. Den centrale, overordnede egenskab er naturligvis muligheden af at eleverne konstruerer den tilsigtede viden i det didaktiske miljø.

En nærmere beskrivelse af metoden i *didaktisk ingeniørarbejde* er givet af Artigue (1994). En vigtig pointe er det nære samarbejde mellem undervisere (i forsøgsklasserne) og matematikdidaktikere – både i design- og analysefaserne. Forbilledet er her Brousseaus eget forsøgscenter i Talence, med tilknyttet skole. Her var et stort antal forskere, ph.d.-studerende og lærere involveret i årelange studier af eksperimentelle

undervisningsforløb. Den sekvens af situationer som puslespilssituationen indgår i, blev udviklet i denne sammenhæng – sammen med de grundlæggende dele af TDS.

Didaktiske miljøer i gymnasiet og på universitetet

TDS er oprindeligt udviklet til og på basis af didaktiske design for matematikundervisning på grundskoleniveau. I dette afsnit antyder jeg hvordan TDS kan bruges på undervisning på gymnasie- og universitetsniveau, med udgangspunkt i et eksempel der matematisk set ligger i forlængelse af puslespilssituationen.

I forbindelse med den elementære trigonometri (typisk i 1. g) vil eleverne normalt bl.a. skulle lære om den såkaldte *sinusrelation* for vinklerne og siderne i en trekant:

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}.$$

Formlen præsenteres normalt som en teknik til brug for trekantsberegninger, og der præsenteres som regel også et bevis (arealet af trekanten kan udregnes som $\frac{1}{2} ac \sin B$, $\frac{1}{2} ab \sin C$ osv.). Den tilsigtede viden er her formelen og den nævnte tekniske brug. Men det er en interessant idé at overveje om forbindelserne til ligedannethed kunne give emnet et bredere matematisk indhold for eleverne og knytte det nærmere til elevernes viden om elementær geometri. Problemet som sinusrelationerne er en form for løsning af, kan derved komme til at antage en mere praktisk og personlig karakter for eleverne, så relationen ikke simpelthen bliver én blandt mange formler man i bedste fald kan "slå op" efter behov.

Thales' sætning er et specialtilfælde af sinusrelationen. Af denne følger jo

$$\frac{\sin A}{\sin B} = \frac{a}{b} \text{ og } \frac{\sin A}{\sin C} = \frac{a}{c},$$

så hvis vinklerne i to trekanter er ens, står deres sider i samme forhold til hinanden, og omvendt.

Euklid (1904, bog VI) giver i sine *Elementer* et bevis for Thales' sætning som er noget mere indviklet end det bevis for sinusrelationerne som blev antydnet ovenfor. Til gengæld bygger formelen for sinus i retvinklede trekanter – som benyttes i beviset for sinusrelationerne – på et specialtilfælde af Thales' sætning.

Eleverne i 1. g må antages at vide mere end elever i 6. klasse om puslespilssituationens problemstilling (herunder om hvordan man forstørrer en trekant). Fx omtales Thales' sætning (uden navn eller bevis) på s. 80 i en almindeligt brugt lærebog for gymnasiet (Carstensen og Frandsen, 1997), hvor sinusrelationen indføres på s. 187 (med bevis, men uden eksPLICIT sammenhæng til ligedannethed). Formlen for sinus i en retvinklet trekant fremsættes s. 185 (heller ikke her omtales sammenhængen til ligedannethed).

Man kan nu overveje om disse sammenhænge kan etableres tydeligere for eleverne gennem et objektivt miljø som har nogle af de ønskelige egenskaber som vi så i puslespilssituationen:

- Eleverne gives mulighed for at skaffe sig en vis fortrolighed med de problemer som den tilsigtede viden løser (her fx: Hvad kan man sige om en trekant hvis man kender dens vinkler?)
- I arbejdet med miljøet kan eleverne se relationer til, uddybe og bruge deres eksisterende viden (fx om lighedannedhed), og miljøet får derved et betydeligt adidaktisk potentiale.
- Miljøet gør det muligt og nødvendigt at konstruere denne viden i det mindste i nogle specialtilfælde.

At konstruere et sådant objektivt miljø er en ægte matematikdidaktisk arbejdsopgave som jeg ikke vil ødelægge for læseren ved at fremkomme med en "løsning", der i øvrigt ikke ville have noget entydigt over sig.

Lad mig alligevel gøre et par almene bemærkninger som vedrører denne type af opgave. I den lidt videregående matematik, især i forbindelse med dens mere tekniske resultater som fx sinusrelationerne, kan det ofte være vanskeligt at tænke sig et didaktisk miljø som både har stort adidaktisk potentiale, og som samtidig med indre nødvendighed vil "tvinge" eleverne til at konstruere den tilsigtede viden.

En principiel mulighed der er af særlig betydning i netop denne sammenhæng, er de såkaldt *returnerede miljøer* (Bloch, 2005). Ideen er i korthed at man først devoluerer en adidaktisk situation med et "åbent" didaktisk miljø der tjener til at gøre eleverne fortrolige med problemstillingen gennem en ret fri udforskning af nogle specialtilfælde. Dernæst devolueres det *returnerede* miljø gennem en præcisering (måske endda indsnævring) af problemfeltet der stiller mere specifikke krav til arbejdets resultater. Bemærk at det didaktiske miljø i puslespilssituationen fra starten indeholder den afgørende betingelse for resultaterne (forstørrelsen af puslespillet skal kunne samles). Betingelsen kan kun opfyldes gennem konstruktion af den tilsigtede viden; der er således ikke behov for en returnering.

Problemet med den tilsigtede videns tekniske og teoretiske karakter bliver naturligvis endnu mere tydeligt når vi ser på universitetsniveauet. Men også her kan grundbegreberne fra TDS – herunder idéen om adidaktisk potentiale af didaktiske miljøer – bruges til at øge de studerendes muligheder for at tilegne sig personlig viden. Begrebet lineær afbildning kan, som jeg allerede har antydnet, motiveres gennem arbejde med geometriske egenskaber (fx vinkelbevarelse) for afbildninger af planen ind i sig selv – evt. under anvendelse af computerstøttede visualiseringer. Hvilke matricer svarer mon til vinkelbevarende afbildninger? Og hvordan kan man

beregne målforholdet (den faktor hvormed afbildningen forstørrer eller formindsker)? Hvad har målforhold at gøre med mål, fx Lebesguemålet? Se Dorier (2000) for en samling af didaktiske studier af lineær algebra og relationen til elementær geometri.

TDS har faktisk gennem en årrække været anvendt til eksperimentelle design også i den universitære matematikundervisning, specielt på de indledende trin. Artigue (1994) omtaler således et omfattende didaktisk ingeniørarbejde som havde til formål at skabe computerstøttede miljøer for førsteårsstuderendes arbejde med differentiaalligninger. Det kan også dreje sig om at etablere en såkaldt *videnskabelig debat* i forelæsninger for mange studerende (Legrand, 2001) eller om at stille mere avancerede tematiske opgavesæt inden for den matematiske analyses teori (Grøn bæk og Winsløw, 2006). I alle disse tilfælde er de konkrete miljøers adidaktiske potentiale en hovedpointe. Når det forøges, muliggøres nye former og kvaliteter i undervisernes interaktion med de studerende.

Konklusion

Teorien om didaktiske situationer er af stor interesse for såvel lærere, læreruddannere og matematikdidaktikere (og kombinationer heraf). En almindelig kritik af matematikkens didaktik går på at feltet kun marginalt interesserer sig for almindelig undervisningspraksis, og at matematikdidaktiske resultater ikke er brugbare og bekendte for matematiklærere. Jeg finder at denne kritik i et vist omfang er berettiget, og at TDS repræsenterer et lovende redskab til at komme kritikerne i møde.

I dansk sammenhæng er der også praktiske grunde til afstanden mellem forskning og undervisningspraksis – specielt de institutionelle rammer for forskning og læreruddannelse til forskellige trin. Men selv under bedre institutionelle betingelser vil forskningen kun få betydning for praksis hvis den faktisk beskæftiger sig med praksis – og har effektive redskaber til at gøre det. Her er TDS et blandt flere tankevækkende bud.

Jeg har i denne artikel forsøgt at gøre de grundlæggende ideer i TDS så tydelige og praksisnære som muligt. Alligevel kan det ikke benægtes at teoriens tankegang og begreber kræver en vis tilvænning. At det er umagen værd, er der god evidens for fra de sammenhænge hvor TDS indtager en central plads i læreruddannelse, forskning og ... undervisningspraksis.

Referencer

Artigue, M. (1994). Didactical engineering as a framework for the conception of teaching products. I: R. Biehler et al. (red.), *Didactics of Mathematics as a scientific discipline* (s. 27-39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Bloch, I. (2005). Dimension a-didactique et connaissance nécessaire: un exemple de 'retourne-ment' de situation. I: M.-H. Salin et al. (red.), *Sur la théorie des situations didactiques* (s. 143-152). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Blomhøj, M. (1995). Den didaktiske kontrakt i matematikundervisningen. *Kognition og Pædagogik*, 3, s. 16-25.
- Brousseau, G. (1989). Le contrat didactique: le milieu. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9 (3), s. 309-336.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics 1970-1990* (oversat og redigeret af N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland og V. Warfield). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Brousseau, G. & Brousseau, N. (1988). *Rationnels et décimaux dans la scolarité obligatoire*. Bordeaux: IREM de Bordeaux.
- Brousseau, G, Brousseau, N. & Warfield, V. (2001). An experiment on the teaching of statistics and probability. *Journal of Mathematical Behavior*, 20(3), s. 363-411.
- Carstensen, J. & Frandsen, J. (1997). *Mat 1*. Aarhus: Systime.
- Dorier, J.-L. (2000, red.). *On the Teaching of Linear Algebra*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Euklid (1994). *Euclide d'Alexandrie: les Éléments. Traduits du texte de Heiberg*, bind 2. Kommentar og oversættelse af Bernard Vitrac. Paris: Presses Universitaires de France.
- Euklid (1904). *Euklids Elementer V-VI*. Oversat af Thyra Eibe. København: Nordisk Forlag.
- Grønbæk, N. & Winsløw, C. (2006). Developing and assessing specific competencies in a first course on analysis. *Research in Collegiate Mathematics Education*, 6 (in press).
- Hersant, M. & Perrin-Glorian, M.-J. (2005). Characterization of an ordinary teaching practice with the help of the theory of didactical situations. *Educational Studies in Mathematics*, 59 no. 1-3, s. 113-151.
- Legrand, M. (2001). Scientific debate in mathematics courses. I: D. Holton (red.), *Teaching and learning of mathematics at university level. An ICMI study* (s. 127-135). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Winsløw, C. (2004). Hvad skal vi med matematikdidaktikken? I: K. Schnack (red.), *Didaktik på kryds og tværs* (s. 325-344). København: DPU forlag.
- Winsløw, C. (2006). *Didaktiske elementer: en indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik*. Frederiksberg: Biofolia.
- ZDM (2004). Citation for the 2003 ICMI Felix Klein Medal to Guy Brousseau. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 36(4), s. 126.

Budskaber om modellering i fysiklæreboøger

Martin Niss

The Dibner Institute for the History of Science and Technology, MIT, USA

Modeller og modellering er en væsentlig side af fysik som det ikke er ligegyldigt hvordan der undervises i. Nærværende artikel undersøger de budskaber om modellering som universitetslæreboøger på begyndende kandidatniveau i fysikdisciplinen statistisk mekanik sender til de studerende. Behandlingen af en bestemt model i fire lærebøger benyttes i artiklen til at analysere hvilke budskaber disse bøger sender om følgende emner: Hvad udgør en god model? Hvad skal en model kunne? Hvad vil det sige at forstå et fænomen? Der argumenteres for at selvom bøgerne stort set dækker det samme materiale om modellen, videregiver de vidt forskellige perspektiver på modellering. De didaktiske implikationer for fysikundervisningen diskuteres.

Introduktion

Modellering spiller en væsentlig rolle i fysik idet modeller ofte er den måde et fysisk fænomen indfanges på. I deres populærvidenskabelige bog om fysikkens natur, *Den Harmoniske Begejstring*, har fysikerne Ove Nathan og Henrik Smith således valgt at lade det sidste af bogens i alt fem kapitler hedde slet og ret "Modeller". Dette kapitel omhandler metodikken i matematisk modelbygning og følger efter et kapitel om fysikkens teoribygninger. Modeller indtager altså en fremtrædende position i bogen. De nylige kompetencebeskrivelser af matematik (Niss & Jensen, 2002) og naturfag (Dolin et al., 2003) tager konsekvensen af betydningen af modeller og modellering i disse fag og lader en af de otte henholdsvis fire kompetencer være *modelleringskompetencen*, som elever og studerende skal opnå gennem deres uddannelse, startende i de tidlige klasser i folkeskolen.

Modelleringskompetencen går kort sagt ud på evnen til at kunne opbygge og analysere modeller. En konkret udmøntning af lignende tanker kan findes på den Naturvidenskabelige Basisuddannelse på RUC. Her har man valgt at lade det ene af de fire semesterlange projekter som studenterne skal udarbejde, omhandle samspillet mellem teori, eksperiment og model i naturvidenskaberne.

I betragtning af modellerings betydning for fysik er det vigtigt hvordan der under-

vises i denne aktivitet. Jeg har i anden sammenhæng¹ opdaget at der er meget stor variation i hvordan forskellige lærebøger beskriver og behandler en bestemt model – den såkaldte Ising-model. Faktisk varierer disse lærebøger så meget på dette punkt at de giver læseren, dvs. studenten, meget forskellige opfattelser af hvad “god” model-
lering er. Nærværende artikel undersøger de budskaber om dette emne som lærebøger i deres anvendelse af Ising-modellen eksplicit eller implicit sender til studenten.² Mere præcist vil jeg analysere lærebøgernes budskaber om følgende spørgsmål: Hvad udgør en god model? Hvad skal en model kunne? Hvilken type træk ved den fysiske verden ønsker vi at fange med modellen? Og hvad vil det sige at forstå et fysisk fænomen?

Det er klart at læringsprocessen er et kompliceret samspil af forskellige faktorer som ud over lærebøger involverer den konkrete undervisning, opgaveregning etc. Det er naturligt at antage at alle disse faktorer sender budskaber til studenten, og at det derfor ikke kun er lærebøger som former studentens ideer om ovenstående spørgsmål. Ideelt set bør en fuldstændig undersøgelse af idédannelsen derfor inddrage alle faktorerne. Målet med denne artikel er imidlertid *ikke* en sådan fuldstændig kortlægning (et værdifuldt, men yderst omfattende projekt), men at påpege at der faktisk sendes meget forskellige modelleringsbudskaber i lærebøger og at udpege nogle af de spørgsmål hvor budskaberne divergerer.

Ising-modellen, der altså anvendes som eksempel i nærværende artikel, er en mikroskopisk model, og den optræder derfor i lærebøger i statistisk mekanik. Denne fysiske disciplin uddrager den makroskopiske opførsel af modeller der består af en stor mængde mikroskopiske byggesten. Ising-modellen anvendes til at beskrive faseovergange som sædvanligvis behandles på et begyndende kandidatniveau (evt. avanceret bachelorniveau), så de undersøgte lærebøger er på dette niveau. Enkelte lærebøger inddrager andre modeller i behandlingen af disse fysiske fænomener, som ligeledes bidrager til bøgernes budskab. For at undgå en skævvridning ved at fokusere for ensidigt på Ising-modellen inddrager jeg også disse modeller i analysen hvor det er nødvendigt.

Alle de undersøgte *moderne* lærebøger sender, som vi skal se, de samme budskaber med hensyn til nogle af ovennævnte spørgsmål (men ikke til alle). Modelleringsbudskaberne kommer oftest indirekte til udtryk i lærebøgerne. Som kontrast har jeg derfor valgt at supplere moderne bøger med klassiske lærebøger; dertil kommer at sidstnævnte lærebøger stadig bruges visse steder. Hvad angår antallet af lærebøger, mener jeg at fire – to klassiske og to moderne – rammer en passende balance mellem at indfange nogle væsentlige pointer uden at gå for meget i detaljer. Disse fire bøger er udvalgt efter følgende kriterier: Bøgerne skal være bredt anerkendte, indeholde et

1 I forbindelse med min fysikhistoriske ph.d.-afhandling; se (Niss, 2005).

2 En mere omfattende – og mere teknisk – undersøgelse af samme problemstilling, omhandlende flere modeller end Ising-modellen, vil blive udgivet senere.

eller flere kapitler om faseovergange, i et vist omfang være artikuleret om modellering og være repræsentative for en klasse af lærebøger, dvs. ikke være for idiosynkratiske i synsvinkel. De fire lærebøger er (Huang, 1963), (Pathria, 1972), (Wilde & Singh, 1998) og (Salinas, 2003).³ Adskillige andre, lige så relevante lærebøger kunne have været udvalgt, og hver af disse bøger kunne være udskiftet med andre bøger som ville give udtryk for de samme synspunkter.

Model og teori

Inden vi når til lærebøgerne, er det nødvendigt med nogle indledende bemærkninger om begreberne model og teori generelt, i fysikundervisningen og Ising-modellen.

En *model* er en bevidst forsimplet repræsentation af et udsnit af den fysiske virkelighed. Man forsimples f.eks. ved at udelade nogle træk ved det studerede system for at gøre det mere håndterbart. I en model for et svingende pendul ser man sædvanligvis bort fra gnidningsmodstand i pendulophænget og i form af luftmodstand. Man kan også forsimple repræsentationen af det fysiske system ved at forvrænge visse træk, f.eks. gøre pendulsnoren masseløs eller selve pendulet punktformet. Udtrykt metaforisk søger en model ikke en fotografisk gengivelse af systemet men at repræsentere det skematisk eller ligefrem karikaturisk, dog udformet på en sådan måde at man stadig kan genkende modellens objekt.

Fysikstudenten møder modellering i mange fysikdiscipliner (ikke mindst i klassisk mekanik, kvantemekanik og elektrodynamik), men i statistisk mekanik er de specielle træk ved modellering især accentueret. Alle statistisk-mekaniske modeller involverer per definition et stort antal partikler hvis repræsentation nødvendigvis må forsimples for at kunne undersøges. Forsimplinger er derfor et fundamentalt træk ved statistisk mekanisk modellering, hvis eksplicite eller implicite behandling i lærebøgerne uundgåeligt vil sende budskaber til studenten om modellering.

Modellering i statistisk mekanik følger en generel opskrift:

1. De mikroskopiske bestanddele, f.eks. atomkerne og elektroner som skal "bygge" et givent makroskopisk fænomen, udvælges.
2. Ud fra kvantemekanik (i visse tilfælde kan man klare sig med klassisk mekanik) bestemmes byggestenenes mikroskopiske opførsel og energier.
3. Den statistisk mekaniske formalisme bestemmer, i princippet, de termodynamiske størrelser som man er på jagt efter.

³ (Huang, 1963) har fået status af klassiker og (Pathria, 1972) er vidt udbredt, mens (Wilde & Singh, 1998) og (Salinas, 2003) er for nye til at have opnået en sådan status, men de har begge fået gode anmeldelser.

Hvis man i stand til at gennemføre alle trin, har man *løst* modellen. Fysikerne er enige om at mikroskopisk modellering involverer alle disse trin, men udførelsen af de to første trin varierer kraftigt fra lærebog til lærebog. Årsagen er at det simpelthen ikke er muligt matematisk at behandle langt de fleste samlinger af mikroskopiske byggesten man ønsker at undersøge. Dette betyder at kraftige forsimplinger er nødvendige, ikke mindst i forbindelse med faseovergange.

I fysik skelner man tit mellem model, teori og eksperiment. Begrebet “model” vil i artiklen fremover blive brugt til at beskrive de mikroskopiske byggesten, og hvilken slags mekanik de adlyder. Jeg vil bruge ordet “teori” i to forskellige betydninger. I den første betydning er teori den eller de love som styrer opførelsen af modellernes byggesten. Denne teoritype vil typisk være kvantemekanik. Den anden type, som jeg vil kalde fænomenteorien, er den forståelse af et bestemt fysisk system som opstår på baggrund af en model eller en række modeller af systemet. Et eksempel: Lad os sige at man vil modellere en magnet som en række små magneter placeret i et gitter. Disse små magneter opfører sig f.eks. i overensstemmelse med kvantemekanik som er den fundamentale teori, mens fænomenteorien er den indsigt som modellen giver anledning til. Sidstnævnte kunne f.eks. være at disse magneter har en præference for at pege i samme retning frem for i hver sin retning.

Modeller i fysikundervisningen

De to tidligere nævnte kompetencebeskrivelser kan bruges til at placere herværende undersøgelse. (Dolin et al. 2003) definerer kompetence generelt som: “Evne og vilje til handling, alene og sammen med andre, som udnytter naturfaglig undren, viden, færdigheder, strategier og metaviden til at skabe mening og autonomi og udøve medbestemmelse i de livssammenhænge hvor det er relevant.” (Dolin et al. 2003, s. 72). I artiklen nås der frem til at der er fire kompetencer som især er centrale og specifikke for naturfag, nemlig modelleringskompetence, eksperimentel kompetence, repræsentationskompetence og en perspektiveringskompetence (som inkluderes for at medtage dannelsesaspekterne af naturfag). I det følgende vil jeg udelukkende betragte modelleringskompetencen.

Denne kompetence består i evnen og viljen til at kunne analysere og opstille modeller. Ifølge (Dolin et al. 2003) skal den udvikles gennem hele uddannelsen: fra 1.-3. klasse (hvor eleverne skal se og opleve enkle afbildninger af naturens fænomener) over 7.-9. klasse (hvor eleverne bl.a. skal kunne anvende modeller til forklaring af fænomener) til 1.-2. g og videregående uddannelser. En elev der har gennemgået gymnasiets fysikundervisning, bør:

- Kunne opbygge og analysere modeller af simple fænomener. Dvs. kunne formulere et naturvidenskabeligt program og gøre det tilgængeligt for en undersøgelse, kunne

udvælge relevante variable, kunne anvende og selv opstille matematiske modeller og kunne afprøve og validere modeller.

- At kunne se modellers anvendelseegnhed i forskellige kontekster. (Dolin et al., 2003, s. 117)

Efter gennemførelsen af en videregående uddannelse skal en student kunne det samme, men mere selvstændigt og på “baggrund af en dybdegående teoretisk viden” (Dolin et al., 2003, s. 117).

Herværende undersøgelse siger ikke noget om hvordan man opnår modelleringskompetence, men er en beskrivelse af hvilke ideer universitetsstudenten får om hvad kompetencen består i. Det er naturligt at antage at lærebøgernes budskaber er en væsentlig faktor i dannelsen af studentens opfattelse af hvad god modellering er, og disse budskaber har derfor betydning for opbyggelsen af begge sider af studentens kompetencer i ovenstående beskrivelse: For det første er disse budskaber med til at skabe det grundlag studenten tager udgangspunkt i når han eller hun analyserer allerede eksisterende modeller. For eksempel vil ideer om acceptable og uacceptable modeltyper have betydning for vurderingen af allerede eksisterende modeller. For det andet er budskaberne med til at præge hvordan studenten selv vil opføre sig i en modelleringssituation, idet hans eller hendes forestillinger om god modellering vil være med til at forme hvordan modelleringen gribes an.

Det er klart fra ovenstående beskrivelse af progression i modelleringskompetencen at denne kompetence er væsentlig på alle niveauer. Selvom denne undersøgelse omhandler universitetslærebøger, vil artiklens overordnede pointer have betydning for de tidligere niveauer i uddannelsessystemet.

Ising-modellen

En ferromagnet – f.eks. de kendte rød-sorter stangmagneter fra fysikundervisningen – er sædvanligvis magnetisk ved stuetemperatur. Ved opvarmning vil den imidlertid gradvist blive mindre og mindre magnetisk og ved en bestemt temperatur, Curie-temperaturen, mister den helt sin magnetisering. Den går altså fra en magnetisk fase til en umagnetisk fase, og Curie-temperaturen kaldes en faseovergangstemperatur.

En ferromagnet er opbygget af atomer⁴ som igen består af kerner og elektroner. Dens magnetisering kommer mikroskopisk i stand ved bevægelse af ladede partikler: enten elektronernes banebevægelse om kernen eller elektronernes rotation om sig

4 I visse tilfælde består de af molekyler, men for nemheds skyld antager jeg i det følgende at byggestenene er atomer.

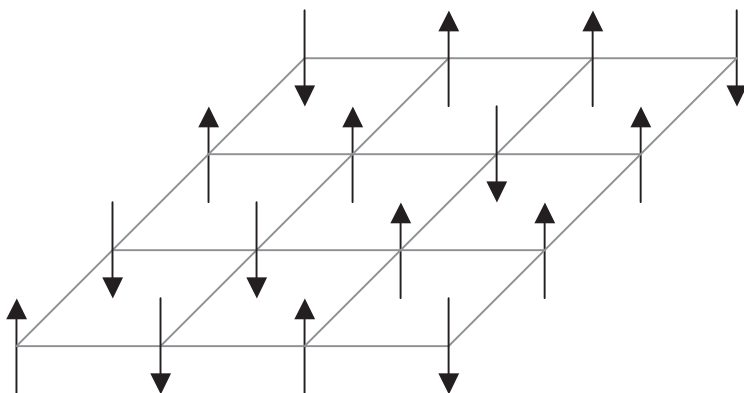
selv. Det sidste kaldes elektronens *spin*, og det kan kun forstås fuldstændigt ud fra kvantemekanik⁵ men har en roterende ladningskugle som klassisk analogi. Den klassiske analogi til banebevægelsen omkring kernen er en strømkreds. Disse to bevægelser resulterer i et magnetisk dipolmoment og skaber et magnetisk felt som giver anledning til ferromagnetens magnetisering. Detaljerede studier, både eksperimentelle og teoretiske, viser imidlertid at de ferromagnetiske egenskaber hovedsageligt skyldes elektronspinet.

Ferromagneter modelleres oftest ved et gitter hvor der placeres en elektron med spin i hvert gitterpunkt, hvorefter disse spin og deres vekselvirkninger behandles med det fulde kvantemekaniske apparat. En sådan model, hvor dog kun nærmeste naboer vekselvirker direkte (et forsøg på at indfange *kortrækkende* vekselvirkninger), kaldes *Heisenberg-modellen*. Det er en udbredt opfattelse at denne model fanger den korrekte mekanisme for ferromagnetisme. I praksis kan modellen kun undersøges ved at indføre nogle ukontrollable approksimationer. Dette gør det relevant at undersøge modeller som er forsimplede i en grad så man kan klare sig uden approksimationer, og det er her Ising-modellen kommer ind i billedet.

I Ising-modellen antages det (ligesom i Heisenberg-modellen) at der i ethvert punkt i et gitter er placeret en elektron med et spin, og at kun nærmeste naboer vekselvirker. Spinet forsimplet idet det kun kan være i to tilstande: op og ned. Dette betyder at modellens spin (i modsætning til Heisenberg-modellens) *ikke* opfører sig i overensstemmelse med kvantemekanikken. Dette er en bevidst forvrængning som gør at modellen bliver opfattet som en kraftig forsimpning af fysiske ferromagneter. Målet med modellen er imidlertid ikke at gøre os i stand til at forudsige deres mikroskopiske opførsel korrekt, men at tillade os at indfange deres overordnede træk, f.eks. hvordan magnetiseringen opfører sig som funktion af temperaturen.

Et eksempel på en spinkonfiguration i den todimensionale Ising-model er vist på figur 1. I den viste konfiguration er der flere spin der peger op, end spin der peger ned, så denne konfiguration har samlet set en magnetisering opad. Statistisk mekanik tildeler sandsynligheder til alle sådanne spinkonfigurationer og kan derfor bruges til at beregne den gennemsnitlige værdi af magnetiseringen for en given temperatur. Ved at beregne sådanne værdier for alle temperaturer kan det undersøges om modellen opfører sig "rigtigt", dvs. udviser de samme træk som virkelige ferromagneter. Et hovedmål med Ising-modellen er at reproducere faseovergange, altså påvise eksistensen af en temperatur som svarer til Curie-temperaturen for virkelige ferromagneter. Det

⁵ Den kvantemekaniske version afviger fra analogien, f.eks. ved at den har diskrete op-/ned-tilstande som ikke er beskrevet ved en vektor.



Figur 1. En konfiguration af spin i den todimensionale Ising-model.

viser sig at der optræder en faseovergang i modellen i to og tre dimensioner, men ikke i én dimension.⁶ Af oplagte grunde er tre dimensioner mest relevant for forståelsen af virkelige systemer.

Fysik som forenet teori – (Huang, 1963)

Den første lærebog jeg vil undersøge, er Kerson Huang's fra 1963. Hele bogens "ånd" er at man skal søge én generel, forenet beskrivelse af alle fysiske fænomener. I forordet skriver han f.eks.:⁷

Formålet med bogen er at undervise i statistisk mekanik som en integreret del af teoretisk fysik, en disciplin som sigter på at beskrive alle naturlige fænomener på basis af en eneste forenet teori. Denne teori er på nuværende tidspunkt kvantemekanik. (Huang, 1963, s. vii)

Denne holdning smitter af på bogens kapitel om faseovergange. Her ønsker Huang "at vise at inden for den generelle statistisk-mekaniske formalisme er faseovergange en *mulig* konsekvens af molekulære vekselvirkninger" (Huang, 1963, s. 313, fremhævelse i originalen). Dette gør han ved at undersøge en model (ikke Ising-modellen) der til en god approksimation er en beskrivelse af faktiske stoffer, som han skriver. Desuden giver Huang en forholdsvis generel beskrivelse af faseovergange, hvor han under forudsætning af visse antagelser er i stand til at give matematiske kriterier for forekomsten af faseovergange. Han er imidlertid ikke i stand til at redegøre for at

6 Det todimensionale resultat kan vises eksakt matematisk, mens det tredimensionelle endnu kun er vist approksimativt (men der er generel enighed om at resultatet er korrekt).

7 Fremover er alle citater mine oversættelser fra engelsk.

antagelserne holder vand, og konkluderer derfor at “det ikke er vist at beskrivelsen af faseovergange som vi har givet, er den eneste mulige.” (Huang, 1963, s. 319).

Det er her Ising-modellen kommer ind i billedet. Huang skriver at denne situation gør at “det er interessant at teste validiteten af vores beskrivelse med simple modeller.” (Huang, 1963, s. 320). Den todimensionelle Ising-model

er et groft [crude] forsøg på at simulere strukturen af en fysisk, ferromagnetisk substans. [...] Dens hoveddyd skyldes det faktum at den to-dimensionelle Ising-model giver efter for en eksakt statistisk mekanisk behandling. Den er det eneste ikke-trivielle eksempel på en faseovergang som kan udarbejdes med matematisk stringens. (Huang, 1963, s. 329)

Dette synspunkt, at Ising-modellen mangler fysisk realisme, gennemsyrrer hele bogen.

Efter at have introduceret Ising-modellen bestemmer Huang approksimative udtryk for dens magnetisering og specifikke varmekapacitet som funktion af temperaturen, men han sammenligner ikke resultaterne med eksperimenter. I det hele taget ligger vægten på matematiske udledninger frem for fysiske fortolkninger. Dette ses i det efterfølgende kapitel, hvor Huang gennemgår en matematisk løsning af den todimensionale variant af modellen. Efter et 24-siders kompliceret matematisk formelridt når han frem til et udtryk for modellens specifikke varmekapacitet, denne gang eksakt. Dette resultat fortolkes ikke, ud over at han pointerer at det viser at der optræder en faseovergang i modellen, og at approksimationer fra det foregående kapitel giver kvalitativt forkerte resultater.

Det syn på Ising-modellen som Huangs kapitler giver udtryk for, er altså at modellen er et “groft forsøg” på at repræsentere en ferromagnet, og at modellen hovedsageligt er interessant fordi den dels kan illustrere den generelle beskrivelse, dels kan undersøges matematisk. Der gøres ikke noget for at begrunde dens antagelser, ligesom den ikke konfronteres med eksperimenter. Der sendes således et budskab til studenten om at Ising-modellen er fysisk irrelevant fordi den er for simpel. Mere overordnet får studenten indtryk af at kun *realistiske* modeller, dvs. modeller som er i overensstemmelse med kvantemekanik, kan anvendes til at sige noget om virkelige systemer.

Hvad er de didaktiske konsekvenser for en student som læser Huang? Lad os forestille os en hypotetisk student hvis samtlige kilder (bøger, lærerforedrag etc.) til ideer om modellering sender de samme budskaber som Huang. Det er oplagt at antage at en sådan student i en fremtidig modelleringssituation (vel typisk i forbindelse med forskning) vil afvise andres karikaturmodeller som værende for forsimplede. Han eller hun vil desuden ikke selv opstille denne type modeller men udelukkende beskæftige sig med mere realistiske modeller. Hvordan kan en student som altid har hørt at karikaturmodeller ikke er brugbare, reagere anderledes? Hvis man mener at

karikaturmodeller ikke hører hjemme i fysik, er dette ikke et problem; det er imidlertid svært at påstå at denne type modeller ikke spiller en væsentlig rolle i moderne fysik (se (Niss, 2005)). Hvis fysiklæreren mener at karikaturmodeller er væsentlige, må han eller hun derfor søge at korrigere studentens opfattelse direkte i undervisningen eller ved at inddrage materiale med andre budskaber.

Forskellige modeltyper – (Pathria, 1972)

Det næste nedslag jeg vil foretage, er i R.K. Pathrias bog fra 1972. Denne bogs kapitel om faseovergange indeholder stort set det samme materiale som Huangs tre kapitler om faseovergange (den generelle beskrivelse af faseovergange, introduktionen af Ising-modellen og den matematiske løsning af denne model). Der er generelle overvejelser om matematikken bag faseovergange og en matematisk behandling af Ising-modellen. I første del af kapitlet beskriver Pathria desuden de samme realistiske modeller som Huang, og begge forfattere giver udtryk for opfattelsen af disse modeller som brugbare til at beskrive faseovergange. Men der er stor forskel på brugen af Ising-modellen som giver anledning til forskellige *perspektiver* på modellering i de to lærebøger.

I modsætning til hos Huang, hvor Ising-modellen spiller en meget begrænset rolle i forståelsen af virkelige systemer, er den gennemgående opfattelse i Pathrias kapitel at modellen kan spille en rolle i denne forbindelse. Modellen er f.eks. ikke som hos Huang henvist til en placering uden for kapitlet om faseovergange, men optræder i selve kapitlet. Dette syn på modellen videregives også da Pathria sætter scenen for beskrivelsen af faseovergange. Her kommer han ind på de “formidable” matematiske problemer der er forbundet med studiet af faseovergange:

For at muliggøre beregninger er man tvunget til at introducere modeller hvor vekselvirkningen mellem partikler i udstrakt grad er forsimplet, bibeholdende på samme tid de kooperative karakteristika som er væsentlige for problemet. Man håber dernæst at et statistisk studium af forsimplede modeller som stadig involverer alvorlige problemer, måske kan simulere de basale træk ved det faktiske fysiske systems fænomener. (Pathria, 1972, s. 375)

Pathrias introduktion af Ising-modellen afspejler denne generelle opfattelse. Modellen, skriver han, er netop sådan en model som “i udstrakt grad oversimplificerer det faktiske fysiske system som det forventes at repræsentere.” (Pathria, 1972, s. 392). Ikke desto mindre bibeholder modellen de væsentligste træk ved systemet, så den viser sig at være god nok til at give en teoretisk basis for at forstå faseovergange. Denne opfattelse afviger kraftigt fra Huangs afskrivning af Ising-modellen som fysisk irrelevant.

Pathrias bemærkninger sender således følgende modelleringsbudskab: Fysikeren skal bruge en model, selvom den er en endog meget simplificeret repræsentation af

det virkelige system, i håb om at modellen fanger dets væsentligste træk. Modellen skal søge at isolere et lille antal hovedtræk som den forvrænger indtil det ekstreme. Sådanne modeller kan vi kalde *karikaturmodeller*, pga. deres lighed med karikaturtegninger som forstørrer visse træk ved de afbildede personer på bekostning af andre (men sådan at man stadig kan genkende personerne).

Ikke nok med at Ising-modellen ifølge Pathria kan give indsigt i faktiske fænomener, han giver også indtryk af at den er et af de vigtigste redskaber for forståelsen af faseovergange. Ud over at modellen optager 42 sider ud af faseovergangs-kapitlets 65, er der mere konkrete eksempler på dette budskab. Der er spredte kommentarer af typen: vores teoretiske forståelse med hensyn til nogle bestemte empiriske indices "er noget handicappet af det faktum" at vi endnu ikke har været i stand til at løse den tredimensionelle variant af modellen (Pathria, 1972, s. 432). Desuden sammenholder han resultater for modellen med empiriske resultater. I visse tilfælde er modellen i stand til at fange væsentlige træk ved disse data; for eksempel skriver han om den todimensionelle models varmekapacitet at "den minder meget om den faktiske situation i flere virkelig systemer." (Pathria, 1972, s. 428). Andre gange er modellen bare en første approksimation til virkelige systemer. Allervigtigst er det at kapitlets eneste tabel udelukkende sammenligner eksperimentelle værdier med værdier for Ising-modellen (og en approksimation til denne model). Selvom overensstemmelsen mellem de to slags værdier ikke beskrives, er det klart at denne prominente plads for Ising-modellen giver studenten indtryk af at modellen er et væsentligt redskab til at forstå faseovergange. På den anden side holder Pathria sig til spredte kommentarer og konkrete sammenligninger mellem model og eksperiment og afholder sig fra – i modsætning til moderne lærebøger som vi skal se – at skabe en mere systematisk fænomenologi for faseovergange baseret på modellen.

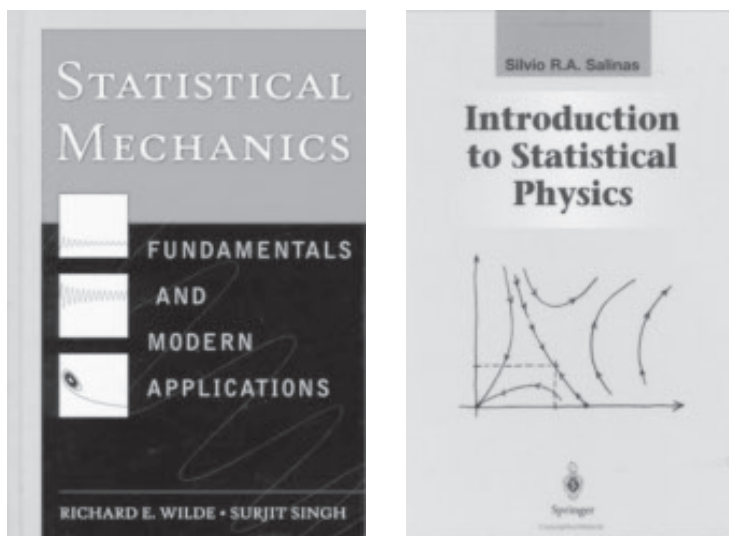
Der er en slags *tilgangspluralisme* i Pathrias kapitel om faseovergange som blander realistiske modeller med karikaturmodeller. Kapitlet starter som nævnt med en generel beskrivelse af faseovergange baseret på modeller som er mere realistiske end Ising-modellen. Han diskuterer f.eks. et N -partikel-system for kondensation, og han taler om at forstå "faseovergange som en speciel konsekvens af vekselvirkningen mellem partikler." (Pathria, 1972, s. 379). Selvom Pathria omtaler en variant af Ising-modellen som kan beskrive gasser, er denne model for karikeret til at forstå sådanne specifikke systemer. Denne brug af andre mere realistiske modeller sender et budskab om at Ising-modellen ikke kan stå alene i forståelsen af faseovergange. Det betyder at læseren modtager blandede budskaber fra bogen. På den ene side får han eller hun indtryk af at karikaturmodeller kan bruges, på den anden side at de ikke kan stå alene. Dertil kommer at placeringen af Ising-modellen efter de mere realistiske modeller gør at studenten kan få indtryk af at disse modeller er at foretrække frem for Ising-modellen.

Hvis den hypotetiske student fra før arbejder med Pathria i stedet for Huang, får han eller hun altså ikke de samme ideer om at karikaturmodeller ikke kan bruges. Studenten vil derimod i fremtidige situationer acceptere karikaturmodeller selvom han eller hun vil foretrække mere realistiske modeller. Det virker naturligt at antage at fraværet af en samlet fænomenteorier giver studenten et lidt forvirret billede af hvad det er vi vil opnå med modelleringen: Er det tilstrækkeligt med spredte bemærkninger, eller sigter vi efter en fænomenteorier som er funderet i mere realistiske modeller? Læreren bør tilrettelægge undervisningen så denne forvirring kommes til livs. Samtidig giver tilgangspluralismen læreren en oplagt chance til at diskutere fordele og ulemper ved de forskellige modelleringstilgange og således klargøre studentens forestillinger om modelleringsformål.

Det moderne synspunkt – (Wilde & Singh, 1998) og (Salinas, 2001)

Mens Pathrias bog var i trykken, fremkom den såkaldte renormalisationsgruppeteknik som ændrede teorien for faseovergange drastisk. Jeg vil ikke komme ind på hvad denne komplicerede teknik går ud på, men kun kort beskrive dens betydning for lærebøgernes budskaber om modellering. En af konsekvenserne er at behandlingen af faseovergange i de fleste moderne lærebøger i statistisk mekanik, dvs. fra ca. 1980 og frem, overordnet set er den samme. En anden konsekvens er at Ising-modellen spiller en mere fremtrædende rolle end tidligere og faktisk udgør den teoretiske basis for forståelsen af faseovergange. Disse lærebøger sender derfor et budskab om at Ising-modellen og dermed karikaturmodeller mere generelt ikke bare er brugbare men afgørende for teoribygningen. Der er imidlertid forskellige måder at argumentere for værdien af karikaturmodeller. To af dem kommer til udtryk i (Wilde & Singh, 1998) og (Salinas, 2001). Lad os starte med den ældste.

Richard E. Wilde og Surjit Singh begynder deres kapitel om faseovergange – det første kapitel i den del som omhandler anvendelsen af statistisk mekanik – lige på og hårdt med et forsvar for karikaturmodeller. De skriver at man ofte antager at opdagelsen af partiklernes bevægelseslove er det vigtigste og sværeste skridt i forståelsen af makroskopiske fænomener. Denne opfattelse “lader til at medføre at så snart de fundamentale love for partiklers bevægelse er opdaget, er resten let og består udelukkende i anvendelser.” (Wilde og Singh, 2001, s. 83). Imidlertid, fortsætter de, har faststoffysikeren Philip W. Anderson skudt dette synspunkt i sænk i en artikel fra 1972 med titlen *More is different* (“mere er anderledes”). Andersons hovedpointe er at selv hvis bevægelseslovene og Teorien for Alting er kendte, er der ikke kun “oprydningsarbejde” tilbage men også meget *fundamentalt* arbejde som angår systemers basale egenskaber. Årsagen er at systemer bestående af mange partikler har bestemte egenskaber som kun opstår når systemerne er tilstrækkeligt store og komplekse, og



Figur 2. De to moderne lærebøger af de fire udvalgte.

sådanne systemer opfører sig altså anderledes end summen af de individuelle partikler.

Til denne “mere er anderledes”-pointe føjer Wilde og Singh en pointe af en anden faststoffysiker, Michael E. Fisher. Han argumenterer for at vores mål *ikke* er at udarbejde modeller som efterligner virkelige systemer mest muligt. En efterligning som det er svært at skelne fra originalen, ville ikke give os forståelse fordi vi i givet fald ikke ville have opdaget noget vi ikke vidste i forvejen, men bare have reproduceret det virkelige system. I stedet for “skal vi gå udover beregninger og lede efter universel opførsel. Kun i det tilfælde vil vi finde at visse af systemets egenskaber er fundamentale for forståelsen af det, og at visse andre bare er uvæsentlige detaljer.” (Wilde og Singh, 1998, s. 84). Universalitet, forklarer Wilde og Singh, søger de væsentlige egenskaber som kun afhænger af nogle få basale parametre og er uafhængige af specifikke og irrelevante detaljer. For at opdage en sådan opførsel “må man studere så mange modeller som muligt. Kun fra sådanne studier kan ny opførsel som er fraværende i systemer bestående af få legemer, opstå.” (Wilde og Singh, 1998, s. 84). Til den ende er karikaturmodeller uundværlige. Wilde og Singh begrænser ikke dette forsvar for karikaturmodeller til faseovergange men lader det gælde alle systemer hvor mange partikler vekselvirker.

Silvio R.A. Salinas motiverer i sin lærebog brugen af karikaturmodeller på en anden måde. Han appellerer også til universalitet, men ikke som et ideal for vores forståelse. Derimod er universalitet et træk som er indbygget i fænomenerne uafhængigt af hvad det er vi kigger efter. Salinas begynder det første af sine tre kapitler om faseovergange med at skitsere historien bag denne del af fysikken. I 1960’erne afslørede eksperimen-

ter at flere termodynamiske størrelses afhængighed af temperaturen kan beskrives med potensfunktioner. Fysikerne fandt endvidere at forskellige fysiske systemer såsom væsker og magneter har samme værdier for disse potenser, de såkaldte *kritiske eksponenter*, og derfor i en vis betydning har samme opførsel. Desuden indikerede eksperimentelle data, såvel som en mængde teoretiske beregninger, eksistensen af klasser af universel opførsel hvor nogle få parametre (f.eks. dimensionen af systemet) er nok til at definere et sæt af kritiske eksponenter.

Fra denne korte historie drager han følgende konklusion: Pga. den universelle karakter af faseovergange “er det relevant at betragte forsimplede men ikke-trivielle statistiske modeller, såsom Ising-modellen [...]” (Salinas, 2001, s. 236). Universalitet viser at de individuelle træk ved systemerne som udviser faseovergange, ikke kan være afgørende. Dette betyder at man skal lede efter prototypiske systemer som repræsenterer hovedtrækkene ved de enkelte systemer. Så hvor Wilde og Singh anvender en slags ideologi til at argumentere for at vi *bør* anvende karikaturmodeller generelt, bruger Salinas teoretiske og eksperimentelle indsigter inden for det konkrete område til at sige at det er *tilstrækkeligt* at analysere sådanne modeller i konstruktionen af en mikroskopisk teori. Dette betyder at der faktisk er ret stor forskel på de beskeder de to lærebøger sender med hensyn til *hvorfor* karikaturmodeller er brugbare. En praktisk konsekvens af denne forskel er at hvis den hypotetiske student læser Salinas, vil han eller hun alt andet lige kun bruge karikaturmodeller i fremtidige situationer i fald der er redegjort for at der findes universelle træk i det empiriske materiale, mens en læser af Wilde og Singh derimod vil bruge denne type modeller i alle situationer. Den ensidige brug af karikaturmodeller i begge bøger har ikke samme konsekvenser som den ensidige brug af mere realistiske modeller i Huang (at udelukke andre typer modeller), fordi der ikke er samme behov for at argumentere for relevansen af realistiske modeller – det er klart at denne type modeller er brugbare. Der er derfor ikke en skævvridning for læreren at rette op på.

Der er ikke meget forskel på *hvordan* karikaturmodeller mere systematisk anvendes i de to bøger. Lad os tage (Wilde & Singh, 1998) som eksempel. De skriver at opgaven for enhver teori for faseovergange er to-foldig: På den ene side skal en sådan teori forklare eksponenternes universalitet, dvs. hvorfor eksponenterne for en række meget forskellige systemer antager de samme værdier. På den anden side skal en teori afgøre hvordan egenskaber ved energifunktionen for et systems mikroskopiske byggesten bestemmer værdien af eksponenterne.

Det første problem løses af renormaliseringsgruppeteori. Det eneste som er væsentligt i vores sammenhæng, er at Ising-modellen bruges i udstrakt grad i denne forbindelse. Det andet problem er mere interessant for nærværende undersøgelse. Løsningen på dette problem er at man ved at undersøge en række karikaturmodeller, herunder adskillige varianter af Ising-modellen, har fundet at eksponenterne

alene afhænger af nogle få parametre, nemlig (i) det fysiske systems dimension; (ii) dimensionen af spinnets vektorrepræsentation og (iii) rækkevidden af de mikroskopiske vekselvirkninger. Disse moderne lærebøger sender derfor et budskab om at teoretikerens opgave er systematisk at undersøge sammenhængen mellem model og naturen af faseovergangen på denne måde. God modellering er ikke et spørgsmål om at opnå en så præcis beskrivelse af et konkret fysisk fænomen som muligt, men at belyse universelle egenskaber. Hvis man er i stand til at give en sådan beskrivelse af hvordan træk ved energifunktionen fører til eksponenter, dvs. fænomenets universelle egenskaber, har man *forstået* fænomenet. Dette er en helt ny måde at organisere fænomenteorien for faseovergange på. Huang understreger at en fænomenteori skal være en integreret del af en forenet teori for hele fysikken, og for ham er sammenhængen med kvantemekanikken væsentlig. Ifølge Huangs synspunkt er de moderne lærebøgers teoriorganisering for forsimplet. Pathria på sin side bruger Ising-modellen til at fange de essentielle træk ved systemet men går ikke videre end til at konstatere om modellen er i stand til at beskrive trækkene eller ej. De moderne tilgange tager endnu et skridt og fremlægger en overordnet filosofi for hvornår vi kan sige at vi har forstået fænomenet. Denne filosofi er ret ensidig, og studenten vil i andre sammenhænge møde andre typer fænomenteorier. For at forberede studenten bør læreren altså diskutere fordele og ulemper ved den anvendte fænomenteori, så studenten ikke afviser teorier fremover.

Konklusion

En student som læser de fire bøgers behandling af Ising-modellen, lærer stort set det samme *faktuelle* stof om modellen (selvom der er nogle forskelle i behandlingen af visse emner, f.eks. om udledningen af den matematiske løsning er medtaget eller ej). At lære fysik er imidlertid ikke bare et spørgsmål om at kende de fundamentale fysiske teorier og hvordan de skal anvendes i problemsituationer, men også om at erhverve sig en række ideer og forestillinger om hvad fysik går ud på. Ovenstående analyse viser at de fire bøger, enten eksplicit eller implicit, sender forskellige budskaber til læseren, dvs. studenten, om fysisk modellering.

For det første er der forskellige budskaber om hvad en god model er. Fra Huang til de moderne lærebøger sker der et skift hen imod at Ising-modellen kan anvendes til at modellere faseovergange. Huang beskriver Ising-modellen som for forsimplet til at være af anden værdi for teorien for faseovergange end som en illustration. Han sender derfor et budskab om at kun teoretisk velfunderede modeller er acceptable. De tre andre lærebøger accepterer alle Ising-modellen, selvom de skriver at den i udstrakt grad forsimples den fysiske virkelighed. Studenten som læser disse lærebøger, modtager derfor et budskab om at *karikaturmodeller* kan bruges til at forstå virkeligheden. En student som har taget Huangs budskab til sig, vil fremover sandsynligvis afvise

andres karikaturmodeller og ikke selv opstille sådanne modeller, mens dette ikke gør sig gældende for en læser af de tre andre bøger.

De tre seneste lærebøger sender imidlertid forskellige budskaber om *hvorfor* vi kan anvende denne type modeller. Pathria henviser til at *matematiske problemer* gør at vi må undersøge karikaturmodeller. Wilde og Singh argumenterer for relevansen af disse modeller med et filosofisk argument om at vi *bør* benytte karikaturmodeller fordi vi i vores forsøg på at forstå et fænomen er på udkig efter dets universelle og ikke dets specifikke opførsel. Salinas bruger derimod det eksperimentelle og teoretiske faktum at faseovergange udviser universel opførsel, til at argumentere for at vi kan *nøjes* med at finde en karikaturmodel, idet mere komplicerede og realistiske modeller vil give anledning til den samme slags opførsel som denne karikaturmodel.

I alle bøgerne anvendes modeller til at skabe en fænomenteorier for faseovergange, men det er meget forskellige teorier de vil bygge. Huang sender et budskab om at vi er interesserede i en forenet teori for fysik baseret på kvantemekanik, og denne teori skal bruges til at forstå alle fysiske fænomener, herunder faseovergange. I de andre lærebøger er det i højere grad faseovergangsfænomenerne i sig selv som er i centrum, og statistiske mekaniske modeller benyttes operativt til at forstå disse fænomener. Pathria bruger i praksis en form for tilgangspluralisme: Han inddrager en række modeller, herunder Ising-modellen, som har vidt forskellig status. Nogle er realistiske repræsentationer af det fysiske system mens andre karikerer det. I de moderne lærebøger er der en helt bestemt opfattelse af hvordan teorien for faseovergange skal organiseres: Ud fra en mængde karikaturmodeller bestemmes sammenhængen mellem energifunktion og værdien af kritiske eksponenter, dvs. hvilken type faseovergang energifunktionen giver anledning til.

Dette betyder at der er en forskel i hvilke træk ved den fysiske virkelighed som teorianerne ønsker at indfange: De moderne lærebøger fokuserer ensidigt på de universelle træk ved en række fysiske systemer mens Pathria ud over disse træk også ønsker at beskrive de specifikke træk ved en konkret faseovergang, gaskondensation. Lærebøgerne vil derfor forme studentens opfattelse af hvad det er vi går efter i modelleringen, forskelligt – hvilket har betydning for hvordan studenten handler fremover.

I processen fra Huang til de moderne lærebøger sker der en ændring i opfattelse af hvad det vil sige at forstå et fænomen. Huang lægger op til at det er at kunne give en model som er i overensstemmelse med kvantemekanikken, og som er i stand til at reproducere trækkene ved den fysiske virkelighed. Pathria er mere vag i den forbindelse og giver udtryk for at flere forskellige modeltyper kan give indsigt. De moderne lærebøger er skarpere: At forstå systemet vil her sige at være i stand til at fange de universelle træk ved systemet, hvilket gøres ved den ovenfornævnte teoriorganisering.


Ved først øjekast fremtræder de fire bøgers behandling af Ising-modellen ens fordi

de dækker det samme materiale, men ovenstående analyse viser at der er stor forskel på hvilke budskaber om modellering der bliver sendt i de fire bøger. I betragtning af betydningen af modellering i fysikundervisning er det derfor langt fra ligegyldigt hvilken bog der undervises efter. En student som læser en lærebog vil få en opfattelse af grundlaget for vurdering af modeller som på en række punkter er forskellige fra den opfattelse en læser af en anden lærebog opnår. Disse opfattelser har betydning for hvordan studenten vil opføre sig i fremtidige situationer.

Som nævnt spiller andre undervisningsfaktorer end lærebøger ind i dannelsen af studentens forestillinger om fysik. Alt efter lærerens opfattelse af god modellering skal han eller hun tilrettelægge undervisningen så der rettes op på skævvridninger som artiklerne giver udtryk for, enten ved direkte at modgå budskaberne i undervisningen eller ved at inddrage materiale som sender andre budskaber. Lærebøgernes budskaber bliver sjældent eksplicit beskrevet, og det kan derfor være svært at vide hvor der skal sættes ind, men jeg mener at ovenstående analyse kan bidrage til at udpege nogle pejlemærker for hvilke spørgsmål der er i spil.

Referencer

- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration for fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Huang, K. (1963). *Statistical mechanics*. New York: Wiley.
- Nathan, O. & Smith, H. (1999). *Den harmoniske begejstring: Fysikkens natur, naturens fysik*. København: Gyldendal.
- Niss, M. (2005). *Models, phenomena, and understanding: The Lenz-Ising model and critical phenomena 1920-1971*. Roskilde: IMFUFA. Tekster fra IMFUFA 444.
- Niss, M., & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring – ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisningen i Danmark* (nr. 18). København: Undervisningsministeriet.
- Pathria, R.K. (1972). *Statistical mechanics*. Oxford: Pergamon Press.
- Salinas, S.R.S. (2001). *Introduction to statistical physics*. New York: Springer.
- Wilde, R.E. & Singh, S. (1998). *Statistical mechanics. Fundamentals and modern applications*. New York: Wiley.



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

Arbejdet med fysik/kemi-prøven

Erland Andersen & Kurt Lorentzen

Opgavekommissionen for den skriftlige fysik/kemi-prøve

Kommentar til anmeldelsen "En prøve i bakgear" i MONA, 2006(1).

Dette er *ikke* et direkte svar på anmeldelsen i sidste nummer af MONA. Det mener vi ikke er vores opgave. Det er en opgave for Undervisningsministeriet, som jo sådan set har afgivet et svar via fagkonsulent Palle Hansen. Denne kommentar er for at fortælle lidt om arbejdet med opgaverne til den skriftlige prøve i fysik/kemi.

I efteråret 2003 indgik regeringen ved undervisningsminister Ulla Tørnæs et forlig om *Styrkelse af naturfagene i grundskolen*. Ifølge forliget blev biologi og fysik/kemi prøvefag til afgangsprøven efter 9. klasse. I bestemmelserne står der: *Prøven er skriftlig og mundtlig/praktisk*. Bestemmelserne trådte i kraft 1. august 2005 og indeholder bl.a. følgende centrale elementer:

- Den skriftlige del af prøven består af et opgavesæt i hvert af fagene fysik/kemi og biologi. Opgaverne løses med en $1/2$ time til hvert fag.
- Eleven prøves i forståelse og anvendelse af faglige begreber inden for fagenes slutmål. Der må ikke benyttes medbragte hjælpemidler.
- Der gives én karakter for besvarelsen i hvert af fagene fysik/kemi og biologi.

Generelt kan det vel siges at et mundtlig/teoretisk og praktisk undersøgende/eksperimenterende fag som fysik/kemi i grundskolen ikke er særligt velegnet til en skriftlig prøve når pc'en skal kunne rette opgaverne, hvilket er et krav. En skriftlig prøve i fysik/kemi – måske fælles med biologi – hvor eleven selv skal formulere sig og måske tage stilling til nogle naturfaglige udsagn, ville bedre leve op til naturfagene i grundskolen.

Et stort problem for en skriftlig prøve som den nu foreligger med decemberprøven, er også Fælles Mål med bindende trin- og slutmål. Fælles Mål er dog kun en overordnet beskrivelse og garanterer os blot at nogle overordnede områder er behandlet i undervisningen.

Skal der være en multiple-choice-prøve – og det skal der, for det har politikerne

bestemt – så skal vi der stiller opgaverne, være nærmest urimeligt sikre på at *alle* elever har en rimelig mulighed for at vide noget om de emner vi stiller spørgsmål i, og dermed også har mulighed for at kunne besvare opgaverne.

Naturligvis kommer vi ikke rundt om alle trin- og slutmål i én og samme prøve, men vi fører nøje statistik over hvilke mål vi har anvendt i de enkelte prøver, således at vi over en årrække kommer rundt om dem alle sammen. – Måske! Det skal jo ikke være forudsigeligt.

Vi der arbejder med at formulere opgaverne, er meget bevidste om alle de ovenstående problemer og har store diskussioner om opgaverne, både med hensyn til type, indhold og sprog.

Vi har bevidst valgt *ikke* at skele til de lærebogssystemer der findes til fysik/kemi-undervisningen i folkeskolen, men vi prøver at formulere opgaver inden for de fagområder (inden for målene) som vi gennem vores erfaring og kontakt med lærere “ved” at der undervises i.

Vi har valgt at samle opgaverne i emner. For eksempel står opgaver inden for elektricitet samlet, så eleverne ikke hele tiden skal foretage tanke spring frem og tilbage mellem energi, kemi og så videre. De første opgaver inden for et emne vil have lavest sværhedsgrad: Vi har prøvet at indlede blidt, så (næsten) alle har en god mulighed for at komme i gang. Sværhedsgraden er derefter stigende, og da det er muligt at opnå 13, er sværhedsgraden af nogle af opgaverne noget over det der normalt arbejdes med på 9. klassetrin. Det er i øvrigt også muligt at score 00.

Oprindeligt skulle opgaverne kun kunne løses elektronisk, og eleverne skulle umiddelbart efter prøven få deres svarprocent for rigtigt løste opgaver og efter få dage modtage deres karakter. Ved den elektroniske prøve kan eleverne kun sætte det antal kryds som det angives i opgaverne at der skal sættes. Hvis der sættes for få, får eleven oplyst på skærmen at opgaven ikke er færdigløst. Prøver eleven at sætte for mange, får eleven besked på hvor mange krydser der maksimalt må sættes. Sådan skal det være, sådan er det bestemt. Men i papirudgaven får eleven ikke denne hjælp: Her kan der sættes for mange krydser. Sættes der for mange, er hele opgaven per definition løst forkert.

Vi der udarbejder opgaverne, er også meget opmærksomme på at opgaverne ikke bliver læsetunge. Det er jo *ikke* en læseprøve eleverne er oppe i, men nogle faglige spørgsmål/opgaver inden for skolefaget fysik/kemi. Det stiller til gengæld nogle ret skarpe krav til formuleringerne, hvilket vi, i samarbejde med andre, prøver at leve op til.

Herunder er et par af de tanker vi har gjort os med hensyn til videreudvikling af den digitale afgangsprøve:

- Eleverne ser en animation og skal ud fra denne tage stilling til nogle udsagn.

- Der kan være en række tegninger/fotos af apparatur som eleverne skal flytte og sætte sammen til en opstilling.

Desværre sætter både vores ressourcer, systemets tekniske muligheder, skolernes computere, tid mv. grænser for hvad der i øjeblikket kan lade sig gøre. Vi kan håbe på at hvis den skriftlige prøve i fysik/kemi fortsætter, at både formuleringerne i trin- og slutmål og begrænsningerne i computersystemet måske bliver ændret så opgaverne kan prøve eleverne i flere dele af målene i faget fysik/kemi end paratviden og paratforståelse.

Læreren er gatekeeper

Lene Hybel Kofod
Experimentarium

Kommentar til artiklen "Oplevelsen og udbyttet af skolebesøg på teknik- og naturvidenskabscentre"
i MONA, 2006(1).

Nana Quistgaard giver med sin artikel i sidste nummer af MONA et konstruktivt indspark til den naturfagsdidaktiske diskussion: Hvordan sikres det at eleverne får udbytte af besøg på teknik- og naturvidenskabscentre¹? Hendes undersøgelse fortæller om gymnasieelever der besøger Experimentarium uafhængigt af undervisningen. Gymnasieeleverne udviser et stort engagement under besøget, men kun få af eleverne opnår viden af kompleks art, og langtidsvirkningen af besøget er tilsyneladende begrænset.

Nana Qvistgaard peger på flere forklaringer på dette. Bl.a. kan det være at teknik- og naturvidenskabscentrene ikke i tilstrækkelig grad udvikler udstillinger der opstiller problemer eller dilemmaer som eleverne kan arbejde ud fra. Dette drejer sig om noget der er centralt for Experimentarium og andre teknik- og naturvidenskabscentre. Vi ønsker at pirre menneskers nysgerrighed for naturvidenskab og teknik gennem motiverende oplevelser som vækker undren og refleksion. Så det er væsentligt at vi konstant udvikler vores ekspertise inden for dette felt.

En anden mulighed som Nana Qvistgaard peger på, er at naturfagslærerne ikke i tilstrækkelig grad indtænker elevernes refleksions- og udbyttmuligheder ved besøget. For hendes undersøgelse bekræfter hvad efterhånden mange forskningsprojekter har vist, nemlig at hvis eleverne skal sikres et bestemt fagligt udbytte ved ekskursioner i naturfagsundervisningen, kræver det sin lærer! (Se fx Ramsey-Gassert et al., 1994, Brook og Solomon, 1998, Falk & Storckdieck, 2002). Jeg vil her give et forslag til hvordan lærere konkret kan forholde sig til denne udfordring, inspireret af Jeanette Griffins guide for lærere (Griffin, 1996).

1 Betegnelsen teknik- og naturvidenskabscentre dækker her over science-centre, naturhistoriske museer, zoologiske haver, akvarier, planetarier o.l. der har til formål at formidle teknik og naturvidenskab til et bredt publikum, herunder skoleelever.

Skab sammenhæng med undervisningen

En væsentlig faktor i Nana Qvistgaards undersøgelse er at gymnasieelevernes besøg på Experimentarium skete uafhængigt af undervisningen. Spørgsmålet er hvad man kan forvente at eleverne fagligt skal få ud af et besøg som ikke har noget fagligt fokus. Hvis det er intentionen at eleverne skal opnå viden inden for et bestemt fagligt emne ved et besøg på Experimentarium eller et andet teknik- og naturvidenskabscenter, skal besøget være en del af et undervisningsforløb.

Besøget kan med stor fordel lægges midt i undervisningsforløbet, for så har eleverne forudsætninger for at fordybe sig under besøget og motivation for at anvende det de oplever. Hvis eleverne er klar over hvilke faglige begreber besøget drejer sig om, hjælper det dem til at fokusere. I denne sammenhæng bør det også aftales med eleverne hvordan de opsamler erfaringer under besøget, og hvad disse skal bruges til efterfølgende. Eleverne kan eksempelvis inden besøget lave deres egne opgaveark hvor de har opstillet spørgsmål og hypoteser som de vil undersøge.

Skab mulighed for selvstyret læring

Nana Qvistgaard kommer i sin artikel ind på at lærere kan være meget usikre når de skal på ekskursion med deres elever. Dette kommer til udtryk i enten for stramt eller for løst strukturerede besøg. Det ene yderpunkt er at eleverne skal udfylde opgaveark som de ikke selv har valgt, inden de så må få lov at lege resten af tiden. Denne form viser sig ofte at være særdeles demotiverende for eleverne (Griffin & Symington, 1997). Det andet yderpunkt er at eleverne må gøre lige hvad der falder dem ind. Dette tiltaler de fleste elever, men det er meget svært at samle op på erfaringerne og bruge dem i undervisningen.

Et relevant spørgsmål er: Hvad skal der til for at eleverne både lærer noget og har det sjovt? Hér er elevernes ejerskab over deres oplevelser essentiel. Eleverne skal – inden for de rammer læreren har sat – have valgmuligheder i forhold til hvad og hvordan der skal undersøges, og hvordan erfaringerne opsamles. En oplagt model er at inddele eleverne i mindre grupper som selv får lov at planlægge hvornår de gør hvad. Lærerens rolle er stadig vigtig: Eleverne skal støttes i at holde fast ved deres plan, og læreren deltager aktivt i aktiviteterne sammen med eleverne for at signalere vigtigheden og for at støtte elevernes refleksion.

Støt læringsstrategier der passer til rammerne

Gymnasieklasserne fik i Nana Qvistgaards undersøgelse en kort introduktion til Experimentarium ved ankomsten. I sammenhæng med et fagligt fokuseret besøg er det væsentligt at eleverne allerede inden besøget forberedes grundigt på hvordan teknik- og naturvidenskabscentrets særlige rammer og muligheder bedst kan supplere skolens almindelige undervisning. For det ville være ærgerligt at bruge tiden under

besøget på noget der lige så godt kunne gøres på skolen. Klassen kan også diskutere hvilke læringsstrategier der er mulighed for på stedet, og hvad de kræver.

Elevernes personlige forventninger og behov påvirker de oplevelser de har under besøget. Derfor er det en fordel at der hjemmefra indgås aftaler om hvor lang tid der skal fokuseres på det faglige, og hvor lang tid der er til frit at gå på opdagelse i andre ting. De fleste teknik- og naturvidenskabscentre er store og uoverskuelige. Mange ting kan distrahere under arbejdet: Hvad er det for noget spændende noget der foregår i næste rum, og kan man mon nå at se det inden klassen skal hjem igen? Dette orienteringsbehov kan tilgodeses ved at gå en hurtig runde på teknik- og naturvidenskabscentret inden eleverne går i gang med det faglige arbejde.

Teknik- og naturvidenskabscentre har stor interesse i til stadighed at skabe mere engagerende og udbytterige oplevelser. Men uanset om naturfagsekskursionen går til et teknik- og naturvidenskabscenter eller fx til skov og strand, som ikke på samme måde byder sig til, er læreren den væsentligste gatekeeper for elevernes udbytteligheder.

Referencer

- Brooke, H. & Solomon, J. (1998). From playing to investigating: research in an Interactive Science Centre for primary pupils. *International Journal of Science Education*, 20, s. 959-971.
- Falk, J.H. & Storksdieck, M. (2002). *A Multi-Factor Investigation of Variables Affecting Free-Choice Science Learning*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans.
- Griffin, J. (1996). *SMILES, School-Museum Informal Learning Experiences. A Teachers' Guide to planning School Visits to Museums*. Sydney: University of Technology.
- Griffin, J. & Symington, D. (1997). Moving from Task-Oriented to Learning-Oriented Strategies on School Excursions to Museums. *Science Education*, 81, s. 763-778.
- Ramsey-Gassert, L., Walbert III, H. & Walbert, H. (1994). Reexamining connections: Museums as science learning environments. *Science Education*, 78(4), s. 345-363.

Fysik er også for piger

*Katrine Krogh Andersen & Cathrine Fox Maule
Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet*

Kommentar til artiklen "To uforenelige verdener?" i MONA, 2006(1).

I artiklen "To uforenelige verdener?" beskriver Cathrine Jespersen Jensen (2006) fundamentale forskelle i baggrunden for valg af uddannelse, mål med uddannelsen, samt personlige karakteristika for de drenge og piger som vælger tekniske og naturvidenskabelige uddannelser. Artiklen fremhæver at drenge der vælger et naturvidenskabeligt fag på højt niveau i gymnasiet, i højere grad end pigerne vælger en naturvidenskabelig eller teknisk uddannelse, hvorimod pigerne i højere grad vælger sundhedsvidenskabelige uddannelser. Drengenes uddannelsesvalg ligger i højere grad end pigernes i forlængelse af deres valg i gymnasiet og er karriererettede, mens pigernes valg er mindre forudsigelige og i højere grad identitetsskabende og prægede af personlig relevans. Piger ønsker at vælge bredt og dermed at holde så mange muligheder åbne så længe som muligt. Som fremhævet i Jespersen Jensens artikel stiller dette en del krav til de naturvidenskabelige fag og uddannelser. For at tiltrække flere kvindelige studerende er det vigtigt at en given uddannelse giver "mening" og er personligt udfordrende. Pigerne som vælger naturvidenskabelige og tekniske uddannelser, er ifølge artiklen dygtige piger med høj selvtillid som kunne vælge uddannelser inden for mange retninger.

I denne kommentar vil vi, som medlemmer af bestyrelsen for KIF – Netværk for kvinder i fysik – pege på nogle konsekvenser af den ringe søgning til faget blandt kvinder, kort beskrive de kvindelige studerendes studie- og karrierevalg og komme med et bud på "hvor hunden ligger begravet".

Konsekvenser af det skæve uddannelsesvalg

Man kan pege på i hvert fald to uheldige konsekvenser af pigernes fravalg af fysikfaget. For det første spiller personlige værdier og prioriteringer ind på forskningsprioriteringer og -tilgange, og kønsmæssige forskelle afspejles derfor på disse områder. Derfor vil det gavne et fag som fysik at have en større diversitet blandt dets forskere og dermed blandt dem der udvikler faget, end det der i øjeblikket er gældende. I dag er kun omkring 20 % af de færdiguddannede fysikere kvinder, og 5-10 % af det fastansatte videnskabelige personale i fysik på de danske universiteter er kvinder. Det

er derfor værd at gøre en indsats for at få flere piger til at interessere sig for fysik og øge andelen af kvinder inden for fysik i universitetsverdenen.

Der er også et andet og mere økonomisk hårdtslående argument for at fysikstudierne på de danske universiteter burde rekruttere flere kvindelige studerende. Fysikstudierne ønsker generelt at øge rekrutteringen af studerende og produktionen af kandidater. I Danmark ser vi en stadig stigende tendens til at det er kvinderne der vælger at tage lange videregående uddannelser, og de unge kvinder er dygtige og klarer sig godt. Da fysikfaget i dag primært rekrutterer blandt unge mænd, kan man, uden at gå på kompromis med kvaliteten, øge den samlede tilgang ved at udnytte rekrutteringspotentiallet blandt unge kvinder bedre.

Piger på fysikstudiet

Når man ser på de piger som vælger at læse fysik på de danske universiteter, finder man at de generelt klarer sig godt på studiet. En opgørelse lavet i år 2000 over erhvervsvalget blandt færdige kandidater inden for MDFK-fagene (Matematik, Datalogi, Fysik og Kemi) fra 1985-1999 (<http://www.mfk.nbi.dk>) viser at procentdelen af de kvindelige kandidater i fysik der efter deres kandidatgrad påbegyndte et ph.d.-studium, er den samme som blandt de mandlige kandidater. Hvis man betragter andelen af kandidater som påbegynder et ph.d.-studium efter deres kandidatgrad som et mål for kvaliteten af kandidaterne, er kønnene altså lige gode.

Når man ser på fysik, geofysik og astronomi for sig, viser tal fra Danmarks Statistik (<http://www.statistikbank.dk>) at 20 % af de indskrevne studerende og færdiguddannede kandidater i fysik og astronomi i årene 1999-2004 var kvinder. I geofysik (som er en gren af fysikuddannelsen på Københavns Universitet) er tallene lidt anderledes, idet 42 % af de indskrevne studerende og 36 % af de færdiguddannede kandidater er kvinder. Årsagen til den lidt lavere andel kvinder blandt de færdiguddannede skyldes at 44 % af bachelorerne i meteorologi er kvinder, og at en stor del af disse forlader universitetet med en bachelorgrad.

Alt i alt bekræfter disse tal at de piger som vælger studier inden for de fysiske fag, er dygtige og klarer sig lige så godt på studiet som deres mandlige medstuderende. Ligeledes er andelen af kvindelige kandidater i fysik som gennemfører et ph.d.-studium, lige så høj som blandt de mandlige kandidater.

Hvad laver en fysiker?

Fysik er nok et studium som mange har svært ved at identificere sig med. Hvad uddanner man sig til når man studerer fysik? Det er et svært spørgsmål at besvare. Ifølge Andersen og Fox Maule (2002) gik over 33 % af kandidaterne inden for de fysiske fag på Københavns Universitet i perioden 1995-1999 videre til et ph.d.-studium, og en stor del (17 %) tog til udlandet, formodentlig i forskerstillinger. I år 2000 var godt 5 % af

den undersøgte gruppe ansat i gymnasiet, andre 11 % i offentlige institutioner (sektorforskning, hospitaler, kommuner, ministerier m.v.), og omkring 15 % i den private sektor. Ledigheden var lav, et stykke under 5 %.

Undersøgelsen viser at fysikere bliver beskæftiget bredt i samfundet, og den lave ledighed blandt fysikere indikerer at dette er på grund af en bred efterspørgsel på fysikere, og at de kompetencer fysikere har, kan udnyttes i et væld af forskellige sammenhænge. Man kan med en baggrund som fysiker havne i så forskellige stillinger som hospitalsfysiker med ansvar for strålebehandlinger af kræftpatienter, som produktudvikler i banker og kreditselskaber eller som olieeftersforsker hos Mærsk Olie og Gas.

Den store bredde i erhvervsmulighederne er på en og samme tid en styrke og en svaghed for faget når de nyudklækkede studenter skal vælge studieretning. Det er en styrke for faget for så vidt at det holder de unges muligheder for senere erhvervsvalg åbent helt hen til slutningen af uddannelsen. Men den brede vifte af beskæftigelsesmuligheder betyder også at det er svært at komme med et entydigt bud på hvad en fysiker laver, og hvad man kommer til at arbejde med som færdiguddannet fysiker. En del fysikere bliver ansat inden for områder som de stort set ikke har beskæftiget sig med i studiet, men hvor deres generelle analytiske kompetencer finder anvendelse. Hvis man kun identificerer fysikere med ansættelser i universitets- og gymnasieverdenen, eller man måske slet ikke har et konkret sigte for hvad uddannelsen kan føre til, vælger mange piger måske et andet fag der har et mere veldefineret mål de bedre kan identificere sig med, såsom at læse medicin for at blive læge.

Hvor går det “galt”?

På trods af at pigerne klarer sig lige så godt som drengene på fysikstudiet, og at de fysikuddannede har gode erhvervsmuligheder, er der stadig kun få piger som vælger dette studium. Hvad er årsagerne? Jespersen Jensens analyse kan måske give et praj. For det første har det åbenbart større betydning for pigernes end for drengenes valg af naturvidenskabelige studier om de har haft naturvidenskabelige fag på højt niveau i gymnasiet og dermed føler sig ordentlig forberedt. Der ligger altså en vigtig opgave i at give pigerne interesse for naturvidenskab i folkeskolen og i gymnasiet.

De umiddelbare studievalg blandt de piger som har haft naturvidenskabelige fag på højt niveau i gymnasiet, ligger dog ofte inden for sundhedsvidenskaben, og pigerne prioriterer i højere grad end drengene en uddannelse som ligger i tråd med deres personlige udvikling.

Derudover er den moderne ungdomskultur blandt andet kendetegnet ved en forventning til deres uddannelse om at være personligt udviklende og identitetskabende, om at byde på mange frihedsgrader og valgmuligheder og om at føre til et spændende og meningsfyldt arbejde (Ulriksen, 2003). Dette stiller store krav til

naturvidenskabelige uddannelser som må kæmpe med andre videregående uddannelser om de unges opmærksomhed. De naturvidenskabelige fag vil for mange byde på spændende og meningsfyldt arbejde, men det er vigtigt at informere grundigt om fremtidsmulighederne og den store diversitet inden for fagene på et tidligt tidspunkt.

Derudover bør uddannelserne bestræbe sig på at leve op til de unges forventninger om aktiv inddragelse og tidligt lade de studerende deltage i spændende forskning og projektarbejde. Et fag som fysik spænder vidt, ikke blot inden for fagområderne men også med hensyn til arbejdsmiljø og -metoder. Der er således mange muligheder inden for faget som også kan tale til pigernes ønske om selvrealisation.

Som det er i dag, synes de piger som trods alt vælger naturvidenskaben, ifølge Jespersen Jensen at have nogle særlige karakteristika. Faktisk kan man læse i artiklen at “de piger vi her har med at gøre, er nogle som uddannelsessystemet og/eller samfundet ikke har formået at få socialiseret til traditionelle kvinderoller med ringere selvtilid, større forsigtighed og afstandstagen til eksakte fag”. I sidste ende har vi altså alle et stort ansvar for at hjælpe pigerne til at indse at de kan hvad de vil, også naturvidenskab, og at de naturvidenskabelige studier har mange muligheder at byde på og åbner dørene for en masse karrieremæssige muligheder.

Referencer

- Andersen, N.O. & Maule, C.F. (2002). *De gik videre*. Center for Naturfagernes Didaktik Københavns Universitet.
- Jespersen Jensen, C. (2006). To uforenelige verdener?, *MONA*, 2006(1), s. 41-62.
- Ulriksen, L. (2003). Børne- og ungdomskultur og naturfaglige uddannelser. I: *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser: Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi* (s. 285-317). København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen. (Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 7).

Matematikvanskeligheder og regnehuller?

Lena Lindenskov & Peter Weng
Danmarks Pædagogiske Universitet

Kommentar til kommentaren "Lavt præsterende elever, matematikvanskeligheder og regnehuller" i MONA, 2006(1).

Matematikvanskeligheder er, som vi påpeger i artiklen "Matematikvanskeligheder og lavt præsterende elever i Danmark" i MONA, 2005(2), ikke noget veldefineret begreb og bliver derfor behandlet både teoretisk og i praksis ud fra mange forskellige udgangspunkter. Dette har både sine positive sider og sine negative sider. De positive er at den mangfoldighed af årsager der kan knyttes til et menneskes vanskeligheder med at lære matematik, bliver belyst mere alsidigt og dermed og mere kvalificeret end når dogmatiske grundsætninger rådende i bestemte ståsteder – som for eksempel et pædagogisk, psykologisk, neurologisk eller sociologisk ståsted – bliver enebestemende for forståelsen af matematikvanskeligheder. Det negative er at der i en anerkendelse af mangfoldigheden af tilgange til begrebet opstår en kompleksitet som har vist sig at komplicere kommunikationen mellem de aktører der interesserer sig for matematikvanskeligheder.

Matematikvanskeligheder som socialt og kulturelt konstruerede fænomener

At matematikvanskeligheder er et socialt og kulturelt konstrueret begreb i forbindelse med elever og andre studerendes deltagelse i en matematikundervisning hvor den enkelte bliver udsat for en sammenligning med andre, er vi enige i, og vi vil knytte tre kommentarer hertil:

Den første kommentar bygger på en overordnet filosofi om at matematik er redskaber mennesket gennem alle tider har forsøgt at udvikle ud fra en forståelse af at redskaberne øger muligheden for at forstå og handle i den verden som det enkelte individ oplever. Dermed må fænomenet matematikvanskeligheder anskues som værende et problem der har udgangspunkt i den enkeltes og i den samfundsmæssige higen efter at forstå og interagere med oplevelser og situationer der kan tolkes til at være matematikholdige. Dermed bliver den enkelte, på tværs af hvilken kultur

vedkommende lever i, den der bestemmer relevansen af de vanskeligheder tilegnelsen af matematik udgør, og dermed også motivationen for at håndtere og eventuelt overkomme disse.

Den anden kommentar er at forholdet sig til normalitet og afvigelser fra normalitet ligeledes er socialt og kulturelt skabt. Hvor det i Danmark ikke er et ukendt fænomen at afvigelser opfattes på en sådan måde at de kan give lav selvopfattelse, så vil vi gerne gøre opmærksom på at det ikke er nogen naturnødvendighed. Det ville måske være mere produktivt hvis afvigelser i højere grad blev knyttet til en tænkning om rettigheder. Ifølge personlig kommunikation med Bo Hejlskov Jørgensen, Psykolog-Compagniet, kan diagnoser fx i Sverige åbne nogle døre for én, idet man i svensk lovgivning som menneske med en funktionsnedsættelse har ret til støtte ifølge en speciel lov, mens mennesker med funktionshindringer i Danmark kun har samme rettigheder som andre.

Den tredje kommentar er en præcisering af at vores eget engagement i området bygger på vores personlige opfattelse af at matematikholdig viden og kunnen er relevant for alle. Hvis vi havde en anden opfattelse, så ville vores motivation og tilgang være helt anderledes.

Tre styrker ved metaforen regnehul


Når en elev møder vanskeligheder med matematik i uddannelsessystemet, er disse ofte relateret til systemets normer, uden at der foretages noget større udredningsarbejde for at indse indholdet i vanskelighederne og for at forstå mulige baggrunde. Det skyldes dels lærernes afmagt på baggrund af manglende uddannelse og materialer der kan bruges til at analysere og handle på indikationer fra eleven om vanskeligheder, dels den manglende kommunikation mellem de pædagogiske og psykologiske tilgange der ofte fører til forskellige resultater. I denne diskurs om matematikvanskeligheder er det så at vi har budt ind med begrebet *regnehuller* da vi – til trods for at man kan hævde at et nyt begreb bare vil gøre begrebsforvirringen endnu større – tror på metaforens styrke i forhold til at bringe forskellige aktører sammen for at optimere den enkeltes ret til at kunne lære matematik.

For det første signalerer metaforen at matematikvanskeligheder ikke behøver at være generelle, men som udgangspunkt må relateres til konkrete vanskeligheder i det matematiske landskab. Sigtet er at udvikle et optimistisk og pragmatisk begreb der ikke overser det enkelte barn. Med metaforen lægger vi op til at rette opmærksomheden mod det enkelte barns møde med matematik og ikke på hvad der generelt er vanskeligheder, og hvad der generelt er godt for børn og matematikundervisning.

For det andet signalerer metaforen en relation mellem matematikvanskeligheder og regning som vi har valgt fordi de fleste mennesker oplever den del af matematikken der knytter sig til basisfærdighederne, de fire regningsarter plus lidt mere, som

det mest relevante. Dette betyder at hvis man ønsker dialog der når bredt ud, så er “regning” et bedre kommunikationsord end “matematik”. Vi ønsker netop ikke at dette skal være en sag som alene defineres af matematikere. Nogle mennesker opfatter at matematik enten er ukonkret og tømt for mening, eller at matematik blot er et komplicerende sprog til at udtrykke noget som lige så godt kan udtrykkes enklere. I andre sammenhænge gør vi meget ud af at promovere en bred opfattelse af matematik, blandt andet ved at tale om matematikholdige situationer, men vi erkender at hvis vi vil – og det vil vi – udbrede diskussionerne om matematikvanskeligheder, så er ord med “regne-” bedre end ord med matematik, og så er udtryk som “matematikholdige situationer” mest for feinschmeckere og professionelle.

For det tredje handler regnehuller om at beskrive en tilstand som eleven kan komme i gennem sine oplevelser med matematikundervisning. En tilstand hvor eleven kan opleve afmagt i sit forsøg på at arbejde med og i faget, og hvor udviklingen er stagneret. En tilstand der kan fastholdes ved at læreren mangler ressourcer til at afhjælpe tilstanden. Hullet er altså en metafor for tilstand. Det er ikke et billede af et areal eller rumfang på så og så mange kvadrat- og kubikmeter matematik, og dermed lægger vi ikke op til en kvantificering af huller i “store” eller “små” huller. Ligesom metaforen ikke peger på en kvantificering, peger den heller ikke på en kvalificering af matematikken i det matematiske landskab hvor eleven oplever regnehullet. Kvaliteten eller relevansen af matematikken hvori regnehullet opleves, afgøres først i afdækningen af elevens færdigheder, potentiale og motivation og behovet for at kunne udøve støtte til eleven. Der er således ikke lagt op til en erstatning af begreber som livsmatematik og matematikmestring med metaforen regnehuller – det er en metafor der supplerer disse og andre i forsøget på at øge fokuseringen på at der er mennesker der ønsker og har behov for at lære matematik og oplever vanskeligheder hermed, defineret af dem selv eller andre, og som de har en demokratisk ret til at få støtte til og undervisning i. Der er netop behov for at supplere tilgangene med “matematikmestring” og “livsmatematik” for at sikre en opmærksomhed på det der er det særlige for det enkelte barn. Det kræver meget at indstille øjne og ører så man ikke ser og hører i forhold til undervisningen og lærerarbejdet som i sin natur skal rette sig mod alle. Man kommer så let til at forholde sig til hvad der er godt for institutionen matematikundervisning, og glemme det enkelte barn.



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

Test og kompetenceudvikling

– hvordan evaluerer man om eleverne har nået målet for en god biologiuundervisning?

Anmeldelse:

Undervisningsministeriet: *Folkeskolens afgangsprøve, december 2005, biologi*

Af Eigil Larsen (tidl. fagkonsulent i biologi for folkeskolen)

Denne anmeldelse vil diskutere den første skriftlige afgangsprøve i biologi i folkeskolen – en multiple-choice-test fra december 2005 (Undervisningsministeriet 2006a). Artiklen vil undersøge om multiple-choice i den form som den fremtræder ved den første skriftlige afgangsprøve i biologi, er en relevant måde at måle de kompetencer som vi søger fremmet gennem god naturfagsundervisning. Artiklen vil specielt fokusere på sammenhængen mellem læreplan, undervisning og afgangsprøven, som er en vigtig forudsætning for en vellykket evaluering. Til sidst præsenteres et bud på afsluttende prøver i biologi.

Historien frem mod de nyudviklede afgangsprøver er lang. Hovedingredienserne – en bekymring over det almene faglige niveau i folkeskolen, specielt be-



Oppgave 2 / 21 (Oppgaven tæller 5 %)

Der kan være mange forskellige fødekæder i en sø.

Pilene på tegningen betyder "Bliver spist af"

Forbind tallene på tegningen med organismerne nedenfor, så det viser den rigtige rækkefølge i en fødekæde.



Illustration: Hald Nørgaard

kymring for naturfagene, PISA-undersøgelser m.m. – kender de fleste til.

Biologiuundervisningen har generelt set siden folkeskoleloven fra 1975 lidt under en lav status i folkeskolen. Dette har givet sig udslag i for få uddannede biologilærere i biologitimerne, få ressourcer til efteruddannelse, ringe økonomi til lokaler, udstyr m.m. samt manglende på fokus på ekskursioner og det praktisk/eksperimenterende arbejde (Breiting og Mogensen 2003).

Tankevækkende nok har faget haft en lav status samtidig med at behovet for almen biologisk viden og indsigt bl.a. i forbindelse med den bioteknologiske udvikling er steget voldsomt. Indførelsen af en afgangsprøve efter 9. klasse har været et af ønskerne for at øge fagets status i den danske folkeskole.

Nu er afgangsprøven blevet en realitet. Over en omvej omkring en fælles naturfagsprøve er biologi nu blevet et prøvfag med en skriftlig afgangsprøve og mulighed for en mundtlig.

Hvad evaluerer vi?

For at få dygtige elever ud af skolesystemet er der en lang række parametre der skal være i orden. Blot for at nævne nogle:

- Et velbeskrevet fag i en realistisk læseplan der kan udmøntes i god undervisning
- Veluddannede lærere
- Skoler med tilstrækkelige økonomiske ressourcer til at der kan gennemføres en tidssvarende undervisning og en undervisning der lever op til læreplanen
- Velfungerende skoler og lærerteam og en god undervisningskultur (Sølberg, 2006)
- Gode og tilstrækkelige undervisningsmaterialer
- Undervisningsparate elever.

Resultatet af alt dette skal så udmønte sig i elever der har høstet viden, indsigt og færdigheder i rigeligt mål – hvilket til sidst måles ved en afsluttende evaluering. Evalueringen kommer ikke alene til at bedømme den enkelte elev eller den enkelte skoles evne til at uddanne eleverne, men også den samlede samfundsmæssige indsats for at bibringe eleverne relevante kundskaber og færdigheder.

Biologiprøvens grundlag og form

Det formelle grundlag for biologiprøven er bekendtgørelse nr. 737 af 14. juli 2005 om formålet med folkeskolens fag m.m.

Heri angives at prøven i biologi og fysik/kemi er skriftlig og praktisk/mundtlig. Om den skriftlige prøve skrives at den skal løses på $1\frac{1}{2}$ time uden anvendelse af medbragte hjælpemidler, og at eleven prøves i *“forståelse og anvendelse af faglige begreber indenfor fagenes slutmål”*.

Tilsvarende skal den mundtlige prøve tage udgangspunkt i et opgivent stof afpasset under hensyn til undervisningens omfang i det enkelte fag. Her udtrykkes det at *“eleven prøves i at anvende begreber inden for både fysik/kemi og biologi samt i mål fra fagenes arbejdsmåder og tankegange.”* I de efterfølgende linjer angives at evalueringen foregår ved en samtale mellem lærer/censor og eleven. Denne samtale handler om opgavens løsning hvor elevens forståelse og anvendelse af fagets begreber, arbejdsmåder og tankegange evalueres.

Skriftlig eller digital?

Bekendtgørelsen angiver at prøven er skriftlig. Men i senere ministerielle dokumenter benævnes prøven ofte som den digitale prøve. Og der er sandelig heller ikke tale om en skriftlig prøve. Eleverne skal sætte 55 krydser, skrive ti tal og nogle enkelte ord. Det kan næppe være rimeligt at kalde prøven en skriftlig prøve. Begreberne mundtlig og skriftligt prøve signalerer en alsidig og fyldestgørende evaluering – kvaliteter som vi senere skal se at *“den digitale prøve”* i den foreliggende form ikke kan leve op til. Det nævnes ofte at den skriftlige dimension i naturfagene bør opprioriteres (fx Fremtidens naturfag i folkeskolen (Undervisningsministeriet,

2006b)). Det kræver en helt anden form for digital prøve.

Multiple-choice som evalueringsredskab

Opgaven består af 21 spørgsmål der skal besvares i løbet af $1\frac{1}{2}$ time, hvilket giver ca. 85 sekunder til hver opgave. Der er i testen anvendt 13 forskellige måder at stille spørgsmål på.

I testen gives point for rigtige besvarelser. Hvis eleven har sat flere markeringer/krydser, bedømmes opgaven som ikke besvaret. Forkerte besvarelser trækker ikke ned og giver fx ikke et negativt antal point. Elever belønnes altså for at gætte. Gæt vil alt andet lige forøge chancen for en bedre karakter.

Der er i otte af spørgsmålene anvendt illustrationer. Tre af illustrationerne anvendes i opgavebesvarelsen mens fem øvrige illustrationer viser den omtalte organisme eller det omtalte begreb og bidrager dermed visuelt til forståelsen af spørgsmålet. En enkelt af illustrationerne (opgave 10) ligger meget tæt op ad en tilsvarende illustration i et biologisystem. Da illustrationen er noget svær at tolke, giver det umiddelbart en fordel til elever der har anvendt pågældende biologisystem. En anden illustration (opgave 2) kan forvirre. Her kan det se ud som om en rumlig placering af organismerne i søen har betydning for deres plads i fødekæden.

Multiple-choice-testen er et problematisk instrument til at give et reelt billede af elevernes virkelige niveau. Tilfældige gæt vil med stor sandsynlighed øge ele-

vernes karakter. Det kan delvis imødegås hvis forkerte svar tæller negativt. Selvom der er anvendt flere forskellige typer af spørgsmål, er svarmulighederne begrænset til de i forvejen definerede, der ikke nødvendigvis afspejler elevens viden og forståelse af det stillede spørgsmål.

Multiple-choice er et billigt men som princip problematisk redskab til evaluering af elevernes reelle forståelse og indsigt. For en nærmere diskussion af de tekniske problemer ved denne testform se Hans Jessens Lauritsens artikel i MONA 2006(1) (Lauritsen, 2006).

Biologifagets mål og prøvens indhold

“Eleven skal prøves i forståelse og anvendelse af faglige begreber indenfor fagenes slutmål” hedder det i bekendtgørelse nr. 733 om prøven i fagene fysik/kemi og biologi.

Målene i biologi er opdelt i 4 områder (Undervisningsministeriet 2004):

- De levende organismer og deres omgivende natur
- Miljø og sundhed
- Biologiens anvendelse
- Arbejds måder og tankegange

Allerede her er der en forskel på kravene i den skriftlige evaluering og teksten i slutmålene. Ingen af slutmålene omhandler en vending som “anvendelse af” eller lignende. I slutmålene findes udelukkende verber som “kende”, “beskrive”, “forklare”, “forholde sig til” samt “undersøge”. Bekendtgørelsen hæver kravet til

elevernes præstation i forhold til læreplanens målbeskrivelser.

Multiple-choice har svært ved at evaluere en lang række af målene. Testformatet magter ikke at evaluere en dybere forståelse, som fx når slutmålene angiver at eleven skal "forholde sig til", "forklare", "undersøge" osv. Endnu sværere bliver det når vi ser på verberne i trinmålene, som fx "redegøre for", "vurdere", "give forslag til" og "analysere". Multiple-choice-formatet er et utilstrækkelig instrument til at evaluere elevernes viden, indsigt, forståelse og færdigheder.

Faget biologi er udtrykt med 15 slutmål under de fire ovenfor nævnte overskrifter. I december-prøven tager spørgsmålene kun udgangspunkt i de 3 slutmål i området "De levende organismer og deres omgivende natur". Eleverne bliver slet ikke evalueret i områderne "Miljø og sundhed", "Biologiens anvendelse" og "Arbejds måder og tankegange".

Et af kriterierne for den skriftlige prøve burde med rimelighed være alsidighed i evalueringen. Dette kriterium lever denne prøve ikke op til når eleverne kun evalueres i 1/5 af slutmålene.

Hvilken biotop?

Det er problematisk at prøven så bastant tager udgangspunkt i økosystemet "Søen". Selvom flere af spørgsmålene er af mere generel karakter, er det alligevel som om der er tale om et lodtrukket emne. De elever der har beskæftiget sig med søen som økosystem, har en stor fordel i forhold til deres kammerater. Mange af spørgsmålene har en sådan sværheds-

grad og kræver en så stor indsigt at det fordrer at eleverne har arbejdet grundigt med netop dette økosystem.

I slutmål, trinmål og bekendtgørelsen er der ikke krav om at eleverne skal beskæftige sig med bestemte økosystemer. Pensum er ikke en del af de danske læreplaner i naturfagene. Det er ikke det vigtigste at eleverne ved noget om søen, skoven eller heden, men at de ved noget om økologiske sammenhænge. Derfor omhandler målene ikke bestemte biotoper.

Skolerne vælger ofte som udgangspunkt biotoper i nærhed af skolen – en biotop som er typisk for netop det lokalområde. For en skole i Vestjylland er det måske heden eller nåletræsplantagen der kan illustrere de levende organismer og de økologiske sammenhænge på den mest nærværende måde. I Østdanmark er det måske en næringsrig sø, et overdrev eller en bøgeskov.

Hvilke organismer?

Lad os tage det første slutmål "*kende og beskrive udvalgte organismer, deres livsyttringer og tilpasninger til forskellige livsbetingelser*". Der er ikke i faghæftet eller i bekendtgørelsen krav til hvilke organismer eleverne skal have kendskab til og kunne beskrive. Det er derfor op til elever og lærer selv at udvælge organismer.

Skolerne udvælger organismer bl.a. ud fra de biotoper som klassen beskæftiger sig med. Nogle elever vil derfor have specielt kendskab til organismer fra skoven. Andre fra søen, andre fra heden osv. I afgangsprøven er der fx et spørgsmål

hvor fisken aborren indgår. Selvom lærerens undervisning har levet op til både slutmål og trinmål, er det ikke sikkert at eleverne har et indgående kendskab til lige netop aborren. Og mange elever vil på trods af stor biologisk viden på samme vis spørge: Hvad er en skalle?

Bogsystemer er ofte foreskrivende for undervisningen – også i biologi. Bogsystemer kan naturligvis ikke stå alene, men de er ofte af stor betydning for valg af indhold i undervisningen. En gennemgang af de to nyeste bogsystemer til biologi "Ind i biologien" (Bjerrum m.fl. 1997a og 1997b) og BIOS (Piekut m.fl. 2004 og 2005) viser at de organismer der inddrages i prøven, ikke nødvendigvis er præsenteret i de nævnte bogsystemer.

Også i forbindelse med valget af organismer mangler prøven sammenhæng med læreplan og undervisningen i dagligdagen.

Hvilke begreber?

Faglige begreber står i centrum både i den skriftlige og den mundtlige biologiprøve. Den skriftlige prøve spørger til en lang række begreber som fx succession, fødekæde, fødepyramide, energiomsætning, systematik, vigende/dominerende, ufuldstændig forvandling, ukønnet formering, plantep plankton, sigtedybde, iltproduktion, springlag, dyreplankton, svømmeblære, fotosyntese osv. Alt sammen meget relevante begreber i forhold til god biologiundervisning.

Langt hen ad vejen forsøger prøven at evaluere vigtige og centrale biologiske begreber. Men problemet for biologilærerne

er at der er rigtig mange biologiske begreber der er både vigtige og centrale. Og enhver biologilærer er med den begrænsede undervisningstid der er til rådighed, nødt til at vælge og prioritere. Hverken i faghæftet eller i bekendtgørelsen er der angivet hvilke faglige begreber eleverne skal have kendskab til. Udvælgelsen sker ofte med baggrund i det lærebogssystem som skolen har valgt.

En gennemgang af de to biologisystemer viser at de har svært ved at ramme de samme begreber som prøven. Flere af begreberne (fx succession og fødepyramide) forekommer således ikke i mindst et af systemerne. Lærebogssystemerne lægger vægt på forskellige begreber.

Selvom lærerens undervisning har levet op til både slutmål og trinmål, er det ikke sikkert at læreren har valgt de begreber som eleverne bliver evalueret i. Også i dette afgørende forhold mangler der sammenhæng mellem prøven, læreplanen og undervisningen.

Valg af hvilke begreber der er de vigtigste, er ofte en vurderingssag. Begreberne i afgangsprøven er udtryk for forfatterens vurdering. Lærere landet over og lærebogsforfattere har i mange tilfælde en anden vurdering. Afgangsprøven har fx valgt at teste eleverne i deres viden om begrebet "ufuldstændig forvandling hos insekter". Er det et relevant begreb at teste?

Hvilket niveau?

Indsigten og forståelsen af begreber og sammenhænge kan ske på mange niveauer. Fx skal eleverne som slutmål

“redegøre for grundlæggende forhold i arvelighed og evolution.” Hvis man sammenholder dette med de tilsvarende trinmål, betyder det fx så – sat lidt på spidsen – at eleverne blot skal vide at et kromosom indeholder arveanlæg? Eller at eleverne skal kunne forklare at DNA er opbygget af en dobbeltspiral? Eller at eleverne skal kunne forklare opbygningen af nukleotiderne, og at de holdes sammen af brintbindinger?

Heller ikke niveauet for elevernes forståelse af begreber og sammenhænge er angivet i slutmålene og trinmål eller i bekendtgørelsen. Det er et problem både for lærerne, lærebogsforfatterne og forfatterne af afgangsprøver.

En lang række af opgaverne i biologi-prøven (opgaverne 9-11, 13-14 samt 16) kræver et højt abstraktionsniveau og en stor indsigt i sammenhænge. Eleverne skal tage stilling til en mængde forskellige løsningsforslag. Fx stiller opgaverne 13, 14 og 15 store krav til elevernes forståelse af stofkredsløb og sammenhænge i fødekæder. Selv elever i gymnasiet med biologi som fag vil have besværligheder med at løse opgaverne. Løsningen af så svære opgaver kræver at eleven gennem undersøgelser og diskussion får mulighed for at ræsonnere sig frem til resultatet og ikke i løbet af 85 sekunder at skulle vælge de 2 eller 3 rigtige løsningsforslag blandt 6 eller 7 mulige. Mange elevers svar i disse opgaver vil være det rene gætteri. Men det giver jo også point!

Testformatet evaluerer ensidigt elevernes teoretiske kunnen på et meget abstrakt plan. Her er ingen levende planter

og dyr, her mangler lugten af skovjord, her er intet der taler til krop og sanser. Eleverne får ikke mulighed for at udnytte deres muligheder for at gå på opdagelse i et univers af levende planter og dyr. De får ikke mulighed for at bruge deres forskelligartede intelligens til at udtrykke deres viden og indsigt.

Samlet set kræver opgaverne en meget stor paratviden og et forståelsesniveau der for adskillige opgavers vedkommende er alt for højt. For at eleven skal kunne svare på disse spørgsmål, kræver det at eleven har mulighed for gennem spørgsmålet at sætte sig ordentligt ind i problemstillingen, at eleven har mulighed for at stille uddybende spørgsmål, at eleven har mulighed for at diskutere sine ræsonnementer og løsningsmuligheder med fx censor og lærer.

Multiple-choice-testen giver ikke eleverne mulighed for at arbejde sig frem mod svar på så højt et abstraktionsniveau. Testformatet er langt væk fra den rigtige verden og fra dagligdagen i skolen, på de videregående uddannelser og i erhvervslivet.

Forholdet mellem mål, undervisning og evaluering

Prøvesættets forfattere har i deres valg af opgaver og begreber givet et godt bud på hvad det er elever skal kunne som resultat af en god biologiundervisning. Forfatterne har også prøvet at stille spørgsmålene varieret. Men selve testformatet gør at opgaven – at udarbejde en meningsfuld evaluering – bliver nærmest umulig.

Prøvesættet viser at der slet ikke er sammenhæng mellem testformatet, læreplaner, bekendtgørelse, undervisningen i dagligdagen og hjælpemidler bl.a. i form af lærebogssystemer som skolerne har til rådighed.

Slutmål og trinmål er oprindelig udformet som et planlægningsredskab – mål som undervisningen skal stræbe hen imod. Formanden for opgavekommissionen erkender også at der er tale om en særdeles vanskelig opgave at udlede faglige begreber og forståelser fra målene (Nørgaard 2006). Når målene derefter bliver grundlaget for hvad eleverne skal have som paratviden, går det galt. Dermed bliver kravene og sværhedsgraden i testen alt for høje.

Hvis slutmålene skal anvendes som grundlag for en afsluttende evaluering, skal de uanset prøveform revideres, så det bliver muligt for lærere, lærebogsforfattere og forfattere af afgangsprøver langt mere præcist at ramme vigtige begreber og forståelser og – ikke mindst – et relevant niveau. Ønsket om en revision og præcisering af *Fælles Mål* udtrykkes også af udvalget bag *Fremtidens naturfag i folkeskolen* (Undervisningsministeriet, 2006b). Den manglende præcisering giver også problemer i forhold til progressionen i naturfagsundervisningen og i forhold til en tværfaglig forståelse af naturvidenskab gennem skolens undervisning.

En reduktion af biologifaget

Prøver har det med at være foreskrivende for den daglige undervisning. Som det ser

ud nu, kommer den skriftlige prøve til at stå alene ved de fleste prøveterminer, når den mundtlige biologiprøve ikke bliver udtrukket. Den skriftlige prøve vil derfor være foreskrivende for en undervisning der reducerer biologifaget til et fag der i høj grad udelukker analyse, vurdering, diskussion, argumentation, afprøvning af ideer m.m. Prøven giver ikke mulighed for at inddrage bredden i biologifaget, fx at inddrage de i læreplanen nævnte værdimæssige og samfundsmæssige perspektiver – alt sammen noget der repræsenterer kompetencer som moderne naturfagsundervisning, samfundet som sådan og erhvervslivet specielt ser som værdifulde kompetencer.

Hvordan skal fremtidens biologiundervisning evalueres?

Et af argumenterne for den digitale prøve er at den er billig. Mange tusinde elever kan evalueres uden brug af ret mange ressourcer, specielt lærertid. Samfundet, de enkelte skoler, lærere og elever har til sammen ydet en mangeårig kæmpeindsats, personligt og økonomisk, for at arbejde eleverne frem mod en bred og alsidig viden og forståelse. Derfor fortjener alle, ikke mindst eleverne, en meningsfuld evaluering.

Fremtidens naturfag i folkeskolen (Undervisningsministeriet 2006b) fremhæver at naturfagene skal styrkes bl.a. ved udvikling og brug af meningsfulde afgangsprøver. Den praktisk mundtlige afgangsprøve er klart at foretrække da den mest alsidigt evaluerer de kompetencer naturfagene søger at udvikle, og

samtidig tilgodeser elevernes forskellighed.

Ovenstående prøveform er i virkeligheden ganske traditionel og vil for eleverne ligge som endnu en trussel ved slutningen af deres tid i folkeskolen. Men hvad med at lade elevernes interesse og engagement blomstre i en prøve?

I *Fremtidens naturfag i folkeskolen* er der fremlagt et interessant forslag om at styrke skriftligheden i naturfagene ved i 8. klasse at indføre en lokalt organiseret, obligatorisk naturfaglig skriftlig opgave der også inddrager danskfaget.

Lad os prøve at bygge videre på denne ide. Hvis opgaven organiseres som en naturlig del af naturfagsundervisningen på 8. klassetrin med anvendelse af projektarbejdsformen, og eleverne får mulighed for at udtrykke sig ved brug af flere forskellige medier, vil det være et stort skridt på vejen til ikke alene at evaluere elevernes kompetencer alsidigt, men også at styrke elevernes interesse for og engagement i naturfag. Opgaven vil måske ikke nødvendigvis styrke skriftligheden, men den vil styrke elevernes evne til at sætte sig ind i en problemstilling og måske endnu vigtigere: at formidle deres viden og indsigt. Lad os vove at tænke kreativt, lad os tage hensyn til elevernes forskellighed – også når vi taler om prøver.

Efterskrift

Denne tekst har fremhævet at der bør være sammenhæng mellem mål, undervisning og prøver. Udvikling af nye prøveformer kræver grundige overvejelser

– og måske også en ændring af slutmål og trinmål. Kræfterne bør bruges på seriøse overvejelser om udvikling af undervisningens mål og indhold og ikke på udvikling af den digitale teknik (Generalprøver på internet-eksamen forløber fint, Pressemeddelelse Undervisningsministeriet, 17. marts 2006). Prøverne skulle gerne være med til at højne det faglige niveau i folkeskolens biologiundervisning!

Referencer

- Bekendtgørelse nr. 737 af 14. juli 2005 om ændring af bekendtgørelse om formålet med undervisningen i folkeskolens fag og obligatoriske emner med angivelse af centrale kundskabs- og færdighedsområder (slutmål) og trinmål (Fælles mål)*. Lokaliseret 10. april 2006 på www.retsinfo.dk/_GET-DOCM_/ACCN/B20050073705-REGL
- Bjerrum, A., Dannesboe, E., Hansen, F.S. & Riis, M. (1997a). *Ind i biologien. Grundbog. 7. klasse*. København: Alinea.
- Bjerrum, A., Dannesboe, E., Hansen, F.S. & Riis, M. (1997b). *Ind i biologien. Grundbog. 8. klasse*. København: Alinea.
- Breiting, S. & Mogensen, F. (2003). Biologiundervisningens situation i folkeskolen og dens mulige fremtid. *Kasketot Pædagogisk Særunummer* 2003.
- Fælles Mål. Biologi. Faghæfte nr. 15*. (2004). Undervisningsministeriet. Lokaliseret 10. april 2006 på www.faellesmaal.uvm.dk/fag/Biologi/formaal.html
- Generalprøver på internet-eksamen forløber fint*. (2006). Pressemeddelelse 17. marts 2006. Undervisningsministeriet. Lokaliseret 10. april 2006 på www.uvm.dk/06/fint.htm?menuid=6410

Jessen Lauritsen, H. (2006). En prøve i bakgear.

Anmeldelse. *MONA*, 2006(1), s. 101-107.

Nørgaard, Keld. (2006). Tanker bag testen.

Kaskelot. Marts 2006, s. 32-33.

Piekut, T.B., Risum, R., Schack-Nielsen, L. &

Thomsen, A.V. (2004). *BIOS. Grundbog A*.

København: Gyldendal.

Piekut, T.B., Risum, R., Schack-Nielsen, L. &

Thomsen, A.V. (2005). *BIOS. Grundbog B*.

København: Gyldendal.

Sølberg, J. (2006). Den lokale naturfaglige kul-

tur – et fokus for udvikling. *MONA*, 2006(1),

s. 7-22.

Undervisningsministeriet (2006a). *Decem-*

berprøven 2005 i biologi. Lokaliseret 9.

april 2006 på [http://us.uvm.dk/grund-](http://us.uvm.dk/grundskole/proeverogevaluering/naturfag)

[skole/proeverogevaluering/naturfag.](http://us.uvm.dk/grundskole/proeverogevaluering/naturfag)

[htm/?menuid=1020](http://us.uvm.dk/grundskole/proeverogevaluering/naturfag)

Undervisningsministeriet (2006b). *Fremtidens*

naturfag i folkeskolen. Rapport fra udval-

get til forberedelse af en handlingsplan for

naturfagene i folkeskolen. Undervisnings-

ministeriet. Lokaliseret 10. april på [www.](http://www.uvm.dk/06/documents/nat.pdf)

[uvm.dk/06/documents/nat.pdf](http://www.uvm.dk/06/documents/nat.pdf)

Oplæg til handlingsplaner for matematik og naturfagene i folkeskolen

Anmeldelse:

Fremtidens matematik i folkeskolen. Rapport fra Udvalget til forberedelse af en handlingsplan for matematik i folkeskolen. Undervisningsministeriet, 2006 (www.uvm.dk/06/documents/mat.pdf)

Fremtidens naturfag i folkeskolen. Rapport fra Udvalget til forberedelse af en handlingsplan for naturfagene i folkeskolen. Undervisningsministeriet, 2006 (www.uvm.dk/06/documents/nat.pdf)

Indledning

Af Nina Troelsgaard Jensen

MONA-redaktionen

Undervisningsministeren nedsatte i efteråret 2005 to udvalg til forberedelse af handlingsplaner for naturfag og matematik i folkeskolen. Udvalgenes arbejde mundede i januar/februar 2006 ud i to rapporter ("Fremtidens matematik i folkeskolen", SMIF og "Fremtidens naturfag i folkeskolen", SNIF) med en række anbefalinger til ministeriet.

MONA-redaktionen har opfordret de faglige foreninger i folkeskolen og i læreruddannelsen til at anmelde udvalgenes arbejde og forholde sig til de resulterende anbefalinger. Foreningerne er:

- Danmarks Matematiklærerforening (DanMat)
- Seminariernes Matematiklærerforening (SeMat)
- Natur/teknik-foreningen
- Biologforbundet
- Foreningen af danske biologer – seminariefractionen
- Geografforbundet
- Foreningen af lærere i geografi ved seminarierne
- Danmarks Fysik- og Kemilærerforening (DFKF)
- Seminariernes Fysik-, Astronomi- og Kemilærerforeningen (SemFAK)

Alle ni foreninger har taget imod opfordringen og har udarbejdet anmeldelser i

samarbejde mellem folkeskoleforening og seminarieforening inden for hvert enkelt fag, og disse bringes efter denne indledning i samme rækkefølge som ovenfor. Foreningerne har forholdt sig kritisk til anbefalingerne ud fra deres specifikke interesseområder.

Fælles for de faglige foreninger er at de roser udvalgenes mod til at udvide og justere de givne kommissorier, herunder at anbefalingerne ikke er begrænset til udgiftsneutrale tiltag. Kvalitet i uddannelsessystemet har været et centralt omdrejningspunkt for begge udvalg, og de faglige foreninger ser med stor tilfredshed herpå.

De faglige foreninger roser desuden udvalgene for at opstille realistiske tidsplaner for udmøntningen af de enkelte anbefalinger. Tidsplaner der lader aktøjerne i uddannelsessystemet udvikle og udvikles i takt med systemændringer.

De naturfaglige foreninger støtter generelt anbefalingerne i SNIF-rapporten, men det påpeges bl.a. at anbefalingen om højere adgangskrav til linjefagene kan blive meget vanskelig at gennemføre i praksis. Ikke mindst på udkantsseminarierne.

En anden anbefaling der giver anledning til kritiske kommentarer, er anbefalingen vedr. en fælles ramme (science) for naturfagene i folkeskolen. De naturfaglige foreninger er positive over for at fordele og ulemper ved et sciencefag undersøges fx gennem forsøgsordninger, men man påpeger vigtigheden af at eleverne lærer de forskellige naturfag at kende på fagernes egne præmisser.

De faglige foreningers anmeldelser af anbefalingerne fungerer som et vægtigt supplement til udvalgenes rapporter. Specielt matematikområdet påpeger at udvalgets sammensætning kan opfattes som mangelfuld i forhold til udøvende folkeskolelærere. Det er derfor prisværdigt at alle ni faglige foreninger har påtaget sig opgaven og således udvider vinklerne på de store udfordringer som uddannelsessystemet ikke mindst på matematik- og naturfagsområdet står over for.

For at lette læsningen af anmeldelserne er de to rapporters hovedanbefalinger gengivet på kort form nedenfor.

Matematikrapportens anbefalinger

Rapporten "Fremtidens matematik i folkeskolen" opstiller anbefalinger inden for syv indsatsområder.

I: Matematiklæreres professionelle identitet, herunder grund-, efter- og videreuddannelse

- Ia: Den faglige og fagdidaktiske grunduddannelse af matematiklærere bør styrkes betragteligt.
- Ib: Det bør kræves, at kun lærere med faglig og fagdidaktisk uddannelse i matematik kan undervise i matematik i folkeskolen.
- Ic: Matematiklærernes professionelle identitet og kompetence bør styrkes, frem for alt gennem væsentligt øget efter- og videreuddannelse og gennem oprettelse af matematiklærerteam.

II: Ressourcepersoner og resourcecentre

- IIa: Den enkelte skoles personelle og materielle ressourcer for matematikundervisning bør øges mærkbart, inklusive en funktion som matematikvejleder.
- IIb: Der bør i hver kommune oprettes et resourcecenter for matematikundervisning, inklusive en stilling som matematikkonsulent.
- IIc: Der bør oprettes et nationalt resourcecenter for matematikundervisning med regionale filialer.

III: Matematikdidaktisk forskning og nyttiggørelse heraf

- IIIa: Der bør foretages en markant satsning på matematikdidaktisk forskning i Danmark.
- IIIb: Der bør skabes rammer og iværksættes systematiske tiltag for at nyttiggøre matematikdidaktisk forskning i matematikundervisningen.

IV: Nye officielle bestemmelser for faget matematik, herunder en justeret formålsformulering

- IVa: Der bør udarbejdes nye officielle bestemmelser for faget matematik, herunder en justeret formålsformulering.

V: Matematikundervisningens tilrettelæggelse og materialer

- Va: Matematikundervisningen skal tilrettelægges i forløb, der fokuserer på fagpædagogiske mål og fagdidaktiske pointer.
- Vb: Undervisningsministeriet bør tage initiativ til frembringelse af undervisningsmaterialer i matematik, hvis kvalitet svarer til ambitionerne med og i faget.

VI: Evaluering og evalueringskultur i matematikundervisningen

- VIa: Udviklingen og brugen af forskellige evalueringsformer til løbende formativ evaluering bør styrkes.
- VIb: Udviklingen og brugen af forskellige evalueringer til summativ evaluering (herunder afgangsprøver) bør styrkes.

VII: Bedre overgang til ungdomsuddannelserne

- VIIa: Der bør iværksættes tiltag, der fremmer en fagligt og fagkulturelt set bedre overgang fra folkeskolens til ungdomsuddannelsernes matematikundervisning end tilfældet er i dag.

Naturfagsrapportens anbefalinger

Rapporten "Fremtidens naturfag i folkeskolen" opstiller ni hovedanbefalinger.

1. Naturfagene skal være indsatsområde i de kommunale kvalitetsrapporter for folkeskolen.
2. De fire naturfaglige linjefag i læreruddannelsen skal alle være på mindst 1 årsværk, have et fælles naturfagsdidaktisk modul og højere adgangskrav.
3. Der skal etableres et nationalt efter- og videreuddannelsesprogram til sikring og udvikling af lærernes fagspecifikke og fagdidaktiske kompetencer.
4. Der skal gennemføres en national retningsplan for natur/teknik med fokus på styrkelse af lærerforudsætninger.
5. Målbeskrivelserne for naturfagene skal præciseres og samtænkes for at sikre progression og bedre synergi mellem naturfagene.
6. Naturfagligheden skal styrkes ved at udvikling og brug af meningsfulde afgangsprøver og diagnostiske test, hvor naturfagene ligestilles.
7. Naturfagsdidaktik skal gøres til et prioriteret forskningsområde i regi af Det Strategiske Forskningsråd.

8. Der skal etableres et nationalt ressourceter for naturfagsundervisningen i hele uddannelsessystemet.
9. Grundlaget for på længere sigt at etablere en fælles ramme (science) for naturfagsområdet i hele folkeskolen, skal undersøges.

Danmarks Matematiklærerforening Seminariernes Matematiklærerforening

Af Lene Christensen (formand for Danmarks Matematiklærerforening) & Bent Lindhardt (formand for Seminarierne Matematiklærerforening)

Både Seminarielærerforeningen (SeMat) og matematiklærerforeningen (DanMat) ønsker at udtrykke ros for et præcist og velfokuseret oplæg til at hæve ambitionsniveauet for faget matematik i folkeskolen. Vi vil efterfølgende kommentere indsatsområderne men indledningsvis bemærke:

- at udvalget med rette lader de politisk udpegede problemstillinger justere med "andre problemstillinger" som ofte kommer tættere på de reelle problemstillinger. Det betragter vi som politisk mod, som kun kan give respekt.
- at udvalget er sammensat ud fra et eller andet personkendskab som måske – måske ikke – er repræsentativt for aktører omkring folkeskolen. Specielt DanMat betoner manglen af "almindelige" folkeskolelærere.
- at udvalget meget fornuftigt fokuserer på de kvalitative løft som vil kunne gennemføres i en overskuelig fremtid, og præcist peger på løsningsmodeller, ansvar og tidshorisont. Rapporten vil således i mange sammenhænge

kunne bruges direkte i kommende forhandlinger af regering, folketing, kommuner og skoler og har derfor indbygget mere realisme for at blive gennemført.

- at udvalget lægger vægt på at indsatsene baseres på systemforandring. Trykket skal således ikke lægges på lærernes skuldre, men løses på højere administrativt og politisk niveau. En væsentlig pointe for vores medlemmer.
- at rapporten er stærkt præget af KOM-udvalgets kompetencetænkning (De 8 kompetencer)¹, som derfor må opfattes som et afhængigt forarbejde til denne rapport – hvilket udvalget da også selv nævner. Forslaget til revision af nuværende formål og faghæfte for faget kan således ikke læses uden om denne tænkning. Det opfatter vi som en styrkeside, idet netop KOM-udvalgets arbejde allerede har igangsat en frugtbar og længe ventet diskussion om faget på mange uddannelsesniveauer – der kommer således forøget liv til denne debat. Der er altså progression i tænkningen. Måske ikke overraskende når formanden for begge udvalg er professor Mogens Niss.

Indsatsområde I: Matematiklæreres professionelle identitet, herunder grund-, efter- og videreuddan-

1 Se Niss, M. & Jensen, T.H. (red.) (2202). *Kompetencer og matematiklæring – Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark* (<http://pub.uvm.dk/2002/kom/>).

nelse

Som det er nævnt i rapporten, må lærerpersonligheden betragtes som den vigtigste enkeltfaktor til læring. Det er valgt som et centralt område og bør også være det efter vores opfattelse. I forbindelse med grunduddannelsen har SeMat længe ønsket en udvidelse af timetallet for at nå en større fordybelse af både faglige og fagdidaktiske elementer. Der er således fin sammenhæng mellem et udtalt behov og rapportens anbefaling af at udvide med fx 0,5 årsværk.

Vi ser muligheder i den foreslåede aldersspecialisering, men betoner risikoen for at de lærerstuderende som vælger de yngste klasser, får en uddannelse på “fagligt lavere niveau”. Der bør være fokus på dette ved den kommende reform og de tilhørende CKF'er. Muligheden for at vælge *hele* skoleforløbet bør også være til stede. Vi er enige i at der generelt skal være en skærpet opmærksomhed på om matematiklæreren er uddannet til at undervise i faget eller ej. Vi er dog klar over at der kan være forhold fx på små skoler hvor dette ikke kan lade sig gøre. Dette krav skal således i højere grad ses i sammenhæng med kravet om et gedigen fagligt miljø på skolen samt en løbende gedigen efteruddannelse. Her skal der stilles krav til inspektørens faglige og pædagogiske ansvar.

Vi er ikke nødvendigvis overbevist om at “hverdagsomgang” med fagdidaktisk forskning vil have direkte afsmittende effekt – til gengæld vil seminarielærere og forskeres udvidede kontaktflader i CVU-regi omkring den fagdidaktiske forskning

kunne give indirekte afkast til de studerende.

Vi hilser velkommen at skolerne i en fremtidig matematikundervisning forventes at have en bedre efteruddannelsesstrategi der kan give en løbende kontakt med udviklingen i fagdidaktikken så der sker en faglig opdatering, og så der foregår erfaringsudveksling med andre undervisere.

Indsatsområde II: Ressourcepersoner og resourcecentre

Det har længe været kendt at både fagudvalg på mange skoler og matematik konsulenter i kommunerne igennem de sidste mange år er blevet afskaffet eller har fået tildelt så få ressourcer at arbejdet har været udført på meget lavt blus eller slet ikke – med det resultat at den faglige debat og de faglige innovative tiltag lokalt har været alt for svage.

Et fokus på flere ressourcepersoner på forskellige offentlige niveauer – nationalt, regionalt, kommunalt og på den enkelte skole – er vigtigt som drivkraft for en forandring. Specielt hilser vi tanken om en eller flere matematikvejledere på den enkelte skole samt matematikkonsulenter i samtlige kommuner velkommen.

Det er nærliggende at sammenligne succesen med danskfagets læsevejlederuddannelse med en kommende matematikvejlederuddannelse. Uddannelsen bør samordnes i de eksisterende CVU'er. Vi vil tilføje at ud over den faglige konsultative rolle vil matematikvejledere kunne fungere som ambassadører for

faget og dermed som kilde til information på skolen. Ministeriets fagkonsulent i matematik vil således her have en netværksdannelse som kan give en frugtbar dialog. Det er begge formænd bekendt at der netop omkring matematikcentre som NTM i Göteborg og Matematikksenteret i Trondheim er en stor udfarende kraft som er misundelsesværdig – så initiativer af den slags kan vi kun støtte.

Indsatsområde III: Matematikdidaktisk forskning og nyttiggørelse heraf

Sammenligner vi med andre nordiske lande, har der fra vores synsvinkel i mange år været påfaldende lille politisk bevilgning, utroligt dårlige økonomiske vilkår og meget beskedne institutionelle tiltag (snarere afvikling) omkring den fagdidaktiske forskning. Skal vi på langt sigt videre, er det via fagdidaktisk forskning. Det er slående at udvalget undervejs i deres argumentation i den grad mangler national dokumentation. Specielt i læreruddannelsen er der også efterspørgsel efter dette til bl.a. bachelorprojektet.

Forskningen bør foregå i samarbejde med lærere der underviser i både folkeskolen og på lærerseminarierne. Desuden skal man sikre at resultaterne af denne forskning når ud til samtlige undervisere i matematik og bliver formidlet på en sådan måde at den umiddelbart kan gøres anvendelig. Der gøres dog opmærksom på at effekten af dette indsatsområde først kan ses om lang tid.

Indsatsområde IV: Nye officielle bestemmelser for faget matematik, herunder en justeret formålsformulering

Måske kan udvalget have ret i at der bør ske justeringer i de nugældende læseplaner, men vi har umiddelbart ingen større kritik af den eksisterende, som på mange måder lever op til en moderne matematikundervisning – hvis den blev læst og fulgt efter hensigten. En justering af læseplanen må under ingen omstændigheder stå alene; den skal følges op af en massiv efteruddannelse, ellers har den ingen effekt. Vi kan konstatere at kompetencebegrebet indskrives direkte i formålet og dermed betones kraftigere.

Indsatsområde V: Matematikundervisningens tilrettelæggelse og materialer

Udvalget beskriver lærebogsmaterialet m.m. som bredspektret og af en fornøftig kvalitet, hvilket vi tilslutter os – dog med den bemærkning at nogle systemer synes tættere på ånden i Faghæftet end andre. Ligesom udvalget mener vi at det frie marked som eksisterer i dag, bør fastholdes, idet det kalder på flere kreative kræfter end en central styring. Da disse materialer således vil være styret af markedsmekanismer, kan vi kun tilskynde – som udvalget anbefaler – at der afsættes midler til at udvikle “alternative” materialer der i højere grad implementerer mere ikke-rentable idealistiske valg med hensyn til indhold, metodik og form.

DanMat pointerer at når det er sagt, er

“det frie valg” for den enkelte lærer meget begrænset på den enkelte skole. På alle skoler bør der være et bredt udvalg af lærebøger til alle klassetrin, så læreren frit kan vælge. Som det er nu, stiller langt de fleste skoler kun ét bogsystem til rådighed på hvert klassetrin. Det er derfor vigtigt at de bevilgende myndigheder har forståelse for at undervisningen i matematik ikke kan nøjes med én bog pr. barn pr. klassetrin. Herudover skal der afsættes rigelige midler til konkrete materialer.

Vi vil desuden bemærke at en vurdering af lærebogens kvaliteter og opfyldelse af Fælles mål kan være en stor opgave for den enkelte lærer. Man kunne som en forlængelse af udvalgets anbefalinger stille forslag om at man på det nationale ressourcecenter udgav anmeldelser af mere fyldig art til hjælp.

Indsatsområde VI: Evaluering og evalueringskultur i matematikundervisningen

Som en forlængelse af kravet om at læreren skal være fagligt velkvalificeret følger muligheden for ikke at overgive målsætning, undervisning og evaluering til lærebøgerne. Det giver mulighed for tilpasset undervisning hvor man kan overskue at målsætte, undervise og evaluere efter egne faglige og fagdidaktiske valg.

Vi er enige i at centralt i dette står behovet for at udvikle en bedre og mere bredspektret evalueringskultur i faget. Vi er af den overbevisning at der er mange tiltag i gang på skolerne rundt om i Danmark, men at netop faget matematik

“hænger lidt bagefter”. Det er derfor et vigtigt fokuspunkt for en kommende efteruddannelse.

I denne sammenhæng skal det nævnes at vi mener at det er betænkeligt at man fra politisk side påstår at de nationale adaptive test vil kunne bibringe lærerne tilstrækkelig diagnostisk viden om elevernes matematiske kompetencer – ikke mindst grundet formen, men også på grund af de mange indholdsmæssige fravalg i forhold til trinmålene. En fokusering på at evaluering af eleverne foregår via de nationale test, vil have en indflydelse på målsætning og undervisning i et omfang som er ganske bekymrende. Det er et fokus der formodentlig vil vise at de er blevet bedre og bedre til testen – men er deres matematiske kompetencer blevet forøget? Erfaringer fra de lande der har gennemført test gennem en årække, tyder på at man udvikler en testundervisning frem for en undervisning i overensstemmelse med fagets samlede formål og trinmål. DanMat har derfor det synspunkt at der ikke bør indføres flere prøver i folkeskolen end dem der er gældende i dag.

Vi er dybt bekymrede over at man har forladt den mundtlige gruppeprøve der nationalt har været en fagdidaktisk succes, og som har givet international anerkendelse som en moderne summativ evaluering. DanMat mener at den mundtlige prøve efter 9. og 10. klasse skal gøres obligatorisk.

Indsatsområde VII: Bedre overgang til ungdomsuddannelserne

Specielt skal det bemærkes at man som noget nyt bl.a. har differentieret “de matematikrelaterede situationer” til kommende uddannelser i forslaget til et nyt formål. Der er således lagt op til en højere grad af samordning af folkeskolen og ungdomsuddannelserne – en logisk konsekvens af den høje procentdel som fortsætter i ungdomsuddannelser. Dan-Mat påpeger at det anbefales at aftagerne på ungdomsuddannelserne får i opdrag at modtage eleverne med de forudsætninger de har fra folkeskolen – men at det selvfølgelig kalder på dialog mellem parterne. Gennem de sidste mange år har der været mange såkaldte brobygningsforsøg som ikke har sat sig synlige spor, så der er behov for nytænkning.

Natur/teknik-foreningen

Af Erland R. Andersen (formand for Natur/teknik-foreningen)

1. Naturfagene som indsatsområde i kommunale kvalitetsrapporter for folkeskolen

Dette er en anbefaling vi i Natur/teknik-foreningen helt kan tilslutte os. At kommunerne hvert år skal vurdere og kommentere status og udvikling inden for naturfagene, er tiltrængt og vil bl.a. sætte fokus på de problemer der er med faget natur/teknik. Ved at naturfagene bliver et permanent indsatsområde i kvalitetsrapporterne, sikres det at fokus til stadighed er på naturfagene, og dermed skabes der en større forpligtigelse for en positiv udvikling af naturfagenes muligheder.

Hvis dette skal gennemføres, forudsætter det at der på den enkelte skole er tilstrækkeligt med veluddannede naturfagslærere, herunder en eller flere med særlige kompetencer som kan fungere som ressourcepersoner. Videndeling i netværk, både på den enkelte skole og på et netværk af skoler, vil være en stor fordel. Her vil ressourcepersonen have en koordinerende funktion og samtidig kunne virke som inspirator for sine naturfagskolleger.

2. Læreruddannelsens indhold og rammer – herunder adgangskrav

I Natur/teknik-foreningen er vi fuldstæn-

dig enige i at et fælles naturfagligt modul for alle fire naturfag er at foretrække. Vi er meget betænkelige ved den løsning som netop er offentliggjort i det nye forslag til en læreruddannelse, hvor det fælles modul kun foreslås at gælde for to af fagene. Vi finder det helt centralt at alle fire naturfag ligestilles med et fælles modul og samme årsværk.

At oprette studieordninger med en stærkere faglig toning synes vi er en god mulighed som vi helt og fuldt støtter. Vi er til gengæld meget betænkelige ved store formelle krav til optagelsen på linjefagsundervisningen inden for naturfagsområdet og i særdeleshed inden for natur/teknik. Hvis dette bliver tilfældet, må seminarierne have mulighed for "opgraderingskurser". Sådanne opgraderingskurser skal selvfølgelig finansieres separat.

Den nuværende meritlæreruddannelse opfatter vi grundlæggende som en god mulighed til de "anderledes kvalificerede", men nogle elementer heri er temmelig problematiske. Efter vores opfattelse er det ganske uforsvarligt at man ikke som minimum skal gennemgå et fagdidaktisk kursus.

3. Etablering af et efter- og videreuddannelsesprogram

Der er et utroligt stort behov for en generel opkvalificering af de nuværende naturfagslærere i folkeskolen. Det gælder både faglige genopfriskningskurser, fagdidaktiske kurser samt egentlige linjefagskurser i natur/teknik.

Desuden står vi over for et generations-

problem hvor rigtigt mange naturfagslærere, specielt fysik/kemi-lærere, går på pension inden for en kortere årrække. Natur/teknik-foreningen kan derfor på det kraftigste støtte rapportens anbefalinger. Det er også vores bestemte indtryk at det haster med at sætte et målrettet efteruddannelsesprogram i værk til afhjælpning af de store problemer i natur/teknik.

4. National redningsplan for natur/teknik

Natur/teknik-foreningen kan ikke støtte dette forslag stærkt nok. Faget natur/teknik blev indført i folkeskolen med 1993-loven og var og er stadig et godt og spændende tiltag, men der mangler i høj grad faguddannede lærere inden for natur/teknik. Den nationale handlingsplan som anbefalet i rapporten må derfor have højeste prioritet.

5. Præcisering af målbeskrivelser for naturfagene

Natur/teknik-foreningen er ganske enig i rapportens konklusioner. Der mangler klart en præcisering og samtænkning inden for naturfagene så der kan sikres en bedre synergi og progression imellem fagene. Dette gælder fra natur/teknik på de yngste klassetrin til de klassiske naturfag i overbygningen.

6. Udvikling af meningsfulde afgangsprøver og diagnostiske test

Udvalgets anbefalinger vedrørende afgangsprøverne kan Natur/teknik-foreningen helt og fuldt tilslutte sig. De tre naturfag i overbygningen bør være lige-

stillede med hensyn til afgangsprøver og meget gerne som beskrevet i rapporten.

Vi er meget bekymrede for den nuværende skriftlige afgangsprøve, men kan helt og fuldt tilslutte os en praktisk og mundtlig prøve som den tidligere 2-timers prøve i fysik/kemi.

Vi vil på det kraftigste understrege at naturfagene både er praktiske og teoretiske, og vi kan derfor *ikke* forestille os en prøve hvor begge dele ikke er en naturlig del af prøven. Dette indebærer at eleverne også ved selve prøven *skal* udføre praktisk arbejde foran lærer og censor. Den praktiske prøve må meget gerne suppleres med en fornuftig skriftlig opgave.

Det kunne også overvejes at indføre en naturfaglig projektopgave hvor der stilles nogle klare naturfaglige krav.

7. Prioritering af naturfagsdidaktisk forskning

I Natur/teknik-foreningen er vi overbevist om behovet for en opprioritering af forskningen inden for naturfagsdidaktik. Denne opprioritering bør desuden munde ud i flere undervisere på kandidat- eller masterniveau til at varetage arbejdsopgaverne i CVU-regi. Dette kunne også medvirke til at der skabes et naturfagsmiljø hvor naturfagsdidaktik kunne udvikles og diskuteres, både nationalt og regionalt.

8. Etablering af nationalt ressourcecenter for naturfagsundervisning

Natur/teknik-foreningen kan kun støtte tanken om et sådant center. Vi er af den faste overbevisning at et nationalt res-

sourcecenter vil være til uvurderlig hjælp og støtte i den daglige undervisning på alle niveauer. I et sådant ressourcecenter for naturfagene kan der:

- opsamles og videreformidles erfaringer for "best practice"
- udvikles nye tidssvarende undervisningsmaterialer og former
- arrangeres konferencer og studierejser
- videreformidles ny forskning fra ind- og udland
- etableres naturfagligt samarbejde på tværs af niveauerne
- etableres mulighed for efter- og videreuddannelsestiltag både inden for de enkelte niveauer og på tværs af niveauerne
- arbejdes med at mindske overgangsproblemerne mellem folkeskolen og ungdomsuddannelserne.

Det er beskæmmende hvor lidt naturfagsdidaktisk forskning der for nuværende foregår i Danmark, og et samlet nationalt flagskib inden for den naturfagsdidaktiske forskning, som eksempelvis Naturfagscenteret i Norge, er tiltrængt. Det er dog vigtigt at der samtidig hermed sker en opbygning af regionale naturfagsdidaktiske videnscentre i CVU-regi som har et formaliseret samarbejde med det nationale center. En sådan struktur vil både sikre naturfagsdidaktisk forskning på internationalt niveau og sikre forskningens anvendelsesorienterede og professionsrettede aspekter samt at denne forskning forankres lokalt.

9. Undersøgelse af grundlaget for etablering af et integreret naturfag (science) i Danmark

Tanken om at der på længere sigt etableres et fælles naturfag hvor biologi, fysik/kemi og geografi samles i et fælles naturfag på 7., 8. og 9. klassetrin, er under ingen omstændigheder aktuel lige nu. Dels mangler der undervisere i et integreret naturfag, og dels er erfaringerne fra udlandet ikke de allerbedste.

Vi synes dog at det vil være en god ide hvis enkelte skoler kan få dispensation og begynde at indsamle erfaringer via en sådan undervisning. Disse forsøg skal dog følges nøje af forskere, og erfaringerne skal videreformidles så et fornuftigt samarbejde mellem tre selvstændige naturfag fremmes. Dette samarbejde kan også fremmes ved at indføre en obligatorisk naturfaglig projektopgave med præcise faglige krav til både indhold og fremlæggelse.

Biologforbundet Foreningen af Danske Biologer – seminariefractionen

Af Anders V. Thomsen (formand for Biologforbundet) & Lene Beck Mikkelsen (formand for Foreningen af Danske Biologer – seminariefractionen)

Generelt synes vi at der i rapporten fremkommer en række gode og konstruktive overvejelser resulterende i flere forslag som ved implementering vil kunne understøtte en positiv udvikling inden for de naturfaglige fag. Det følgende notat kommenterer udvalgte forslag blandt de ni, med fokus på eventuelle problemstillinger set med alment naturfaglige eller biologi-specifikke øjne.

At naturfagene skal være indsatsområde i de kommunale kvalitetsrapporter for folkeskolen, er vi enige i. Globaliseringsrådet bør prioritere de naturfaglige fag i folkeskole og læreruddannelse, idet der i dag er stor overvægt af humanistiske fag. Set med biologi-faglige øjne er der desuden i mange lokalområder behov for en understøttelse af den feltbiologiske dimension. Det gælder fx i forhold til afdækning af lokale naturområder, forståelse på ledelsesniveau for nødvendigheden af et fleksibelt skema i forhold feltbiologisk arbejde med eleverne, etablering af lokale materialesamlinger som er knyttet til lokalområdets biotoper, samt ressourcetildeling til faglærere. Desuden ser vi gerne ordninger på kommunalt niveau fx med ressourcetero-

ner til pasning og udvikling af samlinger samt faglig og didaktisk sparring til de udøvende naturfagslærere og planlægning og koordinering af naturfagskurser til lærerne.

De fire naturfaglige linjefag i læreruddannelsen skal alle være på mindst 1 årsværk, have et fælles naturfagsdidaktisk modul og have højere adgangskrav, lyder det i rapportens anbefalinger. "Mindst 1 årsværk til hvert af naturfagene" lyder lidt som ønsketænkning i forhold til den nuværende læreruddannelses omfang på 4 år, medmindre man ønsker "rene faglærere". I lyset af forslag til ny læreruddannelse er det desuden vores ønske at naturfagene ligestilles.

Den øjeblikkelige økonomiske situation på seminarierne tvinger institutionerne til at skære ned på undervisningsdækningen. Denne ligger mange steder på 75 % af det budgetterede årsværk eller mindre, hvilket må betegnes som en katastrofe for undervisningens kvalitet. Selv ved meget kreative studietiltag vil den lærerstuderende med naturfag gå glip af nødvendige øvelser og vejledning som er væsentlig for udvikling af de nødvendige naturfagskompetencer. Ved en opstramning af læreruddannelsen bør det kræves at lærerdækningen med undervisning, øvelser, feltarbejde og tilhørende vejledning ikke kommer under timetallet i det angivne årsværk.

Det havde været ønskværdigt hvis rapporten havde peget på det meget omfattende og kostbare udstyr der kræves i moderne naturfagsundervisning.

Blandt de uomgængelige kompetencer

hos en naturfagslærer er kompetence til at bevæge sig fra fagenes begreber og sammenhænge til konkrete/praktiske eksempler – og den modsatte vej. Dette omdrejningspunkt i den naturfaglige undervisning volder generelt vanskeligheder for mange studerende, både i laboratoriearbejdet og i feltarbejdet. Det at tænke fagene praktisk og eksperimentelt kræver en betydelig studieindsats som stiller store krav til en studerende der overvejende kender naturfaget fra en boglig side.

Det praktisk/eksperimentelle arbejde kræver ressourcer som måske skal tildeles naturfagene oven i det normale timetal, og skal selvfølgelig også gøres til en obligatorisk del af eksamen. Man kunne f.eks. tænke sig en model med nogle indledende moduler som går på tværs af alle de naturfaglige fag, og som behandler den praktisk/eksperimentelle og fagdidaktiske dimension kædet sammen med sikkerhedsforhold samt progression og sammenhænge fagene imellem. Det ville også være med til at styrke den didaktiske og eksperimentelle dimension i biologiuundervisningen, hvor udviklingen peger mere og mere over mod eksperimentelle undersøgelser og øvelser og deraf afledede problemstillinger der traditionelt har kendetegnet kemiundervisningen.

Det foreslås at der etableres et nationalt efter- og videreuddannelsesprogram til sikring og udvikling af lærernes fagspecifikke og fagdidaktiske kompetencer. Det er en god og nødvendig indsats, men efter- og videreuddannelsen skal ikke spredes vilkårligt ud på lærere som

“tilfældigt” har nogle timer i et naturfag, således som det i stort omfang skete ved efteruddannelseskurserne da faget natur/teknik blev sat i gang. Det bør overvejes hvordan man gør det attraktivt for en naturfagslærer med efteruddannelse at fortsætte med disse fag (fx reduktion i timetallet eller løntillæg). Endelig bør der specielt fokuseres på opkvalificering af praktiklærere i naturfagene. Praktiklærerne er meget væsentlige for vejledning af lærerstuderende der som led i uddannelsen skal øve sig i at planlægge og undervise skoleelever i naturfag. Der er mange steder problemer med at skaffe kompetente praktiklærere på folkeskolerne. Det bør gøres obligatorisk for praktiklærere i naturfag at følge et efter- eller videreuddannelsesforløb. Praktiklæreren i et naturfag har så centrale opgaver i læreruddannelsen at han/hun skal nævnes specielt ved planlægning af et program for opkvalificering.

Det foreslås at naturfagligheden skal styrkes ved udvikling og brug af meningsfulde afgangsprøver og diagnostiske test hvor naturfagene ligestilles. Formulering af sådanne prøver og test forudsætter en reformulering af målbeskrivelserne (pkt. 6) i alle fag samt koordinering af målene “på tværs” af naturfagene. Her bør man være opmærksom på at prøver og test ikke kommer til at sætte dagsordenen for undervisning og indhold. En skriftlig test lægger ikke umiddelbart op til biologifagets feltbiologiske dimension, som helt klart er med til at tegne faget i elevernes bevidsthed.

Vi ved af erfaring at det er et enormt

arbejde for skolerne at udarbejde lokale læseplaner i naturfag. På de skoler hvor der sættes de nødvendige ressourcer af, bærer arbejdet til gengæld frugt. Vi vil varmt anbefale at der med bistand fra kommunale naturfagskonsulenter stimuleres til udarbejdelse af lokale læseplaner.

Grundlaget for på længere sigt at etablere en fælles ramme (science) for naturfagsområdet i folkeskolen kan godt undersøges, men de faglige foreninger i biologi mener det har en væsentlig styrke at både folkeskoleelever og lærerstuderende i dag oplever fagenes forskelligheder. Naturfag er så stort et område at det som minimum bør dækkes af skolefagene biologi, fysik/kemi og geografi. Dette sikrer også en forståelse af forskningsfelterne samt en forståelse af at den optik man ser verden igennem, ændrer sig som følge af ens fagforståelse og optik.

Set i lyset af lovforslaget til ny læreruddannelse mener vi at der er et stort behov for en ligestilling af naturfagene. Vi ønsker ikke en konstruktion hvor naturfag betyder fysik/kemi, og natur/teknik betyder fysik/kemi i light-udgave til de mindre elever.

Desuden vil vi til sidst understrege behovet for efteruddannelse af naturfagslærere på alle niveauer og meget gerne kurser hvor natur/tekniklærere og naturfagslærere i overbygningen sættes sammen, med fokus på at løse de problemer der er med progressionen fra natur/teknik til naturfag i overbygningen.

Geografforbundet Foreningen af lærere i geo- grafi ved seminarierne

Af Ditte Marie Pagaard (Geografforbundet) & Hanne Lund Jørgensen (formand for Foreningen af lærere i geografi ved seminarierne)

Udvalget mener at læreruddannelsen mangler plads til både fagspecifik og fagdidaktisk fordybelse. Begrundelserne er at linjefagene er for små, og at en del af de linjefagsstuderende ikke har tilstrækkelige forudsætninger. Linjefagene er blevet mindre under den eksisterende læreruddannelse. Det mærker vi også som undervisere. Men en stor del af nedskæringerne i linjefagsundervisningen skyldes at seminarierne af økonomiske grunde løbende er tvunget til at reducere undervisningsprocenten. Større linjefag – målt i årsværk for de studerende – løser ikke nødvendigvis problemet. En fælles standard for hvor meget undervisning og hvor mange fælles timer der er til et hold, bør tænkes med. De nye mål for linjefagene har ført til en tiltrængt opprioritering af fagdidaktikken i linjefagene. Det er væsentligt at fastholde dette fremover. Men lige nu er det sket på bekostning af den faglige fordybelse.

Hvordan problemet med de studerendes utilstrækkelige forudsætninger kan løses, ved vi ikke. Men rapportens anbefaling – B-niveau med mindst 8 – er en rigtig papirløsning. Vi tvivler på at vi med dette krav kan få uddannet en

brøkdel af de linjefagslærere der er brug for. Derudover vil vi udelukke mange studerende som trods manglende startforudsætning opnår et både fagligt og fagdidaktisk niveau der er helt på højde med de studerende der havde de rigtige forudsætninger. Kravet om B-niveau kan først opfyldes når naturfagene er blevet et positivt eller tvunget valg for de unge på ungdomsuddannelserne, og disse unge efterfølgende søger ind på seminarierne. Det realistiske alternativ er at de studerende tilbydes et opgraderingskursus. Kravet om mindst 8 rejser følgende spørgsmål: Kan man til nogle fag have krav om et vist karakterniveau mens man ikke har det til andre af uddannelsens fag?

I rapporten anbefales det yderligere at der etableres et fælles områdedidaktisk modul. Dette vil styrke de studerendes og seminarielærernes didaktiske tænkning, da man i samspillet med andre fag bliver tvunget til at reflektere over den grund man selv står på. Fagene kan sammen løfte den didaktiske tænkning. Det vil også give de studerende bedre forudsætninger for at etablere meningsfulde og relevante samarbejder mellem fagene i folkeskolen.

Det foreslås at seminarierne udbyder fagene i fagpakker/studieretninger. Umiddelbart synes det at føre til en styrkelse af de studerendes kompetence inden for et område. Men der ligger en alvorlig fare i at folkeskolen bliver delt i forskellige kulturer. Det er meget vigtigt også at have lærere der kan tænke på tværs af og integrere naturfaglige, hu-

manistiske og praktisk/musiske tilgange til læring og undervisning i folkeskolen.

Vedr. efteruddannelse og udvikling af en naturfaglig kultur på skolerne og på seminarierne

Som undervisere i geografi, der er det mindste af skolens naturfag, falder vi selvfølgelig over formuleringen om at samarbejde mellem lige mænd fungerer bedst. På side 6 hedder det: *“Fysik/kemi prioriteres og nyder opmærksomhed i forhold til de andre naturfag i en grad, der kun kendes fra få andre lande. Det ulige forhold er ikke til fordel for naturfagligheden i skolen og slet ikke for fagenes samspil og synergi.”*

At dette er et problem, blev tydeligt da det så ud til at der skulle være fælles prøve og dermed et tvunget øget samarbejde mellem fagene i overbygning. Fra seminariets side opfordrede vi skolerne til at sende et naturfagsteam på kursus således at de blev i stand til at samarbejde med deres fag og udvikle en naturfaglig kultur på skolen.

Men mere end halvdelen af skolerne valgte at sende deres fysik/kemi-lærere på kursus. Holdningen syntes at være at de med en lille faglig opgradering i biologi og geografi sagtens kunne inddrage disse stofområder i prøven, der jo overvejende – med reference til fagets største timetal – måtte være i fysik/kemi. Der var med andre ord ikke tale om et samarbejde mellem ligemænd.

Hvis fysik/kemi er det største fag i et samarbejde, vil det kunne føre til en oprioritering af de dele af biologi og geo-

grafi som ligger tæt op ad fysik/kemi. Måske vil det også føre til en nedprioritering af det som er fagenes særlige kendetegn, og som er med til at give dem deres berettigelse i skolen. Vi er ikke overbevist om at fysik/kemi-lærere har det så godt med den levende natur eller de globale natur- og ikke mindst kulturgeografiske mønstre i geografi.

Vi mener at en øget interesse for naturfagene er afhængig af at vi i undervisningssektoren er i stand til at bedrive en virkelighedsnær og for eleverne personligt relevant undervisning. Et personligt relevant indhold lægger emnerne i biologi og geografi langt mere op til end de traditionelle fysik/kemi-emner gør. Så en ligestilling af fagene vil, som det anbefales, give langt bedre muligheder for at udvikle fagene i samarbejde. Fysik/kemi kan blive mere personligt relevant ved at samarbejde med de to andre fag, og den naturfaglige indsigt kan omvendt blive større i biologi og geografi ved at samarbejde med fysik/kemi.

Den manglende efteruddannelse er et kæmpe problem for dette område. I løbet af de sidste 15 år har go-stop-politikken på området været en evig kilde til frustration blandt seminarieundervisere. Da natur/teknik blev indført som fag i folkeskolen, resulterede det i en hektisk og kortvarig kursusaktivitet. Men dårligt var vi kommet i gang før denne kursusaktivitet måtte stoppe da skolerne i stedet måtte bruge kursusmidlerne til kurser i læseundervisning. At udbyde et efteruddannelseskursus i geografi eller biologi var en dødssejler. Hvis lærerne

var interesserede, var skolelederne det i hvert fald ikke. Hvorfor bruge penge på efteruddannelse i lavstatusfag? Så vi er helt enige i at en del af fagområdet problem ligger i at fagene har været lavstatusfag i skolen.

Gennem de seneste år har der været enkelte skolebaserede kurser der har haft som mål at udvikle natur/teknik og den naturfaglige kultur på skolerne. Men det er alt for få skoler som har valgt at prioritere området.

Da den fælles naturfagsprøve efter 9. klasse blev vedtaget, fik efteruddannelsen kortvarigt vind i sejlene. Men i skrivende stund er den fælles prøve afskaffet igen, og vi seminarielærere der har involveret os i dette område, er igen sat på bænken mens vi afventer hvad der sker.

At inklusion er blevet den nye åbenbaring – og det som fylder i den kommunale debat og de kommunale efteruddannelseskataloger – har igen gjort det vanskeligt at få penge til efteruddannelse på området.

Det er derfor ønskeligt at de langsigtede strategier som anbefales i rapporten, bliver taget alvorligt; at der laves en strategi som rækker mere end få år frem i tiden, og som ikke bliver væltet hver gang der popper noget mere interessant op. De foreslåede efter- og videreuddannelses tiltag er interessante og nødvendige, men vi bliver aldrig stærkere end det svageste led. Og det svageste led er den enkelte skoles mulighed for og lyst til at prioritere at det er lærere med et højt didaktisk og fagligt niveau der underviser i fagene.

Det er foreningernes holdning at en

så massiv styrkelse af naturfagsundervisningen i folkeskolen som udvalget bag rapporten præsenterer – og især et tættere samarbejde såvel på langs mellem faget natur/teknik og naturfagene i udkolingen som på tværs mellem de tre udkolingsfag – er væsentlig for folkeskoleelevernes fremtidige naturfaglige kompetencer og forståelse af sammenhænge samt for elevernes generelle interesse for naturfagsundervisningen.

Foreningerne vil afslutningsvist endnu en gang understrege vigtigheden af at sidestille de naturfaglige linjefag i læreruddannelsen. Det er ærgerligt at forslaget om den nye læreruddannelse der netop er blevet indgået, ikke afspejler en ligelig vægtning mellem de tre naturfaglige undervisningsfag i udkolingen, for en solid udvidelse af alle de naturfaglige linjefag ville kunne skabe et godt udgangspunkt for at fremtidige lærere i højere grad ville kunne etablere en mere solid naturfagsundervisning med øget mulighed for samspil og synergi mellem de enkelte fagområder.

Danmarks Fysik- og Kemilærerforening (DFKF) Seminariernes Fysik-, Astro- nomi- og Kemilærerforening (SemFAK)

Af Martin Krabbe Sillasen (formand for SemFAK) & Gitte Bailey Hass (landsformand for DFKF)

1. Naturfagene som indsatsområde i kommunale kvalitetsrapporter for folkeskolen

Udviklingen af en naturfaglig kultur på den enkelte folkeskole er særdeles vigtig og bør have højeste prioritet i handleplaner lokalt på den enkelte skole og kommunalt. Ved at gøre naturfagene til et permanent indsatsområde i kvalitetsrapporteringen sikres en kontinuerlig synlighed og forpligtigelse til udvikling af naturfagsområdet. For at sikre en fagdidaktisk kvalitet i udviklingen af den enkelte skoles naturfaglige kultur vil der være behov for at have mindst én resourceperson med diplomuddannelse i naturfagsdidaktik. Tænkningen bygger på videndeling i netværk hvor der i skolens naturfagsteam er mindst én person med en koordinerende funktion. Netværkstænkningen kan udbredes til at omfatte hele det kommunale skolevæsen efter modeller som det ses i f.eks. Ballestrup Kommune.

I indskolingen er få-lærer-princippet indført fordi socialpædagogiske overvejelser omkring børnenes udvikling fyl-

der meget. Det synes SemFAK og DFKF er et godt princip, men det bør tilstræbes at der i teamet omkring den enkelte klasse indgår en linjefagsuddannet natur/teknik-lærer. I overbygningen er det vores anbefaling at få-lærer-princippet viger til fordel for at den enkelte klasse får undervisning med høj faglig kvalitet, således at det prioriteres at lærere med linjefagsuddannelse underviser klassen.

2. Læreruddannelsens indhold og rammer – herunder adgangskrav

Det er kendetegnende for den nuværende læreruddannelse at der er for lidt tid til fagdidaktisk fordybelse. Indholdsbeskrivelsen af de faglige og fagdidaktiske centrale kundskabs- og færdighedsområder står slet ikke mål med linjefagets størrelse. Vi er positivt stemt over for oprettelsen af en læreruddannelse med fagligt tonede studieretninger. Det vil sikre nogle lærerprofiler der i højere grad kan tænke på tværs af naturfagene, hvilket vi ser som en styrke for den enkelte elevs kompetenceudvikling.

Vi opfatter de nuværende bestemmelser om meritlæreruddannelsen som problematiske. Det virker fagligt uforsvarligt at en person med naturvidenskabelig erhvervserfaring ikke skal gennemgå et fagdidaktisk kursus for at blive kvalificeret til at undervise i naturfagene i folkeskolen. I fagdidaktikken i linjefaget fysik/kemi behandles en række problematikker der er fagspecifikke, og som kun behandles på orienteringsplan i et almenidaktisk forløb. I en ny lærer-

uddannelse hvor fagdidaktikken fylder mere, og hvor dele af den almene didaktik måske skal indlejres i linjefagene, vil denne problematik fremstå endnu mere paradoksal.

3. Etablering af et efter- og videreuddannelsesprogram

Der er et stor behov for oprettelse af efteruddannelseskurser med et fagdidaktisk indhold. Kurserne kan tage afsæt i det enkelte naturfag, men det kan også være skoleudviklingsforløb der fokuserer på udvikling af den naturfaglige kultur på den enkelte skole. Center for Anvendt Naturfagdidaktik (CAND) er i samarbejde med en række CVU'er ved at udvikle pædagogiske diplomuddannelser i naturfagsdidaktik. Vi håber meget at kommunerne finder ressourcer til at sende mindst én lærer fra hver skole på denne type efteruddannelse (jf. kommentarer under pkt. 1). I øjeblikket er der et vakuum efter nedlæggelsen af cand. pæd.-uddannelserne på DPU. Vi ser frem til at der udvikles nye videreuddannelseskoncepter for undervisere der ønsker at kvalificere sig til masterniveau i naturfagsdidaktik, dels for at sikre et flow af kvalificerede undervisere til læreruddannelserne i CVU'erne, dels som en mulighed for rutinerede CVU-lærere og lærere på ungdomsuddannelser for at videreudvikle naturfagsdidaktiske kompetencer.

Koordinering, udvikling og videnskabelig forankring af naturfagsdidaktik på nationalt plan er også et indsatsområde der bør prioriteres. I øjeblikket er de fag-

didaktiske forsknings- og udviklingsmiljøer små og spredte, og behovet for evidensbaseret viden på mange niveauer stort. Derfor bør man prioritere ph.d.-uddannelsen, så det samlede fagdidaktiske miljø kan styrkes i et netværk der omfatter både CVU'er og universitetsforankrede forskningsgrupper.

Ligeledes er der behov for efteruddannelseskurser i fag-faglige emner. Naturfagene dækker over meget store områder som det er næsten umuligt at dække fagligt dybt i løbet af en læreruddannelse. Og der sker hele tiden nye landvindinger inden for området. Det er vigtigt at undervisere i naturfagene opdateres om dette nye så der også sker en udvikling i det faglige stof på alle niveauer.

4. National redningsplan for natur/teknik

SemFAK og DFKF er enige med udvalget i anbefalingen af en national redningsplan for natur/teknik som den er beskrevet i udvalgets rapport.

5. Præcisering af målbeskrivelser for naturfagene

SemFAK og DFKF er meget enige med hensyn til behovet for en systematisk fagdidaktisk sammentænkning af de fire naturfag. I det arbejde er der en række forhold man bør være opmærksom på:

- a. Hvordan indtænkes de naturfaglige delkompetencer?
- b. Hvordan sikres en fornuftig beskrivelse af progressionen i forhold til hvordan børn lærer begreber? Altså

overvejelser om hvordan en taksonomisk progression for centrale begreber i målbeskrivelserne bør prioriteres.

- c. Hvordan defineres målene så de vil være en forudsætning for god kvalitetsudvikling i den løbende evaluering?
- d. Det er vigtigt at sikre en ensartethed i beskrivelserne af mål, begreber, arbejdsformer, evaluering etc. for alle fagene. En del af kritikken af de nuværende Fælles mål er variationen i præcision hvormed delelementerne af trin- og slutmål for de forskellige naturfag er beskrevet.

Vi kan være bekymrede for om harmonisering af målbeskrivelserne er det afgørende skridt på vejen hen imod et fælles integreret naturfag (sciencefag) hvor det enkelte fags identitet ophører. Vi er tilhængere af en model hvor fagenes egenart i vid udstrækning bevares, men hvor skolen i sin organisationsform åbner op for udvidede muligheder for tværfagligt samarbejde, både mellem naturfagene og i relation til andre fagområder.

6. Udvikling af meningsfulde afgangsprøver og diagnostiske test

SemFAK og DFKF er enige i udvalgets anbefalinger vedrørende afgangsprøver og diagnostiske test og ser med stor bekymring på den værdi der tillægges multiple-choice-opgaver som evalueringsværktøj. En del af bekymringen går på om multiple-choice-opgaver giver et retvisende billede af elevernes kundskaber, hvilket også er problematiseret i en artikel af lek-

tor Hans Jessen Lauridsen, CVU Nordjylland/Hjørring Seminarium¹.

7. Prioritering af naturfagsdidaktisk forskning

I tråd med kommentarerne under punkt 3 er vi enige i behovet for at gøre naturfagsdidaktik til et prioriteret forskningsområde. Der er behov for at udvikle forskningsområdet så der er nok undervisere på masterniveau til at løfte opgaverne i CVU-regi, og samtidig udvikle et nationalt forskningsmiljø som kan løfte de opgaver der forskningsmæssigt opstår. Derudover er det overordentligt vigtigt at der skabes et miljø, gerne regionalt forankret i CVU'erne, hvor diskussioner om naturfagsdidaktisk udvikling trives.

8. Etablering af nationalt ressourcener for naturfagsundervisning

Udvikling af naturfagsdidaktik er ikke bare en akademisk øvelse men også et spørgsmål om

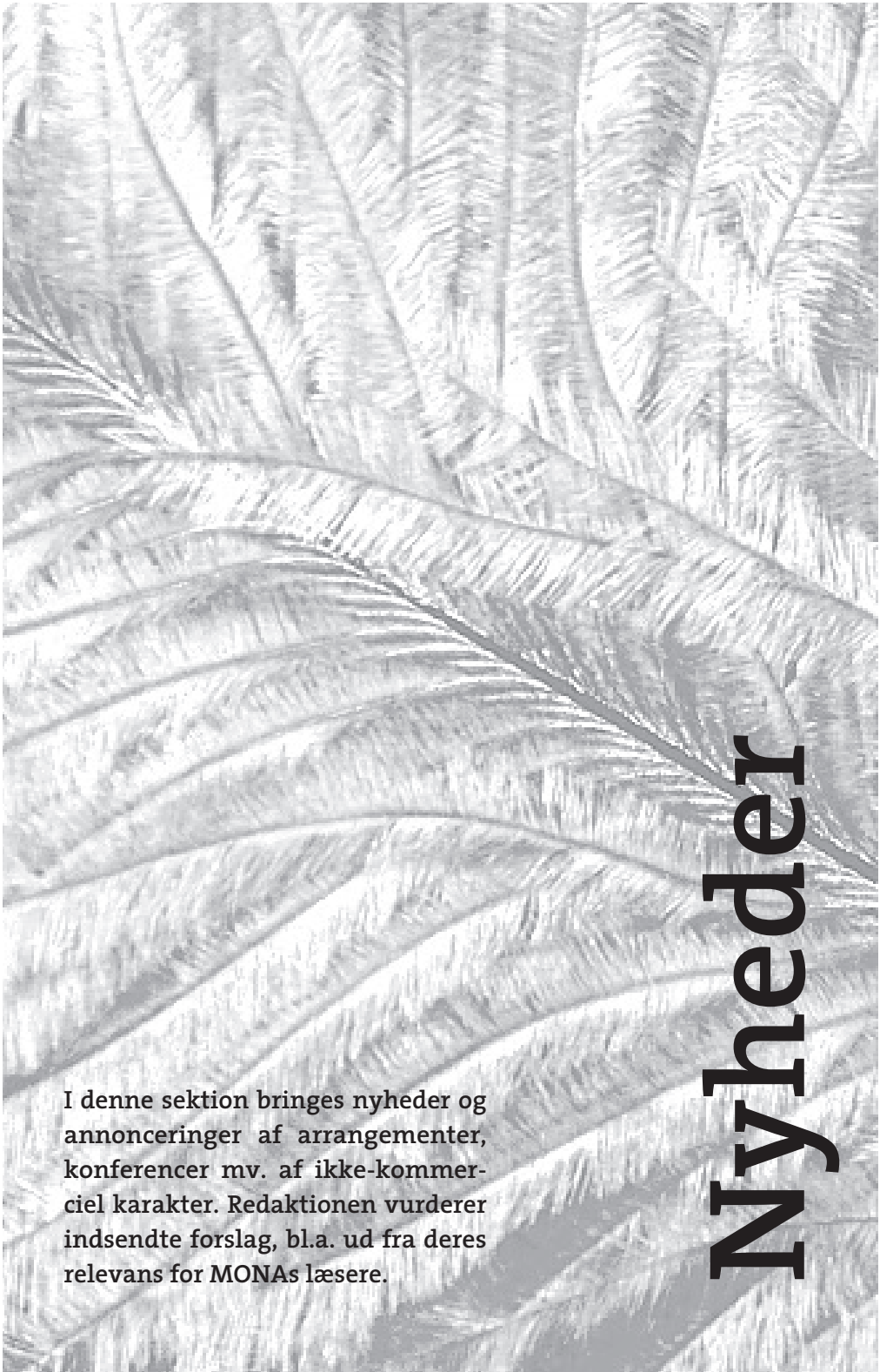
- at omsætte gode idéer til praksis
- at udbrede eksempler på *best practice*
- at udvikle nye undervisningsmaterialer
- at arrangere konferencer
- at nytænke arbejdsformer
- at etablere meningsfulde efter- og videreuddannelsestiltag på mange niveauer
- evt. at inddrage nye områder i fagene

1 Jessen Lauridsen, H. (2006). En prøve i baggear. *MONA*, 2006(1).

Etablering og drift af et nationalt resourcecenter for naturfagsdidaktik med fokus på koordination og videndeling af naturfagsdidaktiske initiativer på alle niveauer i uddannelsessystemet ser vi meget positivt på. Men vi opfatter det nationale resourcecenter som en central del af et netværk hvori alternative læringsmiljøer og regionale resourcecentre forankret i CVU'er indgår. Det er vigtigt at understrege behovet for at tyngden af fagdidaktiske aktiviteter i netværket er så tæt på slutbrugerne som muligt. Vi anbefaler at bruge Naturfagscenteret – Nasjonalt senter for naturfag i opplæring (www.naturfagscenteret.no) i Norge som forbillede for det nationale centers aktiviteter og forankring. Vi ser etableringen af Center for Anvendt Naturfagsdidaktik (www.cand.nu) som et udmærket pilotprojekt der vil bidrage med værdifulde erfaringer til den videre udviklingsproces i etableringen af et nationalt resourcecenter.

9. Undersøgelse af grundlaget for etablering af et integreret naturfag (science) i Danmark

SemFAK og DFKF er meget skeptiske over for tanken om et integreret naturfag (sciencefag) og er i øvrigt enige i de problematikker som udvalget selv refererer til i deres kommentarer til anbefalingen. Vi mener at de mulige fordele som udvalget selv fremhæver, sagtens kan implementeres i den nuværende fagopdeling hvis der sættes fokus på udvikling af fagteam på skolerne samt styrkelse af det tværfaglige samarbejde.



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 MONAs læsere.

Nyheder

Naturfagskonferencen 2006: “Fremtidens naturfag – fremtidens faglighed”

Endnu en gang forener Amtscentrene for Undervisning i Danmark kræfterne – denne gang i samarbejde med Dansk Industri – og udbyder tre regionale konferencer, “Fremtidens naturfag”, med fokus på den naturfaglige undervisning i grundskole og ungdomsuddannelser.

Konferencerne er for lærere fra grundskole og ungdomsuddannelser, repræsentanter for virksomheder og andre uformelle læringsmiljøer. Formålet er bl.a. at skabe et tættere samarbejde for i fællesskab at fremme interessen for de naturvidenskabelige fag.

Mantraet i forhold til de aktuelle uddannelsesmæssige udfordringer er faglighed. Men hvad er faglighed, og findes der overhovedet en entydig definition uafhængig af synet på skolen, på samfundet, på uddannelse, på skolens formål og på mennesket som borger og individ?

Spørgsmålene er mange: Hvad skal der undervises i? Hvordan skal der undervises? Hvorfor skal der overhovedet undervises i naturfag? Er der plads til alle, fx både piger og drenge? Hvordan kan vi udvikle og fastholde elevernes interesse gennem hele uddannelsesforløbet? Har naturfagene et imageproblem? Øges engagement og interesse gennem nyt indhold, inddragelse af it og nye organisationsformer, fx projekter eller rollespil?

Deltag i konferencerne, og vær med til at diskutere og virkeliggøre fremtidens naturfag.

Blandt oplæggerne kan nævnes “*Changes in the curriculum – the concern for students’ uptake of science worldwide*” ved professor Mary Ratcliffe, Head of School of Education, University of Southampton, og “*Fremtidens fag og faglighed – også test og evaluering*” ved Keld Nørgaard, formand for opgavekommissionen for grundskolen, og Hans Marker, formand for den vejledende opgavekommission i biologi i gymnasiet og mangeårigt medlem af Opgavekommissionen.

Der afholdes tre konferencer:

- Mandag den 11. september 2006: Grundfos, Martin Bachs Vej 3, 8850 Bjerringbro.
- Tirsdag den 12. september 2006: Danfoss Universe, Mads Patent Vej 1, 6430 Nordborg.
- Onsdag den 13. september 2006: Industriens Hus, H.C. Andersens Boulevard 18, 1787 København V.

Konferencerne har samme program bortset fra indslag fra værtsstedet. Pris: 750 kr. Tilmelding online via konferencens hjemmeside: www.fremtidensnaturfag.dk senest tirsdag den 15. august 2006. Her findes også det fulde program for konferencerne.

Nyt didaktikcenter ved Syddansk Universitet

Fredag den 7. april indviede rektor Jens Oddershede *Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik* på Syddansk Universitet. Centeret, der er et samarbejde mellem Det Naturvidenskabelige Fakultet og Det Humanistiske Fakultet, skal blandt andet videreuddanne og kvalificere fremtidens lærere i matematik og naturfagene. Centerleder er lektor Claus Michelsen, der selv har mange års undervisningserfaring i matematik og fysik fra gymnasiet.

Centret er allerede i gang med arbejdet. Under overskriften "Fremtidens naturfaglige lærere" tog centret i januar 2006 hul på et pilotprojekt der skal føre frem til udviklingen af en masteruddannelse i matematik og naturvidenskab for folkeskolelærere. Projektet med et samlet budget på 5,2 millioner kroner finansieres af Den Europæiske Socialfond og gennemføres i tæt samarbejde mellem CVU Sønderjylland, CVU Jelling, Danfoss Universe, Odense Kommune, Kolding Kom-

mune, Svendborg Kommune og Sønderborg Kommune.

Ifølge Claus Michelsen er det målet at klæde lærerne inden for matematik og naturfagene bedst muligt på til at varetage undervisning inden for et område der i dag udvikler sig med rivende fart. At kunne det kræver både kendskab til hvordan naturvidenskaben anvendes i nutidens samfund og til moderne naturvidenskabelige metoder. Den del leverer universitetet ved at stille sine faglige forskningsmiljøer til rådighed for projektet.

Kommunerne stiller så til gengæld de 24 lærere til rådighed der skal være med til at udvikle og afprøve uddannelsen. På denne måde kan man fra starten opnå en frugtbar dialog med skoleverdenen, og uddannelsen får omgående respons når lærerne på videreuddannelse bogstavelig talt rejser sig fra skolebænken på universitetet og går direkte ud i klasseværelset for at prøve de nye færdigheder af.

Centerets webside er www.namadi.sdu.dk.