



MONIA

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

2005-1

The Danish **Danmarks**
University of Education **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.)

Hanne Andersen, lektor, Steno Institutet, Århus Universitet
Lisbeth Bering, lektor, N. Zahles Seminarium
Jens Dolin, lektor, DIG, Syddansk Universitet
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 abonnementer tegnet via www.dpu.dk/mona. Det er gratis at abonnere på de første fire nr. af MONA.

Produktionsplan

MONA 2005-2 udkommer december 2005.

Deadline for artikler hertil: 15. august 2005

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 21. september 2005

MONA 2006-1 udkommer marts 2006.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 20. november 2005

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 1. januar 2006

Kontakt

MONA

att. Henrik Busch

Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet

Emdrupvej 101

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 2005

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Naturfagsdidaktiske problematikker
Jens Dolin
- 24 Et kritisk blik på opgaverne i PISA med særlig vægt på matematik
Inge Henningsen
- 44 Fagets Videnskabsteori – et større alment perspektiv
Ole Ravn Christensen
- 56 Får natur/teknik en fremtid?
Helene Sørensen, Finn Horn & Søren Dragsted
- 71 Gymnasireformen og Galileis 3 revolutioner
Jens Højgaard Jensen
- 82 **Kommentarer**
- 83 Test kan ikke være virkelighed og er ikke undervisning
Lena Lindenskov
- 87 Tilbage til PISA
Inge Henningsen
- 91 **Litteratur**
- 92 Naturfag som almindannelse. En kritisk fagdidaktik. Af Svein Sjøberg
Birgitte Pontoppidan
- 95 **Nyheder**

Fra redaktionen

Kære læser

Du sidder med en nyskabelse mellem hænderne. MONA er det første forsknings- og udviklingsbaserede tidsskrift for hele det matematik- og naturfagsdidaktiske område i Danmark. MONA er kommet til verden for at bidrage til at styrke matematik- og naturfagsundervisningen i uddannelsessystemet i en tid hvor disse vigtige fagområder står over for en række store udfordringer.

I folkeskolen er især naturfagsundervisningen under voldsomt pres på grund af de dårlige danske resultater i PISA-2000 og -2003 undersøgelserne. Samtidig er der med de nye afgangsprøver, som nu også omfatter fagene biologi og geografi, taget et skridt i retningen mod en større integration af naturfagene. Dette stiller store og nye krav til naturfagslærerne.

På ungdomsuddannelserne stiller den nye gymnasiereform store krav til lærerne om samarbejde på tværs af fagene og om at tilrettelægge undervisningen ud fra nye kompetencebeskrivelser af matematikfagets og naturfagernes indhold.

Meget tyder på at folkeskolelæreruddannelsen i dette efterår står over for en lovændring som blandt andet skal styrke lærernes fagspecifikke kompetencer ved at skære antallet af linjefag ned.

De videregående uddannelsers udfordringer handler både i første omgang om at tiltrække flere studerende til de teknisk-naturvidenskabelige områder og om at indarbejde nye undervisningsformer og udvikle uddannelsernes indhold.

Men udfordringerne stopper ikke her. Videnssamfundet og internationaliseringen vil til stadighed stille nye krav til udviklingen af vores uddannelser – et forhold der også har sat uddannelsessystemet højt på dagsordenen for regeringens Globaliseringsråd.

En stor del af de vanskeligheder vi kender fra det danske uddannelsessystem, kan især tilskrives manglen på sammenhængskraft mellem delsystemer, individuelle fagområder og mellem forskning og praksis. Det er et kendt fænomen at elever og studerende oplever vanskelige uddannelseskulturelle og bureaukratiske overgange mellem de forskellige uddannelsesniveauer.

Ligeledes ligger der et stort potentiale i etableringen af tværfaglige samarbejder. Endelig har OECD i dette forår i en analyse af dansk uddannelsesforskning peget på at den utilstrækkelige omsætning af didaktisk forskning i ny uddannelses- og undervisningspraksis er et betydeligt problem som der skal rettes op på.

For MONAs virksomhed er *sammenhæng* derfor et helt centralt begreb. Tidsskriftets målgruppe omfatter alle uddannelsesniveauer, og det er ambitionen at undervisere i de enkelte delsystemer kan bruge MONA til at få indblik i de spørgsmål og problemer

der gør sig gældende i andre delsystemer. Det er også et helt centralt mål at MONA skal bruges til at formidle resultater fra forsknings- og udviklingsprojekter og således bidrage til at skabe den sammenhæng mellem forskning, udvikling og undervisningspraksis som bl.a. OECD efterspørger.

MONA har fået en lovende begyndelse med indtil nu 3500 abonnenter der spænder vidt: fra Ankermedets Skole i Skagen til Brydebjergskolen i Nysted, fra Danmarks Rumcenter over Raadvad Naturskole til Statsfængslet i Vridsløselille og Biologisk Institut på Aarhus Universitet. På denne måde er MONA allerede godt i gang med at skabe det fælles forum vi stiler efter.

Imidlertid skal MONAs succes måles på andet og mere end et abonnementstal. Vi vil se det som en succes når lærere på Utterslev Skole over frokosten diskuterer resultaterne i dette nummers artikel om vilkårene for natur/teknik-faget. Og når l.g.-lærerne på Skanderborg Amtsgymnasium kommer et par skridt videre med tilrettelæggelsen af en af forårets nye studieretninger, med udgangspunkt i Jens Dolins artikel om grundlæggende naturfagsdidaktiske problemstillinger og Jens Højgaard Jensens artikel om vilkårene for naturfagene i den nye gymnasiereform.

Det er en succes for MONA når matematiklinjefagsholdet på Aalborg Seminarium benytter Inge Henningsens artikel som afsæt til at diskutere problemer og muligheder i PISA-undersøgelserne, og når Ole Ravn Christensens artikel bliver taget op på Niels Bohr Institutet i arbejdet med indførelsen af "Fagets videnskabsteori" på fysikstudiet. Så konkret skal MONA kunne bruges hos den primære målgruppe: matematik- og naturfagsundervisere i hele uddannelsessystemet.

Men MONA skal også bidrage til at forskere inden for matematik- og naturfagsdidaktik og formidlere fra f.eks. teknik- og naturvidenskabscentre kan videreformidle og orientere sig om aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

Med udgivelsen af MONA 2005-1 har redaktionen og forfatterne givet bolden op. Vi har med økonomisk støtte fra Undervisningsministeriet og Danmarks Pædagogiske Universitet, med en stærk redaktionsgruppes store hjælp, og med opbakning fra et omfattende kritikerpanel fået etableret et tidsskrift og er kommet med et første bud på hvordan et nummer sammensættes.

Nu er det op til dig, kære læser, at hjælpe med at komme det næste skridt videre og for alvor få bolden i spil. MONA skal læses, diskuteres med kolleger og bruges i undervisningen. Opfordringen herfra er derfor at du straks går i gang med de fem spændende artikler i dette nummer, at du tager MONA med dig og låner det videre til en af dine kolleger eller lægger det på bordet i kaffestuen. Bare du sørger for at MONA bliver læst, diskuteret og brugt!

Og husk at fortælle at man stadig kan man få gratis abonnement på de tre næste numre af MONA ved at gå ind på MONAs hjemmeside www.dpu.dk/mona. God læselyst!



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

Naturfagsdidaktiske problematikker

Jens Dolin

DIG, Syddansk Universitet

Artiklen giver et bud på hvilke centrale problemstillinger undervisningen i naturfagene står over for, både på et mikroniveau, dvs. i den enkelte time, på et meso-niveau, dvs. i en skole/organisationssammenhæng, og på et makroniveau – i et samfundsmæssigt perspektiv. Det er en vigtig pointe at de tre niveauer hænger sammen, og enhver stillingtagen til problemerne må forholde sig til disse sammenhænge. Artiklen introducerer nogle temaer som forfatteren mener man på det naturfagsdidaktiske område kunne lægge vægt på i de kommende numre af MONA.

Naturfagene har mediernes bevågenhed, og det har de vel haft lige så længe de har været i uddannelsessystemet. Én af grundene er at de mere end andre fag bliver set som garant for fortsat økonomisk vækst. Samtidig tillægges de en række krisetegn (såsom manglende rekruttering til naturvidenskabeligt orienterede uddannelser, svag elevmotivation, stor kønsskævhed, ringe resultater i internationale tests etc.), hvorfor der er stor interesse fra såvel politisk, civilsamfundsmæssig som erhvervsmæssig side i fagenes stilling i det samlede uddannelsessystem, og i hvad eleverne rent faktisk lærer i naturfagene.

Skolen som institution skal desuden løfte stadig flere opgaver – social udjævning, demokratisk sindelag, almen dannelse osv. – og naturfagene har også en vigtig rolle i denne proces, ud fra en forestilling om at de moderne samfund formes af naturvidenskaberne. Dette forstærker presset på naturfagene i retning af at skulle leve op til en række stillede krav. Krav som ud over at lære naturvidenskabelig viden også handler om at kunne begå sig som borger i et demokratisk samfund.

En lang række rapporter og evalueringer har beskæftiget sig med disse problemstillinger og givet forskellige bud på udveje. Som nogle af de senere kan nævnes rapporten "Fysik og kemi – naturvidenskab for alle" (den såkaldte FyKom-rapport) (Arbejdsgruppe for fysik og kemi, 2002). Den analyserede fysik og kemi i hele uddannelsessystemet, og med inspiration fra store amerikanske og engelske naturfagsprogrammer anbefalede den at satse på naturfag for alle, dvs. en breddestrategi frem for en elitestrategi, kombineret med en kompetenceorientering af fagene og en fagdidaktisk satsning. Danmarks Evalueringsinstituts evaluering af fysik (Evalueringsinstitut, 2001) fremhævede mange

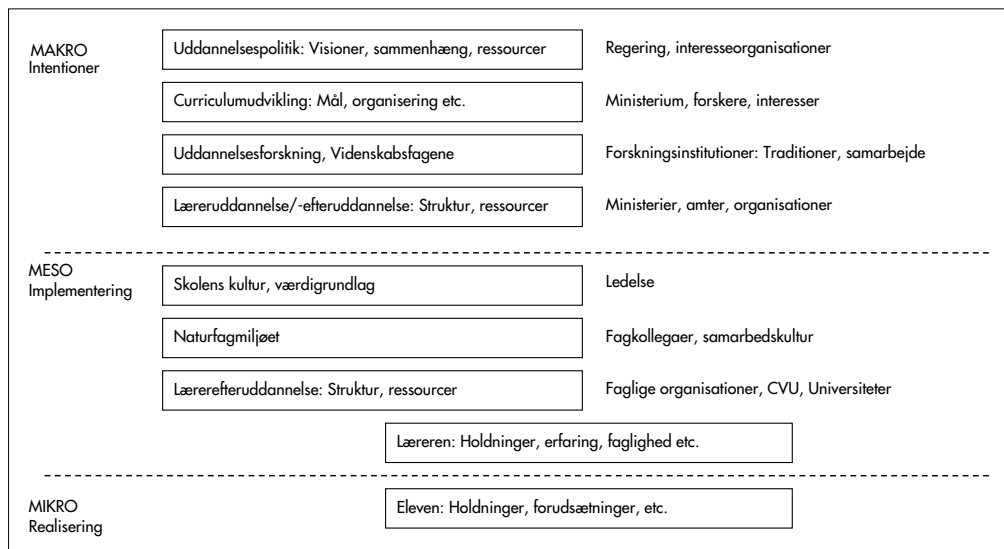
skolers svage naturvidenskabelige kultur og behovet for en fagdidaktisk opgradering af lærerne. Senest har projektet “Fremtidens Naturfaglige Uddannelser” (Andersen, Busch et al., 2003) samlet op på disse mange rapporter med en række tilsvarende anbefalinger, som så er sammenholdt med udredningsarbejde fra matematik, dansk og sprogfagene i en overordnet strategi: “Fremtidens uddannelser” (Busch, Elf et al., 2004).

Der er således ikke mangel på analyser og meninger inden for det naturfagsdidaktiske felt. Og der er også meget opbrud i naturfagene i hele uddannelsessystemet. I kølvandet på PISA undersøgelserne, hvor danske elever blev nr. 22 i 2000 og nr. 31 i 2003 i science-testene, er der indført flere tests i naturfagene i folkeskolen. I gymnasiet gennemføres fra sommer 2005 en omfattende reform, der har som ét hovedformål at fremme naturfagernes status og den naturfaglige side af almindelig uddannelse. På universiteterne oprettes nye naturvidenskabelige fag i grænsefladerne mellem de gamle, og der foretages omlægninger af undervisningen.

Det er ikke muligt at beskrive og analysere hele denne udvikling eller at dække alle de temaer og problemer som de udfolder sig på forskellige uddannelsesniveauer og inden for forskellige fagområder. Det efterfølgende er derfor nogle personligt farvede synspunkter der naturligvis kan anfægtes, men som forhåbentlig kan tjene som rammesætter for en naturfagsdidaktisk praksis og udvikling. Jeg vil påpege nogle overordnede sammenhænge og fremhæve nogle problemstillinger som for mig at se har været med til at præge debatten og forskningen inden for naturfagsdidaktikken, og som jeg vurderer vil være vigtige også i de kommende år. Ud af disse vil jeg udfolde de for mig tre vigtigste problematikker som bør gøres til genstand for forskning og udvikling. Jeg beskæftiger mig ikke i det følgende med matematikkens didaktik, og det er især de “hårde” naturfag der er i fokus (se (Dolin, 2001a) for distinktion mellem hårde og bløde fag). Endelig vil jeg se på nogle aspekter af det naturfagsdidaktiske felt selv.

De overordnede sammenhænge

I figur 1 er vist hvorledes al undervisning indgår i et komplekst system. Opdelingen følger den klassiske distinktion mellem det som “systemet”, dvs. det (uddannelses)politiske niveau, ønsker hvad skolen og undervisningen muliggør, og det som eleven lærer. På hvert niveau er angivet de centrale elementer som udformer uddannelserne, og aktører i form af organisationer, beslutningstagere og udøvere. Lærerne og eleverne er anbragt på hvert sit niveau. Men de mødes i undervisningssituationen, hvor læreren repræsenterer de overliggende niveauer over for eleven, og eleven skal tilegne sig det som uddannelsessystemet har intention om. Når læreren her sættes sammen med skolen og ikke sammen med eleven, er det også for at vise at beslutninger vedrørende den konkrete undervisning i stadig stigende grad foretages på organisations- og lærerteamniveau.



Figur 1. Tre uddannelsesniveauer med de vigtigste elementer og aktører.

Opdelingen svarer til en vis grad også til elementerne i den klassiske fagdidaktiske trekant. Makroniveauet fastlægger de overordnede begrundelser, undervisningens "hvorfor?", mens undervisningens "hvad?" og "hvordan?" fastlægges på meso- og til dels på mikroniveau.

Hvad er så de vigtigste problemstillinger på de enkelte niveauer? Det handler de tre næste afsnit om.

Makro-problemer

På et samfundsmæssigt niveau fastlægges de overordnede formål med uddannelserne, deres indbyrdes vægt og sammenhæng, deres institutionelle forankring, forskningsmæssige forhold, læreruddannelse etc. De centrale aktører er politikere, ministerielle og regionalt ansatte embedsmænd, interesseorganisationerne o.l., og hele den offentlige debat befinder sig på dette niveau der trækker på udsagn og viden fra de underliggende niveauer. Ofte er det de samme problemstillinger der berøres for alle fagområder, men de kan have forskellig konsekvens for forskellige uddannelsesniveauer og fagområder.

De naturvidenskabeligt orienterede interesseorganisationer, såsom Akademiet for de Tekniske Videnskaber og Dansk Industri, plæderer generelt for mere naturvidenskab i uddannelsessystemet (ATV, 2004), og en erhvervsorienteret regering som den nuværende opprioriterer naturvidenskabelig forskning. Vægtningen mellem fagområderne i såvel uddannelse som forskning er vigtig, og det er især vigtigt at fagområdernes rolle og indbyrdes relationer diskuteres. Er det fornuftigt at lade naturvidenskabelig forskning vokse på bekostning af humanistisk og samfundsvidenskabelig

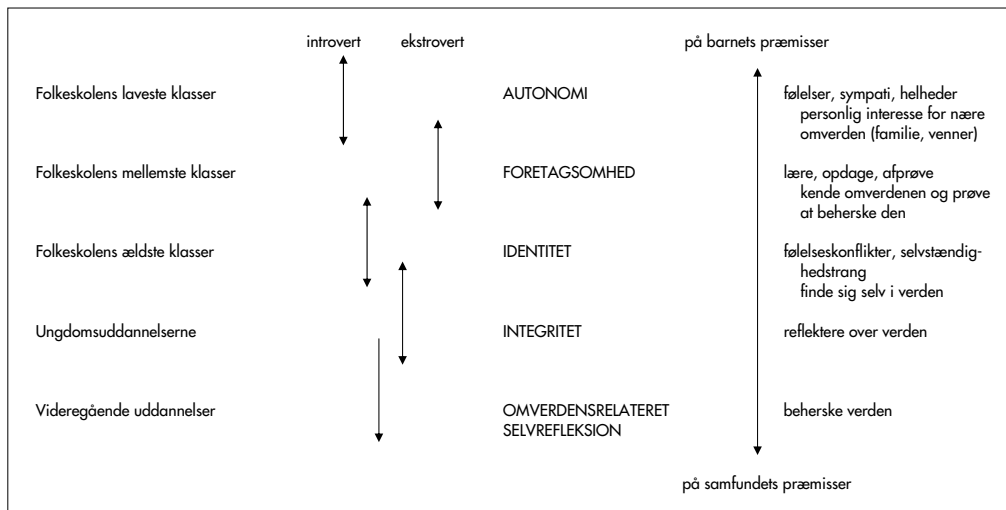
forskning? Skal det ses som konkurrerende områder, eller skal de måske tværtimod samarbejde mere? Naturfagene fylder ikke meget i det almene uddannelsessystem. Fx er det naturvidenskabelige islæt i folkeskolen faldet fra 38 % af timerne i 1958 til 20 % af timerne i 1999. Vores undervisningsminister udtaler om gymnasireformen: "Jeg kan forsikre at de åndelige fag ikke bliver nedtonet" (Politiken 8. maj 2005), og tænker i denne forbindelse ikke på naturfagene.

Bag disse tendenser og udtalelser ligger en debat om de overordnede formål med de enkelte uddannelser. Diskussionen afspejler de generelle samfundsmæssige udviklingstendenser og magtforhold, og for naturfagene gælder det deres vægt i det samlede uddannelsesmønster, både timemæssigt og statusmæssigt, og hvilken rolle fagene skal spille. De to aspekter hænger sammen, og en del af denne debat føres ved at debattere balancen mellem viden, kompetence og dannelse. En solid naturvidenskabelig viden anses af mange for det vigtigste udbytte af naturfagsundervisningen, som så i folkeskolen og ungdomsuddannelserne traditionelt er blevet balanceret med et dannelsesaspekt.

Denne dobbelthed i det almene uddannelsessystem er i de sidste 5-10 år blevet udfordret af det private arbejdsmarkeds kompetencediskurs. Her vægtes en række personlige og sociale egenskaber kombineret med evnen til at kunne klare sig i specifikke situationer. Et skift mod kompetencer udfordrer i særlig grad naturfagernes fokusering på abstrakt og objektiv viden. Det er ikke kun en konflikt mellem hensynet til erhvervslivet eller til personlige/civilisatoriske interesser, men også et internt skel: Er det et højt teknisk niveau der gør Danmark til et attraktivt erhvervsområde, eller er det samarbejdsevne, innovation etc. der er det vigtigste? Har den almindelige borger brug for en solid naturfaglig basisviden, eller snarere evne til perspektivering og fornuftig anvendelse af viden som den enkelte ikke nødvendigvis forstår til bunds (og hvor meget skal man forstå for at kunne perspektivere)? Det lette svar er selvfølgelig begge dele, men med begrænset tid og begrænsede ressourcer skal der foretages nogle prioriteringer. Måske skal der ske en forskydning mellem de to sider, så det indholdsmæssige i et vist omfang underlægges udviklingen af personlige og sociale kompetencer og en naturvidenskabelig dannelse.

Sammenhæng mellem uddannelserne er et andet vigtigt indsatsområde på makro-niveauet. Som udtrykt af professor Mogens Niss fra RUC: I folkeskolen er lærerne elevernes advokat over for fagene, mens de i gymnasiet er fagernes advokat over for eleverne. Dette er ikke kun dårligt, men skellet mellem de to skolesystemer er ufrugtbart og vanskeliggør overgangen fra folkeskole til ungdomsuddannelse. Det påpeges i "Fremtidens Naturfaglige Uddannelser" at folkeskolen vil have glæde af en øget faglighed, mens ungdomsuddannelserne (og de videregående uddannelser) kunne profitere af en fagdidaktisk udvikling. Det vil kræve en stor forskningsindsats at udvikle en sammenhængende naturfaglighed fra børnehave til videregående ud-

dannelser. Jeg har i figur 2 skitseret nogle niveauer baseret på udviklingspsykologiske kategorier som måske kan give nogle meget overordnede retningslinier for niveauernes primære indsats.



Figur 2. Nogle overordnede kategorier i udviklingen af en sammenhængende naturfagsundervisning.

Her er opstillet nogle nøglebegreber og nogle overordnede mål for undervisningen når den skal tage hensyn til barnets vekslen mellem indadvendthed og udadvendthed, og man gennem hele uddannelsesforløbet skal skifte fra at tilpasse undervisningen til eleven til at tilpasse eleven til samfundet. I (Dolin, Krogh et al., 2003) er der en række bud på hvorledes man kan forestille sig en progression op gennem uddannelsessystemet i en række naturvidenskabelige kompetencer.

En læreruddannelse som integrerer naturvidenskabelig og pædagogisk viden, er en forudsætning for udviklingen af et sådant integreret uddannelsessystem. De to sider må afvejes nøje i læreruddannelsen til de forskellige niveauer. Er det fx rimeligt at lade lærere undervise i folkeskolen på basis af 0,55 årsværk uddannelse i et liniefag? Eller er det formålstjenligt at uddanne forskere til at undervise i gymnasiet? "Fremtidens Naturfaglige Uddannelser" foreslår at der er et vist overlap mellem undervisere i de tre hovedniveauer – hvorledes kan det realiseres?

Meso-problemer

På institutionsniveau handler det om at sætte naturfagene på dagsorden på lige fod med uddannelsesinstitutionens øvrige fagområder. Dette gælder på alle uddannelsesniveauer. På de videregående uddannelser har taxameterordningen betydet at den

faldende studentersøgning har udsultet især de hårde naturfag. Inden for ungdomsuddannelserne har htx stået i skyggen af det almene gymnasium, der traditionelt har været præget af en humanistisk og samfundsmæssig kultur. I folkeskolen har manglen på liniefagsuddannede naturfagslærere betydet at undervisningen på især de laveste klassetrin ikke altid har haft den fornødne faglige forankring.

En måde at befæste det naturfaglige område på kan være gennem udviklingen af en *naturfaglig kultur* på skolerne og i regionale netværk. Herigennem kan der skabes en ressourcebase og en vidensdeling som kan øge kvaliteten af undervisningen. Sådanne udviklingsprojekter er sat i værk, som fx Science Team K i Kalundborg og omegn omfattende folkeskolens ældste klasser og gymnasiet, og der ligger et vigtigt arbejde i at sammenfatte og videregive erfaringerne herfra¹.

Naturfagene skal dog ikke isolere sig, men snarere udnytte en øget ressourcebase til at udvikle et samarbejde mellem naturfagene og mellem naturfagene og de øvrige fag. Forudsætningen for et sådant samarbejde – som står som et af de centrale krav i gymnasiereformen – er en viden om *naturfagenes egenart*. Hvad kan naturfagene (som andre fag ikke kan), hvorledes skabes viden i de forskellige naturvidenskaber, hvilken status har denne viden i sammenligning med anden viden, hvilken rolle har naturvidenskaberne spillet historisk etc.? Der skal således udvikles en lærerbevidsthed og viden om naturfagenes metaperspektiver, dvs. viden om naturfagenes videnskabs-teori og videnskabshistoriske hovedtræk. Det kræver en stor forskningsindsats og en omfattende efteruddannelse af lærerne.

I forbindelse med gymnasiereformen er der gennemført ganske mange efteruddannelseskurser af naturfagslærere især med henblik på at ruste lærerne til det nye naturvidenskabelige grundforløb. Disse kurser har lagt vægt på hvorledes man kan planlægge og gennemføre en undervisning baseret på at fremme de centrale naturfaglige kompetencer og fastholde det specifikt naturfaglige i tværfaglige forløb. For mange lærere har det vist sig at være en stor omvæltning, men også en bekræftelse i at der langt hen ad vejen er tale om kendte elementer i nye rammer. For mange handler det simpelthen om at lære et (nyt) sprog om undervisningen.

Denne udvikling viser nødvendigheden af at udvikle en *naturfagslærerprofessionalisme*: En erkendelse af at undervisning i naturfag er baseret på naturvidenskabelig viden og pædagogisk/didaktisk indsigt. Som biologilærer er man lige så meget biolog som lærer. I folkeskolen skal man måske bestræbe sig på at være noget mere biolog, end det mange steder ser ud til at være tilfældet nu, mens man i ungdomsuddannelserne med fordel kan udvikle de mere pædagogiske og didaktiske sider af lærerprofessionen. Også på universiteterne bør underviserne erfare hvorledes det

1 Udviklingsprojektets hjemmeside er (www.scienceteam.dk). Evalueringen af projektet findes på <http://www.dpu.dk/site.asp?p=958> (Søg efter "lokal udvikling af naturfagsundervisning").

at undervise dels er noget der kan (og bør) læres, og dels er noget der kan ses som en styrkelse af de forskningsmæssige dimensioner. De krav til klarhed og præcision som god undervisning kræver, kan fremme en forskningsmæssig udvikling². Vejen til en sådan lærerprofessionalisme går for alle niveauer gennem opbygningen af et naturfagsdidaktisk begrebsapparat som muliggør udvikling af en vidensbaseret undervisning.

Overordnet på meso-niveau er der tale om at problematisere skolen som institution og læringsrum. Læring finder ikke kun sted i skolen, men også i mange uformelle sammenhænge, og ofte er motivationen for at lære større her. Det kunne være nyttigt at få fagene ud af deres størknede rammer, både indholdsmæssigt og strukturelt, fx ved at trække på læringsformer uden for skolen. Skellene mellem skolen og dens omgivelser kunne måske mindskes, fx ved at kombinere det bedste af skolastisk og extramural læring (uformel læring, læring uden for skolen). Der er ved at blive opbygget et forskningsmiljø om ekstramural læring, såsom læring i sciencecentre³, som forhåbentlig kan få indflydelse på skolens læringsmiljø.

Mikro-problemer

At ovenstående problemstillinger ikke er nye, kan illustreres af John Deweys tale til årsmødet i American Association for the Advancement of Science i 1909. Her startede han med at konstatere det skuffende antal studerende til naturvidenskabelige studier:

Considering the opportunities, students have not flocked to the study of science in the numbers predicted ... (Dewey, 1995/1909, s. 391)

Dewey påpegede én grundlæggende årsag:

I mean that science has been taught too much as an accumulation of ready-made material with which the students are to be made familiar, not enough as a method of thinking an attitude of mind, after the pattern of which mental habits are to be transformed. (Dewey, 1995/1909, s. 391)

Dewey lokaliserede således problemernes årsag til klasserummet, til undervisningen i naturfagene. Og det er vel stadig en frugtbar betragtning. Makro- og mesoniveauet er rammer for den centrale aktivitet: Elevernes møde med det naturvidenskabelige

2 Det skal retfærdigvis siges at der er sket en kraftig styrkelse af universitetspædagogikkens status, fx via Dansk Universitetspædagogisk Netværk (<http://www.dun-net.dk/>) og via initiativer på fakultets- og institutniveau. Men forskning vægtes stadig lagt højere end undervisning på de fleste højere læreanstalter.

3 Se fx www.sciencecommunication.se.

felt. Det er også på dette niveau at den meste naturfagsdidaktik befinder sig, og litteraturen er omfattende. Af nogle internationale bøger om undervisning i naturfag kan nævnes (Millar, Leach et al., 2000; Monk & Osbourne, 2000), og standardværket er vel International Handbook of Science Education (Fraser & Tobin, 1998).

En stor del af dette undervisnings-læringsområde tager udgangspunkt i naturfagene selv, i hvorledes deres egenart kan og bør præge undervisningen, og det som eleverne skal lære. En anden del starter med eleverne og hvorledes naturfagene kan komme i overensstemmelse med elevernes interesser og behov. Endelig er der en stor tradition for at tilpasse generel læringsteori til et naturvidenskabeligt indhold for at fokusere på de specielle læringsproblemer der er i naturfagene.

De tre tilgange har stort overlap, og man kunne sikkert argumentere for andre opdelinger, men jeg vil kort ridse nogle vigtige problemer med udgangspunkt i disse de tre områder.

Lad os først se hvorledes naturvidenskaberne selv som udgangspunkt kan give anledning til indholdsovervejelser og overvejelser over hvordan de centrale naturvidenskabelige karakteristika kan formidles og læres. Naturvidenskaberne er gamle videnskaber der har opbygget en omfattende viden og et konsistent, ofte matematisk funderet, begrebsapparat der af mange lærere anses for nødvendigt at kende til i sin helhed før man kan anvende faget. Det giver problemer med stoftrængsel, og det betyder at undervisningen ofte er deduktivt bygget op. De senere års bestræbelser med at udforme en *kompetencebaseret beskrivelse* af fagene er til dels et forsøg på at omgå denne stoftrængsel, ved at formulere nogle indholdsinvariante fagkategorier. For naturfagene er *det praktiske arbejde* og evnen til at kunne registrere og måle på omverdenen en vigtig del af fagene. Der er en omfattende litteratur herom, og der pågår en stadig debat om relevansen af det praktiske arbejde (Wellington, 1998; Leach & Paulsen, 1999). Det praktiske arbejde (typisk organiseret i laboratorieøvelser) er ofte stagneret i de såkaldte kogeboogsøvelser, hvis værdi både motivationsmæssigt og indlæringsmæssigt er stærkt begrænset, så der arbejdes mange steder med at udvikle arbejdsformer som er mere udforskningsorienterede og har flere frihedsgrader. Det praktiske arbejde er ofte kombineret med naturfagenes vægt på *modellering* af virkeligheden. Gennem en (ofte matematisk baseret) reduktion af komplekse fænomener opbygges modeller der har en generel anvendelighed på store dele af virkeligheden. Der arbejdes med at udvikle en undervisning der fremmer elevernes evne til at forstå og selv kunne udvikle modeller (Gilbert & Boulter, 2000). Dette sker gerne ved anvendelse af it der giver en række muligheder for at illustrere og simulere ellers vanskeligt tilgængelige fænomener. Et tredje karakteristika ved naturfagene er deres anvendelse af mange *repræsentationsformer*. De fleste begreber og fagområder er udviklet, og forstås derfor kun, gennem mange forskellige fremtrædelsesformer, såsom grafer, tal, figurer, eksperimentelle opstillinger,

formler etc. Beherskelse af et fagområde kræver at man kan udtrykke det i alle dets repræsentationsformer og skifte frit imellem dem – det er store krav at stille til eleverne, og noget der kun læres hvis undervisningen bevidst lægger op til det (Dolin, 2001b). Endelig kan nævnes det omfattende arbejde med at inddrage naturfagernes *videnskabsteoretiske og -historiske* dimensioner i undervisningen. Man arbejder med at indkredse hvorledes fagene skaber viden, og man arbejder med formidling af de store fortællinger i fagene. Disse metaaspekter af fagene virker motiverende og er med til at fremme fagernes dannelsesaspekter (Matthews, 1994; Monk & Osborne, 1997; Sjøberg, 1998; Dolin, 2000).

I den anden tilgang til undervisningsproblemstillinger i naturfagene er *motivation* et nøgleord. Især de hårde naturfag opfattes af mange elever som svære. Fagene er abstrakte, og der kræves ofte et omfattende grundlag før man kan arbejde meningsfuldt med relevante emner. I hvert fald har undervisningstraditionen været sådan (Dolin, 2003a). Resultatet er lav motivation for naturfagene – selv om der måske nok er interesse for naturvidenskabelige problemstillinger. En undersøgelse viser endda at jo mere fysik eleverne har i gymnasiet, jo mindre kan de lide faget (Krogh, Arnborg et al., 2001)! Der er derfor en øget forskning i elevmotivation og -interesse. Forskningen trækker på forskellige, ofte psykologisk funderede, teorier, og der er udpræget behov for en begrebsafklaring så det bliver klart hvornår der tales om umiddelbar lyst, længerevarende interesse eller dybereliggende personlighedsforhold – og ikke mindst hvorledes de forskellige holdningsaspekter hænger sammen. Og hvilke undervisningsmæssige konsekvenser forskellige holdninger kan/bør have. Den såkaldte ROSE-undersøgelse⁴ har spurgt elever i en lang række lande om deres interesser for og holdninger til naturvidenskab, teknologi og naturfagsundervisningen (Schreiner & Sjøberg, 2004; Sjøberg & Busch, 2005), PISA-undersøgelsen inddrager det affektive domæne, og en række andre forskningsprojekter har også undersøgt elevers holdninger til naturfagene, fx (Broch & Egelund, 2001). Der tegner sig et komplekst billede, men overordnet anerkender eleverne fagernes relevans uden at man selv føler sig kaldet til at arbejde med dem eller studere dem senere, og de scorer lavt på fagenes top 10. Som et gennemgående resultat er drengene glattere for – især de hårde – naturfag end pigerne. I det hele taget udviser Danmark de største kønsskævheder i Norden hvad angår interesse og performance i naturfagene. Det er vigtigt at få belyst årsagerne til disse skævheder. Det mest interessante ved denne interesseforskning er, for mig at se, at den peger på at undervisningens tilrettelæggelse og pædagogiske gennemførelse er nok så vigtig for elevernes interesse som det konkrete indhold.

4 Se det internationale ROSE-projekts hjemmeside på: www.ils.uio.no/forskning/rose/ og det danske projekt på: www.dpu.dk/rose.

Det tredje og langt det største område inden for naturfagsdidaktikkens mikroområde er læring af naturfag. Her har konstruktivismen efterhånden etableret sig som det altdominerende paradigme med dens vægt på elevaktiverende arbejdsformer som en vej til læring. Feltet har udviklet sig gennem de seneste 50 år fra en stærk Piaget-inspiration i 1950'erne og 60'erne, med vægt på stadieteori og kognitiv udvikling, til nutidens mere sociokulturelt orienterede læringsteori der ser læring som den lærendes opbygning af relationer mellem sig selv, andre og omverdenen. Shayer og Adey's arbejde med Cognitive Acceleration through Science Education (CASE) projektet (Adey & Shayer, 1994) er et eksempel på det første. Det er blevet oversat til dansk som Højere Ordens Tænkning (HOT) og har haft en vis indflydelse på fysikundervisningen i det danske gymnasium. Op gennem 70'erne og 80'erne blev der arbejdet meget med elevernes forståelse af bestemte begreber, også ud fra et kognitivt udgangspunkt. Man bestemte elevers "misconceptions" eller "alternative conceptions" og udviklede undervisningsprogrammer der kunne overkomme disse fejlforståelser. Genren kulminerede med Reinders Duits store bibliografi i 1994 (Pfundt & Duit, 1994). Med delvis udgangspunkt i kritik af denne individorienterede og kognitivt fokuserede tilgang til læring fremkom der fra starten af 90'erne en række studier af læring af naturvidenskab, og læring generelt, som havde et sociokulturelt og socialt syn på læring. En videreudvikling af denne afvisning af læring som en individuel konstruktion af mentale strukturer er den såkaldte fænomenografiske forskning. Den afdækker den lærendes forestillinger om feltet og nedbryder individ-omverden-dualismen, dvs. den har et skift i ontologi i forhold til den foregående konstruktivisme. En kortfattet oversigt over den skitserede udvikling kan ses i (Dolin, 2003b). Reinders Duit har desuden fulgt op på 1994 bibliografien med en imponerende bibliografi indeholdende over 6000 titler der beskæftiger sig med en konstruktivistisk tilgang til naturvidenskabelig læring og undervisning⁵. Inspireret af denne læringsorienterede forskning er der udviklet en række undervisningsprogrammer og -tilgange som fokuserer på bestemte sider af læringspektret. Mange har lagt vægt på metakognition, dvs. refleksioner over læreprocessen (Baird, Northfield et al., 1995). Andre har fremhævet dialogen og arbejde med naturvidenskabens sprog som vigtige veje til læring (Lemke, 1990).

Dette meget omfattende og frugtbare forskningsfelt har dog ikke sat sig spor som står i relation til feltets volumen eller betydning. På trods af omfattende dokumentation af de læringsmæssige fordele af en konstruktivistisk tilgang, foregår undervisningen i vid udstrækning som den altid har gjort. Der er et skrigende behov for at få forbundet forskningen i læring af naturvidenskab med den aktuelle praksis i naturfagene.

5 Se <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>.

Tre problematikker

Af den foregående mangfoldighed af problemstillinger vil jeg pege på tre problemkomplekser som jeg vurderer til at få afgørende betydning for de naturfaglige uddannelser og dermed for naturfagsdidaktikken. De tager afsæt på hvert sit niveau, men har konsekvenser for dem alle.

Begrundelsesdiskussionen

Det er i spændingsfeltet mellem didaktikkens “hvad?” og “hvorfor?” at de største diskussioner foretages lige nu. Efter en længere periode med fokus på læringsproblemer er der nu en søgen efter identitet og mening. Hvad er naturfagenes egenart, hvad er det de kan, som andre fag(områder) ikke kan? Og i forlængelse heraf: hvorfor skal eleverne have naturfag? Især dette sidste spørgsmål er det helt centrale. Målformuleringer af fag sker i dagens uddannelsespolitiske sprog gennem fastlæggelse af kernefaglighed, kompetencer og dannelse. De tre begreber overlapper hinanden og kan meget groft siges at beskrive hhv. fagets indholdsaspekter, handleaspekter og holdningsaspekter.

I folkeskolen og gymnasiets obligatoriske niveauer er naturfagenes almindelige og kompetencegivende sider blevet fremhævet på bekostning af en fast, omfattende indholdsside. Dette skift kan ses som naturlig konsekvens af den samfundsmæssige udvikling. Det er vanskeligt at bestemme hvilken viden der er vigtig at have om 10 år, der bliver stadig mere af den, og den bliver i højere grad indlejret i teknologien og i databaser. Derfor forskubbes formålet med undervisningen hen imod elevernes evne til at kunne begå sig senere i livet i situationer der involverer naturvidenskabelig indsigt, kombineret med en evne til at kunne perspektivere denne indsigt. Den første evne svarer i vid udstrækning til det internationalt anvendte begreb *scientific literacy*, som det fx er defineret i PISA-projektet (OECD 2001). Vi har i Danmark udfoldet et begreb om naturfaglige kompetencer. I “Fremtidens Naturfaglige Uddannelser” defineres en empirikompetence, en modelleringskompetence, en repræsentationskompetence og en perspektiveringskompetence (Dolin, J., L. B. Krogh, et al., 2003). For begge begreber gælder det at de udtrykker en evne til at handle på baggrund af naturvidenskabelig viden i nogle for eleverne relevante situationer. Vægten lægges altså på indsigtsfuld handlen og på at det er autentiske livssituationer der skal danne rammen om denne handlen, frem for reproduktion af viden inden for skolens mure. Den viden der skal læres, skal derfor tilpasses de behov som situationen kræver, snarere end fagets egen logik. Evnen til at kunne perspektivere den anvendte viden indfanges af dannelsesdimensionen, dette særlige centraleuropæiske/nordiske begreb der vedrører den enkeltes kritiske forholden sig til og indlevelse i faget med henblik på personlig udvikling.

Disse ganske komplekse begreber er udfoldet en del steder, og de er kommet ind i makroniveauets curriculumdiskurs som en tilpasning af faglighedsbegrebet til det

senmoderne samfund. På dette niveau bølger diskussionen stadig. Nogle kræver "øget faglighed", hvorved de forstår mere (traditionel) viden, mens andre advokerer for "ny faglighed", hvormed de mener en kompetenceorientering. Det er to sider i et (fag)politisk spektrum hvor forskellige opfattelser af hvilken vej samfundet udvikler sig – og bør udvikle sig – brydes. På meso- og mikroniveau har det ganske vidtrækkende konsekvenser hvor vægten lægges. En øget kompetenceorientering kræver en række organisatoriske ændringer (lærersamarbejde, ændret timestruktur etc.) og ret vidtgående ændringer i undervisningens tilrettelæggelse (problemorientering, tværfaglighed etc.) og evaluering.

Der kan meget vel tænkes at være en modsætning mellem opnåelse af den sammenhængende faglige viden som man troede at eleverne fik ud af tidligere tiders traditionelle, disciplinorienterede undervisning, og så evnen til at kunne løse konkrete, hverdagsrelaterede problemer med anvendelse af viden fra mange forskellige kilder. Når viden bliver funktionel i forhold til situationer uden for vidensområdet, mindskes behovet for (og dermed legitimiteten af) vidensområdets egen logik og strukturering. Hvis man fx vil fremme det funktionelle aspekt i naturfagenes skriftlige dimension, vil det uværgeligt ske på bekostning af indlæring af færdige skabeloner (Knain, 2005). Fysikrapporters faste opbygning (som har været uforandrede i 100 år!) er meningsfuld hvis man skal give en beskrivelse og analyse af et fysisk fænomen til en fysikkyndig person, men uhensigtsmæssig hvis man skal kommunikere med ikke-fysikkyndige om hændelser og problemer i den nære omverden. Vi er naturligvis ude i en balance. For at kunne bruge viden fra et fag skal man kende til fagets struktur, dets muligheder og begrænsninger. Men dette er i høj grad viden om faget, meta-faglig viden, der er en nødvendig forudsætning for at kunne bringe faget effektivt og korrekt i spil uden for faget, både alene og sammen med andre fag.

Under alle omstændigheder fordrer realiseringen af et kompetenceorienteret curriculum ganske omfattende ændringer af undervisningen og dens evaluering. Dette vil jeg uddybe nedenfor.

Udviklingen af en naturfaglig kultur

Tilpasningen til det senmoderne samfund kræver at skolen ændrer sig. Nye arbejdsformer, en hensigtsmæssig progression i arbejdsformer og faglighed, øgede krav om samarbejde mellem fagene etc. forudsætter at skolerne kan udvikle en samarbejdskultur der omfatter fælles udvikling, planlægning og gennemførelse – og ikke mindst en systematisk evaluering af de opstillede mål. Naturfagslærerne må som gruppe udvikle en professionalisme der indbefatter kendskab til naturfagenes metaaspekter, og som muliggør at læreren kan planlægge og gennemføre undervisning baseret på et didaktisk teoretisk grundlag. Vejen hertil er dobbelt. Dels skal der udvikles organisatoriske rammer og strukturer der kan facilitere en

sådan team-tilgang til fagene. Dette kræver såvel ledelsesmæssig indsigt som et holdningsskift hos lærerne væk fra den privatpraktiserende lærer. Dels kræver det didaktisk forskning og efteruddannelse af lærerne med inddragelse af denne forskning. Det kunne være nyttigt at kombinere de to sider ved at lade lærerne deltage i aktionsforskningsprogrammer. Man kunne tænke sig naturfagsgruppen formulere og gennemføre forskningsprojekter i samarbejde med forskere. En fælles forskning om selvvalgte problemstillinger inden for naturfagsundervisningen vil kunne samle naturfagslærerne og være med til at udvikle et fælles sprog og et fælles begrebsapparat om naturfaglig undervisning. En sådan forskning med udgangspunkt i praksis har desuden en større chance for at forbinde forskning med praksis og dermed give en vidensbaseret ændring af praksis.

En læringsteori for naturvidenskab

Hermed menes ikke at man skal stræbe efter teorien for hvorledes naturvidenskaben kan læres. Men det må stadig være naturfagsdidaktikkens kerneområde at forbinde naturvidenskaberne med eleverne. Man bliver aldrig færdig med undervisning-læring relationen. Med at spørge til hvad læring er, og med at få øget vores viden om hvorledes forskellige undervisningsformer anvendt i forskellige situationer og med forskellige faglige problemer og forskellige elever giver forskellige resultater. Men her er begrundelsesdiskussionen igen en uomgængelig ramme. Der er forskel på at overveje hvorledes eleverne tilegner sig naturvidenskaben som den er, på dens egne præmisser, så at sige lærer at tænke som en fysiker, en biolog etc. Her er succeskriteriet at eleverne kan gengive faget selv og løse dets problemer. Eller om formålet er at blive klogere på hvorledes de forskellige naturvidenskabers vidensformer og tankemønstre kan overtages af eleverne i en sådan grad at de kan bruge den opnåede indsigt i livsrelevante situationer.

Megen forskning og udviklingsarbejde der har villet udvikle og realisere konstruktivismens ideer, har haft det faginterne succeskriterium at eleverne "lærte stoffet". At de fx blev bedre til Ohms lov målt som evnen til at løse traditionelle opgaver, forstå et begreb etc. Der er gennem dette arbejde opnået megen vigtigt og nyttigt viden om effekten af gruppearbejde, kønsadskilt undervisning, dialog, metakognition, hverdagsnære problemstillinger, affektive faktorer etc. i det faglige arbejde. Det har givet læreren et repertoire i undervisningsarbejdet, uanset hvad det overordnede formål med undervisningen er. Men hvis formålet med skolearbejdet er at ruste eleverne til at bruge faget i livsnære situationer, så skal disse arbejdsformer og pædagogikker ikke kun rettes mod faget i faginterne sammenhænge, men mod faget i en meningsfuld kontekst. Det er afgørende for tilrettelæggelsen af undervisningen om man ved læring af naturvidenskab mener læring af naturvidenskaben som den er i sig selv, eller om man mener læring af naturvidenskab med henblik på at kunne klare sig i

situationer som involverer naturvidenskab. Det sidste er jo det der er hensigten i en kompetencetilgang. Jeg vil mene man med rette kan tale om to forskellige kulturer.

Skolen bygger på en *tilegnelseskultur*. Præmissen er at man kan lære abstrakt viden – uafhængig af tid og rum – for senere at bringe den i anvendelse i mange forskellige situationer. Faget har en selvstændig, objektiv og neutral, status og form som alle kan tilegne sig og dermed opnå samme opfattelse af. Men det er tvivlsomt om en sådan intellektuel forståelse er tilstrækkelig for senere hverdagshandlen. Meget tyder på at den såkaldte *transfer* er ganske ringe. Uden for skolen er vores handlinger baseret på en *praksiskultur*. Læring og forståelse anses for socialt og kulturelt bundet. Indsigten er båret af situationens artefakter og den lærendes handlen i forhold til situationen og de involverede personer. Jeg vil ikke påstå at de to kulturer er helt adskilte, men netop inden for naturvidenskaben er der temmelig stor forskel på dem. Dette skyldes bl.a. at især de hårde naturvidenskabers logisk-deduktive vidensform er ganske langt fra hverdagslivets narrativitet (Bruner, 1998). Derfor vil et kompetencebaseret curriculum være vanskeligt at gennemføre i naturfagene. I hvert fald hvis man ved kompetence vil forstå en evne til fagligt baseret handlen i hverdagssituationer. Jeg tror derfor at en kompetence/literacy-orienteret undervisning vil kræve en mere dramatisk ændring af undervisningen i naturfagene end i samfundsfagene og de humanistiske fag. Der skal i højere grad bygges bro mellem hverdagstilgangen til verden og naturvidenskabernes tilgang til verden. Der er således behov for en praksislæringsteori inden for skolens rammer og gældende for hverdagssituationer som involverer naturvidenskabelige problemstillinger. Her kan måske findes inspiration i Etienne Wengers teori om praksisfællesskaber (Wenger, 1998). Der er samtidig behov for at undersøge hvorledes og hvornår der sker *transfer* mellem forskellige situationer. På trods af læringens situerethed hænder det jo at elever kan overføre viden fra en situation til en anden. Det vil være nyttigt at få mere viden om under hvilke omstændigheder dette sker. Måske er vores opfattelse af og forventninger til *transfer* helt forkerte.

Afslutning

Artiklen har forsøgt at give et overblik over de vigtigste problemstillinger inden for naturfagenes didaktik. Den har samtidig forsøgt at vise hvorledes disse problemer hænger sammen, selv om de befinder sig på forskellige niveauer. Denne sammenhæng er en vigtig pointe når fagene ses i et udviklingsperspektiv. Der er utallige eksempler på uddannelsesreformer inden for naturfagene som ikke har haft de ønskede virkninger, og der er masser af eksempler på god praksis der har levet et eget liv uden at få effekt på uddannelsessystemet som sådan. Det nytter ikke meget at lærere arbejder med at udvikle deres undervisning i en bestemt retning, fx baseret på teoretisk viden eller refleksioner over egen undervisning, hvis rammerne er for

snævre til at rumme sådanne initiativer, eller hvis det sker i en retning der er skæv i forhold til aktuelle tendenser. Hvis man omvendt på makroniveau udarbejder retningslinier og opstiller krav som er ude af trit med mikroniveauets problemer og muligheder for opfyldelse, vil det blot medføre frustration og dekobling hos lærerne. Der er således stort behov for at de forskellige niveauer kender hinanden og er i stadig dialog med hinanden, og her ser jeg meso-niveauet som et potentielt medierende niveau mellem de to andre. Det er på det lokalt-organisatoriske niveau at undervisningspraksis kan møde det politisk-administrative. Det er her lærerne i lærerteams kan bearbejde praksiserfaringer og bringe dem i spil med de overordnede intentioner. Det er her politikkniveauet kan komme i konstruktiv kontakt med underviserne og få feed-back på og inspiration til diverse udviklingstiltag. Det er derfor dette niveau som bør styrkes og udvikles, hvis man vil fremme en praksisnær forbedring af naturfagsundervisningen.

Referencer

- Adey, P. S. & M. Shayer (1994). *Really Raising Standards: Cognitive Intervention and Academic Achievement*. London: Routledge.
- ATV (2004). *Gymnasiereform – husk lige naturvidenskaben!* København: Akademiet for de Tekniske Videnskaber.
- Andersen, N. O., H. Busch, et al. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 7. København: Undervisningsministeriet.
- Arbejdsgruppe for fysik og kemi (2002). *Fysik og kemi – naturvidenskab for alle*. København: Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.
- Baird, J., J. Northfield, et al. (red.) (1995). *Erfaringer fra PEEL projektet*. Århus: Klim.
- Broch, T. & N. Egelund (2001). *Elevers interesse for naturfag og teknik – et elevperspektiv på undervisningen*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Bruner, J. (1998). *Uddannelseskulturen*. København: Munksgaard.
- Busch, H., N. F. Elf & S. Horst (2004). *Fremtidens uddannelser. Den ny faglighed og dens forudsætninger*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 2. København: Undervisningsministeriet.
- Danmarks Evalueringsinstitut (2001). *Fysik i skolen – skolen i fysik. Evaluering af fysik i det almene gymnasium*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.
- Dewey, J. (1995/1909). Science as Subject-Matter & as Method. *Science&Education* 4: 391-398.
- Dolin, J. (2000). Værdier og undervisning i fysik. I: *Fysik og almindelse*. Askov Højskole, Uddannelsesstyrelsen, Undervisningsministeriet.
- Dolin, J. (2001a). Samspillet mellem fagene. *Uddannelse(5)*: 32-38.

- Dolin, J. (2001b). Repræsentationsformer i fysik. I: J. Dolin & V. Schilling (red.), *At Lære Fysik – et studium i gymnasieelevers læreprocesser i fysik*. København: Uddannelsesstyrelsen, Undervisningsministeriet. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 19.
- Dolin, J. (2003a). Undervisningspraksis i de naturvidenskabelige fag i ungdomsuddannelserne. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Dolin, J., L. B. Krogh, et al. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Dolin, J. (2003b). *Fysikfaget i forandring. Læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling*. Roskilde, IMFUFA/RUC.
- Fraser, B. J. & K. G. Tobin, (red.) (1998). *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Press.
- Gilbert, J. K. & C. J. Boulter, (red.) (2000). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Knain, E. (2005). Skrivning i naturfag: mellem tekst og natur. *Nordina – Nordic Studies in Science Education (1)*.
- Krogh, L. B., P. Arnborg, et al. (2001). *GFIII-rapport, del A: Hvordan gik det så med fysikundervisningen og elevernes udbytte? 2.g-opfølgning på GFII-undersøgelsen*. Aarhus: Center for Naturfagenes Didaktik, Aarhus Universitet.
- Leach, J. & A. Paulsen, (red.) (1999). *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies*. Frederiksberg: Roskilde University Press.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching. The role of History and Philosophy of Science*. NY: Routledge.
- Millar, R., J. Leach, et al., (red.) (2000). *Improving science education*. Buckingham: Open University Press.
- Monk, M. & J. Osborne (1997). Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy. *Science Education(81)*: 405-424.
- Monk, M. & J. Osbourne, (red.) (2000). *Good practice in science teaching. What research has to say*. Buckingham: Open University Press.
- OECD (2001). *Knowledge and Skills for life*. Paris: OECD.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1994). *Students' alternative frameworks and science education: bibliography = Alltagsvorstellungen und naturwissenschaftlicher Unterricht: Bibliographie – 4. ed.* Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN), Institute for Science Education.
- Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). *Rose – the relevance of science education (No. 4/2004)*. Oslo: ILS.

- Sjøberg, S. (1998). *Naturfag som allmenndannelse*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Sjøberg, S. & Busch, H. (2005). *Ungdomskulturen: Elevernes erfaringer, holdninger og interesser*. I: S. Sjøberg (red.), *Naturfag som almenndannelse*. Aarhus: Klim.
- Wellington, J., (red.) (1998). *Practical work in school science, which way now?* London and New York: Routledge.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice – Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Et kritisk blik på opgaverne i PISA med særlig vægt på matematik

Inge Henningsen¹

Afdeling for Anvendt Matematik og Statistik, Københavns Universitet

Artiklen præsenterer en kritik af PISA 2003 gennem en analyse af nogle af de offentliggjorte opgaver. Artiklen argumenterer for at PISA's intentioner om at teste elevernes kompetence i virkelige situationer ikke er opfyldt. Mange opgaver er i stedet typiske test- eller skoleopgaver hvor eleverne f.eks. skal kende reglerne for "opgavekontrakten", i stedet for at inddrage ægte hverdagsræsonnementer. Artiklen viser eksempler på manglende forbindelse mellem opgaven og den virkelighed den skal modellere, eksempler på manglende oplysninger i opgaven, knudret sprog, usammenlignelige oversættelser, uklarhed i kravene til elevernes svar, samt fejl i opgavernes krav til elevernes ræsonnement. Der argumenteres for at hvis ikke alle elever har samme forhåndsviden om hvordan man rent teknisk skal forholde sig for at score flest muligt point, er det et problem for validiteten af PISA, f.eks. når man sammenligner mellem lande.

Hvad er PISA?

PISA er en forkortelse for Programme for International Student Assessment der er et OECD-program hvor der i 2003 var 41 deltagende lande (30 OECD-lande og 11 partnerlande). Hensigten med PISA er at teste 15-16-åriges kundskaber inden for læsning, naturvidenskab, matematik og problemløsning. PISA blev afholdt første gang i 2000 med hovedvægt på læsning. I 2003 lå hovedvægten på matematik, og i 2006 på naturvidenskab. I PISA 2003 deltog 276.165 elever, heraf 4.218 elever fra 207 danske skoler. Alle var født i 1987. I Danmark udføres PISA af et konsortium bestående af Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut, Danmarks Pædagogiske Universitet og Socialforskningsinstituttet. Den danske del af PISA 2000 er afrapporteret i (Andersen et al, 2001), og en redegørelse for PISA 2003 findes i (Mejding, 2004). De to rapporter vil i det følgende blive refereret til som (PISA, 2000) og (PISA, 2003).

¹ Jeg vil gerne indføje en tak til de to kritikere der har foretaget review, og redaktionen for den gode og konstruktive tilbagemelding jeg har fået på artiklen undervejs.

Allerede før resultaterne fra PISA 2003 blev offentliggjort havde projektet skabt debat, da der ud fra resultaterne i PISA 2000 var blevet rejst tvivl både om PISA-undersøgelsernes pålidelighed, deres konklusioner og deres politiske rolle. Efter offentliggørelsen af resultaterne fra PISA 2003 har bl.a. professor Erik Jørgen Hansen (2005) i Dansk Pædagogisk Tidsskrift sat spørgsmålstegn ved PISA's videnskabelighed, og professor Peter Allerup (2005) har samme sted vist hvorfor man ikke umiddelbart kan sammenligne resultaterne fra PISA 2000 og PISA 2003, og han har samtidig vist at visse af de brugte skalaer er skæve f.eks. i forhold til køn.

Der har derimod ikke været megen offentlig interesse for opgavekvaliteten i PISA, hvad der kan hænge sammen med at opgaverne ikke i deres helhed er offentligt tilgængelige. Skal man dømme ud fra de offentliggjorte opgaver, er der imidlertid god grund til at sætte spørgsmålstegn ved selve opgaveteksterne og inddrage dette i vurderingen af de resultater og anbefalinger som PISA 2003 har resulteret i. I den følgende gennemgang af udvalgte af PISA-opgaver giver jeg eksempler på direkte fejl i opgaverne og på oversættelser der ændrer opgaverne og derved gør sammenligning mellem lande problematisk. Jeg diskuterer problemer med den "real-world"-kontekst for matematik og naturvidenskabelige opgaver som er PISA's mål, og undersøger om opgaverne i matematik giver anledning til den matematiseringsproces som PISA intenderer.

Modellering og "real world"

Jeg er meget enig i de intentioner for undervisning som PISA tager udgangspunkt i: At undervisningen skal give eleverne et grundlæggende handleberedskab og fremme deres evne til at bruge f.eks. matematik og naturvidenskab i deres fremtidige liv. I konsekvens heraf er opgaverne i PISA ikke tænkt at skulle være traditionelle skoleopgaver i modsætning til f.eks. Third International Mathematics and Science Study 1995-96 (TIMSS), der havde til formål at teste de unges skolekundskaber i matematik og naturvidenskab (se f.eks. Allerup et al, 1998). De skal dreje sig om "det virkelige liv". Det hedder f.eks. om matematikopgaverne i PISA 2003:

Derfor formuleres opgaverne i PISA i, hvad der betegnes som "real-world situationer" således, at eleverne får mulighed for at demonstrere matematisk viden og kunnen i sammenhænge, der for manges vedkommende afviger fra opgaver i skolen, og dermed vil være en udfordring, eleven skal handle på. Elevernes problembehandling forsøges initieret af beskrivelser af en problemstilling i en sammenhæng, der formodes at være relevant for et ungt menneske. (PISA, 2003, s. 39)

Tilsvarende formuleringer findes om opgaverne i naturvidenskab og i læsning.

I matematik lægges stor vægt på at eleverne ikke bare skal "sætte ind i formler", men at der skal foregå en aktiv matematiseringsproces, hvor man oversætter frem og tilbage mellem matematik og hverdagsproblem:

Problemstillinger i opgaverne i PISA er formuleret således, at de er tilgængelige for matematisk behandling i en "real-world" sammenhæng. Hensigten med sammenhængen er at aktivere eleven til at undersøge, hvilke matematiske begreber og processer, der kan indgå i en matematisk behandling af det stillede problem. Det grundlæggende begreb i denne proces er "matematisering", som i hovedtræk dækker over tre delprocesser. Først oversættelsen af det givne problem i "real world" til matematikkens verden, for eksempel gennem opstilling af en model. Andet trin er arbejdet med den matematiske model ved hjælp af matematikken inden for matematikkens verden. Tredje trin er oversættelse af resultatet af den matematiske bearbejdning af modellen til et resultat om fænomenet i "real-world", afsluttende med en refleksion over resultatets pålidelighed. (PISA 2003, s. 42)

I det følgende vil jeg tage udgangspunkt i PISA's egne målformuleringer og undersøge hvordan opgaverne forholder sig til intentionerne.

Opgavekontrakt og autentiske opgaver

PISA opgaverne skal som nævnt ovenfor tage udgangspunkt i "real-world" situationer. Så selv om opgaverne er konstruerede, er de opbygget som om det drejede sig om autentiske tekster f.eks. ved at bruge formuleringer som "En geolog udtaler", "Care Medical gruppen giver følgende oplysninger", etc. Et særligt træk er at der indføres distraktorer, irrelevant information, i teksten (se f.eks. PISA 2003, s. 55). Men i sådanne konstruerede tekster hvor man ikke kender afsenderen, kan man ikke bruge de læsekompetencer som i det virkelige liv ofte gør det muligt at styre helskindet gennem en tekst, selv om den ikke er særlig klart formuleret. Hvor man f.eks. kan manøvrere uden om de irrelevante oplysninger fordi man kan se den sammenhæng i hvilken de er relevante. I PISA-opgaverne er de irrelevante oplysninger sat ind alene for at være irrelevante, men der er ingen pejlemærker i teksten til at skelne mellem hvad man kan bruge, og hvad man ikke kan bruge i forhold til den givne opgave.

De principielle problemer som ligger indbygget i de konstruerede opgaver, træder tydeligt frem hvis man ser på den model for læsefærdighedens delaspekter som opstilles i rapporten om PISA 2003. Her ses læsning som et samspil mellem at bruge information fra teksten og anvende forhåndsviden, at reflektere over indhold og form, at have forståelse for delelementers sammenhæng, at vurdere teksten som helhed etc. (PISA, 2003, s. 134). Dette kan ikke bruges i tekster der giver sig ud for at være noget andet end de egentlig er. I den praktiske undervisningssituation tackles disse

problemer gennem opbygningen af en “opgavekontrakt”, hvor eleverne samler en – måske implicit – viden om hvad der menes med forskellige opgaveformuleringer, og om hvordan man skræller den “realistiske” indpakning af de konstruerede problemer. De elever der deltager i PISA, opererer i forhold til en lang række lokale og nationale opgavekontrakter der stemmer mere eller mindre overens med de konventioner der ligger i PISA opgaverne. I analysen af PISA’s resultater savner jeg en problematisering af dette forhold.

I det følgende vil jeg imidlertid tage PISA på ordet. Jeg vil ikke læse opgaverne som skoleopgaver, men som opgaver hvor virkelige problemstillinger formaliseres og analyseres af 15-årige der både har logisk sans, forhåndsviden og lyst og evne til at bruge deres kompetencer.

Analyse af PISA-opgaver

Eksempel 1: Vi skal gå hånd i hånd?

I denne opgave opstilles en model for mænds gang, og eleverne skal bruge den til at beregne visse størrelser knyttet til gang. I min kommentar problematiseres den anvendte model og den valgte illustration. Samtidig påpeges det at opgaven i den valgte form er en ren “skoleopgave” som slet ikke forholder sig til den matematiseringsproces som skulle være et grundlæggende element i PISA’s opgaver, og hvor eleven kan opstille en matematisk model og kan gå frem og tilbage mellem “virkeligheden” og modellen.

I opgaven modelleres mænds gang ved en ligefrem proportionalitet mellem antal skridt pr minut og skridtlængde med en proportionalitetsfaktor på 140. I omtalen af opgaven skriver ACER, et af de fire uddannelseskonsortier der er hovedansvarlige for PISA, imidlertid:

Gang



Billedet viser fodsporene fra en mand, der er ude at gå. Skridtlængden P er afstanden mellem det bageste af to fodaftryk, der følger lige efter hinanden.

Formlen $\frac{n}{P} = 140$ angiver et forhold for mænd mellem to størrelser n og P ,

hvor

n = antallet af skridt pr. minut og

P = skridtlængden i meter.

Spørgsmål 1: GANG

Hvis formelen gælder, når Henrik går, og Henrik tager 70 skridt i minuttet, hvad er Henriks skridtlængde så? Vis, hvordan du nåede frem til dit resultat.

Spørgsmål 2: GANG

Benny ved, at hans skridtlængde er 0,80 meter. Formlen gælder for Bennys gang.

Beregn Bennys ganghastighed i meter pr. minut og i kilometer pr. time. Vis, hvordan du nåede frem til dit resultat.

Figur 1. Gang.

Students would be familiar with seeing their footprints in sand or soil but probably would not have given much thought to the relationship between the “number of steps taken per minute” and “pace length”. (Thomson, 2004, s. 64)

Men har PISA's opgavestillere selv tænkt over forholdet mellem antal skridt pr minut og skridtlængde? Den formel der i opgaven angives for mænds gang, medfører at antallet af skridt pr minut er ligefremt proportionalt med skridtlængden. Hvis en mand tager *længere* skridt, så stiger *antallet* af skridt pr. minut. Tager han skridt på $\frac{1}{2}$ meter, tager han 70 skridt i minuttet. Forøges skridtlængden til 1 meter, tager han 140 skridt i minuttet. Heraf følger f.eks. at to mænd der har forskellig skridtlængde, ikke kan følges ad når de går. Er dette en realistisk model for mænds gang?

At det slet ikke var ligefrem proportionalitet mellem skridtlængde og skridttakt, men en omvendt proportionalitet der var tænkt på i opgaven, fremgår af fortsættelsen af ovenstående citat:

Students needed to recognize that as the pace length increases, so the number of steps per minute will decrease, and in order to gain credit for this item needed to carry out the actual calculation. (Thomson, 2004, s. 64)

Her er simpelthen en modstrid mellem opgavekonsortiets beskrivelse af det fænomen der modelleres (“as the pace length increases, so the number of steps per minute will decrease”), og den formel der bruges i opgaven.

Går man fra modellen videre til spørgsmålene, så skulle det være et særkende ved PISA at eleverne ikke som i den gængse skolematematik bare løser opgaver ved at sætte ind i en formel, men aktivt skal oversætte frem og tilbage mellem “virkelighed” og matematik. Det er dog ikke tilfældet i opgaven om *Gang*. Her får man tværtimod eksplicit at vide at formlen gælder for Henriks og Bennys gang, og skal så bare sætte ind i formlen og vise at man kan løse en ligning. Det betyder ikke noget for besvarelsen om man har tænkt over formlen. Snarere tværtimod. Der er nærliggende fare for at eleven vil begynde at tvivle på sine egne overvejelser hvis vedkommende afslutter “med en refleksion over resultatets pålidelighed.” Det var i hvert fald min oplevelse da jeg regnede ud at Henrik i opgaven gik med en hastighed på 2,1 km/t.

Hvordan forholder opgaven sig til den matematiseringsproces som skulle være et grundlæggende element i PISA's opgaver, hvor eleven opstiller en matematisk model, arbejder i den opstillede model, går frem og tilbage mellem “virkeligheden” og modellen, og forholder sig kritisk til konklusionerne. I opgaven om “gang” er modellen imidlertid opstillet på forhånd, og eleverne inviteres ikke til at reflektere over den. Tværtimod.

Illustrationen er et kapitel for sig selv. Her defineres skridtlængde som “afstanden mellem det bagerste af to fodaftryk, der følger lige efter hinanden”. Men blot et overfladisk blik på fotografiet viser at de to afbildede skridt ikke er lige lange. Så hvad er “skridtlængden” hos den mand der har gået der? Havde man målt hans andet skridt, ville man have fået et helt andet resultat (og med skridt der er 35% længere, ville han gå næsten dobbelt så hurtigt). Giver det mening at lave en formel for sammenhæng mellem skridtlængde, defineret som anført, og skridthastighed hvis personer går så uregelmæssigt som angivet på illustrationen? Et vigtigt led i en matematiseringsproces er at vurdere om den valgte model giver mening i forhold til det forelagte problem. Der må findes tusinder af fotografier af regelmæssige fodspor, hvorfor så vælge en illustration der vil forvirre de elever der reflekterer over fotografiet, og belønne dem der bare går i gang med at sætte tal ind i formlerne uden overhovedet at tænke over hverken tekst eller illustration? Hvordan svarer det til den ovenfor citerede beskrivelse af PISA’s matematiseringsproces?

Eksempel 2: Vækst eller opvækst?

I forbindelse med en opgave om pigers/kvindes vækst vil jeg diskutere validitetsproblemer affødt af usammenlignelighed mellem oversættelser og uerkendte begrænsninger i inferens fra tværsnitsgrafer. Spørgsmålet om autentiske materialer og det tilladelige i at ændre på data i opgavesammenhæng rejses.

Begynder man med et kritisk blik på overskriften, så handler opgaven faktisk om “Vækst” og ikke om “Opvækst”. Den næste linie, “De unge bliver højere”, har ikke noget med grafen at gøre, for den foreliggende tværsnitsgraf, der består af forskellige fødselsårsgange, siger intet om den tidsmæssige udvikling af højden for unge i en given alder. Hvad er begrundelsen for at sætte scenen for opgaven med fejlagtige overskrifter?

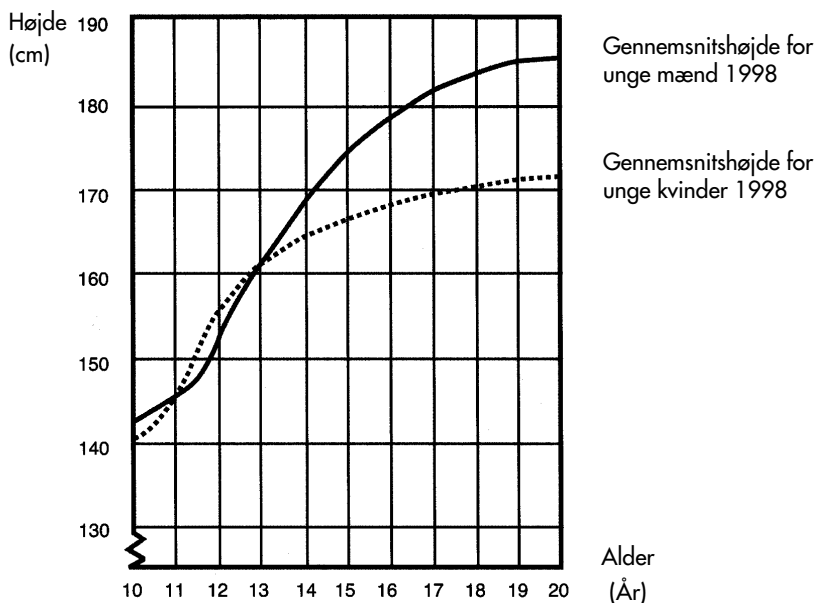
Det første spørgsmål i opgaven tager udgangspunkt i påstanden: “Siden 1980 er gennemsnitshøjden for 20-årige kvinder forøget med 2,3 cm til 170,6 cm.” Udsagnet kan forekomme mærkeligt løsrevet fra konteksten, da grafen viser at de 20-årige hollandske kvinder i 1998 har en gennemsnitshøjde på ca. 172 cm. Selvfølgelig kan eleven trække 2,3 fra 170,6 uden at vide hvad opgaven drejer sig om. Men er det så ikke ren skolematematik? Og hvis det drejer sig om de hollandske kvinder, hvorfor passer figur og tekst så ikke sammen?

Spørgsmål 2 illustrerer oversættelsesproblemer. Formuleringen “den hastighed, hvormed pigernes gennemsnitshøjde vokser, aftager” er meget knudret og svært gennemskuelig. På norsk er den tilsvarende formulering “at veksthastigheden for jenter i gjennomsnitt avtar”. Dette er en langt mere mundret formulering. Til gengæld er norske forskere bekymrede over brugen af fagtermen “veksthastighed”. Det kan være

Opvækst

De unge bliver højere

Denne graf viser gennemsnitshøjden i 1998 for henholdsvis unge mænd og unge kvinder i Holland.



Spørgsmål 1

- Siden 1980 er gennemsnitshøjden for 20-årige kvinder forøget med 2,3 cm til 170,6 cm. Hvad var gennemsnitshøjden for 20-årige kvinder i 1980?

Spørgsmål 2

- Forklar, hvordan man ud fra grafen kan se, at den hastighed, hvormed pigernes gennemsnitshøjde vokser, aftager efter 12 års alderen.

Spørgsmål 3

- I hvilket tidsrum i deres liv er kvinder ifølge denne graf højere end mænd på samme alder?

Figur 2. Opvækst.

vanskeligt teoretisk at afgøre hvilken formulering der er sværest, og det kan være at det er forskellige elever der vil have vanskeligheder med hver af de to formuleringer. Men det er helt klart ikke "præcis den samme opgavetekst" i de to lande, hvad der efter PISA's egen vurdering er "en fare for validiteten" (PISA 2003, s. 27). Dette gælder i endnu højere grad spørgsmål 3 hvor ordet "gennemsnitlig", der er forbindelsen mellem spørgsmålet og grafen, helt er faldet ud af den danske tekst, mens det f.eks. indgår både på norsk og på engelsk.

Set fra et modellerings synspunkt er det meget problematisk at opgavestillerne i spørgsmål 3 går ud fra at man uden videre kan slutte fra en tværsnitsgraf der er stykket sammen af højden i året 1998 hos piger/kvinder født i forskellige år, til udsagn der vedrører forløb over flere år hos generationer af kvinder. I opgaven taler man om "tidsrum" i kvinders liv, men den afbildede tværsnitsgraf siger intet om dette, fordi hver kvinde kun indgår i et år. Man må i hvert fald eksplicitere de forudsætninger der skal gøres, for at man på grundlag af grafen kan svare på det stillede spørgsmål, og det har eleverne hverken tid eller lejlighed til. At vide hvilke spørgsmål man kan stille til en given model, fremhæves ofte som vigtigt i matematik. Det er derfor uheldigt at PISA vælger opgaver hvor netop dette aspekt skal ignoreres for at opgaven kan løses. Som ovenfor nævnt bliver opgaven for de danske elever yderligere kompliceret af at oversætterne har udeladt henvisningen til at det drejer sig om gennemsnitshøjde.

Endnu en sproglig note: Det er altid vanskeligt at finde ud af hvornår man skal sige piger, og hvornår man skal sige kvinder, men det virker ganske ulogisk, at man i Danmark har valgt at kalde de 12-20 årige for piger (spørgsmål 2) og de 11-13 årige for kvinder (spørgsmål 3). Selv om det ikke behøver at være et bevidst valg for at forvirre eleverne, så er det igen et problem når f.eks. norsk PISA taler om "jenter" hele vejen igennem og dermed ikke inkluderer dette distraherende element.

Endelig er der spørgsmålet om "realisme". Grafen antyder at de 20-årige hollandske piger/kvinder er 4 cm højere end de 16-årige. Dette forekommer umiddelbart usandsynligt i forhold til den medicinske viden om kvinders vækst. En litteratursøgning giver da heller ingen hollandske højdeundersøgelser fra 1998, men en artikel (Fredriks, 2000) giver data fra 1997 og viser et lidt andet billede (se tabel 1). Her vokser pigerne f.eks. kun 2 cm fra de er 16 til de er 21. I denne undersøgelse er pigerne i gennemsnit højere end drengene fra de er ca. 10 år til de er ca. 13 år, og forskellene er noget mindre end på PISA's figur. Man genkender imidlertid tallet 170,6, dog som her er gennemsnitshøjde for 21-årige kvinder. Er det denne undersøgelse der er udgangspunkt for PISA's opgave, hvor man så bare har ændret på tallene?

Alder	Dreng	Piger
9	138.3	137.5
10	143.2	143.3
11	148.2	149.2
12	154.0	155.3
13	160.9	160.8
14	168.2	164.7
15	174.4	167.1
16	178.7	168.6
17	181.3	169.3
18	182.6	169.8
19	183.2	170.2
20	183.6	170.5
21	184.0	170.6

Tabel 1. Gennemsnitshøjde for hollandske drenge og piger 1997.

Kilde: (Fredriks, 2000)

Hvis det er rigtigt at data stammer fra (Fredriks, 2000), rejser det spørgsmålet om opgavestilleren bevarer forbindelsen til “the real-world” når data ændres for at få pæne resultater. Personligt mener jeg at det ikke hænger sammen med et erklæret mål om at arbejde i en virkeligheds kontekst. En af de færdigheder som matematikundervisningen burde bibringe eleverne, hvis den skal bidrage til at “det enkelte menneske kan fungere som en konstruktiv, engageret og reflekterende borger” (PISA 2003, s. 38-39), må være at kunne se om grafer og tabeller ser rigtige ud, og kunne vurdere om forfattere af undersøgelser og artikler har ændret på data. Det burde være et vigtigt element i matematikundervisningen at eleverne lærer at forholde sig kritisk og reflektivt til kvantitative fremstillinger. For at løse opgaven om vækst skal man nærmest gøre det modsatte.

Naturvidenskabelig kompetence

PISA har defineret grundlaget for vurdering af det naturfaglige område ved hjælp af begrebet “scientific literacy” der i oversættelse er defineret således:

Færdighed i at kunne anvende naturvidenskabelig baseret viden; at kunne genkende naturvidenskabelige spørgsmål og kunne drage slutninger på grundlag af naturvidenskabelige kendsgerninger i bestræbelsen på at forstå og være med til at træffe afgørelser om den naturgivne omverden og de påvirkninger af den, som menneskers aktiviteter medfører. (PISA 2003, s. 155)

PISA opstiller et temmelig ambitiøst program for elevernes naturvidenskabelige kompetence der bl.a. inkluderer følgende om tolkning af naturvidenskabelige kendsgerninger og konklusioner

Dette betyder at kunne finde mening i naturvidenskabelige resultater som argumenter for påstande og konklusioner. Det kan omfatte vurdering af naturvidenskabelig information og at kunne formulere og formidle konklusioner baseret på naturvidenskabelig argumenter. Det kan også handle om at vælge mellem alternative konklusioner, og om at give argumenter for eller imod en given konklusion ved hjælp af de givne informationer, eller om at identificere de antagelser, der er gjort for at nå en konklusion, og at overveje og formidle mulige samfundsmæssige implikationer af en naturvidenskabelig konklusion. (PISA 2003, s. 158)

Imidlertid er det min opfattelse at mange af PISA-opgaverne er præget af en manglende indsigt i hvad der konstituerer en naturvidenskabelig undersøgelse. Jeg vil eksemplificere dette ved en gennemgang af en opgave fra PISA 2000. For yderligere dokumentation kan henvises til (Braams, 2004) der foretager en kritisk gennemgang af science-opgaverne fra The 2003 PISA Assessment Framework (OECD, 2003). Se også (Henningsen, 2005) der indeholder uddybende kommentarer.

Eksempel 3: Om barselsfeber og jordskælv

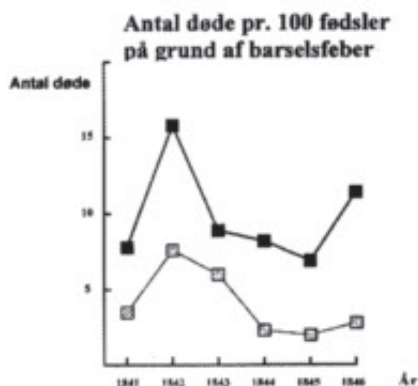
Denne opgave, der handler om fødselslægen Semmelweis, blev brugt i PISA 2000 og er offentliggjort i forbindelse med afrapporteringen af denne (PISA 2000, s. 238). Opgaven citeres og diskuteres i en lang række publikationer om og fra PISA og kan derfor anses for at være en central opgave. Et i opslag i Google (marts 2005) på "Semmelweis + PISA" gav 830 hit).

Det spørgsmål der blev stillet på grundlag af ovenstående tekst, var:

Forestil dig, at du var Semmelweis. Giv en grund, som er baseret på de oplysninger, Semmelweis indsamlede, til, at det er usandsynligt, at barselsfeber kan skyldes jordskælv.

SEMMEWEIS' DAGBOG: TEKST 1

"Juli 1846. I næste uge skal jeg tiltræde stillingen som 'Hr. Doktor' ved Første Fødeafdeling på Wiens kommunehospital. Jeg blev forfærdet over at høre om den procentdel af patienterne, som døde på denne afdeling. I denne måned døde der ikke mindre end 36 ud af 208 mødre, alle af barselsfeber. At føde børn er lige så farligt som en førstegrads lungebetændelse."



Disse linjer fra Ignaz Semmelweis' (1818-1865) dagbog illustrerer barselsfeberens katastrofale virkninger. Barselsfeber er en smitsom sygdom, som mange kvinder, der lige havde født, døde af. Semmelweis indsamlede oplysninger fra hospitalets 1. og 2. afdeling. (Se diagrammet).

Diagram

Lægerne, deriblandt Semmelweis, vidste så godt som intet om årsagen til barselsfeberen. Semmelweis' dagbog fortsætter:

"December 1846. Hvorfor dør så mange kvinder af denne feber efter en fødsel uden nogen som helst komplikationer? I århundreder var videnskaben af den opfattelse, at årsagen til mødrenes død kunne være en usynlig epidemi. Denne kunne skyldes luftforandringer eller påvirkninger stammende ude fra verdensrummet eller kunne hænge sammen med geologiske fænomener, som f.eks. jordskælv."

Nu om dage er der ikke mange mennesker, som ville mene, at påvirkninger stammende ude fra verdensrummet eller jordskælv kan være mulige feberårsager. Men dengang Semmelweis levede, troede mange mennesker, selv videnskabsmænd, at det hang sådan sammen. Imidlertid vidste Semmelweis, at det var lidet sandsynligt, at feberen kunne skyldes påvirkninger stammende ude fra verdensrummet eller jordskælv. Han brugte forskellene i dødelighed mellem de to fødeafdelinger (se diagrammet) til at overbevise sine kolleger.

Figur 3. Semmelweis Dagbog. Tekst 1.

I opgaven vises en graf over antal tilfælde af barselsfeber pr. 100 kvinder på hver af to afdelinger på kommunehospital i Wien for årene 1841 til 1846. De to kurver forløber for alle praktiske formål parallelt, men med betydelige årlige udsving (f.eks. er døds-hyppigheden i 1842 omtrent dobbelt så stor som i 1845). En naturlig model vil derfor være at antage at døds-hyppigheden af barselsfeber afhænger af en afdelingseffekt plus en årstalseffekt, således at man kan modellere

antal døde pr 100 kvinder = effekt af afdeling + årstalseffekt + tilfældig variation

Her dækker “årstalseffekten” over forhold der varierer fra det ene år til det andet. For at opnå en dækkende beskrivelse af data er der her brugt en model hvor der er en flerhed af kilder til smitteoverførsel (Semmelweis var snarere ude på at finde smittekilderne end at finde årsagen til barselsfeber).

Semmelweis var ikke helt uvidende om hvordan smitten overførtes. Han havde tværtimod en teori om at de mange tilfælde af barselsfeber skyldtes at kvinderne på første afdeling blev smittet af de lægestuderende der kom lige fra obduktionsstuerne uden at vaske hænder. Når han også indsamlede data fra afdeling 2, var det fordi man der ikke uddannede læger, men jordemødre. Han kunne så sammenligne smittebilledet på de to afdelinger. Dette nævnes imidlertid ikke i opgaven. Man kan i øvrigt anføre at Semmelweis ikke bare prøvede at overbevise sine kolleger ved statistiske beviser for jordskælvs manglende effekt. Han lod dem der assisterede ved fødslerne vaske hænderne i klorkalk og bragte i løbet af to år dødeligheden ned fra 9,02 % til 1,27 % (dog uden at overbevise kollegerne om nytten af håndvask).

Man kan se at data viser den af Semmelweis’ forventede forskel på afdelingerne, men de viser samtidig også en “årstalseffekt”, en variation fra år til år, som data ikke giver mulighed for at analysere nærmere. Det er således klart fra data at der er mere end en smittekilde til barselsfeber, idet incidensen varierer både med tid og afdeling. Men selv om afdelingseffekten var Semmelweis ærinde, så er det ikke opgavestillerens. De tager derimod udgangspunkt i det dagbogscitat hvor der spekuleres over om barselsfeber skyldes en “usynlig epidemi”, eller måske jordskælv, og beder eleverne om at forklare hvorfor data viser at det er meget usandsynligt at barselsfeber kan forklares ved forekomsten af jordskælv. Fuldt pointtal gives for svar der “henviser til forskellen mellem antallet af døde (pr. 100 fødsler) på de to afdelinger” (PISA, 2000, s. 241).

Det angiveligt “rigtige” svar bygger på et argument om at når der er forskel mellem afdelingerne, viser det at der ikke kan være andre (medvirkende) årsager. Argumentet sammenfattes således:

Diagrammet viser tilsvarende variation over tid, men dødsraten er hele tiden højere på den 1. afdeling end på den 2. afdeling. Hvis jordskælv var årsagen, skulle dødsraten på de to afdelinger være den samme. Diagrammet antyder, at noget på de to afdelinger må kunne forklare forskellen. (PISA 2000, s. 240)

Dette er ikke gyldig naturvidenskabelig argumentation. Et gyldigt (men virkelighedsfjernt) argument kunne være: Hvis vi antager at jordskælv er den eneste årsag til barselsfeber, og at jordskælv virker ens på de to afdelinger, så skal dødsraten på de to afdelinger være den samme. Men heller ikke dette argument er tilstrækkeligt. Når dødsraten ikke er den samme på de to afdelinger, betyder det at mindst en af de to

forudsætninger er falsificeret. Men deraf kan man ikke slutte at det er usandsynligt at barselsfeber kan skyldes jordskælv. Det svarer til at påstå at når piger både i Finland og Danmark læser bedre end drenge, så viser det at læsefærdigheder ikke har noget med uddannelsessystemet at gøre.

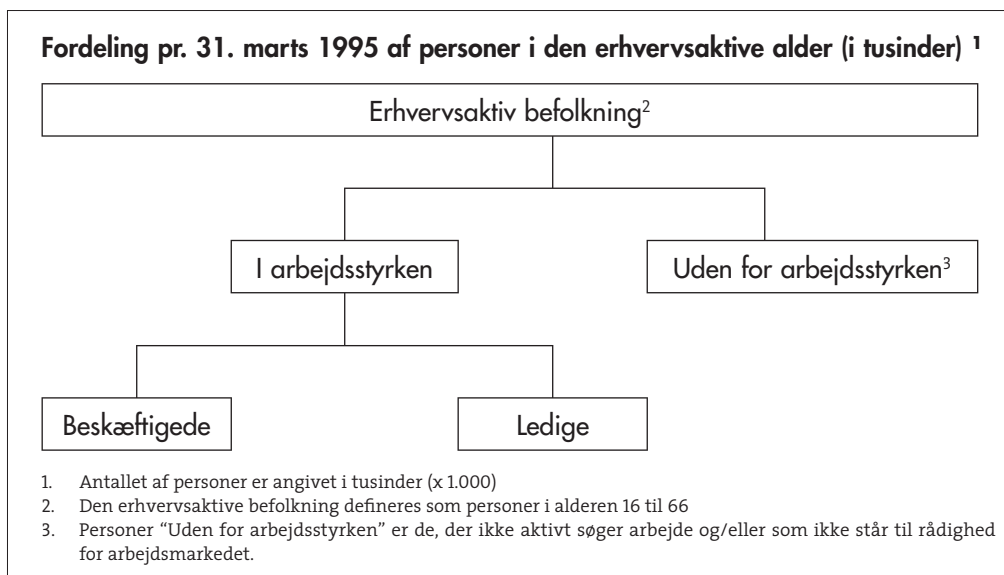
Som to andre eksempler på manglende virkelighedstilknytning kan nævnes en opgave hvor en bil kører 45 kilometer i timen (OECD, 2003). Den bliver overhalet af en bil der kører 60 kilometer i timen. Spørgsmålet lyder hvor hurtigt det ser ud som om bilen kører, når man selv sidder i bilen der kører 45 kilometer i timen. I denne opgave er det pointgivende svar "15 km i timen". Et andet eksempel er en opgave om jordskælv (www.dpu.dk), hvor PISA lader en geolog udtale: "I løbet af de næste 20 år er sandsynligheden to ud af tre for, at der vil komme jordskælv i Zed by." Hvilken geolog udtaler sig om sandsynligheden for jordskælv uden at præcisere styrken på jordskælvne? Flere eksempler på hvordan PISA's opgaver og rettevejledninger indeholder fejlagtige eller mangelfulde konklusioner baseret på naturvidenskabelige argumenter, kan findes hos (Brahms, 2004). Alt i alt efterlader opgaverne et indtryk af at opgavestillerne ikke har nogen erfaring med anvendte problemer.

Eksempel 4: Lost in translation

I opgaven om opvækst blev der givet et par eksempler på hvordan spørgsmål blev ændrede i oversættelsesprocessen. PISA er i princippet opmærksom på at dette kan være problematisk. Derfor går oversættelserne gennem mange led, og der argumenteres for at denne "omstændige oversættelsesprocedure er anvendt, fordi det kan udgøre en fare for validiteten, hvis eleverne ikke svarer på præcis den samme opgavetekst i de enkelte lande" (PISA 2003, s. 27).

De nævnte eksempler viser at opgaveteksterne i forskellige lande ikke altid er "præcis den samme opgavetekst". Et andet eksempel på hvordan oversættelsen betyder noget for sværhedsgraden, er hentet fra bilag 4 (om læsning) i PISA 2000. Opgaven består af et grendiagram hvor en befolkning er inddelt i forskellige beskæftigelsesgrupper. Nedenfor ses en rekonstruktion af den øverste del af diagrammet, samt de tilhørende noter (PISA, 2000, s. 216). Antallene i grendiagrammet er udeladt, da de ikke spiller nogen rolle i de spørgsmål jeg behandler.

Sammenholder man overskriften, betegnelsen for den øverste gruppe i grendiagrammet og note 2, ser man at dansk PISA i grendiagrammet bruger betegnelsen *erhvervsaktive befolkning* for det man i almindelighed (og i overskriften) kalder *befolkningen i den erhvervsaktive alder*. Hermed kommer *den erhvervsaktive befolkning* til at omfatte en stor gruppe der ikke er erhvervsaktive, fordi man inkluderer alle mellem 16 til 66 år, uanset deres tilknytning til arbejdsmarkedet. Dette ordvalg er meget lidt intuitivt, og at der ikke er tale om en pædagogisk pointe fra PISA's side, kan man se i den engel-



Figur 4. Fordeling af personer i den erhvervsaktive alder.

ske original der konsekvent bruger betegnelsen "working age". At ordvalget gør den danske version af opgaven sværere, illustreres f.eks. af følgende spørgsmål:

Hvilke to hovedgrupper er den erhvervsaktive befolkning inddelt i?

- A. Dem, der er i arbejde og de arbejdsledige
- B. Dem, der er i den erhvervsaktive alder og de andre aldersgrupper
- C. Heltids- og deltidsansatte
- D. Dem, der er i arbejdsstyrken, og dem, der er uden for arbejdsstyrken.

Her er det meget lidt intuitivt at D. er det pointgivende svar. Det havde været enklere at vælge D. som svar hvis spørgsmålet havde lydt som i Norge

Hvilke to hovedgrupper er befolkningen i den erhvervsaktive alder inddelt i?

Bemærk i øvrigt at spørgsmålet opererer med begrebet *befolkning i den erhvervsaktive alder*, som slet ikke bliver defineret i den danske tekst. Dette er særligt ironisk i lyset af følgende kommentar i selve rapporten

Opgaven kræver at eleven kan identificere den korrekte kategori for alle de beskrevne tilfælde. Noget af informationen er gemt i fodnoter, og er derfor vanskeligt tilgængeligt. (PISA, 2000, s. 217)

Der kan nævnes andre eksempler som antyder noget om den manglende omhu med oversættelsen. I en problemløsningsopgave optræder ordet “smertestillere” der viser sig at være en lidt for direkte oversættelse af det engelske “painkillers” (PISA 2003, s. 103). I en opgave om CD’er præsenteres vi for begrebet “lyrisk forfatter” der viser sig at være “lyric writer”, altså det der på dansk hedder “tekstforfatter” (PISA 2003, s. 108).

Eksempel 5: Gætteleg

I flere af de opgaver der af PISA præsenteres som lukkede afkrydsningsopgaver, er der ikke oplysninger nok til at afgøre hvad der er det rigtige svar. Som eksempel kan man tage et af de andre spørgsmål i opgaven om “den erhvervsaktive befolkning”. Her skal eleven afgøre om forskellige personer er “I arbejdsstyrken; beskæftigede”, “I arbejdsstyrken; ledige”, “Uden for arbejdsstyrken” eller “Tilhører ikke nogen af de nævnte grupper”. En af dem er en “fuldtidsstuderende på 21 år”. Hvis man ikke ved mere end det, kan man imidlertid ikke klassificere vedkommende, da der i hvert fald i Danmark er ganske mange fuldtidsstuderende der er i arbejdsstyrken. Oplysningerne hører simpelthen hjemme i et andet klassifikationsskema. Man kan heller ikke med sikkerhed klassificere “En mand, 28 år, som for nylig har solgt sin butik og som søger arbejde”. Han kan jo i princippet også være i arbejdsstyrken. Den prøvetrænede elev kan måske godt gætte hvilket svar PISA vil have i de to tilfælde. (“Uden for arbejdsstyrken”). Men hvis eleven tager spørgsmålet alvorligt og lader være med at svare, fordi man ikke *kan* svare på grundlag af de givne oplysninger, så tildeles der ingen point. Man kunne spørge hvorfor eleven ikke bare gætter, men vedkommende kunne jo faktisk være i god tro. Man kunne forestille sig at det var en del af prøven at der var spørgsmål der ikke kunne besvares, og at PISA forventede at man indså dette og viste det ved ikke at besvare spørgsmålet. Det kunne være både legitimt og pædagogisk. Empirien omkring opgaverne synes dog at vise at opgavestillernes intention har været at alle opgaver skulle kunne besvares. Men hvilke dele af elevpopulationen har fået disse oplysninger? Hvis man ved at man under alle omstændigheder skal sætte et kryds, kan man formentlig godt finde ud af hvad PISA havde tænkt i det pågældende spørgsmål. Men et pointgivende svar kræver at man kender “opgavekontrakten”.

En lidt anden version af “gæt hvad jeg tænker på” illustreres af opgaven “Bier” fra Pilottesten i 1999 (www.dpu.dk). Her lød et af spørgsmålene: “Angiv tre af hovedkilderne til nektar”, og følgende citat var tænkt som udgangspunktet for besvarelsen: “Nogle af de vigtigste kilder til nektar er frugttræer, kløver og blomstrende træer.” Af scorevejledningen fremgår at fuldt pointtal opnåedes for svarene

- Frugttræer, kløver og blomstrende træer
- Frugttræer, kløver og blomster
- Kløver, blomster og træer

Strengt taget kan ingen af svarene siges at være *tre* kilder, da kløver jo er en blomst, lige som frugttræer er blomstrende træer, der igen er træer. Tager man imidlertid udgangspunkt i scorevejledningen, så ser det ud som om *frugttræer*, *kløver*, *blomstrende træer*, *blomster* og *træer* i nogle kombinationer kan optræde som pointgivende kilder til nektar. Til gengæld synes det at være ganske arbitrært hvilke kombinationer der giver point. Det er f.eks. vanskeligt at forstå hvorfor “Kløver, blomster, træer” skulle være et bedre svar end “Kløver, blomster, blomstrende træer”. Se tabel 2.

Svar	PISA score
Frugttræer, kløver, blomstrende træer	+
Frugttræer, kløver, blomster	+
Kløver, blomster, træer	+
Frugttræer, kløver, træer	0
Frugttræer, blomstrende træer, blomster	0
Frugttræer, blomster, træer	0
Kløver, blomstrende træer, blomster	0
Kløver, blomstrende træer, træer	0
Kløver, blomster, træer	0
Blomstrende træer, blomster, træer	0

Tabel 2. Kombinationer af frugttræer, kløver, blomstrende træer, blomster og træer og deres pointstatus i PISA-spørgsmål om kilder til nektar.

Alle står lige – men nogle står mere lige end andre

I enhver form for undervisning skabes en opgavekontrakt hvor lærer og elever opbygger en mere eller mindre fælles forståelse af hvordan opgaver skal læses og besvares, og ligesom andre test undersøger PISA en enhed af faglige færdigheder og testfærdighed hvor det er ikke er muligt at skelne bidrag fra henholdsvis det ene og det andet i det endelige resultat. For at internationale sammenligninger som PISA skal være til nogen nytte, burde det derfor være en væsentlig pointe at alle elever så godt som muligt var forberedt på prøveformatet. Her advokerer jeg ikke for at danske elever skal bruge tid på test bare for at klare sig godt i PISA, men for at (også) de danske elever skal kende den række enkle opgavetekniske fif som kan betyde ganske meget for resultatet. Hvis ikke alle elever har samme forhåndsviden om hvordan man rent teknisk skal forholde sig for at score flest muligt point, er det et problem for validiteten af PISA, f.eks. når man sammenligner mellem lande. De følgende tommelfingerregler, der er formuleret på grundlag af PISA's opgaveformuleringer og scorevejledninger, antyder arten af den information som alle elever burde have fået på ensartet måde.

- **Besvar alle opgaver.** Det giver i forventning flere point at gætte end ikke at svare.
- **Giv mange begrundelser.** I opgaver med åbne svar har PISA på forhånd udpeget et antal rigtige begrundelser. Man får point, hvis disse er indeholdt i svaret, men der må også stå andet.
- **Brug tekstens oplysninger. Også når de er forkerte.**
- **Husk at teksterne er konstruerede.** De skal derfor ikke læses på samme måde som man læser autentiske tekster.
- **Husk at der kan være indsat irrelevant information.**
- **Tænk på at teksten er oversat fra engelsk.**

PISA og virkeligheden

Artiklen tager kun fat i et hjørne af den internationale PISA-undersøgelse, nemlig opgaverne, og beskæftiger sig f.eks. ikke med den statistiske analyse af PISA-prøverne. Den beskæftiger sig heller ikke med de mere overordnede uddannelsespolitiske konsekvenser af PISA-undersøgelsen, men leverer nogle præmisser om selve måleinstrumentet som må tages i betragtning når man vurderer hvad man kan slutte på grundlag af PISA 2003. I artiklen har jeg givet eksempler på en række problematiske opgaver som ikke lever op til PISA's høje ambitioner, men også på opgaver som indeholder banale fejl i selve teksten og/eller i oversættelsen. Jeg mener derfor ikke at det er korrekt når der i PISA 2003 siges:

Opgaverne er udvalgt og udviklet af ekspertpaneler i samarbejde med forskere i de enkelte lande. De valgte opgaver er derved det *tætteste man kan komme på hvad eksperter inden for disse områder anser for at kunne måle elevernes kompetence* (min udhævning). (PISA 2003, s. 27)

Udviklingen af PISA er et stort og ambitiøst projekt som næppe har fundet sin endelige form med PISA 2003. Det er derfor overraskende at den danske PISA-gruppe på denne måde prøver at lukke dialogen omkring PISA's opgaver næsten før den er kommet i gang.

Et mere grundlæggende problem er imidlertid virkelighedsdimensionen i PISA. I indledningen rejstes f.eks. spørgsmålet om hvorvidt PISA-opgaverne lever op til intentionerne om at problemstillingerne skal være formuleret så de er tilgængelige for matematisk behandling i en "real-world" sammenhæng. Dette må for mange opgavers vedkommende besvares negativt. Jeg har tidligere peget på at der

på grund af lærernes manglende praksiserfaringer er en tendens til, at anvendelsesaspektet i matematikundervisningen bliver meget formelt. Anvendelserne bliver "en

slags "lege"-problemer, hvor den refleksive praksis, der kendetegner virkelighedens matematiske anvendelser, forsvinder helt ud af billedet. (Henningsen, 2001)

Dette præger også opgaverne i PISA trods intentionerne om det modsatte. I (Henningsen, 2001) argumenteres for at man i højere grad inddrager praktikere i udarbejdelse af opgaver i matematikundervisningen. Selv om det måske kunne hjælpe, vil det være naivt at tro at det løser alle problemer med opgavernes virkelighedsforbindelse. Ud fra en socio-kulturel synsvinkel har matematikdidaktikere undersøgt en lang række matematikopgaver som inddrager "real world" kontekst (se f.eks. Zevenbergen et al., 2002), og vist en række faldgruber. Derfor kan det sidste kritikpunkt rettes generelt mod alle matematikopgaver af denne type, og PISA kan således blive en anledning til at huske på at brug af kontekster udefra i matematikundervisningen langt fra er en ukompliceret sag.

Et sidste spørgsmål som ikke er blevet berørt direkte handler om gyldigheden af PISA som "universelt" projekt. Det hedder i indledningen til matematikafsnittet:

PISA fokuserer på matematik-kompetencer, som kan siges at være relevante for ethvert voksent menneske i et højteknologisk demokratisk samfund. (PISA 2003, s. 38)

I denne sammenhæng kan det siges at være et problem at PISA bliver brugt af en lang række udviklingslande uden for OECD-kredsen, og at flere og flere ser ud til at komme til. Men selv inden for kredsen af OECD-lande, er det så præcis den samme matematikviden der er relevant for alle? Kan man med en og samme test undersøge om matematikviden hos en pige i et portugisisk landdistrikt, en dreng i København eller et barn i slummen i Mexico City svarer til det der kræves for at "det enkelte menneske kan fungerer som en konstruktiv, engageret og reflekterende borger"? Her siger PISA, så vidt jeg kan se, selv nej, fordi der i det samme afsnit om disse "funktionelle matematikfærdigheder og -forståelser som alle mennesker principielt har brug for at have", siges at de "ændrer sig med tid og sted: samfundsudvikling og teknologisk udvikling". Mathematical literacy, den kompetence som PISA har til hensigt at måle, er kulturelt, historisk og samfundsmæssigt relativ. Det er således ikke bare i opgavesammenhæng at virkelighedsdimensionen er problematisk, det er også i den indbyggede reference til virkeligheden.

Læs også kommentarer til denne artikel side 83 i dette nr.

Referencer

- Allerup P., Bredo O. og Weng P. (1998). *Matematik og naturvidenskab i ungdomsuddannelser*. København: DPI 1998.04.
- Allerup, P. (2005). PISA præstationer – målinger med skæve målestokke? *Dansk Pædagogisk Tidsskrift* 53(1), 68-81.
- Andersen, A. M. et al (2001). *Forventninger og færdigheder – danske unge i en international sammenligning*. AKF, DPU & SFI-Survey.
- Braams, B.J. (2004). <http://www.math.nyu.edu/mfdd/braams/links/pisa0207.html>
- Fredriks, A.M. et al. (2000). Continuing Positive Secular Growth Change in the Netherlands 1955-1997. *Pediatric Research* 47(3), 316-24.
- Hansen, E.J. (2005). Pisa – et svag funderet projekt. *Dansk Pædagogisk Tidsskrift* 53(1), 64-67.
- Henningsen, I. (2001). Dobbeltblik. I: Niss, M. (red) *Matematikken og Verden* (s. 147- 69). København: Fremad.
- Henningsen, I. (2005). *Noter om PISA*. <http://www.math.ku.dk/~inge/pisa>.
- Meiding, J. (red) (2004). *PISA 2003 – Danske unge i en international sammenligning*. Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. OECD.
- Thomson, S. et al (2004). *Facing the Future*. Australian Council for Educational Research.
- Zevenbergen, R.; Sullivan, P. og Mousley, J. (2002). Contexts in mathematics education: Help? Hindrance? For whom? I: Valero, P. og Skovsmose, O. (Red.)(2002). *Mathematics Education and Society. Proceedings of the Third International Mathematics Education and Society Conference. Part 2* (pp.575-582). København: Center for forskning i matematiklæring, DPU.

Fagets Videnskabsteori – et større alment perspektiv

Ole Ravn Christensen

Institut for læring, Aalborg Universitet

Den nye Filosofikum-ordning på de danske universiteter – Fagets videnskabsteori – står foran sin implementering. Gennem et tilbageblik på Filosofikuminstitutionen introduceres de vigtigste aspekter af den nye ordning, og der fokuseres på de didaktiske begrundelses- og indholdsspørgsmål relateret til Fagets videnskabsteori. De officielle retningslinjer mht. indholdet af uddannelseselementet er meget sparsomme. Det er således op til det enkelte studienævn at udforme det større almene perspektiv i uddannelserne der lægges op til. Artiklen præsenterer et idégrundlag til etableringen af indholdselementer i Fagets videnskabsteori, og dette eksemplificeres gennem udviklingen af et muligt Matematikkens videnskabsteori.

En vedvarende diskussion i universitetsdidaktikken drejer sig om balancen imellem fagspecialisering og et bredere perspektiv på verden, end det ens eget fag kan give. Siden universiteternes tilblivelse har dette spørgsmål stået centralt i forståelsen af hvilken viden man skulle videreføre til de efterfølgende generationer. På Europas første universiteter løste man spørgsmålet ved at lade alle universitetets studerende følge et fælles studium på det såkaldte Artes liberales fakultet (de frie kunstarters fakultet), og vellykkede studier her gav adgang til de forskellige specialiseringer universitetet tilbød. Artes liberales fakultetet blev senere benævnt som filosofifakultetet – det fakultet som i løbet af 1800-tallet skulle blive splittet op i de humanistiske og naturvidenskabelige fakulteter.

Gennem mit arbejde med specialiseringsproblemet i relation til universitetsundervisningen – balancegangen imellem indføring i specialiseret viden og indføring i almen viden relateret til specialiseringen – viste der sig at være en klar tråd helt op til vore dage, fra den oprindelige tankegang bag universiteternes opbygning. Den direkte arv til det moderne samfund fra de første idéer om universitetet genfandt man i det såkaldte Filosofikum, som netop var en indføring for alle universitetsstuderende i de mest almene former for viden der knytter sig til videnskabeligt arbejde. Indtil 1971, hvor ordningen blev gjort ikke-obligatorisk og straks efter forsvandt på de fleste uni-

versiteter, var undervisningen som en følge af de historiske rødder kendetegnende nok i hænderne på filosofinstitutterne og indholdet bestod fortrinsvis af propædeutisk filosofi, logik og videnskabelig metodelære.

Man kan fremføre mange grunde til at Filosofikum blev afskaffet i 1971, men studentertallets eksplosion op gennem 60'erne, videnskabernes stigende løsrivelse fra filosofien og studenteroprørets opgør med alle former for traditionelle institutioner er nok nogle af de faktorer man bør nævne. Hvorom alting er, led Filosofikum skibsbrud, og universiteterne undergik meget forskellige udviklinger i de følgende år, hvor ikke mindst de to nye universitetscentre, Aalborg og Roskilde, fandt helt nye måder at løse specialiseringsproblemet på. Her blev idéer om samfundsrelaterede, problemorienterede projekter sat i verden, og denne udviklingslinje tegner på nogle måder et alternativt udviklingsforløb til den udvikling vi skal se nærmere på i det følgende. Alle universiteterne kan dog med en vis rimelighed siges at have gennemgået en fælles udvikling siden 1971, nemlig i relation til en øget fagspecialisering, og for nylig har det vakt bekymring at universitetsstuderende udstyres med for snævert et perspektiv på deres videnskabelige arbejde.

Siden vi rundede årtusindeskiftet, er ordet Filosofikum således dukket frem i rampefyset endnu engang. På alle landets universiteter er etableret en ny ordning, kaldet Fagets videnskabsteori, der eksplicit relaterer sig til sin historiske forgænger. Man kan med rette spørge hvad meningen nu har været med det? Det er dette didaktiske begrundelsesspørgsmål vi skal undersøge i det følgende, ligesom vi skal forsøge at skabe et idégrundlag for at tænke over det indhold et Filosofikumlignende element i uddannelserne kan få i fremtiden. Disse spørgsmål udspænder det forskningsfelt min ph.d.-afhandling "På udforskning i grænselandet" omhandlede, og denne artikel er skrevet på baggrund af de idéer der behandles i afhandlingen (Christensen, 2004). Her må vores vej mod at tænke over disse problemstillinger naturligt tage deres udgangspunkt i en redegørelse for hvad betegnelsen Fagets videnskabsteori nærmere bestemt dækker over.

Hvad er Fagets videnskabsteori?

Gitte Lillelund Bech og Hanne Severinsen fra Venstre samt Knud Erik Kirkegaard og Brian Mikkelsen fra Konservativt Folkeparti fremlagde d. 25. februar 2000 et forslag til folketingsbeslutning om genindførelsen af Filosofikum i revideret form (Folketinget, 2000). Forslaget opstod på baggrund af en genopstået debat om filosofiens rolle i videnskaberne og blandt andet kronikken, "Filosofikums nødvendighed", skrevet af Kjøppe, Emmeche og Stjernfeldt fra Københavns Universitet kan spores som et af udgangspunkterne for Filosofikum-debatten (Emmeche et al., 2000). Forslaget var desuden inspireret af den såkaldte Studium generale ordning Aarhus Universitet havde indført allerede i 1997.

Som en konsekvens af det politiske initiativ, der i øvrigt fandt støtte fra det yderste venstre til det yderste højre i folketinget, blev Rektorkollegiet involveret i sagen og udfærdigede i samarbejde med daværende undervisningsminister Margrethe Vestager et sæt af retningslinjer for en genindførelse af et revideret Filosofikum på de danske universiteter. Rektorkollegiet nedsatte et undersøgelsesudvalg under ledelse af filosofen Hans Fink, Aarhus Universitet, der inddrog alle 11 danske universiteter, og gruppen fremlagde et begrundelsesskrift der virkede som beslutningsgrundlag for den aftale ministeren senere indgik med universiteterne enkeltvis.

Aftalen om det man blev enige om at kalde "Fagets videnskabsteori", blev ikke vedtaget som lov, da dette ville kræve en ændring af universitetsloven. I stedet blev aftalen skrevet ind i universiteternes udviklingsaftaler, og dette gik fint i tråd med den manglende interesse for fra oven at genskabe en obligatorisk Filosofikuminstitution der mindede om den som blev nedlagt i 1971. Slutproduktet af den beskrevne politiske proces var en ti-punkts-erklæring fra undervisningsministeren der i det væsentlige er en meget kortfattet videreførelse af anbefalingerne fra Rektorkollegiets undersøgelsesgruppe.

Med offentliggørelsen af ti-punkts-erklæringen var det dermed op til de enkelte universiteter at implementere Fagets videnskabsteori (i det følgende FVT). Et afgørende punkt i FVT-aftalen var det 10. punkt, som beskrev hvorledes kurset regnes for obligatorisk for de enkelte uddannelser fra efteråret 2004. Mange steder er der taget spændende initiativer i regi af FVT-aftalen, men andre steder er arbejdet også skredet meget langsomt frem. Der ligger derfor stadig en stor udviklings- og implementeringsfase foran os mht. FVT. Her kan man tænke på udarbejdelsen af en infrastruktur der kan støtte op omkring aftalen på de enkelte universiteter, og i nationale netværk som kan fremme og kvalitetssikre undervisningen. Men i lige så høj grad venter der et udviklingsarbejde med udarbejdelsen af det konkrete indhold af FVT-elementet i uddannelserne.

Fra Filosofikum til FVT

For nærmere at bestemme de begrundelsesargumenter og indholdstanker der ligger bag FVT-aftalen, vil jeg søge inspiration fra det skrift rektorkollegiets undersøgelsesudvalg udarbejdede til støtte for ministerens beslutning på området. Vi skal knytte an til en række vigtige elementer i aftalen.

Rektorkollegiet og den daværende undervisningsminister ønskede frem for alt ikke at lancere et forslag om FVT der havde de samme skavanker som det gamle Filosofikum i årene før dets afvikling. Her kan man for det første tænke på det meget generelle indhold Filosofikum-kurserne havde. Uanset om man skulle studere tysk, litteraturhistorie, økonomi eller matematik, havde Filosofikum-kurserne stort set det samme indhold over hele linjen. Indholdet var en ofte positivistisk inspireret almen

videnskabsteori, logik plus en ordentlig portion filosofihistorie. Idéen bag Fagets videnskabsteori er at det netop er *fagets* videnskabsteori der er i fokus, og man kan derfor ikke finde støtte i aftalen til at indføre et fuldstændig generelt indhold på tværs af uddannelserne.

Et andet tvivlsomt træk ved Filosofikum-institutionen var placeringen på det første år af studiet. Det var i realiteten et adgangskursus som man skulle igennem før man kunne starte på de "rigtige" fagstudier. Flere af de docerende filosofiprofessorer i Filosofikuminstitutionens sidste dage i slutningen af 60'erne klagede over at de studerende ikke var klar til at gennemføre en refleksion over deres fag på det allerførste semester (Hartnack, 1966, s.36; Favrholt, 1968, s.139). Men Filosofikuminstitutionen var dybt påvirket af den logisk positivistiske idé om den enhedsvidenskabelige metode (Neurath, 1938) – en påvirkning der strakte sig fra 30'erne og helt frem til institutionens afvikling i 1971. Specielt var det Jørgen Jørgensens introducerende skrifter om videnskabelighed som havde en meget stor indflydelse på Filosofikums udformning i dette tidsrum (Jørgensen, 1962, 1963a, 1963b). Den studerende skulle således først lære hvordan enhver videnskab helt generelt undersøger verden efter et bestemt skema, for derefter selv at benytte dette skema i en specifik videnskab. Idéen bag FVT hviler ikke på denne enhedsvidenskabelige grundtanke mht. videnskabelig metode. Aftalen fastlægger at kurset skal ligge senere i uddannelsen, på et tidspunkt hvor de studerende har opbygget en faglig identitet der kan give et bredere perspektiv på faget en dybere mening.

En naturlig konsekvens af at det almene perspektiv skal fokuseres på det enkelte fag, er at det er den enkelte uddannelses studienævn som har ansvaret for FVT. Filosofiinstitutterne er dermed frataget et direkte ansvar for at gennemføre undervisningen og udtænke indholdet af FVT. Dette aspekt af aftalen om henlæggelsen af ansvaret for FVT til de enkelte studienævn relaterer sig endvidere til et andet punkt i FVT-aftalen som drejer sig om undervisningskraften. Her lægger aftalen op til at FVT-underviseren enten er udstyret med dobbeltkompetencer, dvs. forsker inden for et større alment perspektiv på faget, men samtidig har et solidt kendskab til fagets traditionelle indhold, eller at der dannes teams af undervisere der tilsammen dækker de respektive kompetencer. Idéen er her at dette vil være med til at øge den status FVT kan få i sin opstartsfasen som direkte integreret i det faglige miljø.

Dette tema afspejles også i aftalens bestemmelser vedrørende eksamener. Aftalen lægger nemlig op til en afrapportering der skal bedømmes med karakter. Grunden til dette er igen ønsket om at undgå at gøre FVT til et fremmedelement i uddannelserne som kommer udefra og derfor kan tages let på. Intentionen med den obligatoriske eksamen er at stille FVT på lige fod med andre elementer i uddannelsen for at styrke dets status. Endelig fastlægger aftalen at der er tale om et undervisningselement der fylder minimum $\frac{1}{8}$ årsværk (eller 7,5 ECTS).

Lad mig knytte en sidste kommentar til aftalens formelle udformning. Det er helt klart at aftalens navn, "Fagets videnskabsteori", kun delvist rammer de intentioner der ligger i aftalen. Vi har allerede været inde på idéen om at fokusere på det enkelte fag i FVT. Men der er til gengæld ingen bagvedliggende intentioner vedrørende ordet "videnskabsteori". "Fagets videnskabsteori" giver let uheldige associationer i retning af et snævert metodologisk kursus hvor intentionen med FVT i langt højere grad handler om at brede perspektivet ud til andre former for faglighed om faget – åbne op for blandt andet tværfaglige perspektiver. Daværende undervisningsminister Margrethe Vestager udtalte da også at det er uvæsentligt hvilket navn det enkelte studienævn vælger for det større almene perspektiv, så længe det imødekommer aftalens intentioner (Vestager, 2001). Det er vigtigt at være opmærksom på dette forhold, da signalværdien i et nyt uddannelseselements navn må forventes at have stor indflydelse på dets udformning.

Begrundelse og indhold

Filosofikum var, som beskrevet, kendetegnet ved at efterleve den meget gamle idé fra universitetets oprindelse at der er et vist forberedende generelt stof som må indlæres før man er klar til optagelse på de specialiserede universitetsstudier. Dykker man ned i de begrundelsesskrifter der historisk har understøttet Filosofikuminstitutionen støder man flere steder på den idé at Filosofikum er et almindelig fundament for de videre universitetsstudier. Men idéen støder på det problem at universitetet ikke er nogen almindelig institution, og derfor kan uddannelseselementer ikke umiddelbart begrundes didaktisk fra den vinkel. Én af de filosofiprofessorer der underviste og var med til at definere Filosofikumkursets indhold i 60'erne – Justus Hartnack – var i opposition til almindeligbegrundelsen og i stedet af den opfattelse at alle universitetsstuderende havde brug for en filosofisk kultivering, da videnskabernes grænseflade til filosofien ikke var til at komme udenom. Hartnack tegner i sit begrundelsesskrift, "Filosofikum: Hvorfor og hvordan?" fra 1966, et billede af filosofien som videnskabernes øverste disciplin (Hartnack, 1966). Det er i filosofien man beskæftiger sig med de dybeste problemer i erkendelsen af verden, og det er blandt andet Hartnacks idé at det der adskiller et universitet fra en læreanstalt, netop er den stræben efter viden (et platonisk vidensbegreb) filosofien er prototypen på. I modsætning til dette er læreanstalten kendetegnet ved blot at efterstræbe kunnen (et baconisk vidensbegreb).

Dette billede af filosofien som kerneydelsen i universitetsverdenen der hæver vores viden op over den umiddelbare kunnen, har været på stærk tilbagegang siden Hartnacks dage. Alene udviklingen i antallet af "læreanstalt"-institutioner der har skiftet betegnelse til "universitet", vidner om en bevægelse i opfattelsen af hvad et universitet er. Kernen i FVT-aftalen er derfor kendetegnene nok bygget op på en anden forståelse

af det centrale bidrag fra et nyt Filosofikum-initiativ. Kernen er ikke et bestemt fagligt stof eller fundament – eksempelvis metodelære, filosofisk propædeutik, videnskabsteori eller lignende – som det var tilfældet med det gamle Filosofikum, hvor blandt andet Jørgen Jørgensens introduktioner til videnskabens grundlag som beskrevet var fast læsning i årtier. Målet er i stedet, som det hedder i aftalens første paragraf, at hver uddannelse får defineret et uddannelseselement der helt specifikt sætter netop denne uddannelses faglighed ind i et “større alment perspektiv”. Begrundelsesidéen bag det nye Filosofikum er dermed at et sådant alment perspektiv vil producere videnskabsfolk der er bedre end videnskabsfolk uden dette perspektiv.

Jeg vil undlade at gå dybere ind i begrundelsesdiskussionen i denne artikel og i stedet fokusere på de udviklingsorienterede spørgsmål FVT giver anledning til. Begrundesspørgsmålet er selve omdrejningspunktet for min afhandling (Christensen, 2004), og jeg henviser derfor til denne for overvejelser omkring dette spørgsmål. Det væsentlige her er at begrundelsen bag FVT ikke betoner vigtigheden af et fælles forbedrende stof for alle uddannelserne, men i stedet retter sig mod faglig kvalificering.

Vi har lokaliseret begrundelsen bag FVT, men hvilket indhold skal uddannelseselementet da rumme? Et kendetegn ved begrundelsen er at for eksempel filosofi og videnskabsteori ikke er direkte nævnt som leverandører af indholdet til FVT-uddannelseselementet – ja faktisk siges der uendeligt lidt om det mulige indhold af FVT. Der er således ingen teoretiske retningslinjer for indholdet af det nye uddannelseselement, og enhver der taler om faget i et større alment perspektiv, kan således hævde at være dækket ind under aftalen. Men for at FVT kan give en øget faglig kvalificering, må det nødvendigvis følge at FVT er rettet mod netop det studie den studerende følger. Det er som omtalt hensigten med Fagets videnskabsteori at det netop er *fagets*. Sagen er dog mere kompliceret end som så, da der også er en intention i aftalen om at sikre en indsigt hos den studerende i dennes rolle som akademisk person. Specielt den model for en omdefinert efterfølger til Filosofikum man har valgt på Aarhus Universitet, Studium generale, kan tolkes som et forsøg på at styrke dette perspektiv på fagene. Med Studium generale-ordningen refererede man i Århus til det oprindelige navn for et universitet og dets kerneindhold, og Århus-modellen for FVT kan derfor – i hvert fald delvist – ses som et forsøg på at synliggøre de generelle idéer bag universitetet og videnskaben, dvs. styrke indholdselementer af generel almen karakter for universitetsstuderende.

Vi skal overveje to centrale idéer i relation til indholdet af FVT der implicit har været medspillere omkring aftalen. Det drejer sig om idéerne om henholdsvis videnskabelig tværfaglighed og etiske refleksioner. Der er et stigende pres på de klassiske universitetsfag i disse år for at søge ud over egne grænser og der møde andre fagligheder som kan åbne op for nye forskningsområder. Her kan man tænke på de nye fag der er dukket op indenfor de seneste år, for at få en idé om hvor påkrævet og nyttig tværvidenskabelige kvalifikationer kan blive i fremtiden; nanovidenskab,

sundhedsteknologi, medialogi osv. En anden central indholdside omhandler etiske problemstillinger. Der er ingen tvivl om at blandt andet den politiske bærekraft under FVT-aftalen er næret af det stigende antal af etiske beslutningsprocesser specielt teknik- og naturvidenskaberne stiller os overfor i dag. Man ønsker derfor det etiske perspektiv på faget styrket, og dette perspektiv skal naturligvis ses i tæt tilknytning til fagets mere generelle samspil med samfundet.

Lad os kort forsøge at opsummere de overvejelser vi nu har gjort om indholdet af FVT. Indholdet skal rettes mod refleksioner der sætter det specifikke fag i centrum. Herudover ligger der en intention om tværfaglige refleksioner, dvs. om fagets forhold til andre fag inden for universitetets mure, og endelig om universitetsfagenes relation til det omkringliggende samfund. Samlet under et kan man sige at det drejer sig om at finde fagets identitet i FVT – i forhold til (1) fagets objekter, teorier og verdensforståelse, (2) fagets relation til andre fagligheder og endelig (3) fagets relationer til samfundet i bredere forstand. I det følgende vil jeg forsøge at anvende disse *tre dimensioner* af almene perspektiver på et universitetsfag til en konkret udvikling af et fagspecifikt FVT-indhold.

En første udvikling af Matematikkens videnskabsteori

Lad os tage fat på et konkret eksempel på udviklingen af Fagets videnskabsteori, for som det fremgår af det foregående, er et af de afgørende punkter for dette uddannelseselements fremtid at det gøres uundværligt for det enkelte fag gennem at blive knyttet meget tæt til faget. Eksemplet går på matematikken, da det er feltet hvori jeg har min egen faglige baggrund, og det er som nævnt en pointe at der skal involveres fagkyndige personer i udviklingen af de enkelte fags videnskabsteori for at sikre det almene perspektivs tilknytning til faget. Det er med andre ord en fagdidaktisk udviklingsopgave vi står overfor i udviklingen af et indhold til Matematikkens videnskabsteori. Her vil vi som udgangspunkt tænke over hvilke typer af almene perspektiver der kunne komme på tale som indholdselementer. Man kunne forestille sig perspektiver så som:

Historiske	fx "Hvornår og hvor opstod matematikken?"
Samfundsmæssige	fx "Hvad gør en matematisk model?"
Didaktiske	fx "Hvorfor skal alle lære matematik i skolen?"
Idéhistoriske	fx "Hvornår blev teorierne til og hvorfor?"
Etiske	fx "Hvor neutral er matematikken?"
Filosofiske	fx "Hvor sikker er matematisk viden?"
Sociologiske	fx "Hvilken rolle spiller matematikken som institution?"
Videnskabsteoretiske	fx "Hvordan udvikles nye matematiske teorier?"

Denne inddeling af perspektiver er naturligvis blot analytisk og medtaget for at nævne nogle disciplinære tilgange der kan lede tankerne frem mod et egentligt indhold. Man kunne tænke sig en lang række andre end de anførte, og for det enkelte fag er nogle perspektiver mere oplagte end andre. Under hvert af perspektiverne kunne man tænke sig en skov af mere specifikke perspektiver, og jeg har blot forsøgt at pege på nogle stykker ud fra mere eller mindre selvforklarende spørgsmål. Der er således tale om en rent induktiv tilgang hvor målet er at udvikle forskellige typer af perspektiver på matematikken for at forstå den på nye måder og for at se den i nyt lys. Det handler ikke om at finde den endegyldige udgave af Matematikkens videnskabsteori, men om gennem en fortløbende forsknings- og udviklingsproces at kvalificere det større almene perspektiv i Fagets videnskabsteori mere og mere. Man kan derfor med god ret spørge til de kriterier som Matematikkens videnskabsteori skal forsøge at imødekomme. Der er her argumenteret for at FVT bør dreje sig om at afdække fagets identitet ud fra de tre dimensioner beskrevet ovenfor i forrige afsnit. Perspektiver på fagets relation til samfundet, på fagets relation til universitetet som et hele, og endelig perspektiver på interne forhold i faget. Det større almene perspektiv handler om at opnå en større forståelse for hvad der foregår i faget, og hvilke relationer faget indgår i, set fra en bredere kontekst. Spørgsmålene til at indfange fagets identitet er endeløse og kan ikke alle præsenteres under fx et enkelt kursus eller en projektskrivningsfase, men kan som idégrundlag udvikles ud fra de tre skitserede dimensioner af almen viden om faget. FVT-elementet må bestræbe sig på at åbne det større almene perspektiv for den enkelte studerende på en måde der gør det relevant at vende tilbage til disse spørgsmål under det videre virke inden for faget. Det er skrappe krav, men det er selvfølgelig det der skal til for at sikre det egentlige mål med FVT. Det er en krævende forsknings- og undervisningsopgave at fremdrage de bedste og mest relevante perspektiver på faget, men det er også klart at det på sigt kan lade sig gøre med en sådan kvalitet at det vil bide sig fast i de enkelte uddannelsesforløb. Lad os se på et første tilløb til en struktur på de almene perspektiver på matematikken, som forhåbentligt kan give inspiration til andre fag.

Forestiller vi os et FVT-forløb inddelt i seks dele, kan man lade hver dels indhold styre af et bestemt perspektiv der igangsættes af et indledende spørgsmål. I mit arbejde med at producere undervisningsmateriale til et sådant forløb ser sådanne seks perspektiver således ud:

Hvor er matematikken? (perspektiv på fagets objekter)

Hvor sikker er matematikken? (perspektiv på fagets metoder og erkendelse)

Hvor er matematikken i dag? (perspektiv på fagets historie og udvikling)

Hvad er matematikken på universitetet? (perspektiv til universitetet)

Hvad er matematikerens rolle i samfundet? (perspektiv til samfundsudvikling)
Hvor vigtig er matematikken? (perspektiv til uddannelsesverdenen)

Jeg vil i det følgende eksemplificere hvilket indhold der kunne behandles i disse seks delperspektiver.

Hvor er matematikken?

I Matematikkens videnskabsteori ville man naturligt kunne behandle varianter af klassiske filosofiske spørgsmål som eksempelvis “Hvordan opnår vi matematisk viden?”, og “I hvilken forstand kan vi tale om at matematiske objekter eksisterer?”. Der er nærmere bestemt tale om erkendelsesteoretiske og metafysiske spørgsmål, og man ville kunne finde inspiration til deres besvarelse i nogle af de klassiske tænkeres opfattelse af matematik (Platon, Kant, Mill m.fl.) og betragte deres udlægning af sagen. Mht. det metafysiske spørgsmål drejer det sig om at diskutere i hvilken forstand man kan tale om at de matematiske objekter eksisterer (platonistiske opfattelser vs. konstruktivistiske opfattelser mm.). Men det drejer sig også om på hvilken måde sandhedsbegrebet er knyttet til denne eksistens, og hvordan den matematiske virkelighedsopfattelse spiller sammen med vores øvrige virkelighedsopfattelse eksempelvis inden for natur- og humanvidenskaberne.

Hvor sikker er matematikken?

Mht. dette indledende erkendelsesteoretiske spørgsmål kunne der tages fat på fagets metodologi i form af forskellige opfattelser af hvad der tæller som et matematisk bevis. Et mere grundlæggende spørgsmål drejer sig om hvor sikker den matematiske viden vi har, rent faktisk er, og i hvilken forstand den kan regnes for sikker. Her må man omkring idéerne om eksempelvis et aksiomatisk system (fx Euklid, Russell, Gödel). Man kunne også forestille sig at behandle forskellige opfattelser af hvordan matematiske teorier udvikles (fx Lakatos og Hilbert), og analysere den offentlige godkendelsesproces ny matematik gennemgår før udgivelse i tidsskrifter, fx fra et sociologisk perspektiv.

Hvor er matematikken i dag?

Matematikens historiske udvikling er en vigtig kilde til forståelsen af fagets identitet. Konkrete eksempler på delstudier kunne være tal- eller funktionsbegrebets udvikling og de matematiske discipliners udvikling og tidsmæssige tilhørsforhold. Man kunne også bevæge sig ind i de mere idéhistoriske perspektiver og undersøge hvorfor teorierne fremkom under de omstændigheder de gjorde. Disse historiske tilgange kunne relateres til samtiden gennem en oversigtsmæssig tilgang til forsk-

ningsområder inden for matematikken (fx begrænset til de ting der foregår netop på det specifikke institut eller måske i det danske forskningsmiljø). Herudover kunne Matematikkens institutionelle forankring i dag sættes i relation til fortidens udøvelse af matematik.

Hvad er matematikken på universitetet?

De allerede behandlede perspektiver rejser naturligt spørgsmålet om matematikkens særlige karakter i forhold til de andre discipliner på universitetet. Både vedrørende relationen til de teknisk-naturvidenskabelige discipliner, men også i forhold til de vidensformer og de metoder de humanistiske og samfundsvidenskabelige fakulteter bygger på. Vi er med andre ord begyndt at betragte matematikken ud fra et universitært perspektiv. Herudover kunne man tage fat på konkrete tværfaglige perspektiver. Det kendetegner matematikken at dens virkemåde og metoder har haft stor interesse i filosofien gennem vestens historie, og dette tværfaglige perspektiv kunne eksempelvis inddrages. Herudover er slægtskabet imellem logik, datalogi og matematik naturligvis helt oplagt at se nærmere på. I en helt anden her og nu retning kunne man fokusere på fremtidens matematikuddannelser – eksempelvis inden for sundhedsmatematik – og undersøge hvad denne udvikling afspejler.

Hvad er matematikerens rolle i samfundet?

Her kunne man tage fat på sociologiske perspektiver der blandt andet kunne relatere sig til de etiske problemstillinger faget involveres i. Etiske problemstillinger optræder i forbindelse med matematik på forskellig vis. For eksempel er der et helt sæt af forhold som drejer sig om ligestillingsproblematikken. Er matematikkulturen et mandligt domæne? Hvordan øges procentdelen af kvindelige matematikere (hvis man ønsker den hævet)? En række problemstillinger relaterer sig til hvem der finansierer forskningen i matematik. Etiske problemstillinger af en helt anden art kan vi støde på i forbindelse med misbrug af matematiske hjælpemidler eller ved udelukkelsen af bestemte racer fra udøvelsen af matematik under ekstreme sociale vilkår, som eksempelvis under apartheid-styret. Man kan dykke dybere ned i disse problemstillinger og undersøge hvilken rolle matematikken spiller i det enkelte tilfælde, for at skabe sig et overordnet billede af de samfundsmæssige relationer matematikken indgår i.

Hvor vigtig er matematikken?

Et oplagt emne ville her være diskussioner af den kraftige vægt der lægges på matematikken i det primære og sekundære uddannelsessystem. Et andet tema kunne dreje sig om overvejelser over de matematiske færdigheder og kompetencer der er

nødvendige for at leve i dagens samfund. Eksempelvis kunne forholdet imellem demokrati og matematikundervisning berøres. I den relation kunne temaet omkring matematiske modeller tages op gennem at stille spørgsmålet: Hvad gør en matematisk model ved virkeligheden?

Et lille skridt mod et større alment perspektiv

Den præsenterede struktur på et Matematikkens videnskabsteori er naturligvis et (meget indholdsrigt) forslag, og det kunne se ganske anderledes ud. Det er en udvikling af uddannelseselementet der jo naturligt nok er begrænset af mit indblik i almene perspektiver på matematikfaget, men det er på den anden side ikke noget tilfældigt indhold der her er givet. Nogle dele ovenfor er rettet mod matematikkens forskningsproces og objekter, andre dele fokuserer på forholdet til andre fag og universitetet som helhed, mens andre igen er rettet mod matematikken som uddannelses- og samfundsinstitution. På den måde har jeg søgt at udvikle et Matematikkens videnskabsteori der udfolder de tre dimensioner af almene perspektiver på faget som er skitseret tidligere. Samtidig er det foreslåede Matematikkens videnskabsteori bestemt på en måde der først lader interne perspektiver på faget komme til orde, og derefter ser perspektiverende ud fra faget til dets forskellige typer af eksterne relationer.

Der er således blevet givet et bud på et specifikt fags videnskabsteori der kan sikre det større almene perspektiv i matematikerens faglige kvalificering, og som samtidig er i tråd med FVT-aftalens intentioner. Det er et omfattende arbejde at udvikle FVT på samtlige uddannelser på alle landets universiteter, og der er i den forbindelse en lang række ressourcerelaterede problemstillinger som jeg ikke er gået nærmere ind på i denne artikel, men som naturligvis vil gribe ind i udviklingsprocessen. For at kunne gennemføre opgaven handler det ikke bare om én gang for alle at få defineret FVT's indhold, men om at skabe stærke og velkvalificerede forskningsmiljøer i relation til de større almene perspektiver på universitetsfagene. Vi hører ofte at der skal satses alternativt når det gælder forskningen i Danmark, for konkurrencen bliver hård de kommende år, specielt i relation til de nye teknik- og naturvidenskaber. Én ting er at spytte en masse midler efter nanovidenskab eller måske sundhedsteknologi, men vi må i den satsning ikke glemme at øget specialisering kan udgøre en trussel mod den bedst kvalificerede forskning. Vi må forsøge at hæve forskningen op på et niveau hvor teknisk- og naturvidenskabelig indsigt går hånd i hånd med den viden de humanistiske og samfundsrelaterede discipliner besidder, for at vi kan afdække eller designe os ind i verdens meget komplicerede indretning. FVT kan forhåbentlig blive et første skridt i retning af en dybere fagforståelse som giver indsigt i dette behov når det større almene perspektiv indarbejdes i fagets kerne.

Referencer

- Blegvad, Mogens (1977). *Filosofikum. I: Dansk filosofi og psykologi, bind 2*. København: Filosofisk institut, Københavns universitet.
- Ellehøj, Svend et al. (red.) (1980). *Københavns Universitet 1479-1979 vol. I-XIV*. G.E.C. København: Gads forlag.
- Emmeche, Claus et al. (2000). *Filosofikums nødvendighed*. *Jyllandsposten* 12. januar.
- Favrholdt, David (1968). *Filosofi og samfund*. København: Nordisk Forlag A.S.
- Fink, H. et al. (2003). *Universitet og videnskab – Universitetets idéhistorie, videnskabsteori og etik*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Fink, Hans (2001). *Fra Filosofikum til Studium Generale*. *Uddannelse*; nr. 3, marts.
- Folketinget (2000). www.folketinget.dk/search.asp, 1999-2000 – B 106 (som fremsat): Forslag til folketingsbeslutning om indførelse af filosofikum på de lange videregående uddannelser (Lovforslaget om Filosofikum fremlagt i folketingsåret 1999-2000)
- Hartnack, Justus (1966). *Filosofikum. Hvorfor og hvordan?* København.
- Jørgensen, Jørgen (1962). *Filosofiske forelæsninger som indledning til videnskabelige studier*. København: Munksgaard.
- Jørgensen, Jørgen (1963a). *Indledning til logikken og metodelæren*. København: Munksgaard.
- Jørgensen, Jørgen (1963b). *Psykologi paa biologisk grundlag*. København: Munksgaard.
- Neurath, Otto (1938). *Encyclopaedism as a Pedagogical Aim: A Danish Approach*. *Philosophy of Science vol. 5 1938*. Williams and Wilkins Company.
- Pedersen, Olaf (1979). *Studium generale – De europæiske universiteters tilblivelse*. København: Gyldendal.
- Vestager, Margrethe (2001). *Forskning og uddannelse – interview med undervisningsminister Margrethe Vestager i Uddannelse*; no. 3, marts.

Får natur/teknik en fremtid?

Helene Sørensen, Finn Horn & Søren Dragsted
Institut for Curriculumforskning,
Danmarks Pædagogiske Universitet

Faget natur/teknik blev indført i 1994 som en styrkelse af naturfagsområdet i folkeskolen. Artiklen baserer sig på spørgeskemaundersøgelsen "Kortlægning af læreres kompetenceudvikling og efteruddannelsesbehov i natur/teknik" (KALK) gennemført i 2003 (Dragsted et al., 2003). Undersøgelsen var en opfølgning af "Lærerhøjskolens Undersøgelse af Natur/teknik" gennemført i 1996 (LUNT) (Andersen et al., 1997a, 1997b). Vi har i KALK 2003 fokuseret på hvilke lærerressourcer der indgår i natur/teknikundervisningen, og på nogle af de strategier som skoler og lærere anvender for at kvalificere natur/teknikundervisningen. Artiklen omtaler dele af KALK-undersøgelsen og falder i tre afsnit: et som giver et signalement af natur/tekniklærere, et som omtaler organisatoriske forhold på skolen i forhold til faget og til sidst et perspektiverende afsnit med forslag til "skolen" og påpejning af hvilke forsknings/udviklingsopgaver som der bør gennemføres for at sikre natur/tekniks fremtid.

Baggrund

Natur/teknik er grundskolens mest omfattende naturfaglige fag. I gennemsnit bør der undervises 1,8 lektioner om ugen i 6 år, og emnerne hentes fra fagene biologi, geografi, fysik og kemi. Faget blev i 1994 indført i den danske folkeskole angiveligt for at styrke uddannelserne i naturfagene. LUNT-undersøgelsen, som blev iværksat af undervisningsministeriet, gav et indtryk af det nye fag kort efter starten i 1994 (Andersen et al., 1997a, 1997b). På baggrund af undersøgelsen blev det anbefalet at styrke naturfagene på skolerne, bl.a. ved at bruge lærere med faglig baggrund i fagene som undervisere, ved at sikre ressourcer til faget og til efteruddannelse af lærere til faget. Det blev desuden anbefalet at styrke den naturfaglige kultur på skolerne.

Siden har natur/teknik været diskussionsemne både offentligt og i skolekredse og to internationale undersøgelser har sat fokus på området. PISA-undersøgelsens resultater for 2003 viser at danske elever stadig ligger langt under middel i naturfagene. Undersøgelsen "Relevance Of Science Education" (Busch, 2005) viser at danske unge som gruppe ikke er overvældende interesserede i naturfagene.

I skoleåret 2002/2003 blev de første lærere med liniefag i natur/teknik uddannet

og begyndte som lærere i skolen, 8 år efter natur/tekniks indførelse. I 2002 ønskede Undervisningsministeriet at gentage dele af LUNT-undersøgelsen. Det blev til projektet "Kortlægning af læreres kompetenceudvikling og efteruddannelsesbehov i natur/teknik" som kort fortalt viser at forholdene for skolefaget natur/teknik ikke har ændret sig meget i de mellemliggende år.

Metode

Kortlægningen bestod af en sammenhængende kvalitativ og kvantitativ undersøgelse. Skolerne blev valgt så antallet af små, mellemstore og store skoler svarede til fordelingen på landsplan. Der blev udvalgt 4 skoler på baggrund af telefoninterviews, som blev gennemført i januar/februar måned 2003. Interviewskolerne blev valgt blandt skoler med henholdsvis en aktiv holdning og en nedtonet holdning i efteruddannelsen af lærerne. Endvidere var en kort henholdsvis lang afstand til efteruddannelsescentre en faktor i udvælgelsen af skoler.

På de udvalgte skoler blev der gennemført interviews af skoleledelse og af gruppen af natur/tekniklærere på 2., 4. og 6. klassetrin. Interviewene dannede grundlag for udformning af spørgeskemaerne. Den kvantitative undersøgelse bestod af sammenhængende spørgeskemaer udsendt til skoleledelse og natur/tekniklærere i 2., 4. og 6. klasser på 6 % af landets skoler. Lærerne blev bedt om at udfylde et skema med læreroplysninger og desuden et skema for hver natur/teknikklasse på 2., 4. og 6. klassetrin som de underviste i. I undersøgelsen indgik 106 skoleledere og 393 lærere, hvoraf kvinderne udgjorde 53 %. Der indgik 494 klasser.

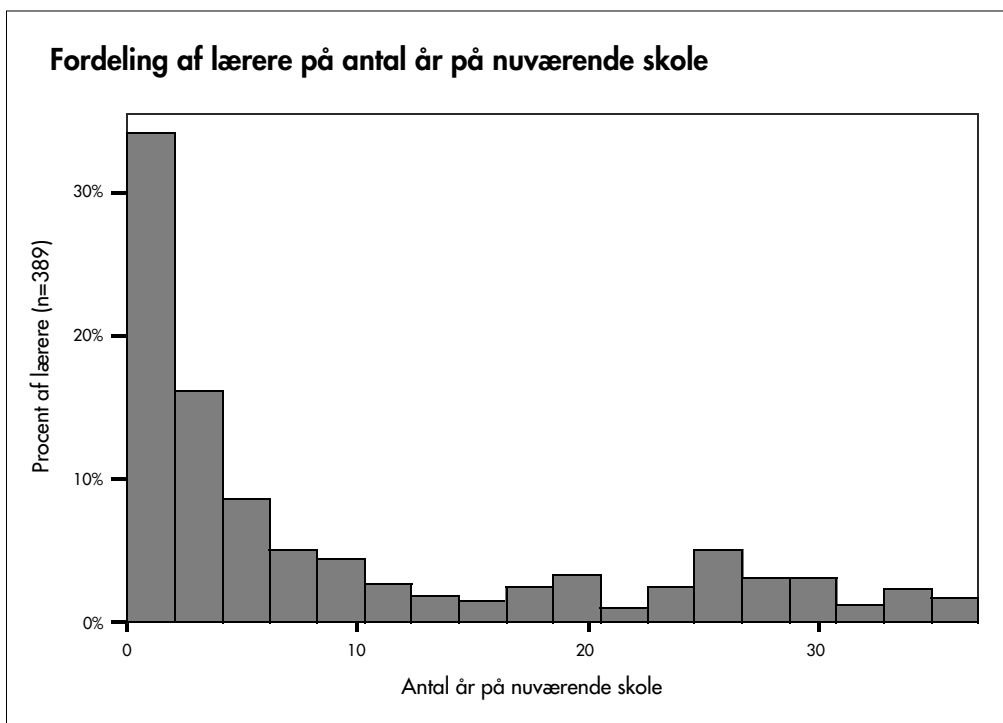
Sammenlignet med nærværende undersøgelse var LUNT-undersøgelsen i 1996/97 langt mere omfattende i såvel statistisk grundlag som i emner der blev undersøgt. Til gengæld var det kun 2. og 4. klasseslærere der var inddraget i undersøgelsen, fordi faget på daværende tidspunkt knapt var kommet i gang på 6. klassetrin. KALK-undersøgelsen i 2003 var mindre omfattende. Mange flere forhold gældende for undervisning i natur/teknik blev belyst ved undersøgelsen i 1997 end ved opfølgingsundersøgelsen i 2003. Nogle af spørgsmålene i de to undersøgelser er fuldstændig identiske med henblik på sammenligning.

Signalement af natur/tekniklærere

Om læreres uddannelse

Der er sket én væsentlig ændring i skolen siden LUNT-undersøgelsen blev gennemført.

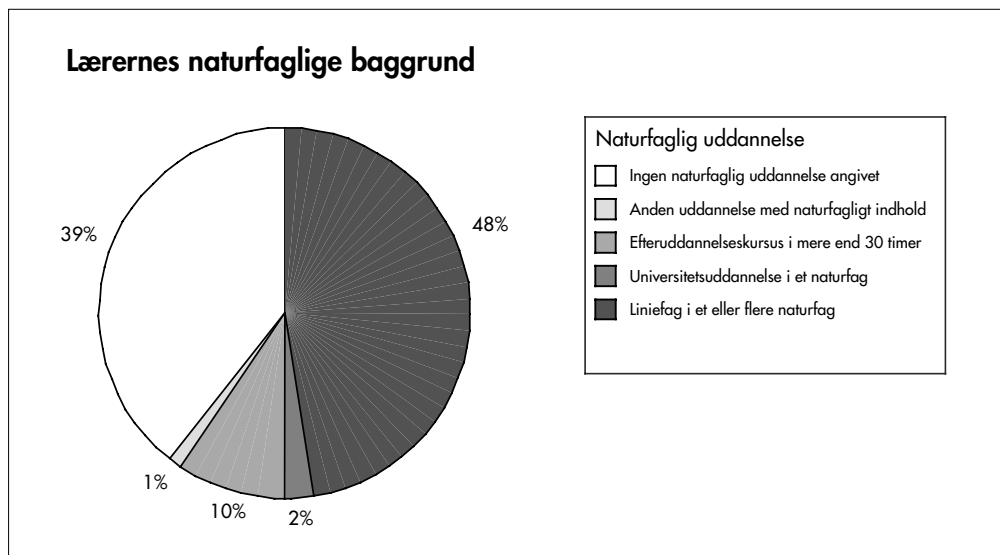
Der er kommet unge lærere ind i skolen efter en lang række år hvor der blev ansat få nye lærere, og hvor lærerpersonalet på skolerne derfor fik højere og højere gennemsnitsalder. Lærerguppen i KALK 2003 består af en gruppe unge lærere med få erfaringer og en gruppe lærere med undervisningserfaring og erfaringer fra kurser, men hvor det kan forudses at 1/4 af de sidste lærere går på pension inden for de næste 5-10 år.



Figur 1. Natur/tekniklærerne har ikke lang anciennitet på deres nuværende skole.

Figur 1 demonstrerer at halvdelen af undersøgelsens lærere har været på deres nuværende skole i mindre end 5 år. Der er en tendens til at nye lærere på skolen pålægges at undervise i natur/teknik, så vores undersøgelse har en overrepræsentation af unge lærere i forhold til sammensætningen af det samlede danske lærerkorps.

På figur 2 fremgår det at 48 % af lærerne har liniefag i et eller flere af naturfagene. Deles lærerne op efter om de underviser i 2., 4. eller 6. klasse, findes at andelen af lærere der har naturfaglig baggrund, er højest for 6. klassernes lærere. 13 % af lærerne har anden form for baggrund i et eller flere naturfag. De resterende 39 % underviser i natur/teknik uden formel naturfaglig baggrund. Disse lærere har fortrinsvis liniefag i et praktisk musiksk fag. For 2. klassernes lærere er det næsten halvdelen af lærerne som tilhører gruppen "ingen naturfaglig uddannelse angivet".



Figur 2. Naturtekniklærernes faglige baggrund opgjort på kategorier.

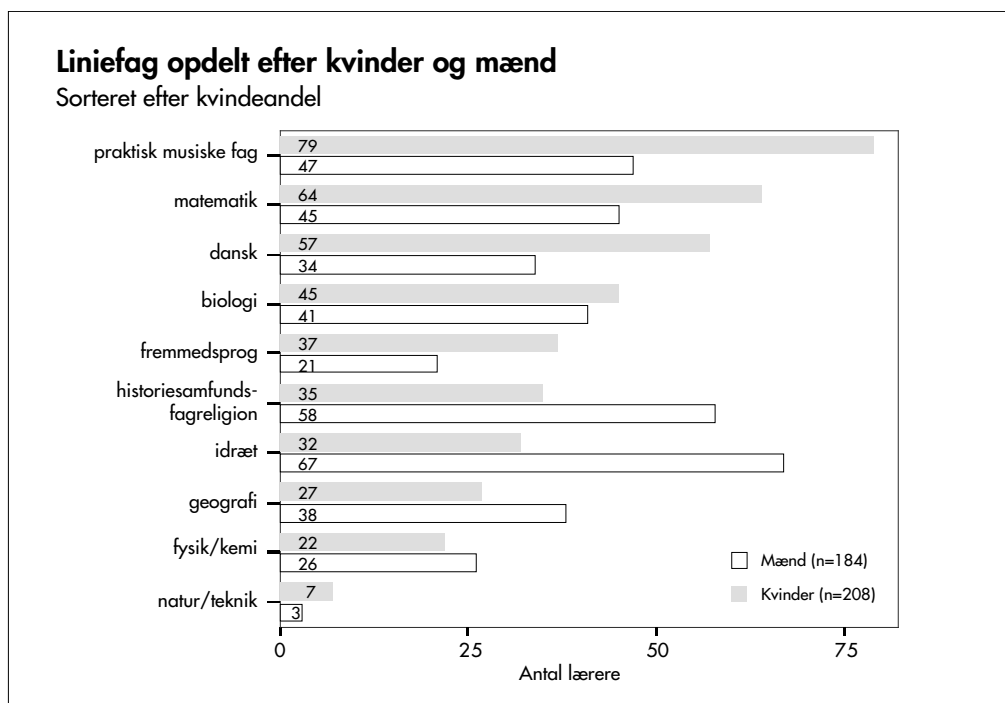
I nedenstående diagram (figur 3) er liniefagene vist for kvinder og mænd. Samtidig er flere liniefag grupperet, f.eks. i de praktisk-musiske, i fremmedsprog, og i historie-samfundsfag-religion. Lærerne kan godt have mere end et liniefag inden for disse grupper.

Kun 10 lærere har natur/teknik som liniefag. Faget blev først indført på seminarierne i forbindelse med Lov om uddannelse af lærere til folkeskolen 1998, så kun de første to årgange af liniefagsuddannede var aktive lærere i skolen på undersøgelsestidspunktet. Biologi er det liniefag der er mest repræsenteret af de naturfaglige liniefag. Matematik er det bedst repræsenterede liniefag. Der er dog stadig samlet flere lærere der har et eller flere naturfag som liniefag. Af diagrammet fremgår også at der er forskel på kvindelige og mandlige læreres baggrund.

Inden for nogle fag er der stor forskel på hvad kvinder og mænd har som liniefag. 38 % af kvinderne har et eller flere liniefag inden for de praktisk musiske fag mod 26 % af de mandlige lærere. 19 % af de mandlige lærere har dansk som liniefag mod 27 % af de kvindelige lærere.

51 % af de mandlige lærere har et eller flere liniefag inden for den naturfaglige gruppe mod 44 % af kvinderne. 41 % af kvinderne har ingen naturfaglig baggrund mod 36 % af mændene. For liniefaget fysik/kemi er der stort set lige mange kvinder og mænd i KALK 2003.

Det kan diskuteres om liniefag i eksempelvis fysik/kemi eller i biologi giver en tilstrækkelig bred baggrund. Brock og Egelund viser i undersøgelsen "Et lærerperspektiv på natur/teknik og fysik/kemi" at lærere lægger vægten i undervisningen inden for



Figur 3. Kvindelige og mandlige natur/tekniklærere har forskellig baggrund, som det kommer til udtryk gennem deres liniefag.

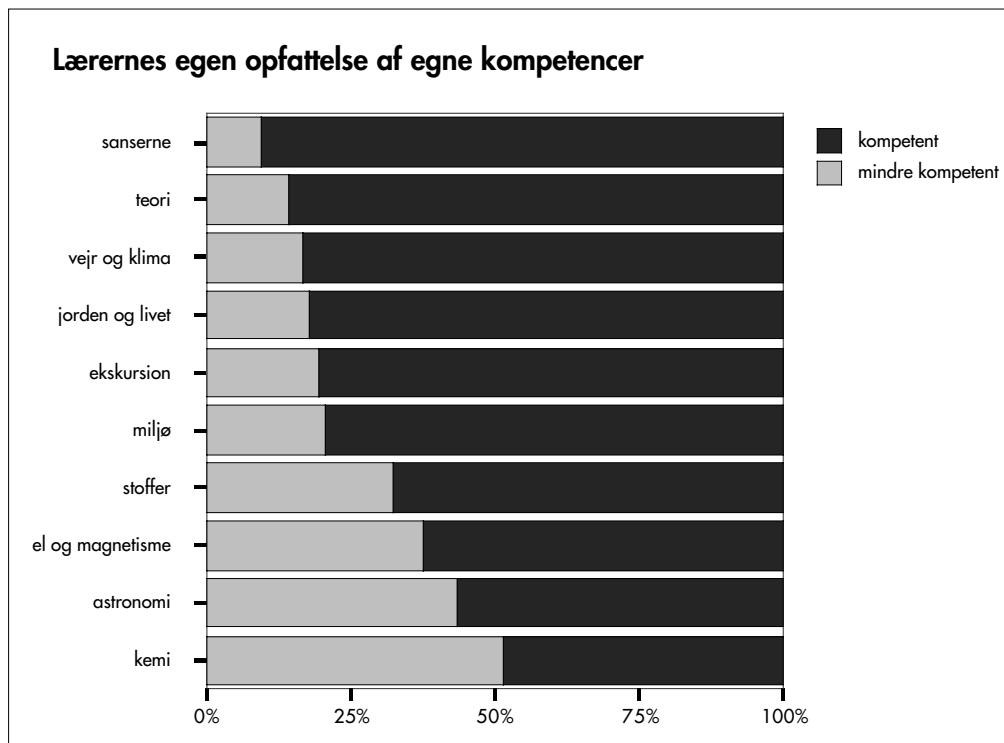
det område hvor de har den faglige baggrund (Broch & Egelund, 2002). Desuden peges der på at en stor del af natur/tekniklærerne oplever at de har en mangelfuld uddannelsesmæssig baggrund for at undervise i faget. De nævner at nogle lærere ikke har uddannelsesbaggrund inden for naturfagene, mens andre angiver at have behov for supplerende uddannelse, dels fordi natur/teknikkurserne føles som utilstrækkelige, dels fordi seminarie- og anden uddannelse ikke giver tilstrækkelige redskaber til undervisningen, og det er almindeligt at lærere ikke har faglig baggrund inden for alle områder af faget.

Vi ønskede at finde frem til lærernes egen opfattelse af deres kompetence i forhold til at undervise i natur/teknik. Derfor spurgte vi natur/tekniklærerne om deres opfattelse af egne kompetencer i 10 udvalgte faglige/pædagogiske områder:

- Ekskursioner i natur-/skovområder
- At inddrage teori i undervisningen
- Stoffer og materialer
- Jorden og livets udvikling
- Astronomi
- Elektricitet og magnetisme

- Menneskets sanser
- Vejr og klima
- Miljøundervisning
- Kemi i hverdagen

Resultatet af denne del af undersøgelsen er vist på figur 4.



Figur 4. Naturtekniklærernes angivelse af egne undervisningskompetencer.

I spørgsmålet tager vi ikke udgangspunkt i en bestemt opfattelse af hvad undervisningskompetence i naturfagene burde være; det har vi overladt til lærerne at vurdere, når vi har bedt om deres *egen* opfattelse af *egne* kompetencer til at undervise i udvalgte områder af natur/teknik.

Lærernes egen opfattelse af kompetence inden for natur/teknik hænger sammen med fagligheden i deres uddannelse, f.eks. føler lærere med liniefag i fysik/kemi sig mere kompetente i el og magnetisme og i astronomi end lærere med de andre naturfag som liniefag.

Opdeles resultaterne på "lærere med mindst ét liniefag inden for gruppen af naturfaglige fag" og lærere uden naturfaglige liniefag, viser det sig at lærere i den første

gruppe føler sig (lidt) mere kompetente på alle områder end lærere uden naturfaglige liniefag.

Kvindelige og mandlige lærere føler sig lige kompetente med undtagelse af området "el og magnetisme", hvor mænd føler sig (lidt) mere kompetente.

Om lærernes efteruddannelse

En del af vores spørgeskema handlede om lærernes deltagelse i efteruddannelse. Omkring halvdelen af lærerne har *ikke* deltaget i efteruddannelse med henblik på natur/teknik. Deltagelse i efteruddannelse vokser med den tid læreren har været lærer. I forbindelse med indførelsen af faget natur/teknik i folkeskolen i 1994 var der et stort udbud af og en stor efterspørgsel af kurser i natur/teknik, så det er lærere som har været uddannet mere end 13 år, som har flest erfaringer fra længerevarende efteruddannelse.

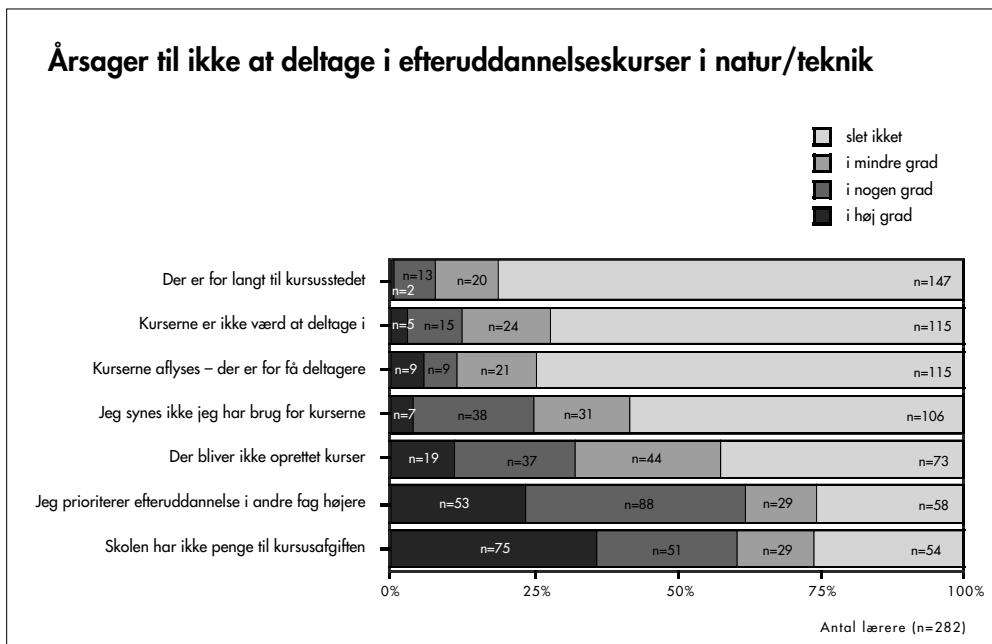
I "Et lærerperspektiv på natur/teknik og fysik/kemi" (Broch & Egelund, 2002) konkluderes det at en stor del af natur/tekniklærerne oplever at have en mangelfuld uddannelsesmæssig baggrund. Det gælder ikke alene de lærere som ikke har nogen naturfaglig uddannelse, men også lærere som har fulgt efteruddannelse eller har liniefag i ét eller flere naturfag, idet lærerne ikke føler at det har givet tilstrækkelige redskaber til undervisningen. Yderligere er det udbredt blandt lærere at de ikke mener at have baggrund inden for hele det område som natur/teknik dækker.

Dette stemmer overens med vore resultater, idet lærerne udtrykker deres behov for kurser i de fagområder hvor de føler sig mindre kompetente, fx viser vores tal i KALK, at kurser i fysikemner ligger højest på listen efterfulgt af kurser i natur/teknik.

Gennem interview havde vi fået angivelse af en række forskellige årsager til at lærerne ikke deltager/har deltaget i efteruddannelse for natur/tekniklærere. Dette brugte vi som baggrund for at formulere spørgsmålene som fremgår af figur 5.

Lærernes besvarelser viser at de prioriterer kurser i andre fag højere, og at de angiver, at skolen ikke har de økonomiske ressourcer. Der kan være en sammenhæng i disse begrundelser, idet lærerne i deres prioritering agerer inden for en kendt – og for lille? – økonomisk ramme på den enkelte skole. Siden kursusmidler blev henlagt til bloktilskuddet for kommunerne, er der ikke mere øremærkede penge til lærernes efteruddannelse, så det er i høj grad en prioritering i den enkelte kommune hvor meget der bevilges til efteruddannelse. Manglende ressourcer til efteruddannelse anføres også hos Broch og Egelund som et stort problem (Broch & Egelund, 2002).

Vi har undersøgt om der inden for gruppen af natur/tekniklærere var nogle forskelle på de lærere som prioriterer at undervise i faget natur/teknik, og de lærere som prioriterer andre fag højere end natur/teknik. I de indledende interview betonedes lærerne at de hellere ville deltage i kurser hvor de har mange timer, end i et fag med



Figur 5. Natur/tekniklærerne prioriterer de begrænsede ressourcer til kurser i andre fag end natur/teknik.

få timer som natur/teknik. Det blev bekræftet ved spørgeskemaundersøgelsen at lærere med få timer i natur/teknik i højere grad prioriterer efteruddannelse i andre fag eller områder. Der er som sådan ikke tale om et fravalg af kursustilbud inden for natur/teknik. Lærerne vurderer at kurserne er værd at deltage i, og det er kun et lille mindretal som synes de ikke har brug for kurserne.

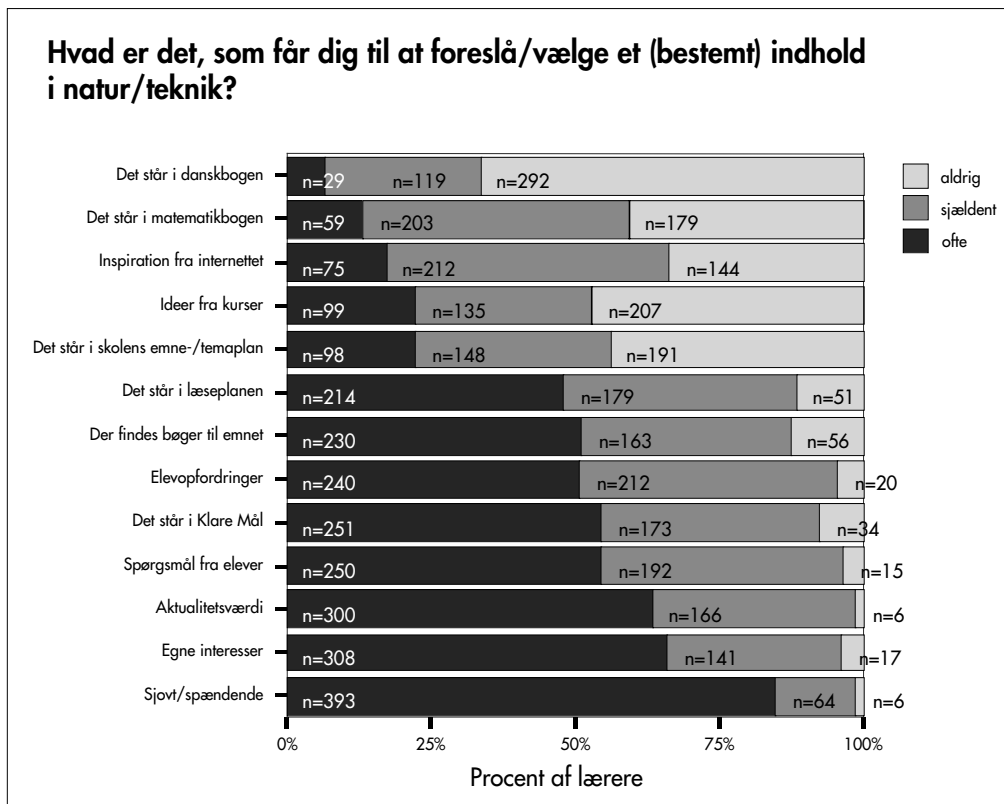
Det var vores hypotese på baggrund af interviewene at lærere langt fra kursusudbydere havde sværere ved at opnå kurser. Det tyder lærernes svar ikke på, idet "Der er for langt til kursusstedet" anføres af kun 35 lærere som havende nogen grad af betydning.

Organisatoriske forhold

Hvordan vælges indholdet i undervisningen

Natur/teknik er et fag med nogle rammer og betingelser på den enkelte skole som kan gøre at det er let eller besværligt at undervise i. Undervisningen i natur/teknik skulle desuden leve op til de mål som var udtrykt i ministeriets "Klare Mål" (Undervisningsministeriet, 2003). Vi var interesseret i at få indtryk af hvordan disse rammer blev udfyldt. Vi har derfor spurgt lærerne om hvad der har indflydelse på valg af indholdet i klassens natur/teknikundervisning.

Oplevelses- og interesseelementet vægtes højt, idet "sjovt/spændende" er det som scorer højest når der skal vælges indhold i natur/teknik. At lærerens egne interesser også scorer højt, er et udtryk for at lærerens egen opfattelse af kompetence har stor betydning for hvad der undervises i i natur/teknik. I figur 6 ses en opgørelse over hvilken vægt lærerne lægger på de enkelte områder når der vælges indhold i undervisningen.



Figur 6. Indholdet i natur/teknikundervisningen bestemmes i mindre grad af formelle bestemmelser end af hvad der er interessant for lærere og elever.

Analysere vi tallene opdelt på klassetrin, ses nogle forskelle, idet elevopfordringer får større betydning i 6. klasse end på de yngre klassetrin. 2. klasse skiller sig også ud, idet matematikbogens indhold har en betydning for valg af indhold i natur/teknikundervisningen som slet ikke findes på de senere klassetrin. I 2. klasse har dansk bogens indhold også betydning, men ikke så stor som matematikbogens.

Vi har ikke undersøgt om matematikbøger indeholder mere natur/teknik-relateret undervisningsstof end dansk bøger. Vi ved derimod at der er dobbelt så mange natur/tekniklærere som fortrinsvis underviser i matematik end i dansk.

Vi spurgte også hvem der havde indflydelse på valget af indhold, og her var svaret næsten udelukkende at det var læreren selv. Hvis opgørelsen deles på klassetrin, er

der en tydelig tendens til at valg af indhold på 2.klassetrin i højere grad sker i et samarbejde mellem lærere for klassen og i et samarbejde mellem lærere for flere klasser end for de følgende klassetrin. Udviklingen fra 1996 og til nu er at lærerteam har fået en lidt større indflydelse.

I skolens hverdag er lærerens mulighed for at kvalificere sin undervisning afhængig af den faglige kultur og de kolleger som er på skolen. I "Et lærerperspektiv på natur/teknik og fysik/kemi undervisningen – en kvalitativ analyse" omtales det faglige samarbejde mellem lærerne:

Der er ganske få eksempler på, at en skole har afsat ressourcer til at udforme fælles retningslinier for fagområdet. Ud over fagudvalg til bl.a. materialeindkøb findes ikke samarbejdsfora på skolerne, hvilket ser ud til at have stor betydning for samarbejdets karakter og omfang. Samarbejdet beror overvejende på lærernes eget initiativ og består af sparring eller "tip" mellem to eller flere kolleger. (Broch & Egelund, 2002, s. 117)

KALK-undersøgelsen viser at fagligt usikre lærere spørger mere vidende kolleger om hjælp og desuden spørger andre lærere i klassen. De lærere som ikke har formel uddannelsesbaggrund i naturfag, klarer sig i hverdagen ved et stort forberedelsesarbejde og ved at søge hjælp blandt kolleger, evt. i det team som de er tilknyttet.

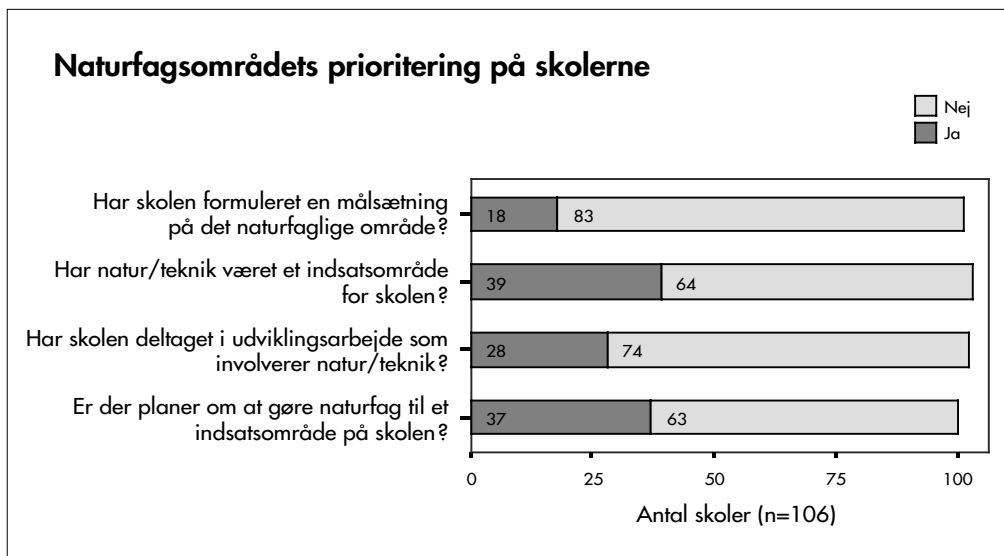
KALK-undersøgelsen viser samme mønster i samarbejdet mellem lærerne som den oprindelige LUNT-undersøgelse. Dengang var anbefalingen at der gennem udviklingsmidler blev igangsat det faglige samarbejde på skolerne som skulle sikre en støttende naturfaglig kultur. Denne anbefaling kan med fuld styrke gentages nu. Forskningsprojektet "Fra seminarium til skolevirkelighed i natur/teknik" viser at en støttende skolekultur kan give nye lærere mere selvtillid i forhold til det at undervise i natur/teknik (Andersen *et al.*, 2005; Andersen *et al.*, 2003)

Hvad gøres for at kompensere for faglig kompetence i natur/teknik hos lærerne?

LUNT-undersøgelsen viste at skoleledere brugte natur/tekniktimerne som kit i skemaet eller satsede på fålærerprincip frem for at bruge lærernes uddannelsesressourcer, når der skulle sammensættes undervisningsteams i klassen eller på klassetrin med henblik på undervisningen i natur/teknik. Det fremgik desuden at lærere ikke fik opfyldt deres behov for efteruddannelse (Andersen *et al.*, 1997a).

Den samlede LUNT-undersøgelse pegede på at skolerne ikke prioriterede det naturfaglige område, og det var en anbefaling at der skulle gøres en indsats for at styrke den naturfaglige kultur i en humanistisk præget skole (Andersen *et al.*, 1997a, 1997b). Det ønskede vi at følge op på i 2003. Vi stillede fire spørgsmål om skolernes indsats på naturfagsområdet (figur 7). Der er fem af skolelederne som har besvaret alle fire

spørgsmål med et ja. 34 af skolelederne har ikke svaret ja til et eneste af de fire spørgsmål. Figur 7 viser skoleledernes svar på spørgsmålene.



Figur 7. Få skoler har en målsætning på det naturfaglige område.

Halvdelen af skolelederne kommenterede spørgsmålene i tekst. Når vi analyserer tekstsvarene, viser det sig at en tredjedel af dem har angivet at udviklingen har drejet sig om lokaler, udstyr m.m., en anden tredjedel har angivet udvikling af lærernes undervisningskompetencer i naturfagene, og den sidste tredjedel udvikling af faglighed gennem fagudvalg o. lign.

35 % af skolerne har planer om at gøre naturfagsområdet til et indsatsområde, mens ca. en fjerdedel af skolerne har haft udviklingsprojekter på området. 18 af skolelederne har svaret ja både til at natur/teknik har været et indsatsområde, og til at der er planer om at gøre naturfag til et indsatsområde, så der hvor der er opmærksomhed om naturfagene, sker det åbenbart som en vedvarende indsats.

39 % af lærerne i KALK har ikke naturfaglig baggrund. Lærerne havde hovedsageligt selv valgt at have faget. Omkring 80 % af de lærere som har liniefag i et eller flere af naturfagene, opgiver at de fortrinsvis underviser i natur/teknik, altså de underviser flere klasser end den klasse som har været årsag til at de fik tilsendt spørgeskemaet.

Vi har spurgt skolelederne om hvad de vægtede af baggrund for at kunne undervise i natur/teknik blandt følgende muligheder:

- Læreren kender klassen
- Læreren har klassen i mindst et andet fag

- Læreren har en naturfaglig baggrund
- Læreren har ønsket natur/teknik

Skolelederne prioriterer kendskab til klassen højest for de små klasser. Faglig baggrund prioriteres højere i slutningen af forløbet. Dette blev, som tidligere nævnt, bekræftet i undersøgelsen.

Når skolelederne blev spurgt om hvad de gjorde for at sikre fagligt kompetente lærere, svarede mange at enten sendte de lærerne på efteruddannelse eller også ansatte de nye lærere med de søgte kompetencer. Når vi ser på baggrunden for de nye lærere på skolerne, har de samme uddannelsesmæssige baggrund som resten. Vores undersøgelse tyder ikke på at gruppen af nye lærere viser sig væsentligt mere kompetente i natur/teknik.

En tredjedel af skoleledere pegede på muligheden af at sikre undervisningskompetence i naturfagene gennem opbygning af klasseteams eller fagteams. De fleste af lærerne er organiseret i en struktur med klasseteams. Vi spurgte skolelederne om natur/teknik var et emne ved teamsamtalerne. Der er ikke tegn på at natur/teknik systematisk tages op ved teamsamtaler på ret mange af skolerne.

34 ud af 106 skoleledere svarede uddybende på spørgsmålet. Vi havde stillet spørgsmålet ud fra en viden om at nogle skoleledere aktivt søgte at understøtte natur/teknik ved at tage det på programmet ved samtaler med klasse- eller årgangsteam. Et svar som dette "Praktiske forløb – Hvordan sikrer teamet sig at eleverne får nogle forløb med et fagligt n/t indhold" antyder at dette godt kan finde sted. Ellers er svarene at natur/teknik indgår på linie med andre fag eller i forbindelse med en samtale om tværgående forløb i emneuger eller lignende. Fem skoleledere skriver at da årsplaner ligger til grund for samtalen, vil natur/teknik naturligt komme ind i diskussionen. Ellers beskrives at det er lidt tilfældigt om natur/teknik er emne ved teamsamtale. Det afhænger af de lærere som indgår i teamet. Natur/teknikundervisningen som emne tages op i samtalen hvis natur/tekniklæreren er medlem af teamet, eller hvis natur/teknik indgår i tværfaglige projekter og emne/temauger.

Jobbet som natur/tekniklærer i klassen skifter mellem forskellige personer i teamet. En af overraskelserne for os i besvarelsene var at konstatere hvor hyppigt klasser skiftede lærer i natur/teknik. Kun lidt over halvdelen af lærerne på 4. og 6. klassetrin havde haft klassen i natur/teknik året før. Natur/teknik med det lille timetal bliver stadig brugt som kit i skemaet. Måske kender læreren klassen fra andre fag, men der er ikke kontinuitet i natur/teknik.

En betydelig del af de nye lærere i natur/teknik har ikke selv ønsket faget. Ofte er lærerne nye på skolen og har måske haft meget begrænset indflydelse på fagfordelingen. En anden baggrund for det manglende valg af natur/teknik i klassen kan

Har du selv ønsket at undervise denne klasse i natur/teknik?						
	2.klasse (n=161)		4.klasse (n=172)		6.klasse (n=151)	
	ja	nej	ja	nej	ja	nej
Læreren har haft klassen i andet	86	9	76	10	65	13
Læreren kender ikke klassen	42	24	54	32	42	31

Figur 8. Læreren ønsker i højere grad at undervise klassen i natur/teknik når den er "kendt".

være en lærer der har fået et skema for en lærer på orlov. Vi tolker tallene således at lærere som kommer til en ny skole – nyuddannede eller erfarne – får natur/teknik på skemaet, hvad enten de har baggrund for det eller ej. Og når de senere får indflydelse på fagfordelingen, kommer de af med timerne.

Perspektivering

Diskussion

En tredjedel af skolerne har ikke målsætning på naturfagsområdet, har ikke deltaget i udvikling på området eller har ikke planer om at gøre det. De øvrige skoler har enten en målsætning på området, har deltaget i udviklingsarbejde eller har planer om at gøre det. Nogle få skoler har en stor samlet indsats på naturfagsområdet.

Cirka en tredjedel af lærerne har ikke formelle kvalifikationer i naturfag. For 2. klassernes lærere er det næsten halvdelen af lærerne som ikke har uddannelse i naturfag. Selv med liniefag i et eller flere naturfag kan lærerne føle deres undervisningskompetence i naturfagene utilstrækkelig, idet natur/teknik er et fag der henter sit fagindhold fra en bredde af naturfag.

Skoleledernes strategier for at sikre fagligt kompetente lærere er i høj grad at efteruddanne lærere eller ansætte nye hvis der er mangel på kompetente lærere. Det fremgår ikke af vores talmateriale at dette rent faktisk finder sted på skolerne. Lærerne ønsker kurser inden for de fagområder hvor de har mange timer, og lærerne udtrykker at de tilpasser deres kursusønsker til de økonomiske muligheder der findes på deres skole.

De mange unge lærere i undersøgelsen har ikke haft efteruddannelse i natur/teknik. Lærerne har ønsker om en faglig opgradering i natur/teknik. Det kan kun ske ved en omprioritering af hvilke kursusområder de enkelte skoler eller kommuner satser

på. Lærergruppen i undersøgelsen består af en gruppe unge lærere med få erfaringer og en gruppe lærere med lang undervisningserfaring og erfaringer fra kurser, men hvor det kan forudses at 1/4 af lærerne går på pension inden for de næste 5-10 år, så efteruddannelseserfaringerne forsvinder.

En tredjedel af skoleledere peger på muligheden af at sikre undervisningskompetence i naturfagene gennem opbygning af klasseteams eller fagteams. Lærersamarbejdet finder dog stadig i høj grad sted i en uformel form. Det faglige samarbejde sker mellem kolleger som giver hinanden ideer til undervisningen uden for den formelle struktur.

Læreren i natur/teknik er en del af lærerteamet med en betydelig del af arbejdet i klassen. Klassen har læreren i flere fag og i et betydeligt antal lektioner. Antal lektioner tillagt natur/tekniklæreren falder dog i forløbet fra 2. til 6. klasse. Men der sker et voldsomt stort antal lærerskift i natur/teknik. Lærere der for klassen er nye i natur/teknik, har ikke i så høj grad selv ønsket undervisningen, og de har færre lektioner i klassen.

Det er fortrinsvis læreren der har indflydelse på valg af indhold i undervisningen. Eleverne får dog gradvis fra 2. til 6. klasse en stigende indflydelse, men indflydelsen er stadig mindre end lærerens indflydelse. Udviklingen fra 1996 og til nu er at lærerteam har fået en lidt større indflydelse.

Ud over enkelte spørgsmål viser en sammenligningen af LUNT 96 med den aktuelle undersøgelse at tallene er næsten identiske, uanset at gruppen af lærere har en anden aldersprofil og kønsfordeling. Der skulle ellers kunne forventes en større forskel når skolefaget natur/teknik nu har eksisteret i 8-9 år frem for de 2-3 år før LUNT 96. Tilsyneladende er skolefaget natur/teknik ikke ændret afgørende i perioden.

Anbefalinger

Hvis natur/teknik skal blive det fag i skolen som giver baggrund for en vedligeholdelse af elevernes nysgerrighed over for fænomener og sammenhænge i naturen og engagement til aktivt at arbejde videre med tilegnelse af viden på det naturvidenskabelige område, må der investeres i ændringer på skoleområdet. På de enkelte skoler bør naturfagene opprioriteres. På baggrund af både LUNT-undersøgelsen og KALK-undersøgelsen foreslår vi at dette sker gennem følgende tiltag:

- Skoler bør målrettet udvikle det naturfaglige arbejdsområde, således at det bliver en positiv oplevelse at undervise i fagene.
- Opbygningen af en naturfaglig kultur på skolen bør støttes ved opprioritering af fagteam og faglige udvalg i naturfagene. Det kan gøres ved at udvikle de praktiske rammer, styrke samarbejdet mellem lærere i ordninger med fagteam. En mulighed for at sikre en faglig udvikling på skolen vil være at afholde kurser for flere lærere med henblik på en fælles planlægning og udvikling af undervisningen i de

naturfaglige fag i hele skoleforløbet. Der bør, på skolen, laves en samlet læseplan for forløbet.

- Skolerne skal tilrettelægge fagfordelingen så de liniefagsuddannede lærere anvendes i højere grad til undervisningen i natur/teknik frem for lærere uden naturfaglig baggrund.
- Det skal ved fagfordeling prioriteres at læreren fortsætter med samme klasse i længere forløb i natur/teknik. Det kræver at andre opgaver end undervisning tilrettelægges fleksibelt for at undgå at små fag bliver brugt som kitfag med henblik på at få arbejdstiden til at gå op.
- Skolelederne bør prioritere efteruddannelse til lærere der forventes at fungere som natur/tekniklærere i længere forløb. Der bør uddannes lærere som kan fungere som faglige ressourcepersoner.

Natur/teknik var ved indførelsen en tiltrængt satsning på det naturfaglige område i skolen som – når det lykkes – giver eleverne og lærerne spændende, lærerige og morsomme oplevelser. Så har natur/teknik en fremtid.

Referencer

- Andersen, A. M., Dragsted, S., Kristensen, D., & Sørensen, H. (1997a). *Foreløbig rapport fra LUNT-projektet*. København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Andersen, A. M., Dragsted, S., Kristensen, D., & Sørensen, H. (1997b). *Natur/teknik på vej – hvordan?* København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Andersen, A. M., Dragsted, S., & Sørensen, H. (2005). *Fra seminarium til skolevirkelighed i natur/teknik*. Nordisk Forskersymposium 8. Aalborg Seminarium: DPU.
- Andersen, A. M., Evans, R. H., & Sørensen, H. (2003). Transforming the Standard Instrument for Assessing Science Teacher's Self-Efficacy Beliefs (STEBI) for use in Denmark. I: D. Psillos, Kariotoglou, P., Tselfes, V., Fassoulopoulos, G., Hatzikraniotis, E., Kallery, M. (red.), *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Broch, T., & Egelund, N. (2002). *Et lærerperspektiv på natur/teknik og fysik/kemi undervisningen – en kvalitativ analyse*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Busch, H. (2005). Den relevante naturfagsundervisning – med afsæt i den internationale ROSE-undersøgelse. *Uddannelse*, 6.
- Dragsted, S., Horn, F., & Sørensen, H. (2003). *Kortlægning af læreres kompetenceudvikling og efteruddannelsesbehov i natur/teknik*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet. www.dpb.dpu.dk/dokumentarkiv/showdoc.asp?id=050621145148&type=doc
- Undervisningsministeriet. (2003). *Fælles Mål*. www.faellesmaal.uvm.dk/fag/Natur_teknik/formaal.html

Gymnasiereformen og Galileis 3 revolutioner

Jens Højgaard Jensen

IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

Galilei var på en gang revolutionær på tre fronter: Han var med til at ændre verdensbilledet, han var eksperimentalist på den nye måde, og han arbejdede "som matematisk videnskabsmand" på den nye måde. Det er nok lige så vigtigt at gymnasiet introducerer til Galileis og efterfølgeres revolutionerende nye tankegange og arbejdsmetoder, som til nye naturvidenskabelige resultater fra Galilei og siden hen – begge dele er nemlig naturvidenskabeligt almindelig samtidig med at være studieforberevende til naturvidenskabelige og tekniske fag. Mon gymnasiereformen vil levere varen?

Indledning

"Den videnskabelige revolution" fra historiebøgerne fandt først og fremmest sted inden for det hjørne af videnskaberne der bestod af matematik, astronomi og mekanik (bevægelseslære), hvorved kølen lagdes til det der nu kaldes fysik. På samme måde som fysik samtidigt er et fag om naturen, et eksperimentelt fag og et matematisk fag, var den videnskabelige revolution sammensat af tre revolutioner. Den revolutionære Galilei var således samtidigt nyskabende ved sit verdensbillede, sin brug af eksperimenter og sin brug af matematiske modeller. Og det er ikke mindst overførslen siden hans tid af hans eksperimentelle og matematiske metoder også udover fysikkens grænser der kan berettiggende den brede betegnelse "den videnskabelige revolution" om det nybrud som han både demonstrerede og var en af de fremmeste talsmænd for i sin tid.

I den nye gymnasiereform for det almene gymnasium er et af målene at sikre en større rekruttering til de naturvidenskabelige og tekniske videregående uddannelser. Men herudover satses der også bredere på at det almene gymnasium for alle i gymnasiet skal være naturvidenskabeligt dannende. Også naturvidenskabsundervisningen skal levere sit bidrag til opdragelsen af eleverne til omverdensforståelse, selvforståelse og personlig myndighed.

I artiklen her vil jeg forsøge at vurdere det nye gymnasiums muligheder for at leve op til reformmålet om at være naturvidenskabeligt almindelig og til reformmålet om at være studieforberevende til tekniske og naturvidenskabelige videregående uddannelser. På linie med mange andre fra den naturvidenskabelige verden er jeg

skeptisk. Og det hænger for begge de to reformmåls vedkommende sammen med at der i almindelighed ikke er forståelse for sammensatheden af og dybden i “naturvidenskabelig dannelse”. Det forstås i almindelighed ikke at udskiftningen af viden i skabet var den mindste del af Galileis revolution. Den mest afgørende del handlede om metoderne til at skaffe sig viden på.

Inden jeg forklarer mig nærmere, er det imidlertid måske på sin plads over for læseren at redegøre for hvad dette er for en slags artikel. Det er ikke en artikel der, angående de naturvidenskabelige fag, påtager sig at beskrive proces eller produkt i gymnasierformen i nogen detalje. Det er heller ikke en artikel der forsøger at kaste lys over gymnasierreformens forhold til den aktuelle didaktiske litteratur om f.eks. kompetenceovervejelser i forhold til naturvidenskabelige fag. Og det er slet ikke en videnskabshistorisk artikel om Galilei. Artiklen er derimod et analytisk essay der forsøger at vurdere de naturvidenskabelige fags stilling i gymnasierformen i fugleperspektiv, først og fremmest ud fra 35 års erfaringer med naturvidenskabelige uddannelsesproblemer. Og erfaringer med hvordan problemerne er blevet diskuteret gennem 35 år. Primært fra RUC, som jeg har deltaget i opbygningen af fra starten i 1972, og hvor jeg i disse år fungerer som studieleder for det naturvidenskabelige basisstudie. I forhold til gymnasiet har jeg i det væsentlige observeret fra sidelinjen. Folkeskolen ved jeg ikke så meget om.¹

Min overordnede vurdering er at indfrielsen af de naturvidenskabelige fags særlige potentielle bidrag til gymnasieundervisningen, i form af udviklingen af eksperimentelle og matematiske problemløsningskompetencer hos eleverne, vanskeliggøres af gymnasiets stærkt fagopsplittede organisering. Fordi fagene kan komme til at skygge for kompetencerne når det er fagene og ikke kompetencerne der dagsordensættes. Som modvægt forsøger jeg med min henvisning til “Galileis 3 revolutioner” (mit udtryk) at italesætte de efter min vurdering afgørende kompetencer forud for fagene. Det næste afsnit tjener derfor alene det formål at tydeliggøre de “3 revolutioner”. Afsnittet er først og fremmest skrevet på baggrund af en ældre populærvideenskabelig artikel af videnskabshistorikeren Olaf Pedersen (Pedersen, 1966), som har inspireret mig. Og afsnittet gør som sagt ikke krav på at være videnskabshistorie.²

Galileis 3 revolutioner

Galileo Galilei (1564-1642) er kendt for processen imod ham hvor pavekirken dømte ham til livsvarig husarrest og tvang ham til knælende og i bar skjorte at afsværge at

- 1 Artiklen skal som omtalt ikke læses for at få detailinformationer om hverken gymnasiet eller folkeskolen. Jeg har ved udarbejdelsen gennemlæst gymnasierreformens nye fagbeskrivelser af matematik og naturfagene (Undervisningsministeriet, 2005). Alligevel kan artiklen med sit meget overordnede greb på forskellige punkter godt være udtryk for fordomme hos mig. Blandt andet fordi jeg af erfaring nærer skepsis over for at tage uddannelsesbestemmelser som et for direkte udtryk for uddannelsespraksis. Derfor er mine vurderinger i høj grad udtryk for tolkninger.
- 2 Jeg er blevet gjort opmærksom på, at nyere forskning i Galileis arbejde med faldloven har nuanceret billedet i forhold til Olaf Pedersens gennemgang. Interesserede læsere henvises til (Matthews, 1998).

jorden bevæger sig. At Galilei umiddelbart efter dommen skal have mumlet: “Men den bevæger sig dog”, er en senere fabel. Det er også kendt at Galilei med sine nybrydende kikkertobservationer selv havde leveret en del af skytset til sit propagandafelttog for det copernicanske verdensbillede med jorden kredsende omkring solen. Han kunne se at planeterne ikke blot er lysende prikker, men at de havde udstrækning, og at de må befinde sig langt nærmere jorden end stjernerne. F.eks. havde Merkur og Venus faser på samme måde som månen. Og han kunne med sin kikkert se Jupiters måner som sammen med Jupiter selv udgjorde et eget lille copernicansk system.

Udover for sine kikkertobservationer, sin kamp for det copernicanske verdensbillede og retssagen imod ham, er Galilei også kendt for sin opdagelse af faldloven, $s = \frac{1}{2}gt^2$. Men hvori ligger egentlig det revolutionerende i denne opdagelse? De fleste danske skoleelever vil enten i folkeskolen eller i gymnasiet (eller begge steder) ved hjælp af såkaldte timer-strimler selv have prøvet at kortlægge sammenhængen mellem faldvejen s (givet ved en længde timer-strimmel) og faldtiden t (givet ved et antal prikker afsat på den pågældende længde strimmel). Og også ofte være nået frem til $s = \frac{1}{2}gt^2$, som er Galileis resultat udtrykt i vore dages algebraiske notation. Og hvad så? Umiddelbart, så ikke mere. Der er egentlig ikke noget fantastisk revolutionerende ved faldloven isoleret set. Og der havde ikke været noget revolutionerende i Galileis opdagelse af faldloven hvis opdagelsen var gjort som en kortlægning ved hjælp af en timer-strimmel. Det revolutionerende hos Galilei lå nemlig ikke så meget i resultatet han nåede frem til, som i måden han nåede frem til resultatet på. Idet jeg følger Olaf Pedersens omtalte artikel (Pedersen, 1966), vil jeg forsøge kort at skitsere hvori det revolutionerende i Galileis arbejdsmetoder lå.

Galileis problem var ikke umiddelbart hvordan faldvejen s afhang af faldtiden t . Hans problem var – i forlængelse af en diskussion middelalderen igennem – hvilken simpel beskrivelse der gjaldt for momentanhastigheden ved et frit fald: 1) voksede faldhastigheden proportionalt med faldvejen; $v(s) = ks$, eller 2) voksede faldhastigheden proportionalt med faldtiden; $v(t) = kt$? Hypotesen var altså at der i det frie fald måtte være en simpel proportionalitet imellem v og enten s eller t . Og spørgsmålet var så, om det var s eller t som v voksede proportionalt med.

Men Galilei havde ikke nogen måde at måle momentanhastighed på. Derfor erstatte han undersøgelsen af hypotesen $v = kt$ med en undersøgelse af den matematisk ækvivalente hypotese $s = \frac{1}{2}kt^2$. (Franskmanden Nicole Oresme havde i det 14. århundrede udviklet en metode der for Galilei kunne gøre det ud for vore dages integration af $v = kt$ til $s = \frac{1}{2}kt^2$.) Og hypotesen $s = \frac{1}{2}kt^2$ havde den fordel fremfor $v = kt$ at den omhandlede de to målbare størrelser s og t . I princippet. For i praksis er faldtiden fra toppen til foden af f.eks. det skæve tårn i Pisa blot ca. 3 sekunder. Og med datidens kendte tidsmålere var det derfor ikke muligt – som det nu er med timer-strimlen – at måle s som funktion af t direkte for det frie fald. I stedet måtte Galilei gå en omvej rundt om

at eksperimenterer med kugler der ruller ned ad en skråtstillet kuglerende. Ved at gøre hældningen af kuglerenden tilstrækkelig lille kunne faldtiden gøres tilstrækkelig stor til at den kunne måles med de vandure som han havde til sin rådighed. Og for kuglernes bevægelse ned ad kuglerenden fandt han det bekræftet at s var proportional med t^2 .

Herudfra kunne det så konkluderes at hypotesen at hastigheden voksede jævnt med tiden, var den rigtige for kuglerne i kuglerenden. Men hvordan sætte denne konklusion i forbindelse med det frie fald? Det gjorde Galilei via forsøg med svingende penduler. Her kunne han nemlig ræsonnere sig til at hastigheden af et pendul i bundstillingen ikke afhang af pendulets bane, men alene var bestemt af den lodrette faldhøjde fra startstilling til bundstilling. Og tilsvarende gik han derfor ud fra at hastigheden af kuglen i kuglerenden var den samme som ved et frit fald med samme lodrette faldhøjde. Da dette gjaldt for enhver lodret faldhøjde, betød det endeligt at det frie fald og bevægelsen i kuglerenden afhænger af tiden på samme måde. Altså at hastigheden vokser jævnt med tiden også i det frie fald.

Jeg håber hermed at have fået antydning nok til at afstanden fra den blotte kortlægning af $s = \frac{1}{2}gt^2$ ved hjælp af en timer-strimmel kan fornemmes. Galileis metode var ikke induktiv, som timer-strimmelforsøget i princippet gør det ud for at være, men tværtimod hypotetisk-deduktiv. Og hovedinstrumenterne han benyttede sig af, var *kvantitative eksperimenter og matematiske modeller*. I vekselspil.

Ifølge Galilei var naturens store bog skrevet i matematik. Og for at undersøge naturen måtte der opstilles matematiske hypoteser om den som der kunne afledes matematiske konklusioner af. Disse skulle så konfronteres med eksperimenter. Og eksperimenterne skulle ikke som hos hans forgængere blot tjene til at demonstrere naturfænomener kvalitativt. Eksperimenterne skulle tværtimod for at kunne sammenholdes med de matematiske konklusioner være kvantitative og munde ud i tal.

Stikordsmæssigt kan Galileis bidrag til “den videnskabelige revolution” sammenfattes under de tre overskrifter:

1. Det copernicanske verdensbillede
2. Kvantitative eksperimenter
3. Matematiske modeller

Galilei polemiserede imod samtidens Aristotelikere for hvem “det at filosofere kun er (og ikke kan være andet end) at foretage en omfattende analyse af Aristoteles’ skrifter” (Pedersen, 1966, s.87). I stedet for at se naturen gennem Aristoteles’ øjne burde de selv studere den direkte, som Galilei havde demonstreret det muligt ved brug af kvantitative eksperimenter og matematiske modeller. Og det var mere denne kritik end hans propaganda for det copernicanske verdensbillede der i begyndelsen lå bag forfølgelsen af ham (Pedersen, 1966, s.87).

Naturvidenskabelig almindannelse

Ved et forsøg på at skyde sig ind på hvad det lidt svævende begreb naturvidenskabelig almindannelse med rimelighed kan tillægges af betydning, kan en mnemoteknisk henvisning til Galilei, som jeg er i gang med, både være vildledende og vejledende.

Det vildledende opstår hvis Galileis metode, som jeg har forsøgt at antyde den ved gennemgangen af hans arbejde med det frie fald, tages som udtryk for “den naturvidenskabelige metode”. Der eksisterer efter min erfaring nemlig ikke en enkelt, fælles naturvidenskabelig metode på tværs af de naturvidenskabelige fag. Og Galileis matematiske og empiriske, hypotetisk-deduktive metode er – uanset at den siden “den videnskabelige revolution”, med rette eller urette, har været benyttet som forbillede bredt – rent faktisk først og fremmest til stede i faget fysik. Og her i sin rene form faktisk kun i dele af faget. Hvorimod der, når der tales om naturvidenskab i almindelighed, i meget højere grad er tale om induktive metoder, som den direkte kortlægning af det frie fald med timer-strimmel. Og f.eks. er de naturhistoriske fag i høj grad præget af ikke-matematiske modeller og kvalitative observationer der som navnet siger bl.a. drejer sig om at forstå naturfænomener ud fra tidslige udviklingsdynamikker. Hvilket er et ret så anderledes fagparadigme end Galileis.

Men selvom Galileis videnskabelige metode i praksis ikke gør det ud for en fælles naturvidenskabelig metode, så er henvisningen til ham i sammenhæng med naturvidenskabelig almindannelse alligevel relevant på to væsentlige punkter.

For det første tjener henvisningen det relevante formål at få betonet at naturvidenskaberne i forhold til andre fagligheder både er karakteriseret ved at handle om naturen *og* ved deres arbejdsmetoder og tænkemåder. Og få betonet at det i mindst lige så høj grad er naturvidenskabelige arbejdsmetoder og tænkemåder der har interesse i et almindannelsesperspektiv, som det er selve orienteringen om forskellige naturforhold. Hvor det sidste tenderer til at dominere forståelsen af fagenes indbyrdes betydning i gymnasiet på grund af fagopdelingen efter emner.

For det andet er henvisningen relevant ved at udpege naturvidenskabernes mulige, særlige bidrag til elevernes almindannelse. Særligt for naturvidenskab, og i større eller mindre grad fælles for naturvidenskab, drejer det sig om at give eleverne:³

3 Gennemtænkning af kompetencemål for matematik- og naturvidenskabsundervisning (og andre fag) har præget optakten til gymnasireformen. Mest omfattende i (Niss & Jensen, 2002) angående matematik og (Dolin m.fl., 2003) angående naturfagene. Bestræbelsen er her først og fremmest at levere alternative beskrivelser til pensumbeskrivelser af fagene. Med mine ord for at undgå pensumitis (Jensen, 1995). I modsætning hertil er min bestræbelse i denne artikel at vende sagen på hovedet ved i udgangspunktet at fremhæve blot to overordnede (og selvfølgelig?) kompetencemål for derefter at spørge til matematik og naturfagenes bidrag til målopfyldelsen. Hvor netop adskillelsen af matematikdidaktik og naturfagsdidaktik fra hinanden viser sig som et hovedproblem. Herom har jeg i øvrigt ytret mig i forskellige sammenhænge ved en række mindre artikler, som bl.a. kan findes i artikelsamlingerne (Jensen, 1990) og (Jensen, 2001).

1. Kompetence i anvendelse af eksperimenterende og systematiske empiriske arbejdsmetoder til problemafklarung.
2. Kompetence i anvendelse af formel abstrakt symboltænkning til problemløsning og modellering.

Og det svarer til de to metodiske af Galileis 3 revolutioner – men uden hans særlige måde at koble dem på.

Jeg vil i det følgende betragte et individs almindelse som en sum af den pågældendes omverdensforståelse, selvforståelse og personlige myndighed og med afsæt heri undersøge de mulige bidrag hertil fra en naturvidenskabsundervisning med parallelitet til Galileis 3 revolutioner.

Erfaringer med eksperimenterende problemløsning som bidrag til almindelsen

For det første kan naturvidenskabsundervisningen bidrage til gymnasieelevernes udvikling af deres omverdensforståelse, selvforståelse og personlige myndighed ved gennem personlige erfaringer med eksperimentelt arbejde at udvikle kompetence til at angribe problemer empirisk på en systematisk måde. Og kompetence til at vurdere andres empiriske problemafkklaringer. Graden af patientens forståelse af lægen som en blanding af naturvidenskabsmand, håndværker og “klog kone” og patientens fornemmelse for hvornår lægen optræder i hvilken rolle, er et eksempel på at empirisk-metodisk dømmekraft spiller en rolle for den personlige myndighed. Ligesom blandingen af fascination af forskellige naturfænomener og fravær af empirisk-metodisk dømmekraft er en del af baggrunden for den megen alternative okkultisme.

I de angelsaksiske lande er der tradition for på folkeskoleniveauet at samkøre fysik, kemi og biologi i et såkaldt “science” fag hvor det empirisk-metodisk-eksperimentelle ikke er indlagt som element i formidlingen af henholdsvis fysikfænomener, kemifænomener og biologifænomener i egen ret, men hvor fysik-, kemi- og biologifænomenerne tværtimod er udvalgt som øvelsesterræn for at belyse begrebet “fair test”. I den danske folkeskole er der ikke samme fokus på eksperimentel kompetence. Det eksperimentelle optræder her i højere grad som kvalitative demonstrationer af fænomener.

I modsætning til i folkeskolen er der i gymnasiet en indarbejdet tradition for kvantitativ og metodisk eksperimentelt arbejde i fagene fysik, kemi og biologi. Og det nye naturgeografifag er også designet i den retning. Men der hersker uklarhed om det eksperimentelle arbejde f.eks. primært skal bidrage til begrebs- og fænomenforståelse, til udvikling af laboratorie- og talbehandlingsfærdigheder, eller til den her efterspurgte eksperimenterende problemløsningskompetence.

Erfaringer med formaliserende problemløsning som bidrag til almen- dannelsen

Som den anden del af treklangen kan naturvidenskabsundervisningen bidrage til gymnasieelevernes udvikling af deres omverdensforståelse, selvforståelse og personlige myndighed ved gennem personlige erfaringer med anvendelse af formel abstrakt symboltænkning i problemløsning at udvikle kompetence i selv at kunne regne ting ud. Lakmusprøven på kompetencen kunne til en start i gymnasiet være: Hvor stor en del af vareprisen er moms? Idet problemer af denne art vil være ofte forekommende stopklodser for elevernes videre færd, både personligt og professionelt. Og da mange elever erfaringsmæssigt allerede har vanskeligheder ved at stille skarpt her. Udover nytteværdien for den personlige myndighed af formaliserende problemløsningskompetence præger oplevelsen af *selv* at kunne regne den ud (fremfor at læse sig til det i Aristoteles' skrifter) selvfølgelig selvforståelsen. Jeg tænker, ergo er jeg. Og oplevelser af at omverdenen undertiden lader sig gennemskue ved hjælp af matematiske modeller, bidrager selvfølgelig også til forståelsen af hvad omverdenen er for en størrelse.

Blandt gymnasiets fag indtager matematik selvsagt en særlig rolle i forhold til udviklingen af kompetence i anvendelse af formel abstrakt symboltænkning til problemløsning og modellering. Matematik og formel abstrakt symboltænkning har meget med hinanden at gøre. Men selvom kompetence i matematik er en nødvendig betingelse for kompetence i at anvende matematik, er det ikke en tilstrækkelig betingelse. Folkeskolens matematikundervisning integrerer i høj grad træning i matematik og træning i at anvende matematik. I de nye læseplaner for gymnasiet lægges der også i højere grad end hidtil op til en sådan integration. Imidlertid er der en lang tradition hos lærerne for først og fremmest at undervise i matematik i egen ret. Derfor har det først og fremmest været i fysik at træningen i at anvende matematik til løsning af matematiketeksterne problemer har fundet sted. Og i kemi på A-niveau. Hvorimod matematikindholdet i biologi og naturgeografi traditionelt har været lille. I de nye læseplaner skal matematikindholdet i fysik på C-niveau være lille på samme måde som i folkeskolen, hvor fysik er et kvalitativt eksperimenterende fag. Der er en klar tendens i det almene gymnasium til at kompetencen "matematik i anvendelse" forsvinder i mellemrummet imellem matematikken i egen ret og naturfagene i egen ret. I modsætning til på det tekniske gymnasium, hvor den herskende ingeniørkultur traditionelt netop vil placere matematik i anvendelse som en central kompetence.

Naturvidenskabelig orientering og oplysning som bidrag til almindannelsen

Endelig kan naturvidenskabsundervisningen som den tredje hovedsag bidrage til gymnasieelevernes udvikling af deres omverdensforståelse, selvforståelse og personlige myndighed ved at sikre deres orientering om en lang række teknik- og na-

turforhold. Da dette tredje bidrag til elevernes almindelse i en hel anden grad er bredt erkendt og accepteret end de to vedrørende tankegange og metoder, vil jeg ikke uddybe det nærmere her.

Opsummerende er min pointe altså at selvom naturvidenskabelig almindelse selvfølgelig forudsætter orientering og oplysning, så er erfaringer med eksperimenterende og formaliserende problemløsninger mindst lige så afgørende for udviklingen af elevernes omverdensforståelse, selvforståelse og personlige myndighed. Ligesom en forståelse af Galileis revolutionære indsats i mindst lige så høj grad drejer sig om at forstå hans metoder og tankegang, som det drejer sig om at forstå den ændring i verdensbilledet som han også bidrog til.

Studieforberedelse til tekniske og naturvidenskabelige videregående uddannelser

Forudsætningerne for at påbegynde en videregående uddannelse (og andre uddannelser) kan, så vidt jeg kan se, opdeles i to væsensforskellige typer. Dels kan der være tale om forudsætninger hvis fravær umiddelbart umuliggør meningsfuld deltagelse i undervisningen. Dels kan der være tale om forudsætninger hvis fravær betyder ekstraarbejde og/eller studietidsforlængelse, men hvor meningsfuld deltagelse trods alt er mulig. Den første type forudsætning kan billedligt talt sammenlignes med at have lært at holde balancen på en cykel forud for deltagelse i en cykeltur. Mens fraværet af den anden type forudsætninger tilsvarende kan sammenlignes med at deltage i et spil badminton uden at have haft en ketsjer i hånden før. Fravær af for mange forudsatte "badminton"-forudsætninger risikerer at medføre nederlag og frafald. Ved fravær af nødvendige "cykel"-forudsætninger er nederlaget og frafaldet næsten garanteret. Derfor burde den mere specifikke del af studieforberedelsen først og fremmest dreje sig om at sikre oparbejdelsen af de forudsatte "cykel"-kompetencer.

Hvad angår de tekniske og naturvidenskabelige videregående uddannelser, er den helt dominerende forudsætning af "cykel"-karakter, så vidt jeg kan vurdere, formaliserende problemløsningskompetence. Eller sagt på en anden måde: matematik i anvendelse. I forhold hertil kan alle andre forudsætninger regnes for at være af "badminton"-typen. Det kan give problemer hvis de er fraværende. Men problemerne kan oftest klares ved studietidsforlængelse. Hvorimod fraværet af evner til at tænke aktivt ved hjælp af matematik i varierende grad på de forskellige tekniske og naturvidenskabelige videregående uddannelser næsten altid fører til frafald. Ligesom den der ikke har lært at holde balancen på cyklen, bliver ladet tilbage når de øvrige cykler af sted på cykelturen.

Set i det lys er der traditionelt to problemer i gymnasiets studieforberedelse.

For det første er der det problem at faget matematik både af dets udøvere og af dets omverden netop betragtes som et fag og ikke som den bredere kompetence der er

grunden til at det har det store omfang i alverdens skolesystemer som det har. Derfor dyrkes matematik ikke som et fag hvis formål er at træne formel abstrakt symboltænkning til problemløsning og modellering, men i højere grad som ren matematik i egen ret. Hvilket er medvirkende til at eleverne paradoksal nok på samme tid kan mene at man ikke kan bruges til noget uden matematik, og at matematik ikke kan bruges til noget.

For det andet er der det problem at de naturvidenskabelige fag fysik, kemi, biologi (og nu naturgeografi) hver for sig også af både deres udøvere og af deres omverdener primært betragtes som netop fag i egen ret omhandlende forskellige sider af naturvidenskaben man bør være orienteret om. Og ikke som øvelsesterræner for træning af matematik i anvendelse. Således at matematikken i anvendelse tendentielt falder mellem de rene fagstole i det fagtænkte gymnasium.

Ved gymnasireformen er der lagt vægt på samarbejde imellem fysik, kemi, biologi og naturgeografi om grundforløbet med mulighed for en eksperimentel orientering af undervisningen. Hvorimod der ikke i samme grad er tænkt på samarbejde mellem disse fag og matematik om matematik i anvendelse. Tværtimod er den obligatoriske fysikundervisning på C-niveau som sagt gjort formelløs, og fysik med formler på de højere niveauer gjort mere valgfrit end hidtil. I betragtning af den øgede valgfrihed vil træningen i gymnasiet i at anvende matematisk tankegang til løsning af problemer uden for matematikken derfor formentlig, som det er sket ved tidligere gymnasireformer, også blive svækket ved denne gymnasireform. Af betydning for studieforberedelsen til tekniske og naturvidenskabelige uddannelser. Men f.eks. også til økonomiske uddannelser.

I øjeblikket (april 2005) har Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling netop haft en høring om et udkast til bl.a. specifikke adgangskrav til universiteterne når de første studenter vil være uddannet fra gymnasiet efter reformen. Her opereres der med stribevis af forskolingskrav af "badminton"-typen. F.eks. IT-fag B for at læse datalogi. Eller Naturgeografi B for at læse geografiske fag. O.s.v. Det er tankevækkende at der, i modsætning til denne almindelige tendens, til f.eks. medicinstudiet alene opereres med krav om redskabsfag af "cykel"-typen. Nemlig Matematik A, Fysik B og Kemi B. Er det fraværet af et korresponderende gymnasiefag eller beskyttelsen bag den hårde adgangsbegrænsning der tillader denne saglighed? Som jo er prisværdig. Også fordi der afstås fra at tvinge gymnasieeleverne til et alt for tidligt uddannelsesvalg.⁴

4 I den endeligt i maj 2005 vedtagne adgangsbekendtgørelse (Videnskabsministeriet, 2005) er matematik på A-niveau, fysik på B-niveau og kemi på B-niveau fornuftigvis, som for de videregående sundhedsvidenskabelige uddannelser, i højere grad også gjort til et fælles og gennemgående krav til adgang til de tekniske og naturvidenskabelige videregående uddannelser.

Konklusion

Overordnet set kan de naturvidenskabelige fags særlige potentielle bidrag til gymnasieundervisningen karakteriseres som en treklang svarende til Galileis 3 revolutioner. For det første bør naturvidenskabsundervisningen sikre at eleverne på en ajourført måde er orienteret om centrale forskningsresultater fra naturvidenskaberne. For det andet bør naturvidenskabsundervisningen sikre at eleverne opnår forståelse for og træning i at løse problemer ved at angribe problemerne empirisk-eksperimentelt. Endelig bør naturvidenskabsundervisningen sikre at eleverne opnår forståelse for og træning i at løse problemer ved at angribe dem ved hjælp af matematiske modeller.

Gymnasiets stærkt fagopplittede organisering vanskeliggør at sådanne overordnede perspektiver på undervisningen i sin helhed kan få gennemslag. Også den politiske tilblivelsesproces for bl.a. gymnasiereformer gør det svært at få fagene til at fungere i forhold til en overordnet sammenhæng. Uanset ønsker om det. Det legitime behov for i sidste instans Folketingets indflydelse fører nemlig nærliggende til en form for puslespil med fagene som brikker, hvor folketingspolitikere, embedsværk og mange slags lobbyister med forskelligartede interesser ender op med et puslespilmønster suppleret med en række færdselsregler. Men ikke med overordnede sammenhænge som fagene skal indordnes under. Som om det afgørende er om der står matematik, fysik, kemi, biologi eller naturgeografi på emballagen (skemaet), og ikke hvad der er inden i fagene (af eksperimentelle og/eller matematiske kompetencer). De øgede valgmuligheder for eleverne og den øgede konkurrence gymnasierne imellem med den nye gymnasiereform vil forventeligt forstærke orienteringen imod appellerende emballager og svække orienteringen imod indholdet af nødvendige kompetencer.

Med gymnasiereformen er der gode udsigter til at orienteringen om naturvidenskabelige forhold og fænomener vil blive udbredt til at inddrage flere elever end hidtil. Dels på grund af ophævelsen af skellet imellem det sproglige og det matematiske gymnasium. Dels fordi naturvidenskab som en del af almindannelsen var et af pejlemærkerne for reformen. Mere usikkert er det om elevernes tilegnelse af eksperimentelle kompetencer som bidrag til deres almindelse generelt vil blive øget. Vil de fag der bidrager, blive anerkendt for det i praksis? Ret sikkert er det at elevernes tilegnelse af kompetence til selv at regne ting og sager ud for de fleste elever vil blive et af de mindre bidrag til deres almindelse.

Desværre er netop kompetencen at kunne bringe matematik i anvendelse den afgørende studieforberedelse til bl.a. de tekniske og de naturvidenskabelige videregående uddannelser. Da rekrutteringen til disse uddannelser ikke så meget afhænger af attituder til dem (som det ofte misforstået formodes i den offentlige debat) som af potentielle ansøgers fornemmelse af studieforberedthed i forhold til dem, må

det forventes at gymnasireformen øger rekrutteringsproblemerne til ingeniør- og naturvidenskabsstudierne.

Referencer

- Dolin, J., Krogh, L. B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Jensen, J. H. (1990). *Spredt fægtning*. Tekst nr. 199. IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.
- Jensen, J. H. (1995). Faglighed og pensumitis. *Uddannelse (9)*, 464-468.
- Jensen, J. H. (2001). *Mere spredt fægtning*. Tekst nr. 404. IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.
- Matthews, M. R. (1998). *Time for Science Education. How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion Can Contribute to Science Literacy*. New York: Plenum Press.
- Niss, M. & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og Matematiklæring – Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Pedersen, O. (1966). Om udviklingen af Galileis mekanik. I: Bostrup, O. & Meyer, M. (red.), *Debat om matematik-, fysik- og kemiundervisningen. Beretning fra den 6. nordiske kongres for lærere i matematik, fysik og kemi*. (s.78-92). København: Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S.
- Undervisningsministeriet (2005). <http://us.uvm.dk/gymnasie//vejl/>
- Videnskabsministeriet (2005). <http://www.vtu.dk/fsk/div/uddannelser/536577.pdf>



Kommentarer

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.

Test kan ikke være virkelighed og er ikke undervisning

Lena Lindenskov

Danmarks Pædagogiske Universitet

Kommentar til artiklen "Et kritisk blik på opgaverne i PISA med særligt vægt på matematik" i MONA-2005-1

PISA-undersøgelsen er et meget omfattende projekt med risiko for at formidlingen af projektets intentioner, design og resultater fortolkes skævt eller direkte misforstås. Det er meget problematisk at få sætter sig ordentligt ind i undersøgelsen, mens de fleste nøjes med medieoverskrifterne om projektet. Derfor hilser jeg det velkommen at Inge Henningsen (IH) har viet en artikel i dette nummer af MONA til et særligt aspekt af undersøgelsen, nemlig analyse og diskussion af nogle af opgaverne til måling af kompetencer inden for det matematiske, det naturfaglige og læseområdet, og med særlig vægt på to af opgaverne inden for det matematiske område.

Jeg har deltaget i PISA som fagperson på det matematiske område siden 1998, kommenteret udviklingen af PISA's teoretiske ramme for hvad der søges målt som matematisk kompetence, og hvordan det søges målt, vurderet opgaver og oversættelse til dansk, og været med til at uddanne de personer der foretager bedømmelsen af elevsvar. Endelig har jeg været med til at analysere og fortolke resultater fra undersøgelsen og forfatte kapitlerne om matematik i PISA 2000 og 2003-rapporterne (Andersen et al., 2001; Lindenskov & Weng, 2004).

Af pladsmæssige årsager vil jeg indskrænke mig til at kommentere IH's analyse af de to matematikopgaver og IH's grundlæggende forståelse af PISA-undersøgelsen. På trods af IH's ambition om at tage PISA på ordet, så peger IH's analyser af autenticiteten i opgavernes datagrundlag og formulering af spørgsmål på at den grundlæggende forståelse af PISA-undersøgelsen er skæv. Jeg har desværre ikke plads til at kommentere IH's analyse af oversættelsen til dansk af opgaverne i naturfag og læsning, eller IH's noget forsimplede opfattelse af skolematematik og brug af termen "opgavekontrakt".

Det er PISA's intention at kunne give en bedømmelse af 15-åriges kompetencer på deres vej til at blive voksne samfundsborgere. *Tilsyneladende* anerkender IH at der

søges målt “et grundlæggende handleberedskab og evne til at bruge f.eks. matematik og naturvidenskab i deres fremtidige liv” (citater IH); men det er kun tilsyneladende. IH’s analyser tyder på at hun mener at brugen i livet altid omfatter autentiske data og den fulde matematiseringsproces, hvor man “kan opstille en matematisk model og kan gå frem og tilbage mellem “virkeligheden” og modellen” (citater IH). Det skyldes muligvis at IH kommer til at generalisere sine erfaringer som professionel matematikbruger til at gælde for al brug af matematik og naturvidenskab i livet. Det ses fx i IH’s analyse af opgaven “Gang”, hvor IH konkluderer at for at leve op til PISA’s intentioner skulle der have været dels *en anden* formel der var hvad IH betegner som mere “realistisk”, dels *en anden* illustration i større overensstemmelse med den angivne formel, og dels *et andet* spørgsmål hvor eleverne skulle forholde sig kritisk til modellen.

Jeg mener at der kan konstrueres mange forskellige opgaver om et fænomen som gang med forskellige typer formler, illustrationer og spørgsmål der alle kunne være relevante at bruge i PISA, blandt andet sådan en opgave som IH foreslår. Det ville have været en lettere og bedre opgave hvis tegningen ikke havde vist to skridt af forskellige længde. Man kunne lige så godt have haft en anden formel med omvendt proportionalitet, og man kunne lige så godt have brugt fænomenet gang til en vanskeligere opgave om kritik af modellen i stedet for en konsekvensberegning. Men det indebærer ikke at den nuværende udformning er ubrugelig. Jeg ville mene den var ubrugelig hvis det var PISA’s intention alene at teste kompetence der er relevant i den professionelle brug af matematik, men PISA’s intention er at teste i forhold til kompetence bredt i borgerens livssfærer, hvilket omfatter mere end udnyttelsen i den professionelle arbejdsliv og blandt andet omfatter konsekvensberegninger, selv om IH nedvurderende betegner dem som “bare (at) sætte ind i formlen og vise at man kan løse en ligning” (citater IH). Det skyldes nok at IH ikke er klar over at også isolerede konsekvensberegninger af matematiske udtryk har en væsentlig plads i en relevant bred borgerkompetence.

Opgaverne i PISA formuleres i hvad der betegnes som “real-world situationer” således

at eleverne får mulighed for at demonstrere matematisk viden og kunnen i sammenhænge, der for manges vedkommende afviger fra opgaver i skolen, og dermed vil være en udfordring, eleven skal handle på. Elevernes problembehandling forsøges initieret af beskrivelser af en problemstilling i en sammenhæng, der formodes at være relevant for et ungt menneske. (PISA, 2003, s. 39)

IH anerkender *tilsyneladende* den grundlæggende idé i PISA-undersøgelsen, men det er så vidt jeg kan se kun tilsyneladende, for IH er af den fejlagtige opfattelse at PISA’s erklærede “mål om at arbejde i en virkelighedskontekst” må indebære hvad

IH opfatter som autenticitet og for eksempel at “data (ikke må) ændres for at få pæne resultater” (citater IH). Det kan hænge sammen med at IH glemmer at det er en test og ikke virkelighed, og det kan også have betydning at IH fejlagtigt er kommet til at “tage faglige begreber på ordet”, idet hun tillægger faglige begreber i PISA som autentisk og real deres hverdagsproglige betydning i stedet for den faglige betydning de har i PISA-undersøgelsen. I PISA-undersøgelsen anvender man de omhyggeligt definerede begreber “autentisk”, “real” og “virtuel/hypotetisk” til at karakterisere situationer i testopgaverne. “Autentisk” betyder at matematiske løsninger og svar har genuin betydning for situationen. “Real” betyder at komponenterne findes i den virkelige verden, men at de strukturelle sammenhænge ikke nødvendigvis har faktisk eksistens, eller at svarene ikke nødvendigvis har praktisk betydning for nogen. “Virtuel” eller “hypotetisk” betyder at komponenterne ikke findes i eksisterende fysiske, sociale, praktiske eller videnskabelige områder, men er idealiserede eller generelle, selv om komponenternes navne kan være hentet fra dagligsproget. Der tilstræbes i PISA en så udbredt anvendelse som mulig af autenticitet hvor matematiske løsninger og svar har genuin betydning for den beskrevne situation. Men fordi det er en test og ikke en virkelighedssituation, så er også denne autenticitet i beskrivelsen et middel til at initiere elevernes problembehandling så de får mulighed for at demonstrere relevant kompetence. IH er af den fejlagtige opfattelse at hensynet til en hverdagsproglig betydning af autenticitet må gå forud for andre hensyn.

Da jeg vurderede opgaven “Opvækst” i 1998, checkede jeg ikke datagrundlaget for opgaven, som IH har gjort i sin analyse, og jeg kender ikke begrundelserne bag de præsenterede data, mens hvis de oprindelige data som IH har fundet frem, er lige så gode til at initiere elevernes problembehandling, så synes jeg det er ærgerligt at de ikke er blevet brugt, og så er det et symptom på at hensynet til at bibeholde oprindelige data generelt kunne stå stærkere i organiseringen af PISA-projektet. Ligeledes bør der være mere opmærksomhed mod anvendelsen af specifikke begreber som “tværsnitsgraf”, som det påpeges af IH. Det ville være interessant at undersøge om det har nogen konkret betydning for elevernes besvarelser i “opvækst” i en supplerende undersøgelse.

Det overrasker mig at IH ikke er helt på det rene med at det danske begreb numeralitet med distinktioner i tid og rum har fællestræk med, men også afviger fra mathematical literacy begrebet i PISA (Lindenskov & Weng, 2004, s. 36), men det er en mindre ting. Væsentligere er IH’s grundlæggende forståelse af PISA-undersøgelsen. I IH’s univers findes der tilsyneladende to slags opgaver, hvor den ene slags er skole- og testopgaver, og den anden slags er virkelighedsopgaver. Jeg mener at PISA-opgaverne må vurderes mere nuanceret ud fra om de tester i forhold til kompetencer som er bredt relevante for samfundsborgeren, og ud fra at de er testopgaver for 15-årige og ikke er virkelighedsopgaver eller undervisningsoplæg.

Referencer

- Andersen, A. M. et al (2001). *Forventninger og færdigheder – danske unge i en international sammenligning*. AKF, DPU & SFI-Survey.
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2004). *Matematisk kompetence*. I: Meiding, J. (red.) (2004), *PISA 2003 – Danske unge i en international sammenligning*, s. 35-96. Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.

Tilbage til PISA

Inge Henningsen

Afdeling for Anvendt Matematik og Statistik, Københavns Universitet

Kommentar til Lena Lindenskovs kommentar i MONA 2005-1

I sin kommentar til min kritiske analyse af en række PISA-opgaver fokuserer Lena Lindenskov (LL) på (hvad hun antager er) min begrænsede forståelse af nogle centrale begreber og grundlæggende målsætninger i PISA-undersøgelserne. Jeg mener at dette er en afsporing af den kritik jeg forsøger at rette mod en række konkrete opgaver, og vil derfor til at begynde med vende tilbage til sagen: PISA-opgaverne.

Opgaven “Opvækst”

LL forholder sig kun til to af mine otte punkter om opgaven “Opvækst”. Hun anfører at hun ikke har undersøgt om data var korrekte. Jeg har da aldrig forventet at de enkelte landes repræsentanter i PISA selv skulle undersøge og vurdere oprindelsen og ægtheden af data. Har PISA ikke generelle retningslinier for hvordan man skal forholde sig til de undersøgelser man bruger? Skal opgavekonstruktørerne ikke internt redegøre for deres datakilder og for deres databehandling, herunder om de i betydende omfang har ændret på originaldata? Findes der ikke i PISA klare retningslinier for hvornår man ikke længere kan signalere autenticitet ved at placere den “tilpassede” opgave konkret i tid og/eller sted?

Selv om LL ikke har haft lejlighed til at se på originaldata, så skylder hun stadig læserne at forholde sig til den måde data er blevet brugt på. Hvorfor er der ikke en overensstemmelse mellem grafen og teksten i spørgsmål 1? Er det sjusk, eller er der en dybere pædagogisk hensigt med dette? Hvis man havde tegnet grafen så de 20-årige piger var 170,6 cm høje som i spørgsmål 1, så havde man ikke haft den urimeligt store højdeforskel mellem de 16-årige og de 20-årige piger, som var det der i første omgang fik mig til at gå på jagt efter originaldata. Jeg synes også at læserne bør have en forklaring på hvordan ordet “gennemsnit” har kunnet forsvinde ud af den danske oversættelse i spørgsmål 3, og hvordan det forholder sig til PISA’s egne betragtninger om hvor invaliderende det er hvis opgaverne ikke er de samme i alle lande.

Min væsentligste indvending mod opgaven forholder LL sig heller ikke til. Jeg taler ikke om brug af begrebet “tværsnitsgraf” (et begreb som heller ikke er brugt i opgaven). Min indvending er at PISA i spørgsmål 3 stiller et forløbsspørgsmål (“i hvilken periode

i deres liv”) som man ikke kan svare på ud fra en tværsnitsgraf (der viser højde for kvinder fra 20 forskellige årgange, men som hver kun er målt i et år). I hvert fald ikke uden at gøre supplerende antagelser. Er det ikke en vigtig matematikkompetence at kunne afgøre hvilke spørgsmål der kan besvares ud fra hvilke data?

Lad mig som afslutning opsummere de (store og små) forbedringer de opgaveansvarlige i PISA kunne have lavet i opgaven “Opvækst”. Man kunne have gjort følgende:

- Brugt overskriften “Vækst”, som er det opgaven handler om.
- Flyttet overskriften “De unge blive højere” væk fra grafen, hvor den ikke har noget at gøre.
- Sørgt for at teksten i spørgsmål 1 og grafen stemte overens.
- Udeladt henvisningen til Holland, hvis man faktisk har ændret på data, sådan at de ikke længere beskriver væksten hos hollandske unge.
- Stoppet grafen f.eks. ved 16 år for at undgå problemer med hvornår der skulle stå piger, og hvornår der skulle stå kvinder.
- Udeladt spørgsmål 2, hvis det ikke var muligt at lave kongruente oversættelser og rimeligt letforståelige formuleringer.
- Udeladt henvisning til “livsperiode” i spørgsmål 3, fordi svar på dette spørgsmål kræver forløbsdata (eller supplerende antagelser), og i stedet have spurgt hvornår pigerne på grafen i gennemsnit var højere end drengene.
- Sørgt for at ordet “gennemsnit” ikke var faldet ud af teksten i spørgsmål 3 (i den danske opgave).

Dette er forslag som alle ligger inden for PISAs rammer, og som jeg gerne havde set LL forholde sig til.

Opgaven “Gang”

I opgaven præsenteres en formel der ifølge opgaveteksten drejer sig om mænds måde at gå på. Her forventes det ifølge LL ikke at eleverne forholder sig til formlen som en beskrivelse af mænds gang, men udelukkende at de foretager konsekvensberegninger i to beskrevne situationer. Hvis dette var tilfældet, kunne man have man signaleret det sprogligt, f.eks. ved at skrive “Formlen $n/P=140$ angiver et forhold mellem to størrelser n og P , hvor ...”, og helt udelade henvisningen til mænd. Opgaven får imidlertid et forfejlet og åbenbart utilsigtet virkelighedspræg når det specificeres at det netop er mænds (og f.eks. ikke kvinders) gang der beskrives, hvad der naturligt leder til at læseren forholder sig reflekteret til den givne formel.

Formlen om den ligefremme proportionalitet mellem skridthastighed og skridtlængde bliver altså fremstillet som en formel for mænds gang, men samtidig giver

LL i sit svar udtryk for at man “ligeså godt (kunne) have haft en anden formel med omvendt proportionalitet.” Her synes jeg at LL gør modellering i PISA til det rene legeproblem, hvor den ene af to (uforenelige) modeller kan være lige så god som den anden. At dette nok faktisk er LLs opfattelse bekræftes af et debatindlæg i Folkeskolen 29.3.05 om det samme problem, hvor LL skriver:

Jeg mener, at det er en forfladigelse at diskutere om formler om menneskers måde at gå på er ‘urealistiske’, ‘rigtige’, ‘forkerte’ eller ‘misvisende’. Formler kan aldrig være andet end modeller, som man f.eks. kan konsekvensberegne på (www.folkeskolen.dk/debat)

Jeg vil ikke genoptage diskussionen om hvordan mænd går. Men “Gang” er et eksempel på at der i opgaverne er brug for en klar metakommunikation der f.eks. fortæller hvornår man skal forholde sig til matematiseringen, og hvornår hensigten med opgaven er noget andet. Hvis opgaven er en ren indsætningsopgave, hvorfor så indføre en generalitet i formuleringen som der hverken er belæg eller behov for?

Autentisk


LL kritiserer min “hverdagsbrug” af ordet “autentisk” og gør i detaljer rede for hvad “autentisk” betyder i PISA’s terminologi. Ordet “autentisk” forekommer imidlertid ikke i PISA 2003, så jeg har af gode grunde slet ikke forholdt mig til PISA’s brug af ordet. Jeg har forholdt mig kritisk til den faktiske sprogbrug i opgaverne og har peget på at disse flere steder bliver uigennemskuelige, fordi opdagede udsagn fremstilles som autentiske, og her har jeg ganske rigtigt brugt ‘autentisk’ i en helt almindelig hverdagsbetydning om forhold der “virkelig har den oprindelse eller beskaffenhed der opgives” (Ordbog over de danske sprog).

Til slut

Formålet med mit indlæg var at åbne for en dialog om opgaverne i PISA, og det havde efter min opfattelse været mere konstruktivt hvis LL havde brugt mere plads til at forholde sig til oversættelses- og forståelsesfejl i opgaverne. Jeg har derfor brugt pladsen ovenfor til at uddybe og præcisere min kritik af opgaverne, men vil også kort kommentere et par af LL’s påstande om min forståelse af PISA’s begreber og overordnede rammer.

Det overrasker LL at jeg “ikke er helt på det rene med at det danske begreb numeralitet med distinktioner i tid og rum har fællestræk med, men også afviger fra mathematical literacy begrebet i PISA.” Det overrasker mig hvor LL har den viden fra, al den stund jeg ikke sammenstiller de to begreber i min artikel, men blot anfører at mathematical literacy som kompetence er kulturelt, historisk og samfundsmæssig

relativ. LL mener også at vide at der i mit univers findes “to slags opgaver, hvor den ene slags er skole- og testopgaver, og den anden slags er virkelighedsopgaver”, og at jeg ikke vurderer PISA nuanceret nok. Jeg forsøger i min kritik af opgaverne at tage PISA på ordet, men det synes jeg ikke at alle PISA-opgaverne gør. I den forbindelse har jeg svært ved at forstå den modsætning LL stiller op mellem professionelle matematikbrugere og “hverdagsbrugere”. Jeg vil vove den påstand at de matematikkompetencer som folk har brug for i hverdagen, har mange kvaliteter til fælles med den professionelle matematikbrugers: Respekt for virkeligheden; et kritisk blik over for uoverensstemmelser, f.eks. mellem grafiske fremstillinger og de tal de er baseret på; viden om hvilke spørgsmål der kan besvares på grundlag af hvilke data; at kunne vurdere modeller og have blik for om data er opdigtede eller autentiske.



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

Beundring og tvivl

Anmeldelse:

Svein Sjøberg.: *Naturfag som almen-
dannelse. En kritisk fagdidaktik.*

Klim, 2005. 494 sider, 369 kr.

Af Birgitte Pontoppidan

Århus Dag- og Aftenseminarium

“Med denne bog ønsker jeg ikke, at læserne skal miste deres gode forhold til naturvidenskaben. Men jeg håber at få læseren med på at reflektere kritisk over sit forhold til naturvidenskaben og dens rolle i samfundet [...] Måske vil naturvidenskaben fremstå som endnu mere interessant, når man bliver bedre kendt med dens mangfoldighed og styrke – og også med dens svagheder og begrænsninger? Bogen igennem vil dette dobbeltsyn komme klarere frem...” (s. 19)

Med et forsidebillede af maleren Joseph Wright: *Experiment on a Bird in the Air-pump* (1768) føres læseren ind i mange af naturvidenskabens dilemmaer, og læserens øjne åbnes op for at naturvidenskaben har gennemløbet en historisk udvikling gennem flere faser. Fra at have fungeret som adspredelse og interesse for det bedre borgerskab til i dag at være en akademisk videnskab med tilhørende institutioner hvor forskningen udøves som profession og erhverv.



Svein Sjøberg

NATURFAG
SOM
ALMENDANNELSE
En kritisk fagdidaktik

didaktiske
bidrag
Klim

Bogen afslører at naturvidenskaben har skabt dilemmaer til enhver tid med både beundring og foragt til følge. Forfatteren bringer disse modsætningsfyldte forhold op til diskussion og belysning på baggrund af historie, filosofi, videnskabsteori og samfundsforhold. Læseren bringes til at forholde sig til forskellige dilemmaer gennem mange debatindlæg fra aviser, tidsskrifter og spørgsmål til diskussion og uddybning som følger hvert kapitel.

Bogens undertitel, “en kritisk fagdidaktik”, kommer gennem disse diskussioner mellem yderpunkter til fulde til udtryk gennem hele bogen. Naturfagsdidaktikken defineres og udfoldes gennem diskussionerne og efterlader læseren med et nuanceret billede af dette nyere selvstændige forskningsområde.

Forfatteren vælger tydeligt at definere

sit og bogens erkendelsesteoretiske ståsted i konstruktivismen. Gennem disse "konstruktivistiske briller" anskues naturvidenskaben, og konstruktivismens konsekvenser for undervisningen i naturfagene diskuteres og relateres til andre erkendelsesteoretiske ståsteder.

Læseren føres ad en tydelig "rød tråd" gennem mange forskellige indfaldsvinkler til naturfagsdidaktikken og gennem naturfagsdidaktikkens hovedområder, hvor vægten lægges på naturfagsundervisningen og almindannelsen – af forfatteren betegnet som "en slags programmerklæring" (s. 24). Som følge af dette er begrundelsesdiskussionen centralt stillet i bogen.

I kapitlet "Hvorfor skal alle lære naturfag?" fremføres og diskuteres fire argumenter for at den almindennende skole bør undervise i naturfag: Økonomiargumentet, Nytteargumentet, Demokratiargumentet og Kulturargumentet. Argumenterne problematiseres, og der reflekteres over betydningen af forskningens og undervisningens rolle i forhold til befolkningens mulighed for stillingtagen i et demokratisk samfund og erhvervelse af et kulturelt helhedsperspektiv.

Undervisningen i den almindennende skole og børns opfattelse af de naturfaglige begreber behandles i flere kapitler i bogen. Internationale undersøgelser som TIMSS og PISA viser at de danske elever ligger langt under gennemsnittet, og ROSE-undersøgelsen viser at danske (samt norske og svenske) elever er meget lidt interesserede i store dele af naturfagenes indholdsområder. Disse un-

dersøgelser og resultater tages op til diskussion i bogen, og der reflekteres over mulige forklaringsmodeller til de ringe resultater, og hvilke tiltag der kunne tænkes at forbedre undervisningen på det naturfaglige område.

Bogen er en oversættelse af den norske udgave: *Naturfag som Allmenndannelse* fra 1998, men der er i hele bogen foretaget ændringer og opdateringer. I forhold til den norske udgave er et kapitel om den norske skole erstattet med et kapitel om den danske skole skrevet af Poul V. Thomsen (Center for Naturfagernes Didaktik, Aarhus Universitet). Der er også et nyt kapitel om ungdomskultur og elevernes holdninger og interesser skrevet i samarbejde med Henrik Busch (Danmarks Pædagogiske Universitet). Det er lykkedes oversætteren at bevare Svein Sjøbergs veloplagte og engagerende sprogbrug, og bogen er indbydende og læsevenlig. Enkelte steder fremtræder trykningen ikke helt vellykket (med skygger), ligesom der er enkelte norske fagudtryk som ikke er oversat korrekt.

Indholdet i kapitlet om de danske skoleforhold er bestemt relevant i forhold til bogens øvrige indhold. Kapitlet savner lidt flere figurer og spørgsmål til fordybelse for at være helt i tråd med resten af bogen.

I kapitlet om ungdomskulturer fokuseres på ROSE-undersøgelsen som afslører danske elevers manglende interesse for naturfagene og ikke mindst en polarisering i drenges og pigers forskellige interesseområder inden for de naturfaglige fags indholdsområder. Præsentationen

af ROSE undersøgelsen skiller sig ud fra bogens øvrige omtale af undersøgelser ved at være mere "teknisk".

Den norske udgave fra 1998 har været anvendt i forskellig udstrækning i dansk læreruddannelses naturfaglige linjefag. Der har længe været brug for en fagdidaktisk grundbog i linjefagene. Med denne danske og reviderede udgave mener jeg at den danske læreruddannelse har fået en vellykket udgave af en grundbog til brug for linjefagene, og med den kan et øget fokus på fagdidaktikken være inden for rækkevidde!

Men bogens målgruppe er bredere end blot som grundbog i læreruddannelsen. Der er mange relevante kapitler til brug for lærerkurser inden for naturfagene, og mange af de tekniske uddannelser (ingeniører mv.) kunne have gavn af at læse denne bog. De Pædagogiske Diplomuddannelser i naturfagene har i denne bog et grundlag og et godt og kompetent afsæt til videre diskussion og fordybelse i studiet af naturfagenes didaktik. Bogen kan således varmt anbefales i mange sammenhænge hvor overvejelser over naturfag og undervisning er i centrum.



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

Nyt nationalt videnscenter for naturfagsdidaktik

Jysk Center for Videregående Uddannelse, JCVU, har sammen med tre andre CVU'er fået 7 millioner kr. af Undervisningsministeriet til at etablere et nyt nationalt videnscenter: **Center for anvendt naturfagsdidaktik**.

Formålet med videnscentret er at udvikle et nationalt kraftcenter der kan realisere regeringens ambitioner om at styrke naturfagsområdet. Internationale undersøgelser af undervisning i naturfag placerer Danmark dårligt, og de naturfaglige uddannelser efter folkeskolen har lav søgning.

Senest har OECD peget på at det er nødvendigt at koble forskningsresultater sammen med undervisningspraksis for på den måde at kvalitetssikre udvikling på alle niveauer i uddannelsesverdenen. Udfordringen for det nye videnscenter bliver derfor at styrke skolens fag, med andre ord læren om læring i naturfag.

Det handler om udvikling og fornyelse af naturfaglig undervisning, sikring af naturfaglig kompetenceudvikling hos

lærere og anvendelse af fagdidaktisk forskning. Indsatsen retter sig mod naturfagsområdet i hele uddannelsessystemet fra førskoleområdet til grundskolen og videre i ungdomsuddannelserne. En af de første opgaver for det nye center bliver, i samarbejde med Aarhus Universitet, at udvikle en diplomuddannelse i naturfagsdidaktik. Udviklingen vil ske med udgangspunkt i den toårige efteruddannelse for folkeskolens naturfagslærere (Natlys) som universitetet nu i nogle år har afviklet i samarbejde med Århus Kommune Skolevæsen. I en overgangsperiode på et år (fra august 2005 til 2006) godkendes Natlys-uddannelsen derfor som diplomuddannelse udbudt af AU.

Samarbejdet bag Center for anvendt naturfagsdidaktik består af CVU Midt-Vest, CVU Storkøbenhavn og JCVU i tæt samarbejde med Center for Naturfagernes didaktik, Aarhus Universitet, og Ingeniørhøjskolen i Århus. Videnscentret får hovedsæde i Århus, hvor JCVU's rektor Birthe Friis er formand for styregruppen for samarbejdet. Yderligere CVU-samarbejdspartnere inddrages snarest i planerne for centrets aktiviteter.

Nytt nordisk tidsskrift i naturfagenes didaktikk!

NorDiNa er et nordisk tidsskrift som publiserer vitenskapelige artikler innen fagdidaktikk i naturfag i nordisk sammenheng. Artikler innen beslektede emner slik som teknikk/teknologi og geografi er også velkomne i NorDiNa.

Vår målgruppe er lærere og forskere i lærerutdanning ved høyskoler og universiteter, forskere og studenter på høyere nivå i fagdidaktikk, interesserte lærere i skoleverket, formidlere innen naturvitenskap og utdanningsplanleggere. NorDiNa bidrar således til å styrke og berike kontakten mellom fagmiljøer i de nordiske land, og gir mulighet til å utveksle forskningsresultater, resultater av utviklingsarbeider og perspektiver på faget. Artikler publiseres på dansk, norsk, svensk og engelsk.

NorDiNa utgis av Naturfagsenteret, Universitetet i Oslo, i samarbeid med Institutionen för pedagogik och didaktik, Göteborgs Universitet.

For mer informasjon om tidsskriftet, abonnementsordning og veiledning for forfattere, se:

**[www.naturfagsenteret.no/
tidsskrift/nordina](http://www.naturfagsenteret.no/tidsskrift/nordina)**

