

MONIA

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



SYDDANSK UNIVERSITET



DET NATUR-OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2013-4

MONA

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

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet, Det naturvidenskabelige område ved Roskilde Universitet, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet på Aalborg Universitet og Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet.

Redaktion

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

Ole Goldbech, lektor, Professionshøjskolen UCC

Sebastian Horst, institutadministrator, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Redaktionskomité

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

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

Lars Bang Jensen, ph.d. studerende, Institut for Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

Martin Niss, lektor, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet

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

Rie Popp Troelsen, lektor, Institut for Kulturvidenskaber, Syddansk Universitet

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

Tinne Hoff Kjeldsen, lektor, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

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

Manuskripter

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

Abonnement

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

Produktionsplan

MONA 2014-1 udkommer marts 2014. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 19. november 2013.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 6. januar 2014

MONA 2014-2 udkommer juni 2014. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 14. februar 2013.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 4. april 2014

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2013. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Indhold

4	Fra redaktionen
6	Artikler
7	De virtuelle læringsrums topologi <i>Claus Jessen</i>
20	Autenticitet i spil: gymnasieelevers møde med naturvidenskabelig forskning <i>Christine Jakobsen Morgan, Hanne Møller Andersen og Anna Busch Nielsen</i>
36	Undersøgelsesbaseret matematikundervisning <i>Rune Hansen og Povl Hansen</i>
55	Aktuel analyse
56	Innovationsfremmende naturfagsundervisning – to udfordringer for vores felt <i>Jan Alexis Nielsen</i>
67	Kommentarer
68	Hvordan ser pædagogstuderendes naturfaglige kompetenceprofil ud? <i>Karen Bollingberg og Birgitte Damgaard</i>
75	Science i børnehaven <i>Stig Broström</i>
80	Matematiklærere og inklusion <i>Arne Mogensen</i>
84	Studiekompetencer i kursusbeskrivelsernes målsætning <i>Claus Michelsen</i>
88	Hvordan mindskes frafaldet for studiestartere på naturvidenskabelige bacheloruddannelser? <i>Jens Hugger</i>
92	ASTE-profil i den nye læreruddannelse <i>Klaus Rasmussen og Ole Goldbech</i>
96	Nyheder

Fra redaktionen

MONAs abonnenter kan nu få de nyeste artikler elektronisk som pdf-filer. Hidtil har man kun kunnet få de ældre artikler online, men vi har sluttet os til en online portal for tidsskrifter og med et login kan abonnenterne få adgang til også de allernyeste numre. Så kan man selv vælge mellem at læse på tryk eller på skærm. Se nærmere om hvordan man får adgang på hjemmesiden www.science.ku.dk/mona.

I dette nummer af MONA har vi to artikler om gymnasiesektoren og en om læreruddannelsen. Den første foregår på Ørestad Gymnasium, så at sige. Ørestad er på mange måder et utraditionelt gymnasium, bla. ved sin udstrakte brug af elektroniske medier. Det ændrer spillerummet for mange didaktiske begreber, således også 'læringsrum'. I sin artikel, *De virtuelle læringsrums topologi*, beskriver Claus Jessen, hvordan 'virtuelle læringsrum' er en videreudvikling af virtuel undervisning hvor læringen er computermedieret, men hvor læreren ikke er adskilt fra eleverne i tid eller rum. Foruden de traditionelle faglige læringsaktiviteter – faglig begrebstræning og kompetenceudvikling – samt faglige undersøgelsesbaserede aktiviteter indgår også forløb hvor elevernes konkrete produkter har betydning, og hvor fokus sættes på formidling og innovative kompetencer. Artiklen indeholder mange konkrete eksempler.

I den anden artikel om gymnasiefeltet, *Autenticitet i spil: gymnasieelevers møde med naturvidenskabelig forskning* beskriver Christine Jakobsen Morgan, Hanne Møller Andersen og Anna Busch Nielsen en undersøgelse af effekterne i nogle af de universitetsudbudte undervisningsforløb til gymnasieelever som søger at øge viden om og interesse for naturvidenskab og teknologi, her i et casestudie af tre undervisningsforløb ved Aarhus Universitet Foulum. Undersøgelsen afdækkede tre dimensioner af betydning for elevernes faglige læring og deres indsigt i naturvidenskabelige metoder, nemlig autentisk forskningsmiljø, autentiske forskningsmetoder og autentisk forsker.

Vores tredje artikel, *Undersøgelsesbaseret matematikundervisning*, af Rune Hansen og Povl Hansen, drejer sig om folkeskolelæreruddannelsen, specifikt om de udfordringer som lærere og lærerstuderende står over for når de vil inddrage denne metode i deres undervisning. Artiklen beskriver metoden og fokuserer så på hvad der kan virke hæmmende for lærere/lærerstuderende i at praktisere en undersøgelsesbaseret tilgang til matematikken i deres undervisning. Artiklen udvikler desuden en række redskaber der kan understøtte læreres/lærerstuderendes vej væk fra en lærerstyret undervisning mod en elevstyret problem- og undersøgelsesbaseret undervisning.

I dette nummers aktuelle analyse, *Innovationsfremmende naturfagsundervisning – to udfordringer for vores felt*, tager Jan Alexis Nielsen emnet innovationsundervisning op. En grundig diskussion af bla. forfatterens egen forskning fører ham frem til to væsentlige udfordringer for den faglige debat dette ret nye felt bør gennemføre,

nemlig først og fremmest at finde frem til en *naturfagsspecifik* forståelse af selve begrebet innovation, og vel at mærke en som giver bedst mulig mening når vi skal lave innovationsfremmende naturfagsundervisning – og dernæst et naturfagsspecifikt (måske endda helst enkeltfags-specifikt) bud på hvordan vi kan evaluere innovationskompetencer formativt og summativt i naturfagsundervisningen.

I de to seneste numre har MONA bragt artikler om naturfags og matematiks situation når det drejer sig om børnehavebørn. Disse artikler bliver kommenteret i dette nummer, Niels-Ejbye Ernsts i MONA 2013-3 af Karen Bollingberg og Birgitte Damgaard, der som undervisere på pædagoguddannelsen kan perspektivere Ernsts forskningsresultater, og både Ernsts og Simensen og Anundsens (i 2013-2) af Stig Broström, som sammenfatter fællestrækkene i sin udredning og bla. konkluderer at der på den ene side er et behov for at udvikle fagfaglighed, men at vi også bør lære af de norske erfaringer, nemlig at det ikke er nok, fordi det kan føre til traditionel fagundervisning i børnehaven. Lars Ulriksens udredning om hvad der er svært for nye universitetsstuderende har fået reaktioner fra 'establishment' folk, nemlig fra studienævnsformand Jens Hugger fra KU og prodekan Claus Michelsen fra SDU. Begge kommentarer indeholder interessante ting om de to universiteters erfaringer. Interessant er også en kommentar fra Klaus Rasmussen og Ole Goldbech til Steffen Elmoses og Lene Bech Mikkelsens analyse i sidste nummer om naturfagene i den nye læreruddannelse. Den beskriver de fødselskomplikationer som forsøgsuddannelsen ASTE oplevede, som til dels var forårsaget af den pludselige tilblivelse af den nye læreruddannelse.

Artikler

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

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

De virtuelle læringsrums topologi



Claus Jessen, Ørestad
Gymnasium

Abstract: Virtuelle læringsrum er en videreudvikling af virtuel undervisning hvor læringen er computermedieret, men hvor læreren ikke er adskilt fra eleverne i tid eller rum. Graden af selvstændighed i elevernes faglige aktiviteter og karakteren af deres faglige produkter er centrale og definerer fire fundamentalt forskellige læringsrum. I hvert læringsrum beskrives de tilhørende elev- og lærerroller. Foruden de traditionelle faglige læringsaktiviteter – faglig begrebstræning og kompetenceudvikling – samt faglige undersøgelsesbaserede aktiviteter indgår naturligt også forløb hvor elevernes konkrete produkter har betydning, og hvor fokus sættes på formidling og innovative kompetencer.

På Ørestad Gymnasium har vi gennem et udviklingsprojekt om undervisning i de naturvidenskabelige fag og matematik udviklet nye begreber til at beskrive forskellige former for moderne ikkelærercentreret undervisning. Læringsrum opstår når der finder aktiviteter sted hvor eleverne opnår læring. Og de kan opstå i mange forskellige sammenhænge og have forskellige former. Ny ungdomskultur kræver ændrede former for undervisning hvor bl.a. differentieret undervisning, elevernes forskellige læringsstile samt elevernes motivation og oplevelse af fagets relevans spiller en stor rolle for læreprocessens succes. Samtidig giver netværk og computere helt nye teknologiske muligheder for læring. Dette er også et element i udviklingsarbejdet.

Ørestad Gymnasium har en særlig arkitektur hvor halvdelen af undervisningen foregår i åbne miljøer hvor traditionel klasseundervisning er umulig, men som indbyder til elevcentrede arbejdsformer af forskellig art. Endvidere har brug af computere erstattet bøger, og alle 1. og 2. g-klasser arbejder nu helt "papirfrit" udelukkende på computer eller iPad. Deres læremateriale foreligger elektronisk, og alle deres opgaver udarbejdes og afleveres elektronisk.

Virtuel undervisning er traditionelt kendetegnet ved at læreren er adskilt fra eleverne i tid og/eller rum, og at eleverne arbejder med det faglige stof computermedieret. Denne form for undervisning er ikke blot programmeret undervisning, men har et bredt variationsfelt hvor forskellige samarbejdsformer kan indtænkes (se fx Agertoft et al., 2003). Når læreren er fysisk fraværende i læreprocessen, kræver det nye måder at tilrettelægge forløbene på hvor eleverne arbejder selvstændigt i længere tidsrum.

Læreren er således ikke den umiddelbare motivationsfaktor, men materialet skal have en sådan karakter at det både motiverer eleverne og er tilpasset forskellige niveauer og læringsstile. Samtidig skal det være selvinstruerende så eleverne umiddelbart kan gå i gang uden yderligere lærerinstruktion. I vores udviklingsprojekt inddrager vi erfaringer fra tilrettelæggelsen af virtuelle undervisningsforløb, men vi ser ikke at den fysiske adskillelse af lærer og elever er afgørende. Derfor arbejder vi stadig med undervisning tilrettelagt efter samme principper som virtuel undervisning, men nu med læreren til stede som coach i elevernes læreproces. Dette er baggrunden for at vi kalder de nye læringsrum for *virtuelle læringsrum*.

Topologi er en matematisk disciplin inden for geometri hvor forskellige geometriske former kan typologiseres. To former kan godt se vidt forskellige ud, men alligevel være topologisk ens. Andre er fundamentalt forskellige. Vi finder samme egenskaber i de virtuelle læringsrum. Her kan to forløb godt være umiddelbart forskellige, men alligevel være grundlæggende ens, mens andre er fundamentalt forskellige. Som afgørende parametre i typologiseringen af de forskellige læringsrum bruger vi dels elevernes selvstændighed i indholdsvalget og dels karakteren af det produkt der er resultatet af forløbet. Mere om dette senere.

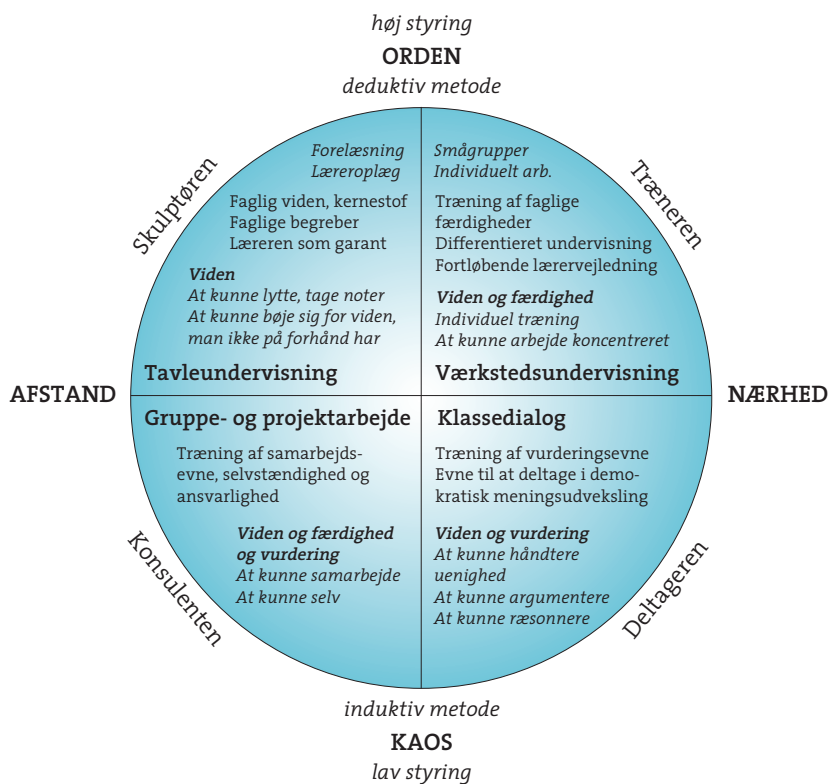
Virtuelle læringsrum er altså noget helt andet end virtuel undervisning, men er en naturlig videreudvikling af virtuel undervisning. Grundtesen er kort sagt at arbejdet med virtuel undervisning har givet nogle værdifulde erfaringer i computer-/multimedieformidlet undervisning som videreføres i en undervisning hvor læreren er til stede uden at indtage den traditionelle lærerrolle. I stedet skal eleverne arbejde med computermedieret læring under vejledning af læreren. Denne form for undervisning passer fint til de nye elevtyper og til gruppearbejde i studieområder, men kræver at gruppearbejdsformen udvides med nye muligheder og nye lærerroller.

Læringsrum

Historisk set var undervisning blot en overførsel af viden og færdigheder fra læreren til eleverne. Så længe undervisningen byggede på et stærkt autoritært forhold mellem elever og lærer, og elevernes arbejde i skolen var styret af lærerens magtbeføjelser, var der ingen grund til at tale om forskellige læringsrum. Men med demokratisering af undervisningen og den hermed følgende frisættelse af eleverne var der brug for også at arbejde med motivation af eleverne. I stedet for envejskommunikation fra lærer til elev blev undervisningssituationen nu en samarbejdsrelation mellem lærer og elev for at nå det fælles mål at eleverne tilegnede sig de faglige kompetencer og fagets kernefaglige områder. I samme åndedrag kom begrebet læring på banen idet fokus nu ændredes fra hvad læreren foretog sig, til hvordan eleverne arbejdede med faget, og hvad de lærte. Samtidig pointerede den konstruktivistiske læringsteori at læring ikke er en sim-

pel transformation af lærerens viden til eleverne, men er en kompliceret proces hvor eleverne selv konstruerer deres faglige begreber og mentale modeller for forståelsen af fagenes indre logik og sammenhæng. Derfor er det vigtigt at have fokus på elevernes faglige aktiviteter i undervisningssituationen. Men læring kan foregå under mange forskellige former, og den professionelle lærer har en række forskellige muligheder for at tilrettelægge læringsprocessen for eleverne så deres udbytte bliver optimeret.

For at beskrive lærernes forskellige muligheder for at tilrettelægge elevernes aktiviteter har man indført begrebet *læringsrum*. Læringsrummet er det sted hvor elever og lærer mødes i undervisningssituationen, og det indbefatter en beskrivelse af de roller elev og lærer indtager, og de aktiviteter der foregår. Birgitte Gottlieb og Steen Beck (Beck, 2001) har udarbejdet en fin beskrivelse af fire fundamentalt forskellige læringsrum som beskriver den måde undervisningen kan tilrettelægges på. Men de er alle fire karakteriseret ved at lærer og elev fysisk er til stede samtidig og i fællesskab kan agere i det pågældende læringsrum og her udføre de adækvate læringsmæssige aktiviteter. Læreren som person er her en central deltager i læringsrummene gennem sin fysiske tilstedeværelse. Modellen bygger således alene på forholdet mellem lærerens og elevernes deltagelse.



Figur 1. "De traditionelle læringsrum". Fra: Beck (2002).

Virtuel undervisning

Med virtuel undervisning åbnes der for en ny situation hvor elevernes læring sker uden lærerens direkte fysiske deltagelse. Undervisningen tilrettelægges så eleverne selv arbejder med stoffet. Læreren kan så følge med på afstand via netopkobling med eleverne. Her er undervisningen typisk programmerede forløb hvor eleverne gennemfører det program som læreren har tilrettelagt og uploadet på fx en hjemmeside eller en netbaseret platform, og som eleverne arbejder med. På Ørestad Gymnasium er denne form for undervisning udviklet i stor stil med de såkaldt styrede læringsforløb. En anden form kunne være en mere eksplorativ form for elevaktivitet hvor eleverne selvstændigt foretager en undersøgelse, og læreren følger med i deres arbejde og undersøgelser som vejleder eller coach, men på afstand.

Det programmerede forløb og den eksplorative undervisning er forskellige, men de er begge karakteriseret ved at læringen oftest er medieret via computer og internet. Elevrollen i de to forløb er forskellig, men der er dog nogle væsentlige lighedspunkter – nemlig at elevernes motivation til at arbejde fagligt med stoffet ikke formidles af lærerens tilstedeværelse, men via det stof og det medie som eleverne arbejder med. Så stoffet skal være både fagligt udfordrende og motiverende for eleven. Elevrollen forudsætter at eleven har den grad af modenhed og selvstændighed så vedkommende kan fastholde sin læringsaktivitet uden lærerens tilstedeværelse.

Men den måde hvorpå eleverne arbejder med faget i virtuel undervisning, er uafhængig af lærerens tilstedeværelse. Derfor er der brug for en beskrivelse af nye læringsrum hvor elevernes selvstændige arbejde med undervisningsforløb i faget – enten programmerede eller eksplorative – kombineres med lærerens tilstedeværelse under læringsprocessen. Her er fagligheden formidlet interaktivt via computer, og læreren er til stede samtidig på skolen og kan facilitere eleverne i deres arbejde. Dette er hvad vi kalder for *de virtuelle læringsrum*. Her spiller selve læringsmidlet en stor rolle idet den faglige formidling er medieret via interaktivt computerarbejde og ikke via lærerens tilstedeværelse. Lærerrollen er nu at bistå eleverne i deres arbejde med det faglige.

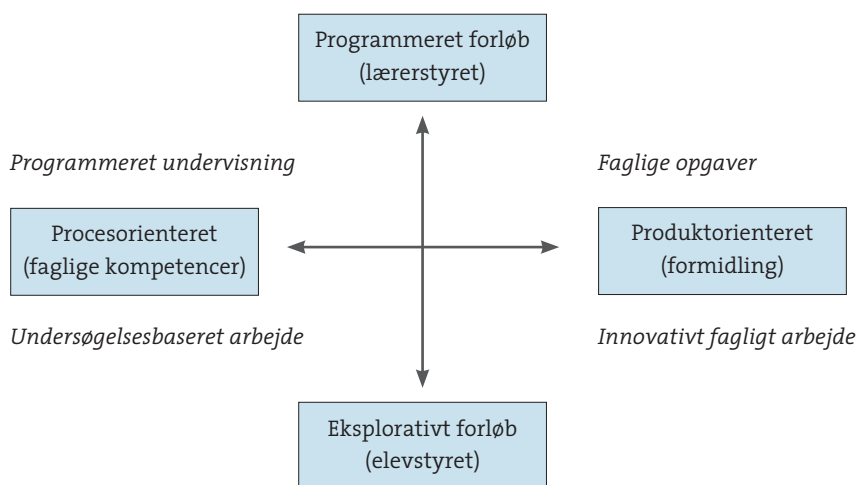
De virtuelle læringsrum

Vores arbejde med udviklingen af de virtuelle læringsrum tager udgangspunkt i de naturvidenskabelige fag og matematik. Men begreberne kan udstrækkes til at beskrive læring i en lang række andre fag. I naturvidenskabelige fag er begrebsdannelse og sammenhænge mellem faglige begreber fundamentale. Begreberne opbygges hos eleverne via mentale billeder og forestillinger, og den konstruktivistiske læringsteori beskriver hvordan disse begreber skabes hos eleven af eleven selv. Derfor er elevaktivitet af afgørende betydning. Eleven er nødt til at italesætte sine begreber og indgå

i dialog med andre elever, læreren og eventuelt eksterne samarbejdspartnere for at få begrebsbillederne justeret og tilpasset den faglige diskurs. Så her er elevernes formidling af det faglige central.

Med elevernes forskellige læringsstile og forskellige faglige niveauer vil eleverne bedst kunne arbejde i forskelligt tempo og ad forskellige veje mod de faglige mål. Det kan lade sig gøre i differentierede læringsforløb, men kan være vanskeligt at gennemføre i traditionel klasseundervisning. Med ny IT-teknologi hvor læringen er medieret af interaktive forløb, kan eleverne gruppevis arbejde med de faglige begreber i deres eget tempo, og læreren er ikke den faglige formidler, men den ad hoc-sparringspartner som eleverne kan gå i dialog med undervejs på netop deres niveau og tilpasset deres læringsmæssige behov.

Elevernes rolle i læreprocessen er det centrale i vores beskrivelse af de virtuelle læringsrum, og vi har valgt to centrale variable: Den ene er elevernes valg af indhold og aktiviteter under arbejdet, altså hvor selvstændigt eleverne arbejder med de faglige problemstillinger. Denne aktivitet kan være nøje planlagt og styret af læreren som det ene yderpunkt, eller den kan være åbent planlagt så indhold og proces er styret af eleverne selv som det andet yderpunkt. Den anden variabel er karakteren af de mål/produkter som er resultatet af undervisningen. Det ene yderpunkt er at eleven udarbejder et produkt for sig selv, altså udvikler faglige kompetencer hos sig selv, og det andet yderpunkt er at eleven udarbejder et konkret produkt der kan bruges og vurderes af andre (Kress, 2012). Disse to variable kan opstilles i dette diagram:



Figur 2. De virtuelle læringsrum er styret af to parametre. Den lodrette akse angiver graden af elevselvstændighed i valg af opgaver der arbejdes med, fra helt lærerstyret til helt elevformuleret. Den vandrette akse angiver formålet med produktet fra ren faglig læring hos eleven til et produkt andre kan få gavn af.

I diagrammet angiver den lodrette dimension de aktiviteter som eleverne foretager i undervisningen. Det er graden af indholdsstyring der angives på denne akse. Her er en bemærkning om lærerstyring vigtig at få ind. I den didaktiske og faglige planlægning af forløbene og tilrettelæggelse af de forskellige elevaktiviteter er lærerstyringen meget vigtig. Så det er i den didaktiske styring at den professionelle lærer viser sin ekspertise, og denne form for styring er ikke til debat. Men i diagrammet tænkes på den direkte lærerstyring der foregår under elevernes aktiviteter. Her kan læreren som den ene yderpol have lavet en detaljeret disposition for elevernes arbejde med forløbet, og man kan tale om en endimensionel læringsmæssig bevægelse hvor eleverne arbejder i samme retning. Det betyder ikke at alle eleverne arbejder med præcis det samme og på samme tidspunkt, for man kan nemt forestille sig differentierede forløb hvor eleverne arbejder med samme problemstilling på forskellige niveauer. Med brug af computer er det fx enkelt at lade eleverne arbejde differentieret i niveaudelte grupper. Dette er de *programmerede forløb*. I den modsatte yderpol af skalaen findes de *eksplorative forløb*, og her arbejder eleverne undersøgelsesbaseret med selvvalgte faglige problemstillinger. Hvad eleverne præcis arbejder med, og hvordan de går til arbejdet, foregår på deres eget initiativ, men med læreren som igangsætter og faglig inspirator. Arbejdet kan enten foregå ved eksperimentelle undersøgelser eller ved informationssøgning på nettet eller andre steder, fx ved interviews med folk uden for skolen. Typisk vil forskellige grupper arbejde med meget forskellige problemstillinger i sådanne forløb. Her vil eleverne kunne udvikle faglige kompetencer der gør dem i stand til at handle på baggrund af faglig indsigt, og undervisningen vil også bidrage til deres almindelse (Schnack, 1998).

I den vandrette akse beskrives det produkt/udbytte som eleverne udarbejder eller opnår i løbet af undervisningen. Her er den ene yderpol at eleverne arbejder med rent faglige problemstillinger og løser opgaver. Målet er at de opnår interne faglige kompetencer og færdigheder. Produkterne er dels henvendt til eleven selv for at overbevise vedkommende om at han eller hun mestrer faget og lever op til de faglige mål som læreren har sat, dels er de henvendt til læreren som kan se resultaterne af elevernes faglige indsats. Disse produkter er en væsentlig del af den formative evaluering af eleverne og af undervisningen som sådan. I den anden yderpol er selve produktet centralt og noget der har en værdi i sig selv. Det er udarbejdet for at andre kan få udbytte af at bruge det. I yderste konsekvens kan produktet have værdi for eksterne samarbejdspartnere, og det kan vurderes af disse.

De to akser inddeler området i fire forskellige læringsrum. I øverste felt til venstre har vi den programmerede undervisning hvor læreren har lavet et styret læringsforløb med introduktionstekster/-videoer og en række elevaktiviteter nært knyttet til den faglige introduktion. Her er målet at eleverne indøver de faglige kompetencer og lærer det kernefaglige indhold i faget. Eleverne arbejder individuelt eller i grupper med

stoffet. Her optræder læreren som den faglige coach der hjælper eleverne igennem forløbet.

I nederste venstre felt arbejder eleverne med faglige problemstillinger som de selv har valgt at undersøge. De vil typisk arbejde undersøgelsesbaseret og selv tilrettelægge deres arbejde. Herved vil de få et ejerskab til deres eget arbejde, og målet er opøvelse af faglige kompetencer. Lærerens rolle er her at inspirere og udfordre eleverne gennem spørgsmål til eleverne under deres arbejde.

I det øverste højre felt har vi den type forløb hvor læreren har defineret det der skal arbejdes med, og hvor den faglige formidling er i fokus. Her kan eleverne arbejde med fremlæggelse af et bestemt emne eller udarbejde en større skriftlig opgave, fx studieretningsopgaven eller -projektet. Målet er at opøve eleverne i at bruge den faglige terminologi, og de kan udarbejde et skriftligt produkt eller en videoproduktion. Lærerens rolle er at vejlede eleverne i arbejdet med produktet og give respons på selve den faglige formidling i opgaven – både formativt under udarbejdelsen af opgaven og summativt på den færdige opgave.

Endelig har vi det nederste felt til højre hvor eleverne arbejder med et selvvalgt emne, og hvor formidlingen er i fokus. Det betyder at der skal være en aftager af produktet som ikke bare er læreren, men en som faktisk kan bruge elevernes produkt. Derfor arbejder eleverne med et emne som de har valgt, evt. i samarbejde med dem der skal bruge det. Målet er at eleverne lærer at formidle deres faglige viden med hensyn til modtagerne. Læreren er her den faglige vejleder og faglige garant så produktet har den kvalitet som aftagerne forventer. Evalueringen af produktet foretages primært af aftagerne der vurderer det i forhold til deres udbytte af det.

I næste afsnit uddybes de fire virtuelle læringsrum nærmere.

Programmeret undervisning

Dette læringsrum kan karakteriseres ved at elevernes aktiviteter er stærkt indholdsmæssigt styret af læreren, og at resultatet af arbejdet er læring af faglige begreber og sammenhænge eller indøvelse af specifikke faglige kompetencer.

Der er lagt et nøje program for undervisningen som alle arbejder ud fra, men det kan godt indeholde forskellige niveauer så eleverne udfordres på hvert deres niveau. I vores udviklingsprojekt sker dette typisk ved at eleverne i grupper præsenteres for de faglige begreber gennem arbejde med interaktive programmer eller animationer eller ved at gennemse korte videoproduktioner. Videoproduktionerne er typisk en lærerproduceret video – oftest optaget som skærmoptagelse fra computeren, fx af en PowerPoint-præsentation. Her præsenteres de faglige begreber audiovisuelt. Vores erfaring er at en sådan video skal være forholdsmæssig kort, maks. fem minutter. Eleverne kan have set videoen hjemmefra som lektie – eller de kan se den i starten af undervisningslektionen.

Dernæst følger træning i anvendelse af begreberne, og det kan ske på mange måder. Fx kan alle elever få samme opgaver hvor den første tredjedel er opgaver som alle skal nå, og som træner den grundlæggende forståelse. Anden tredjedel går ud på at bruge begreberne i enkle sammenhænge, og sidste tredjedel er anvendelse af begreberne på mere kompliceret vis eller sammenknytning til tidligere indlærte begreber. På denne måde kan lærervejledningen af eleverne tidsmæssigt differentieres. De fagligt svageste elever har allerede brug for hjælp til de første opgaver mens middelgruppen og de fagligt stærke uden problemer arbejder første tredjedel igennem. Efter et stykke tid når middelgruppen til anden tredjedel og kan nu få lærerhjælp til denne del. De er nemlig kommet til de opgaver hvor de har behov for vejledning og støtte. De fagligt stærke elever arbejder sig også gennem denne del uden meget lærerstøtte, og endelig når de deres udfordringer i den sidste tredjedel og kan så få lærerhjælp her. På denne måde kan lærerressourcen tidsmæssigt fordeles i arbejdet.

Man kan også lave et matrixgruppearbejde hvor eleverne i niveaudelte grupper arbejder med hver sin problemstilling der passer til deres niveau, og så i nye grupper forklarer og italesætter de begreber som de har tilegnet sig. På denne måde støttes elevernes læring gennem deres egen formidling.

På Ørestad Gymnasium bruger vi p.t. Google Apps som IT-plattform. Her oprettes et site (en hjemmeside) for hver lektion (på 95 minutter) hvor video og/eller animation er indlagt. Her finder eleverne links til de opgaver som de arbejder med. De opretter et fællesdokument i deres gruppe hvor de noterer deres svar på de stillede opgaver. Således kan de dokumentere deres faglige arbejde, og læreren kan se hvordan de arbejder med faget. Lærers rolle er at hjælpe eleverne med deres begrebsafklaring via en spørgende tilgang (coachrolle) eller ved direkte faglig vejledning. Ved at stille udvidende spørgsmål kan læreren bringe nye vinkler af begrebet i spil (inspiratorrolle).

Når lektionen eller et korterevarende forløb er færdigt, kan eleverne opsummere deres viden og faglige resultater via en elektronisk portfolio. Målet med denne er at læreren her kan følge med i elevernes læringsmæssige fremskridt. Denne spiller også en rolle i den formative evaluering undervejs og i den summative evaluering ved forløbets afslutning.

Ofte bruger vi en facilitet ved Google Apps kaldet formula hvor man kan designe et spørgeskema til eleverne som de kan udfylde. Bagefter kan de uploade deres svar som de selv og læreren har adgang til. På denne måde kan man som lærer bruge dette spørgeskema dobbelt, dels som et middel til at fortælle eleverne hvad de faglige pointer i lektionen er – nemlig de spørgsmål som man skal kunne besvare – og dels som en måde at styre elevernes notater i lektionen.

Faglig undersøgelsesbaseret undervisning

I nederste felt til venstre har vi de faglige undersøgelsesbaserede aktiviteter hvor eleverne selv formulerer det spørgsmål eller problem som de vil arbejde med. Eleverne tilrettelægger selv deres arbejde og designer deres undersøgelser. Her indgår informationssøgning, udvælgelse af relevant fagligt stof og tilrettelæggelse af eventuelle eksperimentelle undersøgelser. I elevernes arbejde med deres undersøgelser indgår de taksonomiske niveauer: redegørelse, analyse og konklusioner. I sådanne forløb kan eleverne optræde i en forskerrolle, og deres arbejde vil af og til omhandle spørgsmål som læreren heller ikke har et rede svar på.

Målet i dette læringsrum er at eleverne opøver faglige arbejdsmetoder og kompetencer. Oftest vil det primære mål være træning af kernefaglige grundbegreber eller specifikke faglige kompetencer. Disse kan ofte trænes gennem forskellige valg af faglige problemer hvorfor arbejdet i dette læringsrum ofte vil være problemorienteret projektarbejde af kortere eller længere varighed. Ved at arbejde projektorienteret med et fagligt emne vil eleverne foruden at træne deres faglige kompetencer også opleve at kunne fordybe sig i et fagligt emne.

I vores arbejde med det faglige projektarbejde er der ikke altid de store krav til produktet. Ofte kan projektarbejdet danne grundlag for en skriftlig opgave – en projektrapport hvor selve skriftligheden er i fokus, men det kan også være et kort abstract hvor problemstilling og elevernes svar kort fremstilles. Eller det kan være en kort mundtlig fremlæggelse.

Lærerrollen er her i første omgang at være den der fanger elevernes interesse for spørgsmålet, og lærerrollen er den spørgende der gennem spørgsmålene stimulerer elevernes nysgerrighed og interesse for sagen. Dernæst er læreren både faglig vejleder i fagets metoder og hjælper for eleverne i tilrettelæggelse af deres selvstændige arbejdsforløb. Lærerens opgave under forløbet er at åbne elevernes øjne for nye muligheder og perspektiver og at hjælpe dem videre med deres arbejde så de kommer igennem de frustrationer som ofte opstår i sådanne selvstændige forløb. Aktiviteterne i dette læringsrum er velkendt som “undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning” (IBSE: Bavnhøj, 2010; Harlen, 2011; Jacobsen, 2008) hvor eleverne gennem deres egne spørgsmål og eksperimentelle aktiviteter får et særligt ejerskab til deres produkt.

Faglige opgaver

I øverste felt til højre har vi de større faglige opgaver hvor formidlingen af det faglige stof er vigtigst. Her har vi de opgavetyper hvor læreren har udarbejdet opgaveformuleringen, og hvor eleverne besvarer den. Det kan være rapporter i de naturvidenskabelige fag eller skriftlige opgaver i matematik, og det kan være større opgaver som studieretningsopgaven og studieretningsprojektet. Elevens besvarelse er henvendt til

den fagligt kompetente person – det kan være læreren eller en censor. Lærerrollen er her dels at støtte eleven med det rent faglige, dels at hjælpe med korrekt anvendelse af faglige termer og brug af det faglige sprog. Skriftsproget er så anderledes end det talte sprog at skrivekompetencen i fagene kræver en særlig tilgang.

Ved brug af IT er det muligt at oprette fællesdokumenter hvor en gruppe elever arbejder på samme dokument der ligger i "skyen". Så de kan se det samme dokument på hver deres skærm, og de kan samtidig skrive i det og foretage ændringer online. Igen er målet at eleverne gennem deres aktive brug af begreberne får dem aktiveret og gjort til en del af deres faglige arsenal.

Oftest er skriftligheden en vanskelig proces for eleverne, og her arbejder vi konsekvent med videooptagelser hvor eleverne i stedet for at skrive tekster optager deres opgaveløsning via screencast på en video hvor de peger med musen og speaker til. Dette har to store fordele. For det første er det nemmere for eleverne at afprøve forklaringer mundtligt inden de kaster sig ud i skriftlige forklaringer, og for det andet kan man ikke så let overtage en fil med opgaver fra en kammerat når man selv skal speake til.

Det kan også være den mundtlige faglige formidling der er i fokus. Eleverne kan optage videoer hvor de gennemgår forskellige faglige begreber, og disse videoer kommenteres af læreren. Man kan også her arbejde med den traditionelle naturvidenskabelige rapport og lade elever optage deres eksperimentelle arbejde på video.

Målet med arbejdet i dette rum er blandt andet at eleverne bliver klar over de skriftlige genrer der er i faget. Gennem målrettet træning i udarbejdelsen af disse produkter opøves eleverne i at kunne gå til den skriftlige prøve i faget.

Innovativt fagligt arbejde

Endelig har vi det nederste felt til højre hvor det er produktet der er væsentligt. Og det produkt der kommer ud af arbejdet, skal have værdi for andre. Det er undervisningsforløb hvor eleverne arbejder sammen med eksterne parter og bidrager med faglig viden og arbejdskraft til et produkt der kan anvendes af andre. Disse andre kan fx være lokale erhvervsdrivende eller græsrodsbevægelser, eller det kan være elever fra andre klasser eller folkeskoler som nyder godt af den formidling klassens elever foretager. Vurderingen af det produkt som udarbejdes, foretages af produktets modtagere – den lokale erhvervsdrivende, græsrodsorganisation eller de elever der modtager produktet.

Målet med dette læringsrum er dels anvendelse af faglig viden i konkrete sammenhænge og dels målrettet formidling i forhold til modtageren som ikke nødvendigvis har samme faglige indsigt som eleverne. Samarbejdet med modtageren kan være konkret formidlet gennem et samarbejde på skolen, uden for skolen eller gen-

<i>Programmeret under-visning</i> Eks.: Hubbles lov	<i>Eleverne får data for en række galakser hvor de ser den målte rødforskydning for udvalgte linjer i spektret, og de ser et foto af galaksen og kan her finde dens vinkeldiameter. Så arbejder de i grupper med at beregne rødforskydningen og galaksens flugthastighed. Desuden vurderer de galaksens afstand fra Mælkevejen ud fra størrelsen. Endelig laver de lineær regression og efterviser derved Hubbles lov og finder en værdi for Hubblekonstanten.</i>
<i>Faglige opgaver</i> Eks.: udledning af differentialkvotienten for en funktion	<i>Eleverne skal gennemarbejde udledningen af en udvalgt differentialkvotient, fx for x^3, ved hjælp af tretrinsreglen. De skal optage udledningen på video med anvendelse af alle de nødvendige argumenter.</i>
<i>Undersøgelsesbaseret arbejde</i> Eks.: kaffebrygning	<i>Eleverne skal bestemme hvordan man bedst kan opvarme vand til kaffe. Her skal de definere hvad man forstår ved bedst – er det energiforbrug, er det miljørigtigst, er det billigst, eller hvilket kriterie er mest relevant? Dernæst skal de opstille hypoteser og tilrettelægge eksperimenter til afprøvning af hypoteserne.</i>
<i>Innovativt fagligt arbejde</i> Eks.: kundeundersøgelse for Bilka	<i>Varehuset Bilka skal have lavet en kundeundersøgelse for at undersøge om deres kunder læser tilbudsaviser, og om de i særlig høj grad kommer i butikken på grund af tilbuddene. Desuden vil de gerne vide om kunderne er tilfredse med deres bestræbelser for at minimere køernes længde. Eleverne designer en spørgeskemaundersøgelse som de udfører i Bilka. Resultaterne behandles i matematik, og der udarbejdes en rapport som sendes til butikschefen i Bilka.</i>

Her ses et skema med udvalgte aktiviteter i hvert af de fire rum.

nem kontakt via nettet. På denne måde er undervisningen netværksbaseret i større betydning idet læringen foregår i et fagligt netværk der kan række uden for skolen. Evalueringen af produktet foretages af den eksterne samarbejdspartner der via elektronisk kommunikation kommenterer elevernes arbejde undervejs og til slut. Det centrale i denne form for innovativ undervisning er elevernes evne til idégenerering, problemkortlægning, udarbejdelse af innovative løsningsforslag og formidling af forslagene. Innovativ undervisning er som begreb beskrevet mange steder. Her vil indsigt i innovative arbejdsprocesser være afgørende for en god proces og et godt produkt (Papanek, 1984; Wassermann, 2012). I dette læringsrum vil eleverne ofte arbejde med problemstillinger der rækker ud over faget. Her vil de eventuelt kunne trække på andre fag og skulle forholde sig til etiske eller politiske problemstillinger samt inddrage sociovidenskabelige argumenter (se: Nielsen, 2012).

På Ørestad Gymnasium har vi arbejdet med unge til unge-undervisning hvor ældre elever tilrettelægger forløb for elever på lavere klassetrin. Men vi har også arbejdet med forløb hvor eleverne bruger hinanden som aftagere og selv producerer deres eget undervisningsmateriale som de andre i klassen skal bruge, og som vokser frem på samme måde som Wikipedia. Endelig kan eleverne bidrage til ikkefærdige dele af Wikipedia.

Lærerrollen er her dels at formidle kontakterne til de eksterne samarbejdspartnere og til at vejlede og inspirere eleverne. Samtidig er læreren den faglige garant der sikrer sig at elevernes produkt der skal anvendes af andre, er fagligt lødigt.

Vores erfaring indtil nu

Nu er vi ved slutningen af andet år af vores udviklingsprojekt. Projektet følges af Institut for Naturfagenes Didaktik som skal være med i den endelige evaluering af projektet. Men vi har allerede nogle formodninger om resultatet af arbejdet i de virtuelle læringsrum.

For det første giver denne måde at arbejde med kombination af computermidiet læring og lærervejledning på stor mulighed for differentieret undervisning. Den traditionelle klasseundervisning er efterhånden meget vanskelig at gennemføre, for det er svært for 28 elever at følges læringsmæssigt ad. Derfor er selv den traditionelle lærergennemgang erstattet af videogennemgang der nemt kan foregå differentieret.

En anden konklusion er at video er et medie som vores elever helt naturligt kaster sig over og anvender i deres faglige arbejde. Mange elever oplever en barriere ved skriftligt arbejde som de ikke oplever ved videoproduktion. Derfor vil elevernes video-produktioner ofte opleves at være på højere fagligt niveau og mere gennemarbejdede end deres tilsvarende skriftlige produkter. Vi vil arbejde mere med video som en mulig adgangsvej til højere kvalitet i elevernes skriftlige arbejder.

En tredje konklusion er at eleverne synes arbejdet er mere forpligtende når der er en ekstern modtager af deres produkt, og at denne modtager faktisk vil bruge produktet og også er med til at vurdere produktets kvalitet.

Endelig frisætter den nye lærerrolle tid til individuel og målrettet vejledning af enkeltelever som så måske føler sig mere set og mere inkluderet i undervisningen. Et af vores næste trin i projektet er at forsøge at inddrage sociale medier i vejledningsprocessen for at undersøge de potentialer der ligger her.

Referencer

- Agertoft, A. et al. (2003). *Netbaseret kollaborativ læring*. Værløse: Billesø & Baltzer.
- Bavnhøj, H. et al. (2010). *Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det?*. *MONA*, 2010(4), s. 25-43.
- Beck, S. & Gottlieb, B. (2002). *Elev/student*. *Gymnasiepædagogik* nr. 31 og 32, SDU.
- Harlen, W. (2011). *Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning*. *MONA*, 2011(3), s. 46-70.
- Jacobsen, L.B. (2008). *Formål med eksperimentelt arbejde i fysikundervisningen*. *MONA*, 2008(4), s. 22-41.
- Kress, G. & Selander, S. (2012). *Læringsdesign*. København: Frydenlund.
- Nielsen, J.A. (2012). Gymnasieelevers sociovidenskabelige argumentation. *MONA*, 2012(3), s. 21-39.
- Papanek, V. (1984). *Design for the Real World, Human Ecology and Social Change*. Chicago: Academy Chicago Publishers.
- Schnack, K. (1998). Handlekompetence. I: N.J. Bisgaard (red.), *Pædagogiske teorier*. Billebø & Baltzer, s. 15-30.
- Wassermann, A. (2012). *Design 3.0, Design to Improve Life Education*. www.designtoimprovelifeeducation.dk/sites/default/files/design_3.0_wassermann.pdf.

Engelsk abstract

Virtual learning rooms are a further development of virtual teaching: learning is computer mediated but the teacher is not separated in time and space from the students. The degree of independence of the activities of the students and the character of their products are central and define four distinct learning rooms. For each learning room the corresponding roles of teacher and student are described. In addition to the traditional learning activities – concept training and development of competencies as well as subject specific exploratory activities – the students' concrete products are of significance, with a focus on communication and innovative competencies.

Autenticitet i spil: gymnasieelevers møde med naturvidenskabelig forskning



Christine Jakobsen Morgan,
Aarhus Universitet Foulum



Hanne Møller Andersen,
Centre for Science
Education, Aarhus
Universitet



Anna Busch Nielsen, Aarhus
Universitet Foulum

Abstract: Danske universiteter udbyder undervisningsforløb til gymnasieelever for at øge viden om og interesse for naturvidenskab og teknologi. Der er begrænset evidens for effekten af de forskellige tilbud. Artiklen beskriver resultaterne fra et casestudie af tre undervisningsforløb ved Aarhus Universitet Foulum. Analysen af data fra gymnasielærere og forskere synliggjorde tre dimensioner med betydning for elevernes faglige læring og deres indsigt i naturvidenskabelige metoder. Disse dimensioner er: autentisk forskningsmiljø, autentiske forskningsmetoder og autentisk forsker. Yderligere undersøgelser er dog nødvendige for en mere indgående forståelse af betydningen af elevernes møde med en autentisk forskningsverden samt effekten af de tre dimensioner.

Baggrund og intentioner

Danske universiteter har igennem en årrække udbudt aktiviteter målrettet mod gymnasieskolen. De fleste tilbud har været inden for ingeniør- og naturvidenskab.

Gymnasielærere vælger at gøre brug af disse gymnasierettede forløb for at få adgang til faglig viden, udstyr, faciliteter og en virkelighedsnær rammesætning som gymnasiet ikke selv råder over. Derudover er det vigtigt for lærerne at eleverne introduceres til universitetsverdenen som en fremtidig uddannelses- og arbejdsmulighed. Universiteternes formål med aktiviteterne er at øge elevers viden om og interesse for naturvidenskab og teknologi samt at understøtte og kvalificere de unges uddannel-

sesvalg. Universiteterne har udviklet et bredt spektrum af aktiviteter der retter sig mod forskellige grupper af elever og med forskelligt sigte. Aktiviteterne kan kategoriseres med udgangspunkt i tre mål: 1) vejlede elever om uddannelsesmuligheder og kvalificering af studievalg, 2) stimulere elevernes nysgerrighed og vække deres interesse for naturvidenskab og 3) øge dybden af elevernes faglige viden og forståelse af naturvidenskabelige metoder og forskningsprocesser. De enkelte aktiviteter har dog ofte flere mål. Denne artikel er skrevet med udgangspunkt i et casestudie af et treårigt udviklingsprojekt på Aarhus Universitet Foulum med navnet BroKom (**Br**oygning og **Ko**mmunikation). Projektet omhandler forskningsformidling med primært sigte mod mål nummer tre med en forhåbning om at det samtidig kan vække elevernes interesse for naturvidenskab og teknologi. Et relateret tiltag, "Forsker for en dag", har tidligere været beskrevet i MONA (Bendixen, 2008). I den pågældende artikel beskrives det hvorledes et besøg på en forskningsinstitution kan fungere som et supplement til gymnasiets undervisning, og der argumenteres for at sådanne besøg kan bidrage til elevernes dannelse og læring af naturvidenskab.

Universiteternes tilbud er spækket med gode formål og intentioner, men der er begrænset evidens for disse tilbuds indflydelse på elevernes interesse og faglige læring. Vores sigte med nærværende artikel er at bidrage til en øget forståelse af faktorer der har indflydelse på elevernes udbytte af universiteternes faglige formidling til gymnasieelever. En række undersøgelser viser at elevernes oplevelse af en *autentisk forskningsverden* (f.eks. Aydeniz, Baksa, & Skinner, 2011; Braund & Reiss, 2006; Luehmann & Markowitz, 2007; Sadler, Burgin, McKinney, & Ponjuan, 2010; Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004) samt varighed og mulighed for *flere møder* mellem elev og forskningsverden (Sadler et al., 2010) har betydning for elevernes udbytte. Vi har derfor fokuseret på at belyse disse tre faktorer i kontekst af udvalgte BroKom-forløb, som eksempler på universiteternes gymnasierettede aktiviteter.

Denne undersøgelse er baseret på gymnasielæreres observationer af og refleksioner over hvorledes udvalgte BroKom-forløb kan bidrage til elevernes udbytte i form af interesse, viden og dannelse. Vi har valgt at fokusere på lærernes opfattelse fordi de i kraft af deres erfaring med gymnasieelever og forskellige typer af ud af huset-aktiviteter forventes at være troværdige og relevante informanter. Praktiske forhold og begrænsede ressourcer har afskåret os fra at sammenholde lærernes observationer og betragtninger med elevers opfattelse af eget udbytte. Undersøgelsens hovedspørgsmål har været:

- Hvordan opfatter gymnasielærerne elevernes møde med forskningsverdenen?
- Hvilken betydning tillægger lærerne autenticitet i forhold til elevernes udbytte af BroKom-forløbene?
- Hvilken betydning tillægger gymnasielærerne og de unge forskere de gentagne møder med forskningsverdenen i forhold til elevernes udbytte af BroKom-forløbene?

Teoretisk udgangspunkt

Naturvidenskab og forskning er af stor betydning for udviklingen af vores moderne samfund. Det er derfor væsentligt at befolkningen har et realistisk og nuanceret billede af naturvidenskab og de metoder der anvendes inden for forskningen. En autentisk kontekst kan ifølge en række forskere (f.eks. Aydeniz et al., 2011; Braund & Reiss, 2006; Luehmann & Markowitz, 2007; Sadler et al., 2010; Schwartz et al., 2004) bidrage til at de unge får en sådan indsigt, samtidig med at autenticiteten kan have en positiv effekt på de unges interesse for naturvidenskab. Autentiske aktiviteter kan ifølge Brown, Collins, and Duguid (1989) defineres som "en kulturs sædvanlige praksisser". I den forståelse består autentiske videnskabelige undersøgelser af aktiviteter såsom design af komplekse procedurer, kontrol af underliggende faktorer, planlægning af multiple målinger af en række variable hvor forskere gennemfører undersøgelser og udformer videnskabelige teorier (Aydeniz et al., 2011). For at bidrage til elevernes forståelse af hvordan man arbejder inden for naturvidenskaben, kan det således være hensigtsmæssigt at eleverne stifter bekendtskab med autentisk forskning.

Den forskningsbaserede litteratur om elevers møde med forskningsverdenen omhandler hovedsageligt længerevarende forløb hvor eleverne gentagne gange er på besøg i forskningsmiljøet. Schwartz et al. har fundet at gentagne og længerevarende¹ besøg på en forskningsinstitution kan forøge elevernes indsigt i naturvidenskab og forskning (Schwartz et al., 2004). At længerevarende forløb kan have en positiv effekt på elevudbyttet, understøttes af et litteraturreview gennemført af Sadler et al. (2010). Aktiviteter af kortere varighed har sjældent den samme effekt på elevernes faglige interesse og læring, men de kan ifølge flere undersøgelser bidrage til elevernes indsigt i forskningsprocessen, og de kan stimulere en spirende interesse for naturvidenskab (Laursen, Liston, Thiry, & Graf, 2007; Peker & Dolan, 2012).

Effekten af gentagne møder er også belyst af Luehmann and Markowitz (2007) i en undersøgelse hvor eleverne har mødt forskeren gentagne gange, men uden at de har besøgt forskningsinstitutionen mere end en enkelt gang. I denne undersøgelse var elevernes lærere af den opfattelse at de gentagne møder med en forsker samt besøget på en forskningsinstitution havde positiv indflydelse på elevernes indsigt i forskningsverdenen samt deres identitetsdannelse og motivation for naturvidenskab.

Casen BroKom og udvalgte forløb

BroKom-projektet bygger på ti års erfaring med gymnasieundervisning i besøgsordningen "Forsker for en dag" på det tidligere Forskningscenter Foulum (nu Aarhus Universitet). Projektet blev støttet af Region Midtjylland og udviklet i et nært samarbejde

1 I deres undersøgelse bruger de unge i gennemsnit 50 timer i forskningsmiljøet.

Forløb	Æbleforløb	Svin sviner	Infrarødt sundhedstjek
Beskrivelse	Eleverne introduceres både teoretisk og praktisk til de parametre der bruges til at evaluere æblets modenhed, og laver en nedskaleret udgave af et forskningsprojekt der undersøger æbler over tid. Eleverne skal selv opbevare og monitorere nogle af æblerne mellem undervisningsgange.	Eleverne arbejder som forskere. De sætter sig ind i den teoretiske baggrund og danner hypoteser inden for optimering af proteinfordøjeligheden af svinefoder. Hypoteserne afprøves i laboratoriet. De designer og fremlægger en videnskabelig poster baseret på den opnåede viden og resultater fra eget eksperiment. Den unge forsker fungerer som dommer i en posterkonkurrence.	Eleverne får en teoretisk og praktisk introduktion til den aktuelle forskning inden for termografi. Stifter herefter bekendtskab med teknikkens anvendelse til sundhedstjek i kvægproduktion. Eleverne gennemfører undersøgelser i en løsdriftsstald hvor de tager billeder af køerne med infrarøde kameraer. Efterfølgende analyseres billederne med det formål at identificere skadede køer.
Formål	Give eleverne en basal forståelse af forskningens rolle i forbindelse med opbevaring og modning af æbler.	Give eleverne indblik i aktuel bioteknologisk forskning der har til formål at optimere proteinfordøjeligheden i svinefoder.	Introducere eleverne til infrarød teknologi og dens mulige anvendelse inden for biologi og landbrug.
Læringsmål	Tilrettelægge eksperimenter samt gennemførelse af selvstændige observationer og undersøgelser. Analysere og bearbejde data fra eksperimentelt arbejde samt bearbejdning og formidling af resultater fra biologiske undersøgelser. Demonstrere viden om biologifagets identitet og metoder.	Diskutere sammenhængen mellem svineernæring og problemer med forurening af miljøet med kvælstof. Anvende de fundne resultater til at anbefale optimal pH-værdi og inkubationstid for landmandens svinefoder. Formidle resultater fra egen undersøgelse.	Beskrive de overordnede principper som ligger bag berøringsfri temperaturmåling med infrarøde kameraer. Redegøre for grundlæggende principper inden for termoregulering. Udpege metodens begrænsninger i forhold til konkrete problemstillinger.
Antal møder med forskningen (på gymnasiet + på forskningsinst.)	2 + 0	2 + 1	1 + 1
Varighed	Ca. 4 uger	Ca. 3 uger	Ca. 2 uger

Tabel 1. Oversigt over BroKom-casene

mellem gymnasielærere fra 14 midtjyske gymnasier samt forskere og formidlere fra Aarhus Universitet Foulum. BroKom er valgt som case fordi projektets kerneprodukt er en række undervisningsforløb der tager udgangspunkt i aktuelle forskningsprojekter samtidig med at de er tilpasset gymnasiets undervisning i de relevante fag. For at give gymnasieeleverne en autentisk oplevelse af forskningsverdenen har det været en del af projektet at bringe gymnasieeleverne i kontakt med unge forskere². De unge forskere har både fungeret som undervisere i forløbene og rollemodeller for gymnasieeleverne. Mødet med en autentisk forskningsverden har således været en integreret del af de udviklede forløb.

I forbindelse med BroKom er der udviklet 20 undervisningsforløb med teoretisk indhold og praktisk arbejde. I syv af forløbene møder gymnasieeleverne den eller de unge forsker(e) flere gange i løbet af to til seks uger. I vores undersøgelse har vi valgt at fokusere på tre flertrinsforløb. Disse vil i det følgende blive omtalt som "caseforløbene". Forløbene har været relativt efterspurgt, og gymnasielærerne giver udtryk for at de er velfungerende. Forløbene har hvert sit overordnede tema: bevidstgørelse om videnskabens rolle bag hverdagsting (Æbler – modning og opbevaring), et anvendelsesorienteret forskningsprojekt (Svin sviner: hvordan bioteknologi kan øge proteinfordøjeligheden i svinefoder) og brug af avanceret teknisk udstyr i en forskningsmæssig sammenhæng (Berøringsfrit sundhedstjek – temperaturmåling med infrarøde kameraer).

Alle tre forløb er udviklet i et samarbejde mellem unge forskere og gymnasielærere. Forløbene tager udgangspunkt i de(n) unge forsker(e)s vidensfelt og er bevidst målrettet mod kernestof i fx biologi, bioteknologi, fysik, kemi og teknikfag. Det gælder for alle tre forløb at mindst en af underviserne forsker i den pågældende problemstilling. En af de unge forskere i æbleforløbet havde desuden et praktisk forhold til æbleproduktion da han var vokset op i en familie af æbleproducenter i Tyskland.

De tre undervisningsforløb er præsenteret i tabel 1. Mere detaljerede beskrivelser af BroKom-forløbene kan findes på hjemmesiden www.forskerforendag.dk i det omfang forløbene stadig uddybes.

Undersøgelsesmetode

Undersøgelsens datamateriale er baseret på interviews og en spørgeskemaundersøgelse. Der er inddraget flere typer af respondenter hvilket muliggør flere perspektiver i forhold til analysen af forløbene.

2 Unge forskere er her ph.d.-studerende ved universitetet.

Spørgeskemaundersøgelse

De unge forskere der har deltaget i BroKom-projektet, er blevet opfordret til at udfylde et online spørgeskema med 11 spørgsmål.

Spørgsmålene omhandlede den unge forskers oplevelser og overvejelser i forbindelse med udvikling og afvikling af undervisningsforløbene. I spørgeskemaet indgik der spørgsmål med såvel åbne som lukkede svarkategorier. I denne artikel vil vi primært trække på de unge forskeres besvarelse af spørgsmålet "På baggrund af din oplevelse i undervisningen er der så en effekt (positiv eller negativ) af antallet af gange du og eleverne mødes?".

Telefoninterviews

Der er gennemført telefoninterviews med fire gymnasielærere. Hvert interview havde en varighed på 30-45 minutter. Samtalerne blev optaget digitalt. De interviewede lærere er udvalgt blandt de lærere som havde benyttet et af de beskrevne flerdagsforløb samtidig med at de havde erfaringer med andre universitetsbaserede undervisningsforløb (purposeful sampling). To lærere havde benyttet "Æbleforløbet", mens de andre havde benyttet henholdsvis "Svin sviner" og "Infrarød temperaturmåling". Ingen af lærerne havde benyttet mere end et af flerdagsforløbene.

Interviewene blev indledt med nogle spørgsmål omhandlende lærerens generelle erfaringer med universiteternes gymnasierettede tilbud hvorefter der blev spurgt ind til deres erfaringer med BroKom-forløbene. Det fremgik af de indledende spørgsmål at de interviewede lærere var "storforbrugere" af universiteternes gymnasierettede aktiviteter, herunder faglige foredrag, undervisningsmaterialer og besøg på universiteterne. De interviewede lærere er således ikke repræsentative for det samlede lærerkorps, men snarere for de lærere der har omfattende erfaringer med sådanne forløb. I forbindelse med denne undersøgelse er lærernes stor erfaringsgrundlag en fordel da det danner et godt grundlag for refleksion i forhold til de tre caseforløb.

Hvert interview er aflyttet gentagne gange af flere af artiklens forfattere med henblik på belysning af undersøgelsesspørgsmålene. Derefter er de relevante dele af interviewet transskriberet ordret. For de citater der indgår i artiklen, er der angivet et pseudonym efterfulgt af en angivelse af om vedkommende er gymnasielærer (GL) eller ung forsker (UF).

Resultater

Præsentationen af undersøgelsens resultater er struktureret med udgangspunkt i de tre undersøgelsesspørgsmål. Citater er udvalgt så de illustrerer undersøgelsens pointer med deltagernes egne ord.

Autentisk forskningsverden

Når de interviewede gymnasielærere beskriver hvad de lægger vægt på i forbindelse med universiteternes gymnasierettede tilbud, er den gennemgående pointe at det skal være noget de ikke kan tilbyde hjemme på gymnasiet. De søger en mere virkelighedsnær og troværdig tilgang til naturvidenskab end den klassiske skoletilgang. Ifølge lærerne blev elevernes udbytte af de tre BroKom-forløb i særdeleshed påvirket af tre dimensioner af en autentisk forskningsverden: oplevelsen af et "autentisk forskningsmiljø", erfaringer med "autentiske forskningsmetoder" og mødet med "autentiske forskere".

Autentisk forskningsmiljø

Mødet med en forskningsinstitution giver ifølge lærerne eleverne et klarere og mere realistisk billede af forskerens virkelighed og hvad forskning er. Autenticiteten spiller i den forbindelse en central rolle idet eleverne har mulighed for at opleve rammerne for aktuel forskning. I interviewene siger en lærer om æbleforløbet:

"Det er jo en helt anden måde at illustrere den naturvidenskabelige metode på. Det er det selvfølgelig også at stå og lave et laboratorieforsøg herhjemme og snakke kontrollerede forsøg og bla bla bla. Men det der er jo en anden tilgang til naturvidenskab. Hvordan arbejder man i stor stil? For hver gang man bliver 10 % klogere, finder man ud af hvor meget man ikke ved noget om. Det er jo også naturvidenskabelig arbejdsmetode. Det lægger det op til." (Per, GL)

Den autentiske ramme bidrager ifølge lærerne til at forsøgene bliver mere relevante og interessante for eleverne, og de kan bedre forholde sig til at videnskabelige undersøgelser ikke altid viser det man forventer, og at der kan være en vis usikkerhed. En af lærerne kommer i interviewet ind på dette aspekt idet han siger:

"Når der er noget autenticitet i det, så er det jo fagligt spændende. At få noget som vi måske arbejder med [på gymnasiet]. Hvor er man lige nu? Hvor er usikkerhedspunkterne lige nu? Tit er jo ikke mindst lærebøgerne meget "Det er sådan og sådan og sådan!". Der vil så en rigtig forsker kunne sige "Tit er det noget mere usikkert". Tit er det jo mere usikkert. Der er nogle usikkerhedsfaktorer. Vi står dér, og undersøgelserne peger i den og den retning. Det er jo en anden måde at formidle naturvidenskab på. At der også er nogle usikkerheder." (Per, GL)

Autenticiteten understøttes desuden af elevernes mulighed for at arbejde med forskningsmæssigt relevante undersøgelser og avanceret udstyr som af faglige og økonomiske årsager ikke er tilgængeligt på gymnasierne. Det er et aspekt som lærerne

lægger meget vægt på da de ønsker at udnytte muligheden for at eleverne skal stifte bekendtskab med udstyr og afprøve det i en autentisk sammenhæng

“Eleverne kan godt se [når de er på besøg på universitet] at det ikke bare er det samme som de kunne lave hjemme. Der er noget andet udstyr og nogle mere avancerede metoder på universitetet. Og det er der jo også.” (Karoline, GL)

“Det der med at komme ud og afprøve det i praksis ude på dyrene ... at tage de infrarøde billeder af dyrene. Det var helt klart den største motivationsfaktor for eleverne.” (Karoline, GL)

Alt i alt kan oplevelsen af et autentisk forskningsmiljø bidrage til at eleverne får en bedre forståelse af hvad videnskab er (nature of science), og hvordan forskning genereres.

Autentiske forskningsmetoder

Ud over adgang til forskernes udstyr og faciliteter øger det også elevernes udbytte hvis de kan lave undersøgelser der er autentiske i forhold til aktuel forskning, og opnå nogle resultater som de kan diskutere med de unge forskere. Derigennem øges elevernes engagement i undervisningen, og de får en mere kvalificeret forståelse af forskningsprocessen. I tilknytning til æbleforløbet giver en lærer udtryk for at elevernes interesse og indsigt stimuleredes når:

“forskernes inddrager egne forskningsemner og ... deres egne eksperimentelle metoder, og det at eleverne selv prøvede at arbejde med de metoder... Det var meget let for dem at forstå hvorfor forskerne arbejdede med de her metoder, fordi eleverne havde godt forstået hvad forskernes motivation var, hvad ... de her æbleforskere ville opnå med deres egen forskning [...] De fik så mulighed for at arbejde praktisk med at prøve nogle af de her metoder af, og på baggrund af deres resultater kunne de så være med til at diskutere det samme bare i small-scale og de overvejelser som forskerne selv gjorde sig inden for deres egne emner.” (Birgitte, GL)

I forløbet “Svin sviner” blev eleverne introduceret for postergenren som et format til formidling af forskningsresultater til konferencer og lignende. Den unge forsker præsenterede eleverne for kriterierne for en god poster hvorefter grupperne lavede en poster over deres egne undersøgelser. Den unge forsker bedømte posterne til en postersession på gymnasiet ud fra de skitserede kriterier. En af de involverede lærere havde følgende kommentar til seancen:

“Det at han laver en konkurrence omkring det, det kan motivere i sig selv ... og så at de faktisk også lærte noget ... det er en sjov idé. Jeg synes det er en god idé, fordi han tog ligesom noget med fra forskerverdenen med at lave en poster. Det ved jeg at der er mange der gør [...] vi var på besøg på Syddansk Universitet, og der hang der postere over det hele ...” (Petra, GL)

Den autentiske forsker

Helt centralt i forhold til oplevelsen af autenticitet er det personlige møde med en ung forsker. Det fremgår tydeligt af lærernes udsagn at dette møde er med til at åbne elevernes øjne for hvad forskning er, hvad det er for nogle mennesker der arbejder der, og hvad deres drivkraft er. Det giver desuden en faglig dybde og troværdighed i fortællingen om forskningen som læreren ikke selv har mulighed for at opnå. En lærer der har gjort brug af “Æbleforløbet”, beskriver det således:

“En af dem, en ung tysk studerende, han havde jo en æblefarm selv nord for Hamborg. Både praktisk erfaring med æbledyrkning og forskningsmæssig erfaring. Det gør det jo spændende på en helt anden måde end hvis jeg går ud og plukker nogle æbler og snakker lidt om dem. Da ved mine elever jo godt at jeg er ikke æbledyrker, jeg er ikke æbleforsker. Det bliver lidt mere fortænkt.” (Per, GL)

En af lærerne lægger også vægt på at det avancerede udstyr introduceres til eleverne af én med indgående kendskab til udstyret, hvilket en gymnasielærer ikke altid har:

“Den praktiske demonstration (af de infrarøde kameraer), hvad der sker når man slår en finger, eller hvordan det påvirker billederne hvis man hælder vand på armen. Det ville læreren ikke kunne give på forhånd. Jeg kunne godt give dem den teoretiske baggrund.” (Karoline, GL)

Andre lærere observerede en effekt af at den unge forsker var i stand til at komme med personlige anekdoter fra livet som forsker. Disse anekdoter kunne have forskellig karakter. De kunne være sjove historier fra forskningsfeltet, eller det kunne være personlige erfaringer med det at bedrive forskning – frustrationer og fantastiske oplevelser. Anekdoterne fanger bl.a. elevernes interesse og giver dem et indblik i den praktiske side af naturvidenskab. I interviewene siger lærerne således:

“Forskeren der havde æbler som sit eget emne ... der var anekdoter, det var nok det der var den største betydning [...] Det at bruge anekdoter gør det autentisk ... fordi fagligheden ... det kan alle på ph.d.-niveau gøre ... det var anekdoterne der var afgørende. Hans anekdoter var med til at fange dem, og de husker ham på et mere personligt plan.” (Birgitte, GL)

“De [unge forskere fra osteoprojektet] kunne også fortælle nogle sjove ting fra deres egen forskning... fortælle noget om hvad det er for en større sammenhæng vi putter vores forskning ind i ... “vi gik og undrede os over hvorfor var det nu lige at ... og så fandt vi på at vi kunne undersøge at ...”” (Birgitte, GL)

Mødet med de unge forskere kan også bidrage til at gymnasieeleverne får et nuanceret billede af naturvidenskabelige forskere. Bruddet med denne stereotypi er særlig tydeligt i forhold til elevernes møde med en af de unge forskere. Om dette møde siger læreren:

“Han virkede meget ungdommelig ... han lignede faktisk en stor gymnasieelev. Og så var han meget frisk og talte i deres sprog ... han havde en god kontakt til eleverne. Eleverne havde en god kontakt og fornemmede ham som en af dem ... Samtidig var han enormt klog, fandt de ud af, og at han havde forsket, men det var ikke det første. Jeg tror det vigtigste var at han var en som dem der bare var kommet lidt længere i systemet ... Og han fortalte dem om hvorfor han var begyndt at læse, og at han kom fra en helt almindelig familie. Han sagde også lidt personligt. Det var også meget hans personlighed, tror jeg.” (Petra, GL)

“Det skal være en der kan give noget af sig selv ... og man på en eller anden måde kan identificere sig med som gymnasieelev der har meget andet i hovedet end bare lige det faglige [...]. Det personlige møde er det allervigtigste for den her aldersgruppe, at det ikke bare er det faglige. Der er selvfølgelig også grænser for hvor personligt det skal være ... det er meget lidt der skal til.” (Petra, GL)

Flere af lærerne giver også udtryk for at de unge forskere kan fungere som rollemødder for elever med interesse for naturvidenskab. I interviewene siger de blandt andet:

“Da han begyndte at snakke, kunne de godt høre at han lavede noget der i deres øjne var lidt nørdet, men de havde først mødt ham som person [...] Det kunne lige så godt være dem om nogle år [...] Sådan en rollemodel ... tror jeg han har fungeret som.” (Petra, GL)

“De kan nemmere se sig selv i det hvis (underviseren) det er nogen der er tættere på dem selv aldersmæssigt. Jeg tror de kan nemmere se sig selv om fem år hvis det er en der er fem år ældre end dem selv, end hvis det er én der er væsentligt ældre. Så minder de måske i virkeligheden mere om deres lærere.” (Karoline, GL)

Nærværende undersøgelse tyder således på at elevernes møde med de tre dimensioner af en autentisk forskningsverden har væsentlig betydning for deres udbytte af de undersøgte BroKom-forløb. Autenticiteten ser ud til at bidrage til både faglig indsigt, interesse og en mere nuanceret opfattelse af naturvidenskabelig forskning og forskere.

Gentagne møder

I de udvalgte BroKom-forløb indgår der to-tre møder mellem gymnasieelever og de(n) unge forsker(e). Både lærerne og de unge forskere har observeret at de gentagne møder gav mulighed for en øget faglig fordybelse idet eleverne fik mulighed for at forberede sig både teoretisk og mentalt mellem møderne. De gentagne møder har således givet mulighed for at eleverne kunne få en bedre forståelse af svært tilgængeligt stof.

“Det var positivt at vi mødte klassen to gange. Det gav dem tid til at forberede sig inden besøget herude (i Foulum), og at vi kunne dele den lidt tungere teoretiske del over begge dage.” (David/Karen, UF)

“... og så føler jeg at de har lært noget fra gang til gang, hvilket er dejligt bekræftende.” (Jacob, UF)

De gentagne møder kan på flere måder understøtte elevernes indsigt i hvordan der arbejdes inden for forskningen. Forløbet “Svin sviner” indeholder således tre dage med hvert sit typiske trin i forskningsprocessen: Dag 1, teori og hypotesedannelse, dag 2, eksperiment, og dag 3, formidling af resultater og konklusioner.

I “Æbleforløbet” skulle eleverne indsamle data for deres egne lagringsforsøg, og deres undersøgelser skulle følge de procedurer som de unge forskere anvender i deres projekter. Denne anvendelse af en autentisk fremgangsmåde giver anledning til at eleverne får forskningsprocessen ind under huden, hvilket kun er muligt fordi forløbet strækker sig over længere tid. En lærer og en ung forsker udtrykker det således:

“[I “Æbleforløbet”] gav det god mening at møde dem igen fordi der var rigtig god faglig logik i møde 1 og 2. For eleverne var det helt oplagt at der var noget der var sat i gang ved møde 1, som der skulle følges op på ved møde 2 [...] Når det giver mening, så er det lige i skabet.” (Birgitte, GL)

“Vi havde tilrettelagt et forløb hvor eleverne skulle se en effekt af tid på forskellige behandlingstyper. Vi så derfor helt sikkert en større erkendelse fra de studerende over at de selv kunne erfare i praksis hvad vi fortalte i teorien.” (Else, UF)

De gentagne møder har også en betydning på det personlige plan. Både lærere og de unge forskere har observeret at den personlige relation kunne bygge bro i forhold til forskningsstedet og de faglige udfordringer fordi den unge forsker fungerede som en gennemgående person:

“God oplevelse da vi kom til Foulum, så havde de faktisk mødt Jacob herude på vores gymnasium. Det at når man kommer derop, så står der en som man kender, der siger “Nu skal vi ind og lave forsøg”. Det var en rigtig sjov oplevelse, og det tror jeg også at de syntes ... på en positiv måde. Man kommer op til et stort, fremmed sted, man har aldrig været der før, og så står der én som de kender, og tager imod dem og siger “Nu skal vi ind og lave det vi snakkede om”. ” (Petra, GL)

“Det giver mere tyngde og pondus når forskeren møder op igen. Og det motiverer til at man [eleverne] anstrenger sig maks. om at gøre en god indsats.” (Birgitte, GL)

“Når det er en god kontakt der bliver oprettet, så er det rigtig godt at de skal mødes igen. Så er det genkendelsens glæde – nu kender vi ham, og vi ved hvad han vil med os.” (Birgitte, GL)

Nærværende undersøgelse tyder således på at der kan være flere gode grunde til at forløbene skal strække sig over flere gange, både i forhold til elevernes fagfaglige udbytte og deres indblik i hvordan der arbejdes inden for forskningens verden. Lærerne er i stor udstrækning positive over for konceptet, men de har meget fokus på at længerevarende forløb skal kunne indpasses i klassens øvrige undervisning samtidig med at forløbene skal være relevante i forhold til fagets læreplan.

Diskussion og perspektivering

Vores sigte med nærværende artikel har været at bidrage til diskussionen af universiteternes gymnasierettede tilbud ved at kaste lys over betydningen af elevernes møde med en autentisk forskningsverden. Analysen af tre udvalgte BroKom-forløb resulterede i tre dimensioner af autenticitet: autentisk forskningsmiljø, autentiske forskningsmetoder og autentisk forsker. Oplevelsen af den autentiske forskningsverden har ifølge respondenterne øget elevernes faglige læring, interesse samt forståelse af naturvidenskabelig forsknings rammer og metoder (nature of science). Elevernes udbytte blev ifølge lærerne forstærket af de gentagne møder med unge forskere hvor den personlige relation fungerede som en form for brobygning mellem eleverne og forskningen. I det følgende vil vi diskutere resultaterne med udgangspunkt i den didaktiske litteratur hvorefter vi vil komme med nogle præliminære forslag til hvordan

undersøgelsens resultater kan bidrage til den videre udvikling af universiteternes gymnasierettede aktiviteter.

Autentisk forskningsverden

BroKom-forløbene gav ifølge lærerne anledning til at eleverne oplevede en autentisk forskningsverden, både gennem mødet med forskningsmiljøet, den aktive deltagelse i autentiske undersøgelser og mødet med unge forskere. I flere artikler omhandlende betydningen af autenticitet lægges der vægt på at eleverne skal have indflydelse på designet af forsøg og undersøgelser (f.eks. Crawford, 2012; Crawford, Krajcik, & Marx, 1999). Dette har ikke været tilfældet i de beskrevne forløb da det ville kræve mere tid og større faglig indsigt fra elevernes side. Der har i stedet været fokus på at forløbene skulle give et autentisk billede af andre dele af forskningsverdenen, såsom analysemetoder, udstyr og forskningsmiljø. For at kompensere for at eleverne ikke selv skal formulere hypoteser og lave forsøgsdesign, kan man eventuelt gennemføre særlige seancer hvor elever og forskere diskuterer hypoteser og forsøgsdesign med udgangspunkt i nogle overordnede forskningsmæssige problematikker, sådan som det er beskrevet af Charney et al. (2007). Et sådant tiltag vil kunne løse det dilemma at eleverne helst skal opleve alle faser i en undersøgelsesproces samtidig med at deres undersøgelser helst skal give anledning til resultater der er interessante i forhold til en videregående analyse og diskussion.

Den foreliggende undersøgelse viste at eleverne fandt det interessant at møde de unge forskere og anvende metoder og udstyr som forskerne anvendte i deres egen forskning. En stor del af det praktiske arbejde i gymnasiet er en slags "som om-undersøgelser". En lærer siger i interviewet: "eleverne ved godt at det ikke er os [lærerne] der laver frontforskningen på området" (Per, GL). Det opleves som mere autentisk og spændende når de unge forskere introducerer metoder og udstyr som de arbejder med i deres forskning, hvilket er i overensstemmelse med resultaterne i Luehmann and Markowitz (2007) undersøgelse.

Gentagne møder

I de tre BroKom-forløb indgår der to-tre møder mellem gymnasieelever og de(n) unge forsker(e). Undersøgelsen tyder på at effekten af elevens møde med den unge forsker kan øges ved de gentagne møder og mere tid sammen med ham/hende. I den forbindelse påpeger en af lærerne betydningen af at eleverne har mødt den unge forsker hjemme på gymnasiet. Eleverne er bedre informeret om hvad der skal foregå på forskningsinstitutionen, samtidig med at det nedbryder nogle barrierer at eleverne har mødt den unge forsker som person inden han/hun forvandles til en "forsker i hvid kittel". Igen en indikation af at det personlige møde og samspillet med den unge forsker er af central betydning for elevernes udbytte af forløbet. Det er ikke så overraskende

da det inden for rekrutteringsforskningen er et kendt fænomen at det personlige møde har indflydelse på de unges studievalg og overvejelser i forhold til fremtidige karrieremuligheder (Holmegaard, Madsen, & Ulriksen, 2012; Krogh & Andersen, 2012).

Undersøgelsen indikerer endvidere at de gentagne møder bidrager til elevernes faglige udbytte idet der skabes mulighed for at eleverne kan arbejde med stoffet mellem de enkelte besøg. Det betyder at eleverne får tid til at bearbejde de teoretiske aspekter og etablere en forståelse af undersøgelsesdesign, metoder og lignende. Ifølge lærerne oplever eleverne en forpligtelse i forhold til den/de unge forskere som fungerer som en ekstra motivationsfaktor i forhold til arbejdet med emnet mellem de enkelte møder. De mellemliggende arbejdsperioder er et nyt aspekt i forhold til andre ud af huset-aktiviteter hvor der traditionelt arbejdes med en tre faser: før, under og efter besøget (Rennie, 1995). Vores undersøgelse tyder på at de mellemliggende arbejdsperioder kan have væsentlig betydning for elevernes udbytte samtidig med at der kan ske en øget integration i forhold til den daglige undervisning på gymnasiet. De gentagne møder giver desuden mulighed for at eleverne kan gennemføre længerevarende undersøgelser hvor de kan følge en udvikling over tid.

Fremtidige tiltag – anbefalinger og overvejelser

Den gennemførte undersøgelse indikerer at autenticitet bør være et centralt aspekt i forhold til forskningsinstitutioners gymnasierettede aktiviteter. Elevernes oplevelse af et forskningsmiljø med autentiske undersøgelsesmetoder og moderne udstyr kan ifølge lærerne have positiv betydning for elevernes faglige viden og forståelse af naturvidenskabelig forskning. Denne effekt understøttes af forløb med gentagne møder hvor eleverne får mulighed for at deltage i flere dele af forskningen. Sådanne forløb vil kunne bidrage til opfyldelsen af læringsmålet "demonstrere viden om fagets identitet og metoder", hvilket er et af de faglige mål for alle de naturvidenskabelige fag på STX (MBU, 2013).

Universiteterne vil derfor med fordel kunne tilrettelægge deres gymnasierettede tilbud så de tilgodeser forskellige former for autenticitet og derved giver eleverne indblik i naturvidenskabelig forskning. Afhængigt af emnet, ressourcer og adgangen til udstyr/faciliteter kan et forløb inddrage forskellige dimensioner af autenticitet: autentisk forskningsmiljø, autentiske forskningsmetoder og den autentiske forsker. Autenticitet er dog ikke nok til at gøre et undervisningsforløb velfungerende og udbytterigt for eleverne. Autenticiteten kan kun være med til at "booste" læringen. Eleverne skal kunne forholde sig til formålet med aktiviteten samtidig med at forløbet skal være relevant i forhold til læreplanens krav, og forløbene skal kunne passes ind i forhold til den øvrige undervisning.

Vores undersøgelse har givet indsigt i gymnasielæreres opfattelse af betydning af autenticitet i forhold til elevers udbytte af universiteternes gymnasierettede aktivi-

teter. Undersøgelsens troværdighed begrænses dog af at den er baseret på relativt få læreres observationer og refleksioner samtidig med at elevernes opfattelse af forløbene ikke er undersøgt. Der er derfor grundlag for at gennemføre en mere omfattende undersøgelse af betydningen af elevers møde med en autentisk forskningsverden. I en sådan undersøgelse bør elevernes udbytte og perspektiv i højere grad inddrages. Det vil i den forbindelse være relevant at undersøge om andre og måske mindre ressourcekrævende aktiviteter vil kunne foranledige et tilsvarende udbytte for eleverne. Sådanne undersøgelser vil kunne understøtte den fremtidige udvikling af universiteternes gymnasierettede aktiviteter.

Tak

En særlig tak til Region Midt for at have finansieret BroKorn-projektet som har dannet rammen om denne undersøgelse. Derudover vil vi gerne takke de gymnasielærere og unge forskere der så velvilligt har delt deres erfaringer med os i interviews og spørgeskemaundersøgelse.

Litteratur

- Aydeniz, M., Baksa, K. & Skinner, J. (2011). Understanding The Impact of an Apprenticeship-Based Scientific Research Program on High School Students' Understanding of Scientific Inquiry. *Journal of Science Education and Technology*, 20, s. 403-421.
- Bendixen, Finn. (2008). Ved forskerens albu. *MONA*, (3), s. 21-35.
- Braund, M. & Reiss, M. (2006). Towards a More Authentic Science Curriculum: The Contribution of Out-of-School Learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), s. 1373-1388.
- Brown, J.S., Collins, A. & Duguid, Paul. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), s. 32-42.
- Charney, J., Hmelo-Silver, C.E., Sofer, W., Neigeborn, L., Coletta, S. & Nemeroff, M. (2007). Cognitive Apprenticeship in Science through Immersion in Laboratory Practices. *International Journal of Science Education*, 29(2), s. 195-213.
- Crawford, B.A. (2012). Moving the Essence of Inquiry into the Classroom: Engaging Teachers and Students in Authentic Research. *Issues and Challenges in Science Education Research. Moving Foreward*. Dordrecht: Springer.
- Crawford, B.A., Krajcik, J.S. & Marx, R.W. (1999). Elements of a Community of Learners in a Middle School Science Classroom. *Science Education*, 83(6), s. 701-723.
- Holmegaard, H.L., Madsen, L.M. & Ulriksen, L. (2012). To Choose or Not to Choose Science: Construction Desirable Identities among Young People Considering a STEM Higher Education Programme. *International Journal of Science Education, iFirst*.

- Krogh, Lars B. & Andersen, Hanne Moeller. (2012). "Actually, I May be Clever Enough to do it". Using Identity as a Lens to Investigate Students' Trajectories Towards Science and University. *Research in Science Education*, 43(2), s. 711-731.
- Laursen, S., Liston, C., Thiry, H. & Graf, J. (2007). What Good Is a Scientist in the Classroom? Participant Outcomes and Program Design Features for a Short-Duration Science Outreach Intervention in K-12 Classrooms. *CBE – Life Science Education*, 6, s. 49-64.
- Luehmann, A.L. & Markowitz, D. (2007). Science Teachers' Perceived Benefits of an Out-of-school Enrichment Programme: Identity Needs and University Affordances. *International Journal of Science Education*, 29(9), s. 1133-1161.
- MBU. (2013). Bekendtgørelse om uddannelsen til studentereksamen (STX-bekendtgørelsen). *BEK nr. 776 af 26/6 2013*.
- Peker, D. & Dolan, E. (2012). Helping Students Make Meaning of Authentic Investigations: Findings from a Student-Teacher-Scientist Partnership. *Cultural Studies of Science Education*, 7, s. 223-244.
- Rennie, L.J. (1995). Using Visits to Interactive Science and Technology Centers, Museums, Aquaria, and Zoos to Promote Learning in Science. *Journal of Science Teacher Education*, 6(4), s. 175-185.
- Sadler, T.D., Burgin, S., McKinney, L. & Ponjuan, L. (2010). Learning Science through Research Apprenticeships: A Critical Review of the Literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), s. 235-256.
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G. & Crawford, B.A. (2004). Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Education*, 88(4), s. 610-645.

Engelsk abstract

Danish universities offer teaching modules to upper secondary school students to increase their knowledge of and interest in science and technology. This article presents findings from a case study at Aarhus University in Foulum. Three dimensions of authentic science context emerged from data analysis of interviews and a survey of involved teachers and scientists: authentic research environment, authentic research methods, and the authentic scientist. The findings indicate that authentic science context affected students' learning about science and the nature of science. Further studies are needed to investigate dimensions and effects of science culture in this context.

Undersøgelsesbaseret matematikundervisning



Rune Hansen,
UCSyddanmark



Povl Hansen,
UCSyddanmark

Abstract: *Undersøgelsesbaseret matematikundervisning er en velkendt undervisningsmetode i matematikfaget. Artiklen tager udgangspunkt i de udfordringer som lærere og lærerstuderende står over for når de vil inddrage metoden i deres undervisning. I artiklen redegøres der for metoden hvorefter der fokuseres på hvad der kan virke hæmmende for lærere/lærerstuderende i at praktisere en undersøgelsesbaseret tilgang til matematikken i deres undervisning. I artiklen udvikles desuden en række stilladserende redskaber der kan understøtte en proces hvor lærere/lærerstuderende kan bevæge sig fra en lærerstyret undervisning mod en elevstyret problem- og undersøgelsesbaseret undervisning.*

Indledning

At arbejde undersøgende i matematik er ikke et nyt fænomen i dansk matematikundervisning. Undersøgelseslandskaber (Skovsmose, 2003) og matematisk modellering (Blomhøj, 2003) er eksempler på undersøgende tilgange der blev udviklet og indoptaget i dansk matematikdidaktisk diskurs op gennem 1990'erne. Sådanne tilgange er ofte blevet præsenteret som modpol til en lærebogs- og opgavestyret undervisning hvor begreber og metoder formidles til eleverne forud for at de øver færdigheder og regner tilhørende standardopgaver. Rundtom på skolerne er der givetvis mange matematiklærere der i deres praksis anvender undersøgende arbejdsformer. Der er imidlertid ingen forskningsmæssig kortlægning af i hvilket omfang der anvendes undersøgende arbejdsformer i matematikundervisningen.

Nyere undersøgelser peger dog på at *“en stor del af undervisningen mange steder handler om at indøve færdigheder ved at træne eleverne i standardalgoritmer”* (Danmarks Evalueringsinstitut, 2006, s. 25). Kun omkring 15 % anvender eksperimenterende arbejdsformer (Danmarks Evalueringsinstitut, 2006, s. 48f.). Lærebogen har en central rolle i matematikundervisningen. Mange lærere gennemgår simpelthen lærebogen i undervisningen (Mogensen, 2011, s. 322). Danmarks Evalueringsinstituts undersøgelse

af lærerens brug af Fælles Mål betoner at det er lærebogen som er målsættende for undervisningen, og ikke Fælles Mål eller matematiklæreren (Danmarks Evalueringsinstitut, 2012, s. 31, 42).

Selvom undersøgende arbejdsformer har spillet en markant rolle i matematikdidaktisk henseende, har de formentlig kun en beskeden rolle i den sædvanlige undervisningspraksis.

Der er således en afstand og et spændingsfelt mellem på den ene side didaktiske teorier og officielle beskrivelser af faget og på den anden side en undervisningspraksis hvor undersøgende tilgange kan have trange kår. Når det fra teoretisk og officiel side er blevet betonet at der er en række potentialer ved at arbejde undersøgende i matematikundervisning, kan følgende spørgsmål rejses: *Hvorfor er implementering af undersøgende undervisningsformer i praksis så vanskelig?*

Der kan være flere bud, men en tese kan være at den undersøgende undervisningsform i matematik måske er inden for mange matematiklæreres "nærmeste udviklingszone", men uden for den "aktuelle udviklingszone". Hermed signaleres at mange lærere nok er opmærksomme på behovet for og har ønske om at anvende mere undersøgende tilgange, men at de har behov for støtte til udvikling af deres praksis.

I denne artikel vil vi gennem en afklaring af aspekter ved undersøgende undervisningsformer fremkomme med bud på nogle stilladserende tilgange og redskaber til udvikling af undersøgende matematikundervisning. Redskaberne er blevet udviklet i forbindelse med lærerstuderendes arbejde med matematikundervisning i praksisnære situationer. Det er et bevidst valg at fokusere på lærerens perspektiv da det har stor betydning for at implementere en bestemt undervisningsmetode (Hargreaves, 2000).

På baggrund af problemstillingen "*Hvordan kan vi i læreruddannelsen under inddragelse af praktikken skabe grundlag for at de studerende som kommende lærere kan tilrettelægge og gennemføre undersøgelsesbaseret matematikundervisning?*" har vi over to år gennemført et udviklingsprojekt om undersøgende matematikundervisning på to linjefagshold (både "ældste" og "yngste") ved UC Syddanmarks lærerafdeling i Haderslev. Der har været tilknyttet to folkeskolelærere som har udviklet og afprøvet aktiviteter i deres klasser. Gennem hele forløbet er der afholdt møder hvor udfordringerne har været grundigt drøftet, og udviklingen af begreber og modeller har fundet sted. Arbejdet har været knyttet til PRIMAS-projektet i et samarbejde med Morten Blomhøj (PRIMAS, 2012). PRIMAS-projektet er et europæisk projekt der udspringer af anbefalingerne fra Rocard-rapporten. Her fremhæves en undersøgelsesbaseret tilgang som et middel til at nytænke undervisningen. Men hvad det egentlig omhandler, er ikke entydigt i europæisk sammenhæng selvom det er et stærkt forfulgt politisk mål (Michelsen, 2011).

Undersøgellesbaseret matematikundervisning

En undersøgellesbaseret matematikundervisning er ofte karakteriseret med ord som "dialogbaseret", "problemorienteret", "eksperimenterende" og "kreativ". I denne artikel søger vi at gå bag om disse begreber.

Faghæfterne set gennem en undersøgelsesoptik

Det begyndte allerede dengang faget hed regning/matematik i 1976. I det gule faghæfte står der i afsnittet "Mål" vedrørende elevens arbejdsformer *"... et mål, at den enkelte elev kommer til at indtage en eksperimenterende holdning ved indlevelsen i matematiske områder, som er nye for ham"* (Undervisningsministeriet, 1976, s. 10f).

Disse tanker bliver i faghæftet fra 1995 ophøjet til et centralt kundskabs- og færdighedsområde (Undervisningsministeriet, 1995, s. 11). Allerede i 2001 kommer Klare Mål hvor der i delmålet i CKF'et Problemløsning og arbejdsmetoder står at vi forventer at eleverne arbejder eksperimenterende og undersøgende (Undervisningsministeriet, 2001, s. 15).

De klare mål var ikke bindende, men i 2003 kommer der Fælles Mål hvor det i undervisningsvejledningen tydeliggøres at KOM-projektet (Niss & Jensen, 2002) nu er med til at skabe en fælles referenceramme for matematikundervisningen. I Fælles Mål 2009 bliver de matematiske kompetencer en del af trinmålene. Desuden står der i stk. 2 i fagformålet fra 2009 at eleverne kan erfare *"at arbejdet med matematik fordrer og fremmer kreativ virksomhed..."* (Undervisningsministeriet, 2009, s. 3). Dermed kan vi med en vis ret hævde at en undersøgende tilgang er en forudsætning for at leve op til fagets formål.

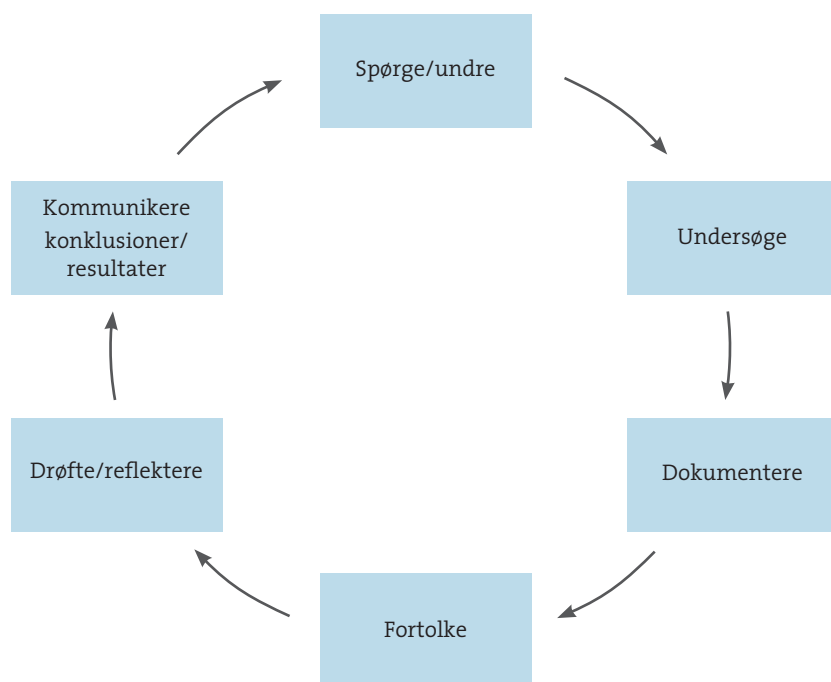
Set i det lys bliver Evalueringsinstituttets undersøgelse *Fælles Mål i folkeskolen* sat i perspektiv. Afstanden mellem det ønskede i formålet for faget og det realiserede i undervisningen er blevet stadig større fra 1976 til i dag – et problem som vi gennem vores udviklingsarbejde prøver at forholde os til.

En cyklisk model for undersøgelser

Gennem vores undervisning på læreruddannelsen har vi afprøvet aktiviteter og studeret andres tanker og projekter. Det har været interessant at sammenstille faghæftets tanker om en undersøgende tilgang med beskrivelsen fra PRIMAS-projektet.

"Inquiry-based learning aims to develop and foster inquiring minds and attitudes that are vital for pupils being able to face and manage uncertain futures. Fundamentally, learning is based on pupils adopting an active, questioning approach" (PRIMAS-team, 2012).

Den undersøgellesbaserede tilgang til undervisning kan blandt andet karakteriseres ved beskrivelser af de forskellige processer der kan indgå i elevernes arbejde. Udgangs-



Figur 1. Prototypisk cyklisk model for en undersøgende tilgang (Grødum et al., 2010).

punktet er et problem eller en undren – noget der kalder på en nærmere undersøgelse. Det er en pædagogisk pointe at denne undren etableres for den enkelte elev, og den skal være styrende for processerne i undersøgelsen. Generelt modelleres en undersøgelsesproces ofte didaktisk med en cyklisk model som vist i figur 1.

Man begynder med en undren der efterfølges af en hypotesedannelse. Dernæst bliver hypotesen undersøgt hvorefter eleverne dokumenterer deres undersøgelse, idéer og erfaringer. På baggrund af dokumentationen fremkommer de med fortolkninger hvilket skaber rum for at kunne drøfte og reflektere over hypotesens gyldighed i forhold til deres erfaringer. For at fastholde indtrykkene og sikre en almengørelse af centrale pointer efterfølges dette af kommunikative handlinger. De kan føre tilbage til den oprindelige undren, men også mod en ny undren der rummer nye spørgsmål. Herved etableres et fælles erfaringsgrundlag hos eleverne som læreren kan udnytte til at støtte elevernes tilegnelse af centrale faglige begreber og pointer der har været i spil i deres undersøgende arbejde. Læreren kan med andre ord institutionalisere matematisk viden baseret på elevernes oplevelse af dens relevans og støttet af deres tænkning i de konkrete situationer hvor de har anvendt denne viden.

Den cykliske model leder tankerne hen på Skovsmoses beskrivelse af undersøgelseslandskaber (Alrø & Skovsmose, 2005). Det samme gør sig gældende for matematisk modellering (Blomhøj, 2003; Højgaard Jensen, 2007) hvor eleverne inddrages i under-

søgelses-, udviklings- og kritikfaser. Undersøgelsesbaseret matematikundervisning opfatter vi som en form for overbegreb til tilgange som modellering og undersøgelseslandskaber. Den centrale pædagogiske pointe ved en undersøgelsesbaseret tilgang – at der i undervisningen skabes en situation hvor eleverne er optagede af at finde ud af noget i eller ved hjælp af matematik – træder hermed tydeligt frem. Men det bliver samtidig klart at der kan være forskellige didaktiske udfordringer knyttet til undersøgelsesbaseret matematikundervisning alt efter hvilke læringsintentioner der forfølges.

Praksisteori

Vi har forsøgt at udvikle stilladserende hjælpemidler for den usikre matematiklærer udi undersøgende matematikundervisning. Som begrundelser for disse redskaber har vi haft brug for at udvikle vores egen forståelse for teorier der underbygger undersøgende matematikundervisning. De forskellige aspekter er søgt inddraget i forbindelse med udvikling af vores egen praksisteori (jf. Handal og Lauvås' tese om at enhver lærer har en "praksisteori" der beskriver hvordan undervisning og læring foregår (Lauvås, 2002)).

Syn på læring og forståelse

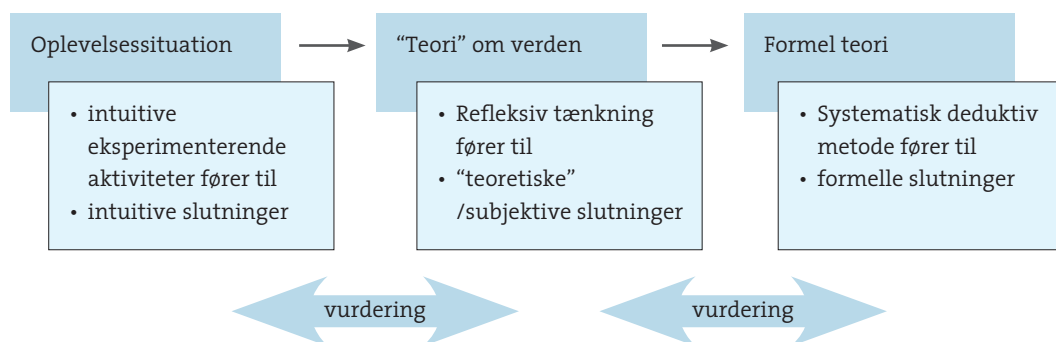
Som nævnt i indledningen har en undersøgende matematikundervisning svært ved at slå igennem. Forklaringsmodeller for noget sådant kan findes hos den engelske psykolog og didaktiker Skemp som udviklede en tænkning om *relational understanding* og *instrumental understanding* (Skemp, 1976, s. 20 f.; Skemp, 1979, s. 45). Her er den instrumentelle forståelse "*the ability to apply an appropriate remembered rule to the solution of a problem without knowing why the rule works*", og den relationelle forståelse er "*the ability to deduce specific rules or procedures from more general mathematical relationships*".

Med en vis ret kan det hævdes at en undersøgende matematikundervisning sigter mod en relationel forståelse. Derfor kan det være interessant at inddrage Skemps perspektiver på instrumentel og relationel undervisning. Måske kan vi her få et vink om hvorfor undersøgende matematikundervisning ikke er mere udbredt end det er.

Skemp konstaterer at mange lærere underviser instrumentelt – et billede som genfindes i EVA-rapporten fra 2006 (Danmarks Evalueringsinstitut, 2006). Skemp prøver som en slags Djævlens advokat at se på fordele ved instrumentel undervisning og ved relationel undervisning. Om den instrumentelle undervisning skriver han at undervisningen er lettere at forstå, og dermed er det lettere at levere de rigtige svar. Han betoner at vi ikke må undervurdere følelsen af at have succes i og med matematik. Det er dejligt som elev at "fabrikere" en side med rigtige svar. Om relationel

undervisning fremhæver Skemp paradokset at det er sværere at lære relationelt, men lettere at huske, da man ikke bare lærer en regel, en metode eller et begreb instrumentelt, men evner at relatere reglen, metoden eller begrebet til nye problemer. Desuden påpeger Skemp at relationel læring ofte er båret af en indre motivation og dermed medvirkende til at eleverne aktivt opsøger nye problemer og udforsker nye områder (Skemp R. , 1976, s. 23f).

Ud over en instrumentel og en relationel forståelse arbejder Skemp også med *“two modes of mental activity: Intuitive and reflective”* (Skemp R. , 1976). Denne tænkning genfindes hos den tyske fagdidaktiker Eric Wittmann der prøver at beskrive sammenhængen mellem en intuitiv, en personlig refleksiv og en formel proces i arbejdet med matematiske problemer. Wittmann prøver at fange tænkningens idé i en model der kan kobles til undersøgende matematikundervisning. Her lavet frit efter (Wittmann, 1981):



Figur 2. Fra det intuitive over det refleksive til det formelle.

Den undersøgende samtale

Når det undersøgende aspekt i nogle sammenhænge får en rolle i matematikundervisning, kommer der automatisk øget fokus på elevernes kommunikative handlinger. Samtalen er et nødvendigt led i forbindelse med udviklingen af elevernes relationelle forståelse for den undersøgende tilgang til matematikken. *“For mathematical inquiry to take place students and teachers must learn to carry on a mathematical discussion – they must learn to speak inquiry math”* (Richards, 1991, s. 17).

Det foregående tydeliggør at undersøgelsesbaseret undervisning ofte hænger sammen med en dialogorienteret undervisning. Hvordan når man som lærer derhen? Det er tydeligt at dialogen ikke bare følger automatisk når man bringer en undersøgende matematisk aktivitet i spil. Selvom en dialog er karakteriseret ved at være uforudsigelig og risikofyldt, bør matematiklæreren i forberedelsen til undervisningen gøre sig overvejelser om relevante spørgsmål. John Richards pointerer at lærerne i

deres forberedelse bør opstille relevante mål og spørgsmål der kan bringes ind i den matematiske samtale for at udfordre elevernes forståelser (Richards, 1991). Lærers forberedte spørgsmål kan aktiveres i forbindelse med den konkrete undervisningssituation hvis vedkommende ser et didaktisk potentiale ved at anspore eleverne i forbindelse med et bestemt aspekt.

Modeller og undersøgende læringsmiljøer

Den undersøgende samtale bliver katalysatoren for processen hvor man bevæger sig fra det intuitive over det refleksive til det formelle (jf. fig. 2). Intentionen med udviklingsarbejdet har været at udvikle redskaber som de lærerstuderende kan anvende i arbejdet med at tilrettelægge og gennemføre en undersøgelsesbaseret matematikundervisning. Ved at anvende en model for opmærksomhedsfelter, et metodeark og en iagttagelsesmodel bliver den lærerstuderende bevidst om sit didaktiske fokus, om sin rolle og om mulige tiltag.

Inspireret af Katie Makars arbejde med undersøgende matematiske aktiviteter (Makar, 2012) har vi udviklet en model der udpeger centrale opmærksomhedsfelter.

De lærerstuderendes tilbagemelding efter praktikperioder har tydeliggjort at de mødte elever der havde svært ved at håndtere den åbne tilgang i den undersøgelsesbaserede matematikundervisning. Det havde en afsmittende effekt på deres egen undervisning hvor de søgte tilbage mod de mere trygge rammer inden for opgavediskursen og den instrumentelle tilgang (jf. Skemp). Der er ikke tale om et enkeltstående fænomen (Folke Larsen, Hein & Wedege, 2006). Der er med andre ord identificeret en didaktisk udfordring knyttet til at komme i gang med en undersøgelsesbaseret matematikundervisning. Det kan blandt andet handle om hvordan man sætter scenen for elevernes arbejde, og at undersøgelsesbaseret undervisning må være nøje tilrettelagt i forhold til undervisnings- og læringsmål, rammerne for elevernes arbejde, dialogen med eleverne undervejs og den fælles opsamling af erfaring og resultater. Lærerstuderende fra Haderslev har anvendt figur 3 i forbindelse med deres praktikundervisning. Nogle studerende har forklaret at modellen var med til at kvalificere deres didaktiske overvejelser samt gøre dem i stand til at håndtere elevernes spørgsmål i undersøgende læringsmiljøer. Med afsæt i modellen havde de forberedt spørgsmål der kunne aktiveres i den konkrete undervisningssituation.

Gennem projektet er vi blevet opmærksomme på at en del praktiserende matematiklærere er stødt ind i lignende udfordringer når de har forsøgt sig med undersøgelsesbaseret undervisning. Det fører til en interesse for hvorledes den usikre, men interesserede lærer kan tilgå den undersøgende dimension i undervisningen. Det kan hurtigt blive problematisk hvis læreren springer ud i en undersøgende undervisning og mislykkes med det. Derfor begyndte vi at overveje hvorledes lærere og lærerstuderende kunne arbejde med undersøgende tilgange i en form for progression fra lærerstyret

Faser	Lærerens didaktiske fokus	Lærerens rolle i denne fase bliver at ...	Læreren kan i denne fase arbejde med tiltag, såsom ...
Opdage/udfordre	Overdragelse af udfordringen til eleverne.	Isenesætte en aktivitet eller et emne der fanger elevernes opmærksomhed og interesse. Med udgangspunkt i iscenesættelsen skal eleverne kunne etablere relationer mellem aktivitetens mere generelle karakter og mulige matematiske elementer.	At have blik for situationer som rummer interessante matematiske aspekter. Opstille eksplicite undervisningsmål. Overveje hvilke elementer eleverne muligvis kunne finde på at inddrage.
Planlægge/matematisere	Formidling og afstemning af intentioner i læreprocessen.	Vejlede elever i deres arbejde med at matematisere et problem, opstille hypoteser og planlægge et undersøgelsesdesign.	Sammen med elevgrupperne opstille læringsmål og udpege elementer som de synes er interessante. Få eleverne til at eksplicite deres hypoteser på en sådan måde at de kan vende tilbage til dem.
Undersøge	Elevernes behov for stilladsering. Se læringspotentialer i elevud-sagn m.m.	Understøtte eleverne i deres undersøgelse ved at hjælpe dem med at systematisere deres undersøgelser. Hjælpe eleverne med at revidere deres planer.	Fremkomme med spørgsmål der kan hjælpe eleverne med at systematisere deres undersøgelse. Opfordre til at benytte forskellige matematiske repræsentationer. Være formidler i forhold til et specifikt matematisk begreb som eleverne eventuelt støder på. Få eleverne til at eksplicite deres viden ved at opfordre til at dokumentere arbejdsprocessen.
Pointer	Sikre en almen-gørelse.	Give eleverne mulighed for at formulere konklusioner og gå i dialog med andre om deres resultater samt sikre at der sker en almen-gørelse af væsentlige pointer.	Stille spørgsmål til elevernes arbejde med at verificere/falsificere. Gentage matematiske pointer som eleverne fremkommer med. Koble elevernes opdagelser til den oprindelige situation, fx ved at inddrage undervisningsmål og læringsmål.

Figur 3. Model for opmærksomhedsfelter.

undersøgelser hen mod friere rammer for elevernes undersøgende aktiviteter. Her blev koblingen til naturfag interessant idet der siden 1960'erne har været beskrevet forskellige niveauer af en undersøgende tilgang (Bell, Smetana, & Binns, 2005). *"We've found a four-level continuum – confirmation, structured, guided, open – to be useful in classifying the levels of inquiry in an activity"* (Banchi & Bell, 2008).

Vi mener at der også i undersøgende matematikundervisning er tale om et kontinuum hvor den lærerstyrede undervisning efterhånden afløses af elevstyrede aktiviteter – fra den bekræftende undersøgelse over strukturerede og guidede til den åbne undersøgelse.

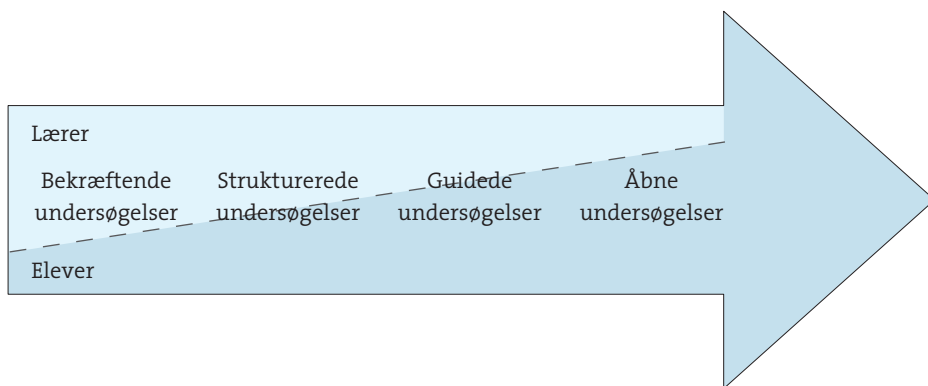
Bekræftende undersøgelser er karakteriseret ved et undersøgende element der er bundet op på lærerens forestillinger om læringsudbyttet. Opmærksomheden bør rettes mod at stille spørgsmål til elevernes opdagelser, få dem til at fremkomme med matematiske forklaringer samt anspore eleverne til selv at stille yderligere spørgsmål.

Der er tale om få frihedsgrader.

I strukturerede undersøgelser fremkommer læreren fortsat med spørgsmål og fremgangsmåder, men nu skal eleverne ikke bare stille spørgsmål, men de skal selv udvikle forklaringsmodeller der understøttes af erfaringer som de har gjort i undersøgelsen.

Hvor de to foregående undersøgelsesformer kun berører elementer af den cykliske model for undersøgende tilgange til matematik, bringer guidede undersøgelser hele den cykliske model i spil. Her skal eleverne arbejde ud fra et lærerstillet spørgsmål, men de skal selv foretage valg med hensyn til undersøgelsesdesignet. Dette kan faciliteres ved at læreren skaber en iscenesættelse for undervisningen. På den måde skabes rum for elevernes intuitive slutninger (jf. Wittmann, fig. 2).

Ved åbne undersøgelser gennemløber eleverne den cykliske model hvor de selv stiller spørgsmålene og planlægger og gennemfører en undersøgelse som de forholder sig reflekterende til. Eleverne er i et undersøgelseslandskab (jf. Skovsmose).



Figur 4. Forholdet mellem lærer- og elevstyring i undersøgende forløb.

Figur 4 søger at indfange den glidende overgang mellem de forskellige undersøgelsesformer og prøver at visualisere at lærer- og elevrollerne ændres i takt med frihedsgraderne i undersøgelsen. For en matematiklærer der ofte tilrettelægger undervisningen med afsæt i lærebogen, kan de åbne undersøgelser virke afskrækkende. Her tydeliggør modellen at der også er potentialer ved at arbejde med mere lærerstyrede undersøgelser. Eleverne får erfaringer med aspekter ved en undersøgende matema-

Hvad ved vi? Fortæl hinanden hvad aktiviteten handler om.	
Hypotese Kan I se noget matematik i aktiviteten? Hvad tror I der vil ske? Kom med et bud/gæt.	
Plan Lav en plan for hvordan I vil undersøge om jeres bud/gæt er rigtigt. Overvej/skriv hvad I allerede ved. Hvad vil I gerne vide?	
Undersøge I forbindelse med jeres undersøgelse skal I beslutte hvordan I vil huske jeres resultater.	
Undersøgelse	
Dokumentere I kan fx skrive ting ned, tage eller tegne billeder, lave tabeller ...	
Sammenligne Hvad fandt I frem til? Hænger det sammen med jeres bud/gæt fra starten? Hvis ja, var I så bare heldige i starten, eller ...? Hvis nej, kan I så forklare hvor jeres bud/gæt ikke var helt rigtigt?	
Præsentere Hvordan vil I forklare andre hvad I har fundet ud af? Hvad er vigtigt at de andre i klassen får at vide fra jeres undersøgelse?	

Figur 5. Metodeark.

tikundervisning, erfaringer der kan føre til friere undersøgelser hvor eleverne mere og mere tager ansvaret for undersøgelsesdesignet. Med andre ord: Man kan godt arbejde med undersøgende elementer gennem lærerstyret undervisning, men det er vigtigt at undervisningen tilgodeser flere aspekter fra den cykliske model.

Som tidligere beskrevet kan figur 3 bidrage med en række opmærksomhedsfelter i forbindelse med planlægningen af en undersøgende matematikundervisning. Modellen er tænkt som et planlægningsværktøj for læreren. I tillæg hertil udviklede vi et metodeark som den studerende kan bruge til at støtte eleverne i det undersøgende læringsmiljø. Arket er ikke tænkt som et mekanisk redskab hvor eleverne bare udfylder de forskellige felter. Idéen er at læreren og eleverne ved hjælp af arket kan beskrive faserne i et undersøgende forløb.

Undersøgelsesbaseret undervisning foregår ofte i grupper. Når eleverne ekspliciterer deres forståelser i ovenstående ark, får læreren et udgangspunkt for den undersøgende samtale. Læreren kan spørge ind til matematiske aspekter der tager afsæt i elevudsagn (jf. afsnittet om den undersøgende samtale).

Modellen for opmærksomhedsfelter og metodearket kan være en støtte for læreren i forberedelsesfasen og i undervisningssituationen. Men spørgsmålet er hvordan vi hjælper den lærerstuderende med at blive en "refleksiv praktiker"? Her kommer vurderingspilene i modellen på figur 2 i spil. I den forbindelse har vi udviklet en iagttagelsesmodel hvor medstuderende kan bruge deres iagttagelser til at tilpasse/ændre undervisningen (se bilag 1). Her har vi stillet didaktiske spørgsmål taksonomisk op i et forsøg på at hjælpe den studerende med at blive bevidst om hvad der skal til for at kunne tilrettelægge og gennemføre undersøgelsesbaseret matematikundervisning.

I den sammenhæng har vi lagt vægt på at følgende fire aspekter indgik i læringsmiljøet/undervisningen før vi ville kalde det for undersøgelsesbaseret undervisning:

- *Isenesættelse* af den undersøgende virksomhed som rammesætter aktiviteten ved at virke motiverende og eventuelt målbeskrivende.
- *Eksperimenter med* og/eller undersøgelser af fænomenet.
- Der indgår vidensprodukter i forbindelse med *kommunikative handlinger* om hvad elever/studerende har erfaret gennem forløbet (fx logbøger fra de studerendes praktik, præsentationer af undersøgende aktiviteter, videooptagelser af undersøgende læringssituationer og udarbejdelse af hjemmesider til undersøgende udematematik).
- Der anvendes *en stilladseringstilgang* hvor eleverne/studerende får mulighed for at gøre sig erfaringer og refleksioner gennem anvendelse af systematiske iagttagelser som de uden metodearket (fig. 5) ville have svært ved (van Joolingen & Zacharia, 2009).

Afprøvning af undersøgende matematikundervisning i læreruddannelsen

Struktureret undersøgelse

Et eksempel på en struktureret undersøgelse kan være en undersøgelse af stregkoder. Stregkoder er et kendt fænomen fra dagligdagen som rummer bestemte karakteristika. Iscenesættelsen kunne være Fakta-reklamen hvor ekspedienten sidder og læser højt: "Tynd, tynd, tyk – mellemtynd ..." Dette fører frem til et lærerstillet spørgsmål som kunne være: *Hvad består en stregkode egentlig af? Og hvordan er den opbygget?*

Forløbet er afprøvet i læreruddannelsens matematikundervisning¹. De studerende får udleveret en række stregkoder hvorefter de i grupper går i gang med at undersøge dem. Typiske opdagelser vil være stregernes længde og tykkelse, opdelingen på midten og specielle tal som går igen. Fx konstaterede en studerende at de alle var opdelt i to områder. En anden begyndte at tælle antallet af streger i de forskellige koder, og en udbryder: "Der er altid 13 cifre, og alle begynder med 5" – en begyndende erkendelse af systemet i koderne.

Gennem dette arbejde får underviseren dem til at dokumentere deres opdagelser i metodearket med henblik på det videre forløb. Nogle studerende får formuleret nogle hypoteser på baggrund af deres undersøgelse (jf. "Teori" om verden, fig. 2).

Med afsæt i deres opdagelser styres undervisningen hen mod sammenhængen mellem tal og streger. Underviseren introducerer de studerende for metoden til at afkode cifre til streger og omvendt ved at udlevere afkodningstavler. Nu bliver de stillet over for spørgsmålet: *Er der altid en kobling mellem stregerne og cifrene – og kan vi ud fra det ene komme til det andet?* Igen skal de studerende undersøge stregkoderne på baggrund af en given fremgangsmåde hvor de skal dokumentere deres opdagelser.

Eksemplet skitserer et undersøgende forløb hvor lærerstuderende får mulighed for at arbejde på en struktureret måde med et specifikt begreb. Som ved den bekræftende undersøgelse kan denne tilgang anvendes til at gøre de lærende trygge ved undersøgende arbejdsformer i en fastsat ramme. Ved at rette opmærksomheden mod elementer fra den cykliske model vil de blive vænnet til at inddrage disse i deres matematiske løsningsprocesser. Dermed banes vejen for en mere åben undersøgende tilgang til matematiske begreber og idéer (jf. fig. 4).

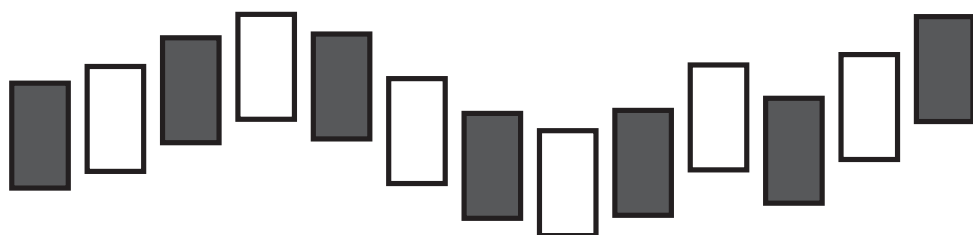
1 Forløb rettet mod folkeskolen kan findes på www.emu.dk/elever7-10/fag/mat/stregkoder.html.

Guidet undersøgelse

Et eksempel på et lille guidet undersøgelsesforløb fra naturvidenskabsfestivalen hvor de lærerstuderende fik elever fra 5. klasse til at spille. Det vil sige at iscenesættelsen var en spilsituation hvor det drejede sig om at vinde.

Spilbeskrivelsen var som følger:

På gulvet ligger en sti af 13 stykker papir: syv sorte og seks hvide.



Figur 6. "Spilleplade".

I hver ende står en elev. På skift går de et eller to skridt frem. På et tidspunkt vil de mødes stående på hvert sit papir. Den der står på et sort papir, har vundet.

Læreren sikrer sig at reglerne for spillet er forstået, sætter spillet i gang og kontrollerer at der spilles efter reglerne. For at sikre at eleverne kom omkring processerne i den undersøgende tilgang (se fig. 1), var eleverne delt i to hold hvor én elev fra hvert hold skulle kæmpe mod hinanden. Men efter hvert forsøg var der rådslagning på holdet. På den måde kom diskussions- og kommunikationsfaserne virkelig i spil. Hvordan var det gået? Hvilken strategi havde han brugt? Hvornår kunne man se at han ville vinde/tabbe? Dokumenteringen kom helt af sig selv, for de skulle jo huske de forskellige "åbninger".

A: "Når jeg står på en sort, og der er fire felter tilbage, så skal jeg gå et skridt frem. Så vinder jeg altid."

B: "Hvordan det?"

A forklarede derefter sin strategi – og læreren opfordrede til nye undersøgelser.

L: "Hvad nu hvis der var 17 stykker papir?"

Stilladsering fra lærerens side kunne også være at lægge op til at se på de to sidste skridt fra begge deltagere hvis eleverne ikke af sig selv kom ind på en mere systematisk analyse af "slutspillet". Hvis eleverne havde et bud på en vinderstrategi, kunne

lærerens rolle være at komme med modspørgsmål (jf. afsnittet om den undersøgende samtale).

Den ovenstående beskrivelse af en guidet undersøgelse har forhåbentlig været medvirkende til at tydeliggøre at selvom eleverne får en større grad af frihed til at designe deres egen læreproces, har læreren ikke en passiv rolle. Men den går fra at være formidlende/styrende til at være vejledende/faciliterende. Det er via vejledningen at læreren med udgangspunkt i elevernes forslag (hypoteser) kan guide eleverne i deres arbejde med at verificere/falsificere deres hypoteser (jf. vurderingspillene i fig. 2).

I forbindelse med matematikundervisningen ved læreruddannelsen i Haderslev er der arbejdet med forskellige undersøgende tilgange.

	Bekræftende	Strukturerede	Guidede	Åbne
Geometriske undersøgelser (GeoGebra)	Vinkelsummen i en trekant	Halvering af figurer	Midtpunkter i bevægelse	Spirograf (cykloider)
Stokastiske eksperimenter	Kast med to terninger	Udforskning af terningen i 1. klasse	BM's andespil	Kan du smage forskel (hvor gode er jeres sanser)?
Talundersøgelser	Sammenhænge	Får og gæs	De få farver	Hvad koster jeg?

Tabel 1. Skematisk oversigt over andre forløb fra projektet².

Observationer fra arbejdet med undersøgende forløb i læreruddannelsen

Som tidligere anført er den åbne undersøgelse ikke uproblematisk. Den fordrer at eleverne er vant til at arbejde undersøgende. Men vores tese er at hvis eleverne gennem de andre undersøgelsesformer bliver vænnet til at agere inden for en undersøgende ramme, vil de også kunne håndtere denne frihed. Spillet med de 17 stykker papir kunne være en indgangsvinkel til en større åben undersøgelse hvor eleverne selv vælger aspekter de vil gå ind og undersøge. Igen bliver lærerens rolle central da eleverne vil møde en række udfordringer i forhold til deres hypotesedannelse, undersøgelsesdesign m.m. Her skal læreren vejlede dem i forhold til deres intentioner hvilket kræver overblik som metodearket (fig. 5) kan bidrage til.

² Kortfattede beskrivelser kan ses på <https://sites.google.com/site/inqhaderslev/>.

Arbejdet har tydeliggjort at når man vil introducere undersøgende tilgange i matematikundervisningen i en klasse, kan det være en god idé at man indtænker en form for progression. I stedet for at kaste eleverne ud i den åbne undersøgelse, begynder man med et velplanlagt forløb hvor eleverne stifter bekendtskab med elementerne i den cykliske model. Det kan være aktiviteter såsom undersøgelse af stregkoder. Samtidig er det væsentligt at betone at hensigten med undersøgende undervisningsformer ikke er at eleverne når et stadie hvor de kun anvender den åbne tilgang til undersøgelser. Det kan med fordel inddrages i undervisningen, men andre undervisningsformer har ligeledes en relevant rolle for elevernes udvikling af matematiske kompetencer. Metoden er en af mange der med fordel kan anvendes i en varieret matematikundervisning. Der er ikke tale om "den eneste" eller "den bedste" metode.

I den undersøgende virksomhed får eleverne mulighed for at påtage sig et ansvar for egen læring da de bliver medbestemmende og initiativtagende i forhold til de elementer der inddrages i forbindelse med at undersøge, eksperimentere og indsamle data. Den undersøgende tilgang fordrer at eleverne danner ny forståelse ved at tage afsæt i deres erfaringer og skabe forbindelser til deres allerede etablerede forståelser af matematiske begreber. Dermed ikke sagt at enhver undersøgelse skal tage udgangspunkt i hvad der interesserer eleverne. Det er ikke tilfældet. Den undersøgelsesbaserede undervisning bør relateres til de officielle beskrivelser for matematikfaget. Her kan læreren som tidligere beskrevet med fordel rammesætte aktiviteterne i en form for struktureret undersøgelse som ved undersøgelsen af stregkoder. Hermed også antydning at man skal være opmærksom på at der ikke opstår en form for dikotomi mellem proces og indhold (Cobb & McClain, 2006).

Den cykliske model er en idealmode for et undersøgende forløb. I praksis vil man ofte komme ud for at elevernes læreproces ikke vil følge den cykliske model, men i stedet kommer omkring mange af de forskellige faser i en form for iterativ proces. Fx kan eleverne vende tilbage til hypotesefasen eller afprøvningsfasen midt i forløbet (de Jong, 2006).

Perspektivering

Projektet har tydeliggjort at lærerstuderende kan hjælpes med at udvikle et undersøgende blik i matematikundervisning. Erfaringerne fra læreruddannelsen i Haderslev er at de beskrevne modeller kan hjælpe de lærerstuderende med at etablere en reflekterende tilgang til undersøgelsesbaseret matematikundervisning. Ofte er dette sket i kontekster hvor der har været flere studerende til at planlægge og observere praksis. Men vi må også konkludere at implementering af en undersøgelsesbaseret matematikundervisning rummer en række udfordringer. Selvom undersøgelsesbaseret matematikundervisning er på den politiske dagsorden, er den ikke nødvendigvis

på lærernes. Derfor skal der etableres muligheder for at matematiklærerne kan gøre erfaringer med og blive interesserede i undersøgende læringsmiljøer. Metoden skal forankres i deres daglige undervisningspraksis. Her kan det være en hjælp at tænke i den glidende overgang mellem de forskellige undersøgelsesformer hvor lærerens undervisningspraksis langsomt, men sikkert ændres til et mere åbent læringsmiljø. I vores optik er stilladseringen af læreren i denne proces ofte blevet negligeret. Derfor har vi udviklet modeller der er tænkt som en form for støttende stillads for den lidt usikre matematiklærer udi undersøgelsesbaseret matematikundervisning. Det er først når modellerne er internaliseret at det bliver naturligt for læreren at arbejde undersøgende.

Referencer

- Alrø, H. & Skovsmose, O. (2005). *Undersøgende samarbejde i matematikundervisningen – udvikling af IC-Modellen*. Aalborg: Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi, Aalborg Universitet.
- Banchi, H. & Bell, R. (October 2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, s. 26-29.
- Bell, R.L., Smetana, L. & Binns, I. (oktober 2005). Simplifying Inquiry Instruction. *The Science Teacher*, s. 30-33.
- Blomhøj, M. (2003). Modellering som undervisningsform. I: M. Blomhøj & O. Skovsmose, *Kan det virkelig passe?* København.
- Cobb, P. & McClain, K. (2006). Guiding Inquiry-Based Math Learning. I: K. Sawyer (red.), *Cambridge Handbook in the Learning Sciences* (s. 171-186). New York: Cambridge University Press.
- Danmarks Evalueringsinstitut. (2012). *Fælles Mål. En undersøgelse af lærernes brug af Fælles Mål*. Danmarks Evalueringsinstitut.
- Danmarks Evalueringsinstitut. (2006). *Matematik på grundskolens mellemtrin – Skolernes arbejde med at udvikle elevernes matematikkompetencer*. Danmarks Evalueringsinstitut.
- De Jong, T. (2006). Scaffolds for Computer Simulation Based Scientific Discovery Learning. I: J. Elen & R.E. Clark, *Handling Complexity in Learning Environments: Theory and Research* (s. 107-128). London: Elsevier Science Publishers.
- Folke Larsen, A., Hein, M. & Wedege, T. (2006). Undersøgende læringsmiljø i matematik. *MONA*, (4), s.13f.
- Grødum, R., Hallandvik, M.-A., Kjellingland, E., Klungland, L.T. & Mørelrø, L. (2010). "Æ har to matter hjemme". *Tangenten*, (4), s. 21-25.
- Hargreaves, A. (2000). *Nye lærere, nye tider – lærerarbejde og lærerkultur i en postmoderne tid*. Forlaget Klim.
- Højgaard Jensen, T. (2007). *Udvikling af matematisk modelleringskompetence som matematikundervisningens omdrejningspunkt – hvorfor ikke?* IMFUFA-tekst nr. 458.
- Lauvås, G.H. (2002). *På egne vilkår – en strategi for vejledning med lærere*. Aarhus: Klim.

- Makar, K. (2012). The Pedagogy of Mathematics Inquiry. I: R. Gillies (red.), *Pedagogy: New Developments in the Learning Sciences* (s. 371-397). Hauppauge, USA: Nova Science Publishers.
- Michelsen, C. (2011). IBSME – Inquiry-Based Science and Mathematics Education. *MONA* (3), s.72-77.
- Mogensen, A. (2011). *Point-Driven Mathematics Teaching. Studying and Intervening in Danish Classrooms*.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Undervisningsministeriet.
- PRIMAS. (21. oktober 2012). Hentet fra PRIMAS: www.primas-project.eu.
- PRIMAS-team. (18. oktober 2012). *What Exactly Does Inquiry-Based Learning Mean?* Hentet fra www.primas-project.eu: www.primas-project.eu/artikel/en/1302/What+exactly+does+inquiry-based+learning+mean/view.do?lang=en.
- Richards, J. (1991). Mathematical Discussions. I: E. v. Glasersfeld (red.), *Radical Constructivism in Mathematics Education* (s. 13-51). New York, Boston, Dordrecht, London, Moskva: Kluwer Academic Publishers.
- Skemp, R.R. (1979). Goals of Learning and Qualities of Understanding. *Mathematics Teaching*, 88, s. 44-49.
- Skemp, R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*, s. 20-26.
- Skovsmose, O. (2003). Undersøgelseslandskaber. I: M. Blomhøj & O. Skovsmose, *Kan det virkelig passe?* København.
- Undervisningsministeriet. (2003). *Fælles Mål – Matematik*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2009). *Fælles Mål 2009 – Matematik*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2001). *Klare Mål – Matematik*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (1995). *Matematik*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (1976). *Regning/matematik*. København: Undervisningsministeriet.
- Van Joolingen, W.R. & Zacharia, Z.C. (2009). Developments in Inquiry Learning. I: N. Balacheff, S. Ludvigsen, T. de Jong, A. Lazonder & S. Barnes, *Technology-Enhanced Learning* (s. 21-37). Springer.
- Wittmann, E. (Aug. 1981). The Complementary Roles of Intuitive and Reflective Thinking in Mathematics Teaching. *Educational Studies in Mathematics*, 12(3), s. 389-397.

Iagttagelser i forbindelse med undersøgende matematikundervisning	Faglige aspekter (emne)	Matematiske arbejdsmåder	Matematiske kompetencer	Elevens almene udvikling
Hvad laver eleven?	Viser eleven initiativ ved at gå i gang med aktiviteten (ser det ud til at de har forstået hvad de skal, eller er de afventende på lærerens instruktioner)?	Opstiller eleven læringsmål for arbejdet?	Identificerer, samler, vurderer og anvender eleven information, teknologi og andre ressourcer (fx konkrete materialer) til arbejdet med aktiviteten?	Tager eleven ansvar for aktiviteten? Accepterer eleven forskellige roller og fordeler arbejdsopgaver?
Hvad siger eleven?	Taler eleverne om emnet så de signalerer en forståelse for det aktuelle emne/aktivitet?	Forsøger eleven at sætte sig ind i de andre elevers forslag til at undersøge og systematisere ved at spørge ind til andres ud-sagn?	Indgår eleven i dialog med andre elever? Anvender eleven forskellige repræsentationer m.m. til at udtrykke sig om matematiske elementer?	Fremkommer eleven med tilkendegivelser (pos./neg.)? Deler eleverne informationer og ressourcer, og udfordrer de hinandens tænkning?
Hvad oplever eleven (fortolkning af elevens ageren i lyset af de ovenstående aspekter)?	Oplever eleven matematiske pointer?	Bruger eleven matematiske arbejds måder?	Oplever eleven kendte tegn for de enkelte kompetencer?	Oplever eleven flow i arbejdsprocessen?
Er eleven bevidst om sin oplevelse (metakognition)?	Bliver eleven bevidst om de matematiske pointer?	Bliver eleven bevidst om hvornår man kan benytte de forskellige tilgange/ arbejds måder?	Bliver eleven bevidst om rækkevidden af sine kompetencer?	Bliver eleven bevidst om faktorer der fremmer flow (herunder "læringsstiler")?

Bilag 1. Iagttagelsesmodel

Engelsk abstract

Inquiry-based mathematics education is a well known method of teaching in the subject of mathematics. This article is based on the challenges that teachers and student teachers face trying to incorporate the method in their teaching. The article outlines the method, focusing on what could discourage teachers / student teachers in practicing an inquiry-based approach to mathematics in their classroom. Furthermore this article develops a series of scaffolding tools, which can support a process in which teachers / student teachers can move from teacher-led instructions to a student-directed problem- and inquiry-based education.

Aktuel analyse

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

Innovationsfremmende naturfagsundervisning – to udfordringer for vores felt



Jan Alexis Nielsen, *Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet*

Indledning: Hvorfor innovation?

De seneste år har en række indflydelsesrige interessenter i ind- og udland i stigende grad udpeget innovation som nøglen til bæredygtig økonomisk velstand. Fx ser både EU-Kommissionen (2010) og USA's regering (White House, 2011) fremelskningen af innovation som et af tidens vigtigste indsatspunkter. Samtidig er mange væsentlige aktører – fx OECD (2010) – enige om at satsningen på at fremme innovation nødvendigvis kræver en række indsatser i uddannelsessystemet. (Tilpasning af) uddannelsessystemet er altså den primære vej til at fremtidens borgere bliver mere innovative.

Jeg tror ikke at snakken om innovation er en døgnflue. I Danmark har man siden 1995 på skiftende måder talt om at gøre innovation til mål for undervisning (Undervisningsministeriet, 1995a). I 1990'erne var tanken at underskuddet på betalingsbalancen kunne udbedres ved at skolen begynder at dyrke iværksætteri og lysten til at starte egen lille eller mellemstor virksomhed – der skulle, med undervisningsminister Ole Vig Jensens ord, "Gang i butikken" (Undervisningsministeriet, 1995b), og innovation blev i denne sammenhæng betragtet som et arketypisk mindset eller måde at arbejde på for iværksætteren. I 2002 kom regeringen Anders Fogh Rasmussen med sin uddannelsespolitiske handleplan 'Bedre uddannelser' (regeringen, 2002). Heri blev det blandt andet slået fast at "i den globale økonomi er produktion og anvendelse af ny viden nøglen til øget vækst, øget beskæftigelse og større velfærd" (ibid., s. 10), og da erhvervslivet og arbejdsmarkedet er de instanser der skal levere denne nøgle, må uddannelsessystemet i højere grad end før tilpasse sig erhvervslivets kompetencekrav – herunder fokusere mere end før på at fremme elevers innovative evner. Dette blev understreget flere gange hen over de efterfølgende år – fx: "Et vigtigt

indsatsområde er at sikre, at uddannelsessystemet kan udvikle nye iværksættere og kommende generationer med de innovative kompetencer, som en god placering på det globale marked kræver” (Undervisningsministeriet, 2004, s. 5). Så i 2000’erne var innovationsfremmende undervisning et middel til at Danmark klarede sig bedre i den globaliserede verden. I 2008 rammer krisen så, og siden 2009 har regeringen Helle Thorning-Schmidt (regeringen, 2012) og andre aktører (Dansk Industri, 2009; Mandag Morgen, 2012) primært snakket om innovation som en vej ud af krisen.

Således har vi de sidste 18 år været vidne til tre forskellige begrundelser for at fremme fremtidige borgeres innovationskompetence. På tværs af disse begrundelser ligger dog en gennemgående forhåbning om at vores vækst og velstand kan bibeholdes eller måske forøges gennem en satsning om at øge borgeres innovationskompetence. Eller, som Steen Nepper Larsen lakonisk har beskrevet det: Innovation ser ud til at være blevet en “total national forløsning” (2012, s. 97).

En af de måder innovationsdiskursen har manifesteret sig på helt konkret i uddannelsessystemet er i STX-bekendtgørelsen:

“Uddannelsen skal have et dannelsesperspektiv med vægt på elevernes udvikling af personlig myndighed. Eleverne skal derfor lære at forholde sig reflekterende og ansvarligt til deres omverden: medmennesker, natur og samfund, og til deres egen udvikling. Uddannelsen skal tillige udvikle elevernes kreative og innovative evner og deres kritiske sans” (Undervisningsministeriet, 2013, § 1, stk. 4)

Men også i folkeskolen finder vi målsætninger om innovation. Under slutmålene efter 9. klassetrin i emnet “Uddannelses-, erhvervs-, og arbejdsmarkedsorientering” forventes det at “eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at [...] diskutere [...] [og] forholde sig til innovation og iværksætteri” (Undervisningsministeriet, 2009a, bilag 28). Dette uddybes i undervisningsvejledningen til emnet hvor det stipuleres at “eleverne skal igennem deres skoleforløb styrkes til at tænke kreativt, handle innovativt og udvikle mange facetter af deres personlighed”, og at “for at fremme iværksætter- og innovationskulturen er det vigtigt at arbejde med dette emne i undervisningen i hele uddannelsessystemet” (Undervisningsministeriet, 2009b, s. 26).

Det ser ud til at innovationsdiskursen (på godt og, fra nogles perspektiv, ondt) er kommet for at blive. Jeg vil i denne analyse derfor *ikke* diskutere i hvilken grad det er meningsfuldt eller frugtbart at tænke på innovationskompetence som mål for naturfagsundervisningen. En kritisk diskussion af dette spørgsmål kan man finde i en fin antologi der blev udgivet for nylig (Paulsen & Klausen, 2012).

Derimod mener jeg det er vigtigt for os der arbejder med undervisning på den ene eller anden måde, at vi begynder at arbejde strategisk for at få det bedste ud af de

bølger af innovationsfremmende tiltag jeg spår kommer til at præge vores arbejdsliv de næste mange år. Frem for alt vil jeg argumentere for at vi der arbejder med *naturfagsundervisning*, bør arbejde strategisk med i hvert fald to udfordringer som jeg vil nå frem til i det nedenstående. (Jeg vil således heller *ikke* direkte diskutere hvad god innovationsfremmende undervisning kunne være. Som jeg ser det, er det et spørgsmål der må komme *efter* de udfordringer og spørgsmål jeg rejser i denne analyse).

De to udfordringer jeg peger på i denne analyse, handler om at gøre os klart hvordan vi i naturfagsundervisningsfeltet vil *forstå* "innovation", og hvilke *kriterier* vi vil vælge at vurdere innovationskompetence ud fra i forbindelse med naturfagsundervisningen. I den forbindelse vil jeg præsentere et første bud på hvordan man kunne vurdere innovationskompetence. Dette bud oprinder i min egen forskning hvor jeg har arbejdet med danske gymnasielærere om hvad man som underviser kan kigge efter hos sine elever for at vurdere udviklingen af deres innovationskompetence.

Udfordring 1: Vi bør finde en naturfagsspecifik forståelse af innovation

Både nu og i historiens løb har der været adskillige forskellige forståelser af hvad innovation er. Innovation er i den grad et uldent begreb (Fagerberg, 2006). Denne begrebslige uklarhed gør det selvfølgelig svært at blive klar på hvordan naturfags-

Tekstboks 1 – eksempler på innovationsforståelser

Eksempel 1: "Innovation er processen forbundet med at forandre noget etableret ved at introducere noget nyt som giver værdi for kunder" (O'Sullivan & Dooley, 2009, s. 4, min oversættelse).

Eksempel 2: "Innovation er at se muligheder og at være i stand til at føre disse muligheder ud i livet på en værdiskabende måde" (Darsø, 2011, s. 13).

Eksempel 3: "Innovationsprocesser involverer udforskningen og udnyttelsen af muligheder for nye og forbedrede produkter, processer eller ydelser (Pavitt, 2006, s. 88, min oversættelse).

Eksempel 4: "'Innovation' betegner det at nytænke og forbedre (altså ikke blot forandre) en eksisterende praksis i verden på etisk forsvarlig måde sammen med aktører berørt af og agerende i denne praksis på baggrund af relevant viden" (Hobel & Christensen, 2012, s. 57).

undervisningen kan bidrage til at udvikle elevers innovationskompetencer. Når de overordnede politiske ambitioner skal oversættes til uddannelsesområdet, *har* det en betydning hvad vi lægger i ordet “innovation”. I tekstboks 1 er der fire eksempler der gengiver noget af den begrebslige variation der foreligger i litteraturen.

Det sidste eksempel er umiddelbart det der virker mest rettet mod den danske gymnasiale kontekst – denne definition opstod da også i forbindelse med evalueringen af det gymnasiale udviklingsprojekt *Innovation og Entreprenørskab*. En anden fordel ved det sidste eksempel, fra mit perspektiv, er at denne definition gør noget eksplicit som ligger mere eller mindre implicit i mange andre definitioner: at innovation på én eller anden måde kombinerer (domænespecifik) viden og værdier. Det at forbedre (altså at skabe noget der i nogles øjne er mere værdifuldt end) en eksisterende praksis må nødvendigvis kræve indsigt i den type praksis der er tale om. Fx ville man for at kunne forbedre cyklers fremdrift *blandt andet* skulle vide noget om mekanikken i eksisterende løsninger *og* trække på denne viden i et forsøg på at formulere et forslag til en ny løsning der af nogle vil blive betragtet som en *bedre* løsning (vi lader det for lethedens skyld i første omgang være ubesvaret hvem disse ‘nogle’ kunne være).

Men inden vi forhaster os, er det vigtigt at lægge mærke til at de fire eksempler giver et relativt godt billede af at der for tiden foregår en form for definitionskamp:

“Nogle understøtter innovationen kommercielle eller teknologiske aspekt og forstår den som enten iværksætteri eller ingeniørkunst. Andre forstår innovation som en mere generel evne til nytænkning eller ser den som tæt forbundet med kunstnerisk kreativitet, kritisk sans eller frigørelse” (Klausen & Paulsen, 2012, s. 5)

Med andre ord er der, som Michael Paulsen har fastslået, “to rationaler, der aktuelt strider om eleverne i gymnasiet – en *teknokapitalistisk* og en *frigørende* innovationsforståelse” (Paulsen, 2012, s. 13). Der er en slet skjult værdisætning på spil her. Det kan nemlig hurtigt virke som om den frigørende innovationsforståelse fremstår renere og mere uskyldig – og dermed bedre tilpasset undervisningsområdet – end den opportunistiske profitdrevne teknokapitalistiske ditto. Men netop for de naturvidenskabelige fag kan modsætningen teknokapitalisme versus frigørelse være misvisende. Hvis elever i bioteknologi arbejder på at idégenerere omkring bioteknologiske forbedringer, *behøver* dette arbejde vel ikke være kommercielt drevet eller profitorienteret?

På den baggrund mener jeg at den første vigtige udfordring for vores felt er denne: *Vi bør finde en naturfagsspecifik innovationsforståelse som giver bedst mulig mening når vi skal planlægge, implementere og evaluere innovationsfremmende naturfagsundervisning.*

Udfordring 2: Vi bør finde nogle naturfagsspecifikke vurderingskriterier for innovationskompetence

Der findes efterhånden en række forskellige redskaber som er designet til at guide vurderingen af en persons innovationskompetence. Men jeg vil argumentere for at der stadig er et stykke vej inden vi står med en vurderingsramme som let kan bruges i undervisningen til såvel formativ som summativ evaluering af elevers innovationskompetence.

Frem for alt foreligger der en hel del *selvrapporterings-instrumenter*. Det vil sige at eleven selv svarer på en række spørgsmål, og at elevens samlede svar giver et billede af personens evne til at være innovativ. Et af de mere gennemarbejdede eksempler herpå er et instrument som den engelske fond NESTA har lavet med henblik på at måle "innovative karakteristika hos unge mennesker" inden for fem færdighedsområder (Chell & Athayde, 2009, s. 1).¹ Her er et udpluk af spørgsmål fra instrumentet (ibid., s. 38, mine oversættelser):

- Kreativitet:
 - Jeg kunne godt tænke mig at mine undervisningstimer involverer en masse forskellige kreative aktiviteter
 - Jeg har valgt fag på skolen/universitetet der giver mig frihed til at udtrykke mine egen idéer.
- Lederskab:
 - Jeg kan virkelig godt lide at være lederen i en gruppe.
 - Mine venner følger mine forslag når de ikke kan beslutte sig.
- Energi:
 - Jeg føler mig virkelig motiveret når jeg frembringer noget som ingen andre har frembragt.
 - Når jeg gør noget, kan jeg godt lide at føle at det har et formål eller mål.
- Tro på egen formåen:
 - Når jeg begynder på noget, kan jeg godt lide at gøre det færdigt.
 - Jeg bliver ikke let påvirket af andres meninger, men gør derimod hvad jeg synes er bedst.
- Tilbøjelighed til risici:
 - Når jeg træffer valg, vil jeg gerne være så sikker som mulig på hvad de fremtidige konsekvenser bliver.

¹ NESTAs instrument er tilgængeligt på <http://eprints.kingston.ac.uk/5985/2/Chell-E-5985.pdf>. Har man interesse i sådanne instrumenter, er et andet eksempel, fra en uafhængig canadisk rådgivningsorganisation, tilgængeligt på www.conferenceboard.ca/Libraries/PUBLIC_PDFS/InnovationSkillsProfile.sflb.

Jeg vil ikke udelukke at sådanne spørgsmål kunne være relevante at spørge elever om. Men jeg forestiller mig at det er svært at *oversætte* sådanne spørgsmål til et redskab som man, som underviser, kan bruge til at foretage formativ og summativ evaluering af elevers innovationskompetence i et af de eksisterende fag. Jeg forestiller mig også at der er spørgsmål som ikke alle undervisere vil finde relevante.

Herhjemme har Fonden for Entreprenørskab – Young Enterprise (FFE-YE) for nylig udviklet en progressionsmodel “der kan ekspliciterer innovation og entreprenørskab som læringsmål på forskellige niveauer i uddannelsessystemet” (Rasmussen & Nybye, 2013, s. 3).² Denne model består i første omgang af fire dimensioner: handling, kreativitet, omverdensforståelse og personlig indstilling. Hver af disse dimensioner er beskrevet gennem tre til fire evner, og disse evner udgør så et kontinuum mellem to ekstremer. Fx er evnen “iværksættelse” én af de evner der beskriver dimensionen “handling”, og evnen “iværksættelse” udspænder et kontinuum fra “med støtte og vejledning fra læreren kan elever iværksætte mindre projekter og aktiviteter” til “de studerende kan selv iværksætte over en længere periode, og på baggrund af modne refleksioner skabe økonomisk, social eller kulturel værdi” (ibid., s. 9). Idéen er så at man som underviser kan vurdere omtrent hvor på dette kontinuum ens elever ligger. Det er ikke tilfældigt at kontinuet spænder fra elever til studerende, da tanken bag progressionsmodellen er at den kan repræsentere spændet fra “ABC til ph.d.” (ibid., s. 3).

Der er ingen tvivl om at redskaber af den type som FFE-YE har designet, er mere brugbare for undervisere end diverse selvrapporteringsinstrumenter. Alene dét at progressionsmodellen modellerer en *progression*, er et kærtkomment tiltag inden for tilgange til at vurdere innovationskompetence. Endvidere har folkene bag instrumentet gjort et stort arbejde for at begrunde de fire dimensioner i relevant forskning fra forskellige områder. Så dimensionerne fremstår forholdsvis valide (modellen ser med andre ord ud til at repræsentere det den foregiver at repræsentere). Men det er ikke altid helt klart hvad FFE-YEs model gerne vil repræsentere – innovation, entreprenørskab eller begge dele. Modellen bruger som sådan ikke ordene “innovation” og “entreprenørskab” synonymt (se fx ibid., s. 8), men de to ord bruges næsten altid i samme sætning, og det bliver aldrig helt klart hvad forskellen er. Et andet ankepunkt man kunne have til en model af denne type, er at de kontinuer der præsenteres, er for grovkornede til at være reelt vejledende for undervisere. Igen er der brug for en vis mængde oversættelse fra modellen til undervisningspraksis inden en underviser i fx biologi B på gymnasieområdet kan bruge modellen til reelt at evaluere sine elever formativt og summativt.

2 Modellen er tilgængelig i sin helhed på www.ffe-ye.dk/media/256158/print_progressionsmodel_-_entrepren_rskabs-_og_innovationsundervisning.pdf.

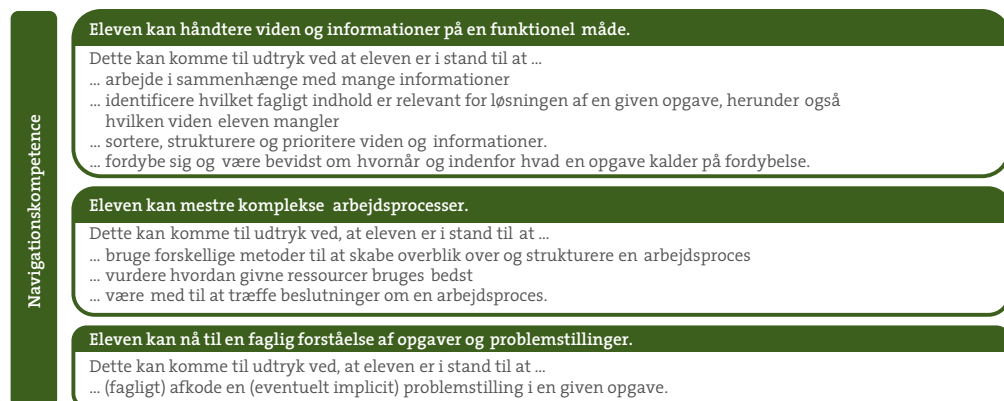
I min egen forskning på dette område har jeg blandt andet optaget og analyseret diskussioner blandt gymnasielærere der til daglig fokuserer meget af deres undervisning på innovation (Nielsen, under fagfællebedømmelse). Igennem dette arbejde har det været muligt at formulere en liste over vurderingskriterier (se figur 1 til figur 5) som kan bruges både når man skal evaluere udviklingen af en elevs innovationskompetence, men i høj grad også når man planlægger sin undervisning. Disse vurderingskriterier er kategoriseret under fem underkompetencer til den overordnede innovationskompetence: kreativ kompetence, samarbejds-, navigations-, handle- og formidlingskompetence.

Kreativ kompetence	Eleven har en selvstændig tilgang til problemstillinger. Dette kan komme til udtryk ved at eleven er i stand til at identificere problemstillinger i den lokale og globale dagligdag ... fortolke givne problemstillinger på en ny/selvstændig måde.
	Eleven kan individuelt eller i fællesskab generere ideer. Dette kan komme til udtryk ved at eleven er i stand til at generere nye/selvstændige ideer og løsningsforslag ... generere flere forskellige ideer og løsningsforslag. ... være åben og anerkendende overfor alternative måder at løse en given opgave på.
	Eleven kan bearbejde og kritisk vurdere ideer. Dette kan komme til udtryk ved at eleven er i stand til at lade være med at lægge sig for tidligt fast på én ide eller ét løsningsforslag ... foretage en sortering blandt forskellige ideer og løsningsforslag ... udvikle og forbedre egne og andres ideer og løsningsforslag.

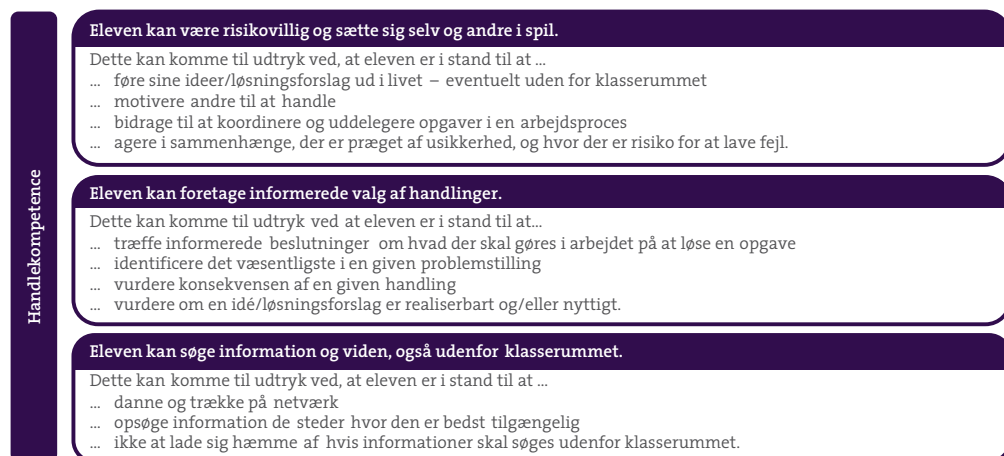
Figur 1. En oversigt over vurderingskriterier angående kreativ kompetence identificeret af gymnasielærere (redigeret gengivelse fra Nielsen, under fagfællebedømmelse).

Samarbejdskompetence	Eleven kan tage ansvar for og bidrage til, at et samarbejde opfylder de satte mål og opgaver Dette kan komme til udtryk ved at eleven er i stand til at være bevidst om gruppedynamikken i en gruppe ... bidrage til et konstruktivt arbejdsmiljø ... bidrage til at planlægge og koordinere en arbejdsproces.
	Eleven kan være inkluderende og fleksibel i samarbejdssituationer. Dette kan komme til udtryk ved at eleven er i stand til at være inkluderende overfor andre. ... identificere hvordan samarbejdspartnere komplementerer elevens egne kompetencer ... arbejde sammen med forskellige personer ... påtage sig forskellige roller i et samarbejde.

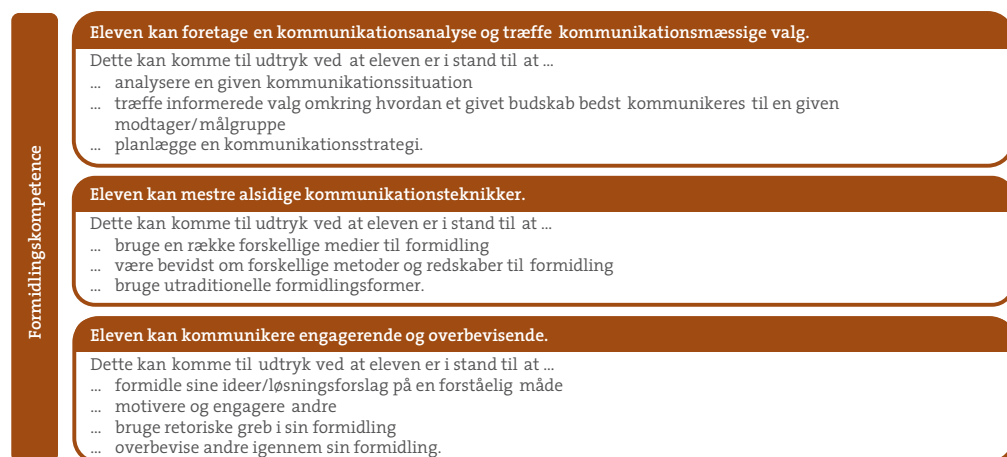
Figur 2. En oversigt over vurderingskriterier angående samarbejdskompetence identificeret af gymnasielærere (redigeret gengivelse fra Nielsen, under fagfællebedømmelse).



Figur 3. En oversigt over vurderingskriterier angående navigationskompetence identificeret af gymnasielærere (redigeret gengivelse fra Nielsen, under fagfællebedømmelse).



Figur 4. En oversigt over vurderingskriterier angående handlekompetence identificeret af gymnasielærere (redigeret gengivelse fra Nielsen, under fagfællebedømmelse).



Figur 5. En oversigt over vurderingskriterier angående formidlingskompetence identificeret af gymnasielærere (redigeret gengivelse fra Nielsen, under fagfællebedømmelse).

Jeg tror at denne liste har den fordel at den giver os et rigtig detaljeret “bottom-up-blik” på hvordan udviklingen af innovationskompetence kunne se ud i konteksten af dansk undervisningspraksis. Men det er vigtigt at understrege at listen endnu er ufærdig. Mit eget arbejde hen over de næste to år bliver således at viderebearbejde listen så den på et tidspunkt fremstår som et reelt praktisk brugbart vurderingsværktøj.

For det første betegner kriterierne på listen det vi nok ville kalde slutmål. I dens nuværende form mangler listen derfor progressionsaspektet. I sin endelige form vil vurderingsværktøjet ideelt beskrive forskellige taksonomiske trin.

For det andet skal det endelige vurderingsværktøj også rumme perspektiver fra andre interessenter end gymnasielærere. For mig var det interessant at lægge mærke til at de lærere jeg arbejdede med, fokuserede mere på at de idéer, løsninger eller produkter som eleverne når frem til, er *realiserbare* eller *nyttige*, end at de virkelig er nye eller nyskabende inden for et domæne. Dette giver egentlig ret god mening for os som undervisere – det er muligvis lettere at vurdere en elevs idé ud fra hvor realiserbar den er i et domæne, end ud fra hvor nyskabende den er. Ud over det ville nogle sikkert også argumentere at det er for stor en forventning at have at elever reelt set skal være i stand til virkelig at forbedre eksisterende praksisser. På denne måde kunne man diskutere om de innovationskompetencer og -færdigheder der kan vurderes i gymnasiet, er proksimale innovationskompetencer og -færdigheder. Med andre ord er spørgsmålet om målet med innovationsfremmende undervisning er at vi lægger os fast på en række kompetencer og færdigheder som vi tror på i længden samlet set fremmer Danmarks innovative potentiale. Men inden vi beslutter os for hvor højt vi sætter “overliggeren”

for eleverne, er det en god idé at undersøge hvad andre interessenter ser som væsentlige kriterier i forbindelse med vurderingen af elevers innovationskompetence.

For det tredje (og vigtigst af alt) ser man tydeligt at de fleste kriterier som de pågældende lærere formulerede, betegner *generelle* kompetencer og færdigheder (meningen med diskussionerne var da også at lærere på tværs af fag skulle blive enige om hvilke kriterier de skulle tage udgangspunkt i). Der foreligger derfor stadig et arbejde med at eksplicitere de domæne- eller *fagspecifikke* kriterier som er relevante for fx naturfagene. Jeg ser det som helt centralt at naturfagsundervisere og -didaktikere i løbet af de næste år kommer med klare retningslinjer for hvordan innovationskompetencer kan og bør blive udviklet i rammen af naturfaglig undervisning.

På den baggrund mener jeg at en anden vigtig udfordring for vores felt er denne: *Vi bør finde et naturfagsspecifikt bud på hvordan og på hvilke kriterier innovationskompetence evalueres formativt og summativt i naturfagsundervisningen. Frem for alt må vi arbejde på at definere hvilke kriterier der er mest relevante inden for de enkelte naturvidenskabelige fag.*

Sammenfatning

Der er ingen tvivl om at de næste år kommer til at være præget af generelle innovationsdidaktiske tiltag og udviklingsarbejder. Men som jeg har argumenteret i denne analyse, tror jeg det er vigtigt at vi der arbejder med naturfagsundervisning, indadtil i vores felt starter en diskussion om hvordan vi helst ser de generelle politiske ambitioner udfoldet i rammen af naturfagsundervisningen i folkeskolen, i gymnasiet og på universitetet.

Referencer

- Chell, E., & Athayde, R. (2009). *The Identification and Measurement of Innovative Characteristics of Young People. Development of the Youth Innovation Skills Measurement Tool*. London: NESTA.
- Dansk Industri. (2009). *Styrket ud af krisen. 24 konkrete forslag*. København: Dansk Industri.
- Darsø, L. (2011). *Innovationspædagogik*. København: Samfundslitteratur.
- EU-Kommissionen. (2010). Europe 2020: A Strategy For Smart, Sustainable and Inclusive Growth. Lokaliseret på: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:F IN:EN:PDF>.
- Fagerberg, J. (2006). Innovation: A Guide to the Literature. I: J. Fagerberg, D.C. Mowery & R.R. Nelson (red.), *The Oxford Handbook of Innovation* (s. 1-26). Oxford: Oxford University Press.
- Hobel, P. & Christensen, T.S. (2012). Innovative evner og de gymnasiale uddannelser. I: M. Paulsen & S.H. Klausen (red.), *Innovation og læring* (s. 49-73). Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Klausen, S.H. & Paulsen, M. (2012). Indledning: Innovation og læring. I: M. Paulsen & S.H. Klausen (red.), *Innovation og læring* (s. 5-11). Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.

- Mandag Morgen. (2012). *Danmark som innovativ frontløber*. København: Mandag Morgen.
- Nielsen, J.A. (under fagfællebedømmelse). Assessment of Innovation Competency: A Thematic Analysis of Upper Secondary School Teachers' Talk.
- Nepper Larsen, S. (2012). Innovation som total national forløsning. I: M. Paulsen & S.H. Klausen (red.), *Innovation og læring [Innovation and Teaching]* (s. 97-116). Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- O'Sullivan, D. & Dooley, L. (2009). *Applying Innovation*. London: Sage Publications Ltd.
- OECD. (2010). *The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*. Paris: OECD Publishing.
- Paulsen, M. (2012). Innovationsbegrebets dialektik i en uddannelseskontekst – en strid mellem forskellige innovationsforståelser. I: M. Paulsen & S.H. Klausen (red.), *Innovation og Læring* (s. 13-46). Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Paulsen, M. & Klausen, S.H. (red.). (2012). *Innovation og læring*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Pavitt, K. (2006). Innovation Process. I: J. Fagerberg, D.C. Mowery & R.R. Nelson (red.), *The Oxford Handbook of Innovation* (s. 86-114). Oxford: Oxford University Press.
- Rasmussen, A. & Nybye, N. (2013). Entrepreneurship Education: Progression Model. Odense: Young Enterprise Denmark. Lokaliseret på dansk den 25. oktober 2013 på http://www.ffe-ye.dk/media/256158/print_progressionsmodel_-_entrepren_rskabs-_og_innovationsundervisning.pdf
- Regeringen. (2002). *Bedre uddannelser*. København: regeringen.
- Regeringen. (2012). *Danmark – løsningsernes land. Styrket samarbejde og bedre rammer for innovation i virksomhederne*. København: regeringen.
- Undervisningsministeriet. (1995a). *En samlet uddannelsesstrategi på iværksætterområdet*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (1995b, 6/11 1995). Gang i butikken. Lokaliseret den 16. oktober 2013 på <http://udd.uvm.dk/gammel/butik.htm>.
- Undervisningsministeriet. (2004). *Til udvikling af innovation og iværksætterkultur i det danske uddannelsessystem*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2009a). *Bekendtgørelse om formål, trin- og slutmål for folkeskolens fag og emner*. BEK nr. 748 af 13. juli 2009.
- Undervisningsministeriet. (2009b). Fælles Mål 2009 Uddannelses-, erhvervs- og arbejdsmarkedsorientering. Faghæfte 22. *Undervisningsministeriets håndbogsserie nr. 24*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2013). *Stx-bekendtgørelsen*. BEK nr. 776 af 26. juni 2013.
- White House. (2011). *A Strategy for American Innovation, Securing our Economic Growth and Prosperity*. Washington, D.C.: The National Economic Council, Council of Economic Advisors, and Office of Science and Technology Policy.

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.

Hvordan ser pædagogstuderendes naturfaglige kompetenceprofil ud?



Karen Bollingberg,
Pædagoguddannelsen
Frøbel, UCC



Birgitte Damgaard,
Pædagoguddannelsen
Storkøbenhavn, UCC

Kommentar til artiklen "Pædagogers formidling af naturen til børnehavebørn" fra MONA, 2013(3)

Vi har med stor interesse læst Niels Ejbye-Ernsts (NE-E) artikel i MONA, 2013(3), hvor udvalgte dele af en større ph.d.-afhandling bliver udfoldet. I artiklen bliver der taget udgangspunkt i hvordan pædagoger formidler natur til børn i skovbørnehaver, og på baggrund af et imponerende undersøgelsesmateriale og omfattende litteraturstudie vurderes det hvilken betydning pædagogers formidling har for børns interesse for og viden om natur og miljøområdet. Gennem artiklen belyses pædagogers didaktiske overvejelser når naturfag formidles til børnehavebørn, og der præsenteres mulige indsatsområder på pædagoguddannelsen som ville kunne forøge de kommende pædagogers naturfaglige kompetencer og dermed bidrage til at skabe interesse for og viden om naturfag via brug af korrekte fagtermer og planlagte aktivitetsforløb. Vi har valgt at kommentere NE-E's artikel ud fra fire overordnede spørgsmål:

- Uddanner UCC pædagoger som kan udvikle børnehavebørns naturfaglige interesse og viden?
- Hvad skal studerende lære på uddannelsen?/Hvad skal børn lære i børnehaven?
- Hvilken naturfagsdidaktik benyttes i undervisningen på uddannelsen?/Er der en naturfagsdidaktik på førskoleområdet?
- Hvilken kobling er der mellem uddannelse og profession?

Vores referenceramme

Professionshøjskolen UCC har igennem de sidste to år sat rammerne for et tværprofessionelt forskningsprojekt med det hovedsigte at arbejde målrettet med naturfagsdidaktik på uddannelserne. Projektet er et samarbejde mellem sygeplejerske-, lærer- og pædagoguddannelserne og er delt op i fire delprojekter. Vi har sammen med Peter B. Schultz fra Pædagoguddannelsen Sydhavn arbejdet med pædagoguddannelsernes delprojekt hvor formålet har været at undersøge studerendes og pædagogers forståelse af hvad science i børnehaven er, hvordan det praktiseres, og hvordan man kan arbejde eksemplarisk med science i børnehaven. De overordnede mål for projektet har været at udvikle naturfagsundervisningen på professionsuddannelsen ved at koble uddannelsessted og profession tættere sammen og dermed øge interessen for og opmærksomheden på science på førskoleområdet. Som et bidrag til diskussionen om hvad science i børnehaven er, har vi på baggrund af den indsamlede empiri defineret en sciencedidaktik på førskoleområdet. Udgangspunkt og inspiration er hentet hos de studerende som er på pædagoguddannelserne lige nu, og deres tilknyttede praktikpædagoger.

Vi har ligeledes deltaget i et større nordisk forskningsprojekt (NatGrep) hvor der på tværs af de nordiske lande er udviklet og afprøvet et fællesnordisk undervisningsmodul med fokus på de studerendes fagsprog og formidling af udvalgte fagtermer til børnehavebørn.

De studerende på pædagoguddannelsen

UCC uddanner pædagoger med linjefaget "Værksted, natur og teknik" og har, som alle andre uddannelsessteder i Danmark, været bundet af en bekendtgørelse som definerer hvad en pædagog skal kunne. I UCC uddannes der pædagoger – ikke naturvidenskabsmænd/-kvinder – som skal kunne favne hele det naturvidenskabelige område samt hele det værkstedsfaglige og tekniske område og samtidig varetage seks temaer, formuleret i de pædagogiske læreplaner for dagtilbud, herunder fx førskolebarnets alsidige positive udvikling. De pædagogstuderende er en bredt sammensat gruppe mennesker med meget forskellige kulturelle og uddannelsesmæssige baggrunde, fra helt unge mennesker med en gymnasial uddannelse, fx bioteknologi på A-niveau, til modne studerende som er kommet ind på uddannelsen via kvote 2.

Uddannes der pædagoger som kan udvikle børnehavebørns naturfaglige interesse og viden?

For at besvare det første spørgsmål vil vi først se på hvad NE-E konkluderer på spørgsmålet om hvorvidt pædagogernes formidling påvirker børns viden om og interesse

for naturvidenskab ved at styrke barnets naturvidenskabelige kompetencer. I artiklen bliver det konkluderet at *“den meget konkrete form børn iagttager naturfænomener på i naturbørnehaven, er meget forskellig fra den form de vil møde i forbindelse med deres skolegang, så i afhandlingens perspektiv tillægges naturbørnehaver begrænset betydning for børns interesse for det naturfaglige område efterfølgende”*. Det er interessant at pædagogernes didaktiske tilgange – herunder deres metodevalg og antropomorfistiske tilgang til naturfag – gør at naturbørnehaver som koncept bliver af begrænset betydning for børnenes viden om og interesse for naturvidenskab. Samtidig er der i artiklen en formodning om at skovbørnehavebørn har kendskab til flere forskellige dyrearter end børn fra traditionelle børnehaver. Det må betyde at naturbørnehavebørn på en eller anden måde tilegner sig kendskabet til flere arter end andre børnehavebørn.

Hvis man modsat afprøver en anden udokumenteret hypotese og konkluderer at naturbørnehavepædagoger har en positiv indflydelse på børns viden om og interesse for naturvidenskab, så er den didaktiske tilgang de benytter, eksemplarisk. Et argument kunne så være at barnet i skovbørnehaven undersøger omgivelserne med den udpræget naturvidenskabelige tilgang til verden som karakteriserer børns naturlige legeadfærd (Østergaard, 2006). Man kunne argumentere for at skovbørnehavebørn får konkrete og positive erfaringer med natur og med processer i naturen som giver dem en grundlæggende indsigt og forståelse for sammenhænge. Denne indsigt, viden og forståelse baseret på motivation giver de unge lyst til fremadrettet at arbejde med naturfagene. Man kunne argumentere for at positive oplevelser i naturen med nærværende voksne i barndommen har indflydelse på identitet og interesser (Kaae & Madsen, 2003).

Der uddannes i øjeblikket pædagoger som på meget få timer på uddannelsen skal tilegne sig en grundlæggende viden om alle naturvidenskabens områder, et korrekt fagsprog og en naturfagsdidaktisk forståelse som kan anvendes til målgrupper fra vuggestuebørn til kriminelle unge og udviklingshæmmede. Pædagoguddannelsen har indtil nu været en generalistuddannelse som benytter det eksemplariske princip i undervisningen. Vores holdning er at der i øjeblikket uddannes pædagoger i UCC som kan skabe interesse for natur og naturvidenskab, samtidig med at der løbende i professionshøjskolen arbejdes med undervisnings- og uddannelsesudvikling.

Det som vores forskningsprojekter har lært os, er at der på uddannelsen skal holdes fokus på at arbejde med naturvidenskabelige metoder og sciencedidaktik hvor de studerende lærer hvordan de skal sætte rammerne for aktiviteter med naturvidenskabeligt indhold, og hvor aktionslæring i professionen koblet til undervisning på uddannelsen er helt central. Med et øget fokus på science på uddannelsen og obligatoriske opgaver i praksis nedbrydes de barrierer som vi oplever at vores studerende

har. Vi konkluderer på baggrund af UCC's forskningsprojekt at de studerende i udgangspunktet har forudsætningerne for at arbejde intentionelt med naturvidenskab i børnehaven, men de mangler naturvidenskabelig selvtillid og naturvidenskabelig handlekompetence. Vi konkluderer også, som NE-E, at vores studerende mangler viden om naturvidenskab, men i modsætning til skovbørnehavepædagogerne mangler vores studerende også i nogen grad evnen til at gribe det naturvidenskabelige nu og opdage hvornår de kan sætte scienceaktiviteter i gang. Vi genkender også den manglende drivkraft hos vores studerende til at gå i dybden med et naturvidenskabeligt emne som gør at både kommende pædagoger og børn fortsætter med at befinde sig på samme refleksionsniveau. Til gengæld ser vi også i vores materiale studerende der ikke mangler viden, men erfaringer fra praksis, og hvor problemet er at omsætte viden så den bliver relevant for den målgruppe de står over for. Det fører os over til det næste spørgsmål:

Hvad skal studerende lære på uddannelsen?/ Hvad skal børn lære i børnehaven?

Et helt centralt spørgsmål i artiklen er hvad børn skal lære i børnehaven. NE-E konkluderer at pædagogerne ikke understøtter børnenes naturfaglige kompetencer i særlig grad, men hvad ligger der i børns naturfaglige kompetencer? NE-E skriver at børns naturfaglige tænkning ikke påvirkes gennem kommunikation i retning af en videnskabelig verden af abstraktion. Det er vi på mange måder helt enige i, men vi ser i vores nordiske undersøgelsesmateriale nogle andre udfordringer når vi sætter de studerende til at arbejde målrettet med at formidle få udvalgte naturvidenskabelige fagtermer for børnehavebørn. Det vi ser, er at en del af de studerende bliver så optagede af at lære børn korrekt udtale og korrekt forståelse at de ofte glemmer at gribe barnets egen nysgerrighed og motivation og på den måde mister barnets interesse. For os at se er det ikke nødvendigvis indhold, korrekt brug af fagtermer samt abstraktioner som skal kendetegne børnehavebarnets naturfaglige kompetenceprofil. Vi argumenterer for at barnet skal tilegne sig viden, forståelse og indsigt via de naturvidenskabelige metoder, og at det er metodekendskabet som er omdrejningspunktet for al naturfaglig læring i børnehaven. Vores fokus er på det som Sjøberg (2005) kalder for naturvidenskabens processer, og som handler om at forstå hvordan naturvidenskabens produkter genereres. Her tages der udgangspunkt i en undring, et spørgsmål eller en hypotese – gerne barnets egen interesse. Derefter undersøges fænomenet ved hjælp af forskellige naturvidenskabelige metoder, fx eksperimenter, observationer, systematisering og opslagsbøger. Resultaterne diskuteres, og nye spørgsmål kan fortsætte processen. Det er til en vis grad det vi oplever at pædagogerne i NE-E's materiale giver udtryk for at de gør med børnene. Der hvor vi kan være meget

enige med NE-E, er pædagogernes manglende fokus på kommunikation, manglende viden om fagbegreber og den antropomorfistiske tilgang til naturvidenskaben som NE-E dokumenterer i sit materiale: *"... Det er ikke formen der er problemet, det er den sproglige og refleksionsmæssige ramme der tilbydes når børn spontant og organiseret samtaler med pædagoger om naturfænomener"*.

Når NE-E præsenterer pædagogernes argumenter for hvad der er særlig vigtigt når man er med børnene i naturen, har han øje for det tilfældige, usystematiske og ureflekterede i deres valg af argumenter. Hvis der vælges et andet perspektiv, ser man engagerede pædagoger som tager udgangspunkt i den virkelighed de er i til daglig, og som bruger deres erfaringer. Det er ikke naturvidenskabsfolk som har en strukturalistisk tilgang til verden og en bestemt måde at undersøge den på. De benytter barnets interesse og motivation som udgangspunkt for læreprocesser i naturen. De opstiller ubevidst naturvidenskabelige undersøgelsesområder, fx "Fra jord til bord", "Fra frø til blomst" og "Hvor kommer mælken og kornet fra?". De af NE-E udvalgte argumenter repræsenterer kun en tredjedel af de indkomne svar, men det er alligevel interessant i forhold til UCC's forskningsprojekt at pædagogernes svar afspejler en relativt snæver forståelse for hvad naturfag i børnehaven er. I UCC's projekt blev de studerende stillet spørgsmålet om hvad science i børnehaven kunne være. De kom i et fokusgruppeinterview til at lave en nuanceret og bred definition, men da de efterfølgende skulle besvare hvilke scienceaktiviteter der foregik i professionen, snævrede det ind til udeaktiviteter med skov, dyr og planter. Vi konkluderer derfor at de studerende på pædagoguddannelsen undervises inden for et relativt snævert naturvidenskabeligt område med hovedvægt på biologiske emner. Vi arbejder som undervisere på at uddannelsen kan bidrage til at udvikle den studerendes kendskab til hele det naturvidenskabelige område og de naturvidenskabelige metoders anvendelse i pædagogisk arbejde, give de studerende praksiserfaringer og fokusere mere på naturfagets dannelsesmæssige dimensioner. Det fører os videre til tredje spørgsmål:

Hvordan undervises der i naturfag på uddannelsen?/ Er der en naturfagsdidaktik på førskoleområdet?

Det er interessant at læse hvad NE-E har fundet ud af om pædagogernes rammesætning af læreprocesser med naturvidenskabeligt indhold i skovbørnehaverne. NE-E refererer til at pædagogerne i det indsamlede materiale ikke skelner mellem trivsel og læring, og at de selv oplever at børnene lærer mest når pædagoger og børn er afslappede og fordybet i et emne. Børn og voksne glemmer tid og sted, og der er en dybtfølt interesse til stede – måske flow. Den didaktiske tilgang som pædagogerne i NE-E's undersøgelsesmateriale arbejder ud fra, har fokus på barnets interesse, undersøgelsestrang, fordybelse, ro, trivsel og glæde.

Det er vigtige elementer i det læringsmiljø vi som undervisere forsøger at skabe på uddannelsen ved at motivere de studerende og tage udgangspunkt i deres interesse. Vi prøver at sætte rammerne for at læring kan foregå i et autentisk læringsmiljø, hvor udfordringer matcher de studerendes kompetencer, hvor aktiviteter påvirker sanser og følelser, og hvor erkendelsesudvikling stimuleres med "hands-on-aktiviteter".

NE-E giver mange interessante eksempler på at pædagogerne i naturbørnehaverne arbejder målrettet og struktureret med naturvidenskabelige emner og metoder, men at de ikke vil stå ved det. Der er en kultur i institutionerne som gør at planlagte aktiviteter med et fastlagt naturvidenskabeligt indhold ikke har den samme status som det at følge børnenes spor. Vores opgave som undervisere på uddannelsen er at tydeliggøre at når man arbejder intentionelt med naturvidenskab i pædagogisk arbejde, kræver det forberedelse, efterbehandling og fokus. Samtidig er det vigtigt for os at pointere at naturvidenskab i børnehøjde er båret af barnets egen motivation – gerne inspireret af vidende voksne.

Et samarbejde mellem pædagoger og lærere kunne være en mulighed for udvikling af begge professioners naturfagsdidaktik: Lærerne kunne have glæde af at iagttage pædagogernes understøttende tilgang til barnets egen motivation og nysgerrighed, og pædagogerne kunne have glæde af at iagttage hvordan lærernes viden og fagsprog bliver udgangspunkt for at udfordre børns hverdagsforståelser.

Hvilken kobling er der mellem uddannelse og profession?

Til sidst i artiklen giver NE-E nogle idéer til hvordan uddannelserne kan arbejde med pædagogernes naturvidenskabelige kompetencer. NE-E argumenterer for at *"Et ensidigt sigte mod små børns alderssvarende forståelser af naturen er problematisk idet der mangler retning og perspektiv"*, at *"Uddannelsen af pædagoger må pege på specielle forhold der retter sig mod små børn..."*, at *"uddannelsen af pædagoger må inddrage børns erfaringer og forståelser..."*, og at *"uddannelsen af pædagoger må diskutere et alment dannelsesmæssigt sigte med formidling af natur, baseret på kulturel videnskabelig viden om natur og miljøforhold"*.

Med udgangspunkt i UCC's datamateriale er vi helt enige i at vores studerende skal have et større kendskab til naturvidenskabens områder og viden om hvordan man søger og tilegner sig viden, samt viden om vigtigheden af at søge og tilegne sig viden man ikke har. Samtidig argumenterer vi for at det er helt afgørende for vores studerende at de får mulighed for at arbejde naturfagsdidaktisk med børn i praksisfeltet. Det vil give dem naturfagsdidaktiske erfaringer, opbygge naturvidenskabelig selvtillid og gøre dem i stand til at bidrage naturvidenskabeligt til den lokale institutionskultur. På den måde kan der kompenseres for den manglende naturvidenskabelige viden som karakteriserer en del af vores studerende. Det kræver at pædagoguddannelsen

kan tilbyde undervisning som kobler uddannelse og profession/praktik tæt sammen, med fokus på obligatoriske opgaver i professionen i og uden for praktikperioderne. Denne kobling er i øjeblikket for spinkel.

Der er i samfundet en dyb bekymring over den manglende interesse for at vælge naturvidenskabelige uddannelser blandt de unge. Vores helt konkrete ønske er at denne bekymring bliver taget alvorligt uddannelsespolitisk, og at der i den nye uddannelsesbekendtgørelse bliver et tydeligt fornyet fokus på pædagoguddannelsens eneste naturvidenskabelige fagområde. Det vil sende et tydeligt signal til studerende, profession og samfund om at naturvidenskab er en vigtig del af alle menneskers hverdag og en del af den almene dannelse.

Litteraturliste

- Ejbye-Ernst, N. (2013). Pædagogers formidling af naturen til børnehavebørn. *MONA*, 2013(3), s. 7-22.
- Kaae, B.C. og Madsen, L. M. (2003). *Holdninger og ønsker til Danmarks natur*. By- og Landsplan-serien nr. 21, Skov & Landskab, Hørsholm.
- Østergaard, L. D. (2008). Naturfag for de yngste – et aktionsforskningsprojekt i Nordjylland. *MONA*, 2008(2), s.7-27.

Science i børnehaven



Stig Broström, Institut for
Uddannelse og Pædagogik
(DPU), Aarhus Universitet

En kommentar til to nylige artikler i MONA

Børnehavens didaktik er i kraftig udvikling. Siden 2004 har alle pædagoger i dagtilbud arbejdet med pædagogiske læreplaner og har erhvervet sig både kundskaber og erfaringer med at formulere mål, indhold og pædagogiske principper – og ikke mindst at omsætte disse planlægningsovervejelser til praksis.

I det didaktiske arbejde har pædagoger især fokus på de seks læreplanstemaer og ikke mindst på den sproglige dimension. Det skyldes den almene interesse for styrkelse af børns generelle kommunikative kompetencer samt de tiltagende krav om skoleparathed, bl.a. udtrykt ved udvikling af læseforudsætninger. Men vi ser også en begyndende interesse for styrkelse af den naturvidenskabelige dimension, ofte betegnet science, hvilket fremhæves i den pædagogiske læreplans tema om “naturen og naturfænomener”. Pædagoger har gennem alle årene været optagede af livet i naturen med børnene. At færdes i skov og strand med børnene og at indsamle naturgenstande har været et gennemgående tema i børnehavens arbejde. Det er i overensstemmelse med vejledningen hvor der står at børn skal lære at “håndtere og få førstehåndsoplevelser med naturens dyr, planter og materialer” samt “at få erfaringer med årsag, virkning og sammenhænge”. Når pædagogen hjælper børnene med målrettet at undersøge fænomener i naturen, kan det føre til at de opnår et begyndende kendskab til naturens lovmæssigheder (hvilket er en målformulering i læreplanen). Og når børnene tilsvarende eksperimenterer med naturens materialer, får de mulighed for at tilegne sig kendskab til kategorier som vægt, form og antal hvilket kan føre til en fortrolighed med tal og tælleforståelse (den matematiske dimension).

Der foreligger mange generelle beretninger fra praksis om arbejdet med naturen (fx Achton, 2004), ligeledes en del udviklingsarbejder (Grahm et al., 2000) og enkelte forskningsrapporter (Tullin, 2011; Ejby-Ernst, 2012). Flere børnehaver er også begyndt mere målrettet at arbejde med den naturvidenskabelige dimension i betydningen natur og teknik (Broström & Frøkjær, 2013). Men når det kommer til den matematiske

dimension, er erfaringerne og publikationerne mere begrænsede, men der foreligger dog flere svenske publikationer (fx Björklund, 2013; Dovreborg & Pramling Samuelsson, 1999). Desuden har et antal børnehaver været involveret i et europæisk projekt der har bidraget til en vis opmærksomhed på matematik i dagtilbud (SMOL: Science, Math and Outdoor Learning). Hertil kommer at der yderligere kan hentes inspiration i Norge og Sverige der har indskrevet både den naturvidenskabelige og den matematiske dimension eksplicit i læreplanerne. Og de seneste numre af *MONA* har tilsvarende sat dimensionen om matematik og natur på dagsordenen hvilket skal omtales i det følgende. Det drejer sig om Niels Ejby-Ernsts artikel i nr. 2013(3) samt Anita Movik Simensens og Inger Wallem Anundsens artikel i 2013(2).

Pædagogers formidling af naturen til børnehavebørn

I *MONA*, 2013(3), skriver Niels Ejby-Ernst om naturbørnehaven i Danmark og om dens udvikling fra 1950'erne til i dag, og han refererer væsentlige fund fra sin ph.d.-afhandling (Ejby-Ernst, 2012). Han er optaget af hvordan pædagoger i naturbørnehaver ser på børns læring, og på hvilken måde de gennem egen praksis bidrager til børns læring om natur og naturfænomener. Analyse af et stort datamateriale viser at pædagoger ikke tilrettelægger planlagte og didaktisk reflekterede læringsprocesser for og med børnene, men derimod "overvejende vægter implicitte læreprocesser hvor børn har størst mulig frihed til at forfølge egne interesser" (s. 13). Det indebærer at pædagoger i et vist omfang antager at "naturen formidler sig selv", og at pædagoger "iagttagende naturen ud fra samme konkrete grundlag som børn" (s. 12). At betragte naturen som børn betyder at man ikke anlægger videnskabelige betragtninger og modeller, men derimod forstår naturen som den foreligger. En sådan hverdagsbevidsthed er bl.a. præget af den forståelse at dyr og planter fungerer på samme måde som mennesker (en antropomorfisk forklaring). Endvidere viser han at pædagoger formidler en tænkning til børn præget af konkrethed, fx at planter vokser ved at blive vandet (og ikke på grund af fotosyntese). Tilsvarende fund beskrives også fra svensk forskning om børnehavenaturpædagogik (Thulin, 2011). Disse fund peger på at børnehavebørn næppe får etableret et naturvidenskabeligt beredskab i overgangen til skolens undervisning hvilket kan betyde at de kan komme til at opretholde et skel mellem egne hverdagsforklaringer og de mere videnskabeligt funderede forklaringer som formidles gennem skolens undervisning.

Matematik i naturfag

Også den norske børnehave dør med problemer i det pædagogiske arbejde med naturfag og matematik. I norsk børnehavepædagogik er disse to fagområder velbeskrevet

i den pædagogiske læreplan (Rammeplanen). Her indgår to obligatoriske fagområder: “antal, rum og form” og “natur, miljø og teknik.” I *MONA*, 2013(3), redegør Simensen & Anundsen for et udviklings- og forskningsprojekt hvor de ved hjælp af videooptagelser og gruppeinterviews har undersøgt hvordan pædagoger i børnehaven arbejder med fagområderne natur og matematik. De redegør for at de to fagområder har mange fællestræk, og at begge rummer både natur- og matematikfaglige dimensioner. I “antal, rum og form” skal børn udforske tal, former og mønstre, og de skal sortere og sammenligne. Og i “natur, miljø og teknik” skal de lære at iagttage, undre sig, eksperimentere og systematisere”. Alligevel tyder deres fund på at matematik er højt prioriteret i forhold til natur, samt at der kun i mindre omfang findes en tværfaglig tilgang hvor pædagoger på én gang inddrager dimensioner fra begge fagområder.

Meget inspirerende skitserer de en pædagogisk tilgang – MINA-modellen – der viser hvordan naturfag og matematik kan berige hinanden.

En samlende og sammenlignende kommentar

Det er særdeles inspirerende at læse de to artikler i *MONA*. Niels Ejby-Ernsts undersøgelser sætter kritisk lys på vores forestilling om at når engagerede pædagoger med naturinteresse slipper børn løs i naturen, så vil de af egen drift tilegne sig naturvidenskabelig viden. Og måske kan dette forskningsresultat overføres til anden børnehavepædagogik der anvender en barncentreret tilgang (barndomdiskursen). En nyere undersøgelse tyder på at danske pædagoger i mindre grad ser deres egen aktive indsats som af betydning for børns læring (Broström & Frøkjær, 2012). Holder disse undersøgelsesresultater stik, er der behov for at gentænke dansk børnehavepædagogik for at tillægge pædagogens interaktion med børnene en større betydning.

Men måske skal der mere til. For læsning af Simensens & Anundsens resultater tyder på at det ikke er tilstrækkeligt at Rammeplanen fordrer en fagfaglig tilgang, altså en vægtning af naturfag og matematik. Opdelingen af faglige områder i “antal, rum og form” og “natur, miljø og teknik” ser ud til at føre til en adskilt fagundervisning.

Min læsning af den danske og norske artikel er at vi skal være varsomme i den fortsatte udvikling af dansk dagtilbudsdidaktik. På den ene side ser jeg et behov for at udvikle fagfaglighed. Altså at overskride den forståelse at børn i (natur)børnehaven kan lære sig selv naturfaglighed – og tilsvarende al anden faglighed, fx at børn lærer sprog ved bare at leve i et sprogligt miljø i børnehaven. På den anden side skal vi også lære af de norske erfaringer, nemlig at det ikke er nok at indføre fagfaglighed i børnehaven, altså bl.a. fagområderne “antal, rum og form” og “natur, miljø og teknik”. Det kan føre til traditionel fagundervisning i børnehaven hvor pædagogerne ensidigt fokuserer på afgrænsede faglige dimensioner. Her er det nødvendigt, som MINA-modellen anbefaler, at arbejde tværfagligt. Netop det som den “gamle” nor-

diske børnehave understregede: Når man er på udflugt i naturen, vil man foruden det målrettede studie af "natur og naturfænomener" samtidig skabe mulighed for at børnene kan løbe, hoppe, rulle og kravle (krop og bevægelse), tale meningsfuldt om det man møder på vejen (sproglige kompetencer), sørge for at alle børn indgår i samspil med andre børn og voksne (sociale kompetencer), og reflektere over værdier og normer som måske tegnes og synges (kulturelle udtryksformer og værdier), ligesom man holder det overordnede ideal højt: en alsidig personlig udvikling hvor ikke mindst den demokratiske dimension gør sig gældende. Med andre ord splitter man ikke op, men samler de seks læreplanspunkter i et samlet hele. Retorisk set lyder det måske meget godt. Men vi ved også at det er svært i et hug at samle trådene, hvorfor vi også må tænke fagdidaktisk.

Hermed er skitseret et stort didaktisk spørgsmål og udfordring: Hvordan kan pædagoger på én gang tænke og handle fagdidaktisk og samtidig anlægge den nordiske models holistiske tilgang? Det kan jeg næppe give et færdigt svar på, men jeg mener det må være muligt at udvikle en didaktisk tilgang hvor pædagoger opprioriterer en fagdidaktisk forståelse som de samtidig indlejrer i en almen didaktisk orientering. Det er didaktiske strategier som må udvikles inden for ethvert fagområde. Selv har jeg sammen med Anders Skriver Jensen (Jensen & Broström, 2012) udviklet et sådant didaktisk indspil med et early literacy-perspektiv i børnehaven, SFO'en og indskolingen. Vi demonstrerer teoretisk og praktisk en tale-, skrive- og læsepædagogik der rummer den fagfaglige dimension (bl.a. anvendelse af literacy-indikatorer) samtidig med det dannende perspektiv: barnets alsidige udvikling og et kritisk-demokratisk perspektiv.

Vi ser frem til at få lejlighed til at arbejde med en sådan dobbelthed, også inden for dagtilbuddets sciencepædagogik.

Litteratur

- Achton, O. (2004). Naturen og naturfænomener. At være i og lære om naturen. I: S. Broström (red.), *Pædagogiske læreplaner. At arbejde med didaktik i børnehaven*. Aarhus: Systime.
- Björklund, C. (2013). *Vad räknas i förskolan? Matematik 3.5 år*. Lund: Studentlitteratur.
- Broström, S. & Frøkjær, T. (2013). Science i dagtilbud. *VERA. Tidsskrift for pædagoger* (Under udgivelse).
- Broström, S. & Frøkjær, T. (2012). Danske og svenske pædagogers syn på læring. *VERA. Tidsskrift for pædagoger*, (59), s. 37-41.
- Doverborg, E. & Pramling Samuelsson, I. (1999). *Förskolebarn i matematiken värld*. Stockholm: Liber.
- Ejbye-Ernst, N. (2012). *Pædagogers formidling af naturen i naturbørnehaver*. Ph.d.-afhandling. Aarhus: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Institut for Uddannelse og Pædagogik.

- Grahn P., Mårtensson, F., Lindblad, B., Nilsson, P. & Ekman, A. (2000). *Børns udeleg. Betingelser og betydning*. Pædagogisk Bogklub.
- Jensen, Skriver, A. & Broström, S. (2012). *Sproghistorier. En alsidig literacy-pædagogik i børnehave, SFO og indskoling*. København: Dafolo.
- Thulin, S. (2011). *Teacher Talk and Children's Queries: Communication about Natural Science in Early Childhood Education*. Ph.d.-afhandling. Vaxjo University Press.

Matematiklærere og inklusion



Arne Mogensen, VIA University
College, Læreruddannelsen i
Aarhus

Kommentar til artiklen "Klasseledelse i matematik. Hvad ved vi egentlig?", MONA, 2013(3)

Artiklen er et systematisk review om matematiklæreres bidrag til et inkluderende læringsfællesskab på skolens 1.-6. klassetrin. Maria-Christina Secher Schmidt begrundet sit review med det store fokus på inklusion i folkeskolen og redegør for forskellige positioner i både specialpædagogisk og matematikdidaktisk forskning. Hun stiller spørgsmålet: Hvordan praktiserer lærere klasseledelse i den almindelige matematikundervisning, og hvilke betydninger kan disse praksisformer få for elever i matematikvanskeligheder?

Efter en velbeskrevet og omhyggelig afsøgning i rapporteret forskning på området er der udvalgt 22 meta- og singlestudier der efterfølgende beskrives og vurderes i fire temaer:

- Læreres egen tilgang til matematikundervisning
- Læreres ledelse af dialogen
- Læreres indsigt i elevers læring
- Læreres iscenesættelse af kammerathjælp.

Det er ikke artiklens overskrifter, men min forståelse af sigtet da det er læreraktioner der er bestemmende i den sidste ende. Og de fire foci forekommer velvalgte. Men referencerne er ikke danske, og de er primært om matematikundervisning på begynder- eller mellemtrin.

Alle lærere har forskellige elever i deres klasser, også *før* en ændret dansk politik om inklusion i normalklasser. Og det er interessant hvordan lærere på begynder- og mellemtrin håndterer den opgave med positiv effekt på elevernes læring. Det *kan* være anderledes på ældre klassetrin. 8. klasse er i hvert fald et velbesøgt klassetrin af forskere i mange lande. Det er her mange af de 15-årige i PISA færdes, eleverne blev filmet i TIMSS Video Study i 1995 og 1999, og undervisning på klassetrinnet er siden

beskrevet i 12 lande i "Learner's Perspective Study (LPS)". I Danmark videofilmede jeg selv en matematiklektion i 8.-klasser på 50 tilfældigt valgte skoler i 2010 (Mogensen, 2011).

Rapporterne fra TIMSS Video Studies 1995 (Stigler & Hiebert, 1999) og 1999 (Teaching Mathematics in Seven Countries, 2003, s. 148) redegør fx for den betydning udvalgte træk som "private interaction", dvs. lærerens samtale med enkeltelever, kan have for matematiklektioner i enkelte lande. Der er udarbejdet "lesson signatures" der grafisk viser typiske forløb i en lektion. Men analyserne er ikke rapporter om differentiering og særlige hensyn til svage elevgrupper.

LPS, der baserer sig på videooptagelser af 10 sammenhængende lektioner med tre udvalgte (dygtige) lærere i hvert land, bidrager heller ikke primært med viden om differentiering og inklusion (Clarke, Keitel & Shimizu, 2006), men materialet er analyseret for mange interessante lærerrutiner, som fx: (Clarke, 2004): Kikan-Shido – Between Desks Instruction.

Mange matematiklærerhandlinger er således beskrevet i 8.-klasser, men ikke nødvendigvis artiklens klasseledelse som en "praksisform" hvor læreren (1) udvikler relationer, (2) organiserer undervisning med respons fra elever eller (3) intervenserer for at understøtte konstruktiv adfærd.

En del af det lærere gør, kaldes rutiner, dvs. sekvenser af normative, standardiserede handlinger eller procedurer der følges regelmæssigt og ofte gentages. De kan ses som "knowledge-in-action" der muliggør hensigtsmæssig kommunikativ handling i undervisningen, baseret på erfaringer, indlejret i bestemte sammenhænge og i forhold til konkrete udfordringer (Baumert & Kunter, 2006, s. 483).

Og nogle rutiner omfatter organisationen, fx læreres forventninger til det arbejde og de roller der skal udføres og indtages af elever. De rutiner bliver derfor dele af didaktiske kontrakter som de forstås af elever og lærere. Det kan være afleveringsforpligtelser, at frister ikke udskydes, gennemførelse af tests og at elever er opmærksomme og forstår værdien af træning.

I videooptagelser og interviews af matematiklærere i 8. klasse har jeg set flere rutiner der viser læreres holdning eller overbevisning om hvad matematikundervisning er, hvad den helst skal føre til, og hvordan man udfører den. Noget af det indgår i dét som mange kalder læreres beliefs.

Det er et lærermantra at alle elever skal profitere af undervisning der passer til deres eget niveau. Man kan ikke som lærer ignorere svage, sent ankomne, dovne eller respektløse elever. Fælles Mål skal dækkes, og eleverne forberedes til at bestå den afsluttende prøve i 9. klasse.

Yackel og Cobb (Yackel & Cobb, 1996; Cobb & Bauersfeld, 1995) minder om en betydelig udfordring for sociomatematiske normer i klasseværelset hvor lærernes introduktion til og forhandling om hvordan man "arbejder med" matematik i klas-

seværelset, møder elevers overbevisninger, værdier og behov. Fx forpligtes elever forpligtes til at forklare og begrunde deres ræsonnement mens lærerens opgave er at stille spørgsmål og tilbyde bedømmelse. Mine memoer fra observerede lektioner i 8.-klasser viser hvordan danske matematiklærere håndterer sådanne udfordringer forskelligt (Mogensen, 2011, s. 174):

Lektion 7

Skolen har arbejdet med læringsstile i 3-4 år. Det er lærerens bevidste valg, at eleverne selv organiserer sig i små grupper. Fx gik en stor gruppe piger ud i fællesarealet hvor de arbejdede sammen omkring et stort bord med egen musik fra ghettoblaster! De må gerne sidde på stoleryg eller i vindueskarme.

Lektion 21

Afleveringsopgaver hver 3. uge (indskrevet). De rettes, naturligvis! Læreren fortalte om en anden klasse hvor hun havde hæfterne med hjem hver uge (eleverne har så to hæfter) – alt rettes. "Hvordan skulle man ellers?" Det er tydeligvis en velforberedt lærer med de klassiske "dyder".

Lektion 23

Læreren går varmt ind for "cooperative learning", som hun annoncerede jeg ville kunne se senere i lektionen hvor noget så bliver par- eller gruppearbejde. Et eksempel på hendes evalueringsmetoder omtales også i lektionens start (hvor en elev er direktør og en sekretær).

Lektion 44

Læreren er en velorienteret lærer, i gang med diplomuddannelse (matematikvejledermodul). I den forbindelse har han undersøgt de anvendte evalueringsformer blandt sine matematikkolleger og fundet at udvalget er begrænset til MG-prøver og egne, selvavede miniprøver. Ville arbejde for porteføljetækningen på sin skole.

Der findes sikkert data om klasseledelse på skolens ældste klassetrin der stadig afventer analyse og perspektivering. Og nogle læreraktioner kan vise sig at være ekskluderende eller give anledning til anden forskning. Fx fra denne liste:

- Boalers grundige analyse af to engelske skolekulturer er ét eksempel på betydningen af matematiklæreres beliefs (Boaler, 2002). Findes tilsvarende i Danmark?
- TIMSS analysekategorier på dialog i klassen som fx "uptake" og "elicitation" kan være afsæt for undersøgelse af matematiklæreres støtte i dialog og classesamtaler.

- Nogle lærere benytter portfolio som evalueringsværktøj i skolen hvor respons fra kammerater tænkes ind undervejs i arbejdet. Det kan vel alle elever have udbytte af. Men ved vi det? Og hvordan virker de adaptive nationale tests i 3. og 6. klasse hvor både de dygtige og de fagligt svage elever må opleve at de kan løse cirka halvdelen af opgaverne? Det ved vi heller ikke – endnu.
- Endelig tænker jeg at elevadfærd og især uro i klassen må være en undersøgt parameter for fagligt udbytte. Ellers bør det blive det!

Referencer

- Baumert J. & Kunter M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), s. 469-520.
- Boaler, Jo. (2002). *Experiencing School Mathematics: Traditional and Reform Approaches to Teaching and Their Impact on Student Learning*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Clarke, D. (2004). Kikan-Shido – Between Desks Instruction. Paper presented as part of the symposium “Lesson events as the basis for international comparisons of classroom practice”. San Diego, US. Lokaliseret 24. september 2013 på: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.198.1060&rep=rep1&type=pdf>
- Clarke, D., Keitel C. & Shimizu, Y. (red.). (2006). *Mathematics Classrooms in Twelve Countries: The Insider's Perspective*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Cobb, E. & Bauersfeld, H. (red.). (1995). *The Emergence of Mathematical Meaning: Interaction in Classroom Cultures*. NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mogensen, A. (2011). *Point-Driven Mathematics Teaching. Studying and Intervening in Danish Classrooms*. Ph.d.-afhandling. Roskilde Universitet: IMFUFA. Lokaliseret 24. september 2013 på: http://kommat.dk/uploads/download/dansk_fd/Arne%20Mogensen%20Ph%20D.pdf.
- Stigler, J.W. & Hiebert, J. (1999). *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. New York, NY: The Free Press.
- Teaching Mathematics in Seven Countries* (2003). Results from the TIMSS 1999 Video Study. Washington, DC: Department of Education.
- Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, s. 458-477.

Studiekompetencer i kursusbeskrivelsernes målsætning



Claus Michelsen

Kommentar til "Naturvidenskabelige studiekompetencer. Hvad er svært for nye universitetsstuderende?" (MONA, 2013(3))

I artiklen "Naturvidenskabelige studiekompetencer. Hvad er svært for nye universitetsstuderende?" præsenterer Lars Ulriksen en interessant og relevant undersøgelse byggende på en spørgeskemaundersøgelse blandt alle førsteårsstuderende ved Det Naturvidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet i studieåret 2008/09 – den første årgang studenter efter gymnasireformen. Undersøgelsen viser at de førsteårsstuderende ikke oplever det faglige niveau som den største vanskelighed. Vanskelighederne vedrører studiekompetencer, som at læse, notere og strukturere tiden.

Som ansvarlig for udvikling af uddannelser og undervisning i naturvidenskab på universitetsniveau har man selvfølgelig en ambition om at den studerende i løbet af studiet tilegner sig faglig viden, færdigheder og kompetencer. Både nationale og internationale undersøgelser (se fx Brennan et al., 2010) peger imidlertid som Ulriksens undersøgelse på at et universitetsstudium i tillæg til det faglige også må udvikle den studerendes kompetencer på andre områder. De studerende som kommer fra gymnasiet nu, er vant til i høj grad at blive taget vare på og til megen vejledning og støtte. Som konsekvens heraf bliver det universitetets opgave at tage vare på udvikling af de studiekompetencer der handler om hvordan man selvstændigt organiserer sit studium. Udviklingen af studiekompetencer skal derfor tænkes ind i de første år af universitetsuddannelsen. I den faglige rapport "Fremtidens naturfaglige uddannelser" fra Undervisningsministeriet (2003) anbefales det at universiteterne prioriterer studiestartsoplevelsen hos de studerende højere i form af bl.a. en nærmere fysisk og lokalemæssig tilknytning til institutternes medarbejdere, god og aktiverende undervisning på de første studieår samt øget studievejledning.

Førsteårsstuderende møder undervisnings- og læringsformer som de ikke har erfa-

ringer med fra gymnasiet. De studerende skal derfor have mulighed for at sætte sig ind i disse metoder for at opnå det intenderede læringsudbytte. Forelæsningsformen har stadig en fremtrædende plads på universitetsuddannelser. Det er en undervisningsform den førsteårsstuderende ikke har erfaringer med. Hvis den studerende i forbindelse med sine første oplevelser med forelæsningsformen ikke gives mulighed for at erfare hvordan man forbereder sig til forelæsningen, hvordan man tager notater og anvender disse, eller hvordan man kobler aktiviteterne under forelæsningen med aktiviteter i læsegrupper, så vil den studerende hverken tilegne sig det faglige stof eller udvikle kompetencer i at organisere sin studiepraksis på en hensigtsmæssig måde. Vi må på universiteterne påtage os opgaven at lære de studerende om studiets metoder for tilegnelse af viden således at den studerende kan gå fra rollen som elev til studerende.

Som alle andre universiteter er vi på Syddansk Universitet meget opmærksomme på at introforløbet ved studiestarten kan være afgørende for om alle studerende bliver på deres uddannelse og trives i studiemiljøet. Vi arbejder derfor målrettet med at understøtte de studerendes læringsforløb med særligt fokus på studiestarten. Under overskriften "Uddannelse, vi er stolte af" iværksatte Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet i efteråret 2009 et særligt initiativ med det formål at styrke arbejdet med at kvalitetsudvikle fakultetets uddannelser. Initiativet har i den første fase haft et særligt fokus på første studieår, herunder studiestarten. Siden 2012/13 starter de nye studerende på fakultetet deres studium med et særligt tilrettelagt studiestartsforløb på 3 uger der afsluttes med en studiestartsopgave. Formålet med forløbet er at det fra første studiedag tydeliggøres for de studerende at aktiv deltagelse i undervisningen vil kunne føre den studerende frem mod at bestå eksamen med et godt resultat. Forløbet indeholder såvel faglige aktiviteter som aktiviteter der har til formål at udvikle de studerendes studiekompetencer. De studerende knyttes ved studiestarten til et hold på 20-30 studerende der underopdeles i 3 studiegrupper bestående af 6-10 studerende. Holdet og studiegruppen giver de studerende en fast base hvor de kan følge op på forelæsnernes introduktion af begreber, teorier og modeller. Aktiviteterne på holdet har til formål at styrke og træne de studerendes faglige færdigheder mens studiegruppen skal styrke de studerendes mulighed for at få de faglige, personlige og sociale erfaringer der sætter dem i stand til at befæste og videreudvikle deres naturvidenskabelige kompetencer. Fokus er fordybelse i stoffet, forståelse og udvikling af samarbejdskompetencer. Studiegruppen danner rammen om studentestyrede læringsaktiviteter hvor de studerende diskuterer undervisningens indhold, stiller spørgsmål til hinanden og planlægger studieaktiviteter. Undervisningen er således organiseret som en iterativ proces bestående af tre faser: (1) introfasen (forelæsningen), (2) træningsfasen (holdet) og (3) studiefasen (studiegruppen).

Til hver studiegruppe er der knyttet en studiegruppevejleder. Dette er en studerende

på mindst andet år af uddannelsen der faciliterer og følger studiegruppens arbejde og sikrer konstruktivt samarbejde i gruppen. Alle studiegruppevejlederne er ansat efter opslag og interview og har gennemført et særligt tilrettelagt uddannelsesforløb med fokus på kooperativ læring, vejledningsstrategi og studieteknik. Som nævnt afsluttes forløbet med en studiestartsopgave der er obligatorisk. Studiestartsopgaven indeholder både faglige og studietekniske opgaver, herunder gruppekontrakt udfærdiget af studiegruppen, og vi bestræber os således på at følge Ulriksens pointe om forbindelsen mellem det studietekniske og det faglige.

Ovenstående kommentarer er meget naturligt skrevet ud fra en universitær position. Men som Ulriksen pointerer, har problematikken vedrørende studiekompetencer både en gymnasial og en universitær del. Jeg vil afslutningsvis adressere den gymnasiale del med udgangspunkt i overgangen fra gymnasium til universitet. Ulriksens artikel er som nævnt udført blandt den første årgang af studerende efter gymnasireformen 2005. Almen studieforberedelse (AT) på STX og studieområdet på HTX og HHX hørte til en af nyskabelserne i reformen af de gymnasiale uddannelser i 2005. Formålet med at indføre AT og studieområdet var at udvikle elevernes reelle studiekompetence og styrke de gymnasiale uddannelsers studieforberedende funktion. Ulriksen refererer til Evalueringsinstituttets undersøgelse af studiekompetencer efter gymnasireformen hvor de videregående uddannelsesinstitutioners vurderer at de mest relevante studiekompetencer er selvstændighed, vedholdenhed og evnen til at overskue en stor mængde fagligt stof. Ikke mindre end 99 % af studielederne mener at vedholdenhed, det at være tålmodig i læreprocessen, er vigtigt – og endda vigtigere end at have konkret faglig viden (Danmarks Evalueringsinstitut, 2011). Udviklingen af AT og studieområdet burde i langt højere grad være et fælles projekt mellem de gymnasiale uddannelser og de videregående uddannelser. På de videregående må vi være opmærksomme på hvilke reelle studiekompetencer de nye studerende kommer med, og indrette undervisningen derefter. Beslutningen om at indføre studiegrupper på første studieår på de naturvidenskabelige studier ved Syddansk Universitet var blandt andet begrundet i at Evalueringsinstituttets rapport peger på at studiestarternes måde at arbejde på har forandret sig de seneste år. Der er sket en positiv udvikling i forbindelse med studiestarternes evne til at samarbejde og til at anvende de forskellige arbejdsformer generelt (Danmarks Evalueringsinstitut, 2011).

Overgange mellem de forskellige niveauer i uddannelsessystemet er svære. Nogle studerende oplever et tiltrængt løft ved en overgang mens andre falder af i svinget på grund af manglende kompetencer i studieteknik og organisering af tid. Der har ikke hidtil været en koordineret indsats der betragter overgangsproblematikker mellem uddannelsesniveauer i en studiekompetence optik med henblik på gode overdragelsesforretninger og klarhed om studerendes reelle studiekompetencer. Der er behov for en klar beskrivelse af centrale studiekompetencer som muliggør progressionstænkning

fra gymnasieelev til studerende både hvad angår arbejdsformer og selvstændighed i arbejdet. Beskrivelse af studiekompetencer skal omfatte elementer som strukturering af stof, planlægning af studiepraksis, notateknik og anvendelse af notater, forberedelse af og opfølgning på undervisning samt gruppearbejde. Med henblik på at sikre sammentænkningen af det studietekniske og det faglige bør studiekompetencer indgå i kursusbeskrivelsernes målsætning.

Regeringens målsætning om at 25 procent af en ungdomsårgang i 2020 skal gennemføre en lang videregående uddannelse, og SU-reformens målsætning om at de studerende skal gennemføre studierne på normeret tid, stiller store krav til universiteterne. De studerende skal fra første studiedag opleve at de har de nødvendige kompetencer til at gennemføre deres studium, og at det er tydeligt hvad der forventes af dem. Det fordrer at der blandt underviserne er en forståelse af at studietekniske elementer skal indgå i undervisningen. Opgaven med at udvikle førsteårsundervisningen så den også integrerer elementer der giver de studerende bedre muligheder for at organisere deres studiepraksis, skal sættes øverst på dagsordenen.

Referencer

- Brennan, J., Edmunds, R., Houston, M., Jary, D., Lebeau, Y. & Osborne, J.T.E. (2010). *Improving What is Learned at University. An Exploration of the Social and Organisational Diversity of University Education*. London & New York: Routledge.
- Dansk Evalueringsinstitut. (2011). *Studiekompetence. Pejlemærker efter 2. gennemløb af gymnasiereformen*. www.eva.dk/nyheder/projekter/2010/studiekompetence-efter-andet-gennemloeb-af-stx-hhx-og-htx-efter-gymnasiereformen/rapport.
- Undervisningsministeriet. (2003). *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser*. <http://pub.uvm.dk/2003/naturfag/>.

Hvordan mindskes frafaldet for studiestartere på naturvidenskabelige bacheloruddannelser?



Jens Hugger, *Science*, KU

Kommentar til L. Ulriksen, Naturvidenskabelige studiekompetencer. Hvad er svært for nye universitetsstuderende?, MONA, 2013(3)

Denne kommentar skriver jeg i min egenskab af studienævnformand gennem snart 20 år for først matematik-økonomi, så alle de matematiske fag, derefter alle de naturvidenskabelige bacheloruddannelser og senest alle de matematiske og datalogiske fag på Science, KU.

Jeg har været underviser i numerisk analyse gennem 23 år, og en af mine største (professionelle) glæder i livet er at se første- og andetårsstuderende tage skridtet fra at være studenter til at være naturvidenskabsstuderende.

Lars Ulriksens spørgsmål "Hvad er svært for nye universitetsstuderende?" er yderst relevant lige her og nu hvor SU-loven og de politiske mål om "flere studenter hurtigere ind på universiteterne og flere kandidater hurtigere ud igen" er under implementering: Lovene er vedtaget – vi venter kun på udmøntningen i form af bekendtgørelser.

Den første del, "flere studenter ind", er stort set håndteret af finanskrisen (så lad os håbe at den varer nogle år endnu ;-)), og multiplikationsfaktoren for dem der starter hurtigt, sørger for at studiestarterne bliver yngre og yngre: Hvis ikke man starter hurtigt, så kommer man slet ikke ind på sit drømmestudium.

Universiteterne sidder så tilbage med den sidste del: Hvordan mindsker vi frafaldet, og hvordan presser vi de studerende hurtigere igennem deres studier?

Universitetsledelserne sidder allerede nu (eller vil om ganske kort tid sidde med) meget konkrete kontraktmål om større optag, mindre frafald og kortere studietid.

Målene er formuleret som værdiløse procentsatser som fx følgende fra Science, KU, for 2014: "10 % stigning i ECTS pr. heltidsstuderende på første år på bacheloruddannelserne (baseline 2012)". "Værdiløse" fordi målene reelt risikerer at drukne i de tilfældige udsving fra årgang til årgang, som fx følgende tal for "studieperformance" på første semester på molekylær biomedicin-studiet på Science, KU: 93 % i 2009, 95 % i 2010, 82 % i 2011 og 88 % i 2012. (MolBio er valgt som eksempel her fordi studiet ikke er blevet ændret i perioden, har haft samme studieleder og generelt meget konstante indre forhold og samtidig har haft konsistent høje adgangskrav i perioden). Vi bør dog ikke lade os forlede af problemer med at kvantificere "studieproduktion". Opgaven er klar, og der er nok ingen vej udenom – tid er penge.

Derfor er det også meget vigtigt at vide noget om hvor skoen trykker. Det fremgår ret klart af Ulriksens artikel at en kraftig indsats for at forbedre undervisningen, oversætte alt læringsmateriale til dansk eller nedsætte det faglige niveau nok vil sætte sig ganske små spor i forhold til ledelsens kontraktmål. Dette betyder selvfølgelig ikke at vi ikke hele tiden skal arbejde på at forbedre vores undervisning. (Jeg tror ikke personligt at det vil være en god idé at undgå engelsksproget litteratur i studiestarten eller at nedsætte det faglige niveau). Man skal bare ikke tro at dette i sig selv vil have nogen væsentlig effekt på frafaldet – men muligvis på udbyttet. Efter min erfaring kan man med en vis rimelighed dele frafaldet på første semester op i tre grupper: gruppe 1 af studerende som ikke lykkes med at få deres studium passet ind i deres liv, gruppe 2 af studerende som finder det faglige niveau for højt, og endelig gruppe 3 af studerende som opdager at de har valgt det forkerte studium.

Ulriksens artikels hovedresultat er efter min mening at de studerende ikke kan få deres studium til at passe ind i deres liv. Dette adresserer præcis min gruppe 1 ovenfor. Lad os lige tage et lille regnestykke: Naturvidenskab på KU planlægger studierne efter en arbejdsindsats fra de studerende på 1.650 timer pr. år, dvs. pr. 60 ECTS-point. Vores undervisning og eksamen ligger i fire blokke på hver ni studieuger. Dette svarer til en forventet arbejdsindsats for en studerende på knap 46 timer pr. uge i undervisnings- og eksamensperioderne. Hvis man dumper kurser og skal til reeksamen, øges den forventede indsats selvfølgelig. Efter min mening er dette faktum det enkelt punkt som rummer det største potentiale i forbindelse med nedsættelse af frafald og mindskelse af studietid.

Først og fremmest må situationen ikke ties ihjel. De studerende skal fra dag ét (og helst allerede fra før de starter) vide at det forventes at de lægger 46 timer om ugen i deres studier. Og at disse 46 timer IKKE inkluderer studiearbejde, transport til og fra uni, arbejde i faglige foreninger, studienævn og hvad man nu ellers kan tænke sig til af relevante ting som øger ens salgsværdi når man er færdig på universitetet. Kort sagt: Vi skylder de studerende at fortælle dem med store bogstaver hvad der kræves af indsats for at ende blandt samfundets højest uddannede.

Dernæst skal de studerende hjælpes med at få et liv bygget op omkring 46 timers studier. Dette kræver med meget stor sikkerhed at der skal foretages en bunke fravalg. Bare for at tage et af dem der virkelig går i kødet på det at være dansker: "Er der tid til at drikke hjernen ud hver fredag og dermed være uarbejdsdygtig hver lørdag hvis man også vil holde sin krop i god fysisk stand, passe sin kæreste og sine venner, gå til koncerter, tjene penge til at leve for og få en masse relevant erhvervserfaring?" Faktisk finder jeg de unge ganske velforberedte til at lave sådanne planer for deres liv. Men det forudsætter at vi fortæller dem hvor stor en blok de skal afsætte til studierne. Og jeg tror at det ville være en stor hjælp for dem hvis de som en mere eller mindre bundet opgave fik besked på (og måske hjælp med) at lave sådan en plan, fx under rusugen eller endnu bedre før de vælger uddannelse. Men der er også en gruppe som nok er vokset med de større optag og den lavere startalder, nemlig gruppen af unge som stadig er "under ombygning". Unge som simpelthen ikke er parat til at fokusere deres liv så meget som et universitetsstudium kræver. Måske kan man ved en koncentreret indsats, dels i studievalgsprocessen, dels i selve studiestarten, få dem "bygget færdig" i tide til at de kan blive fungerende studerende.

For at vende tilbage til artiklen, så lider den af et alvorligt problem (ud over de lave svarprocenter) hvis den skal bruges som værktøj til at løse de øjeblikkelige politisk stillede problemer: De studerende der er spurgt, er dem som har overlevet det første halve års studier, og som stadig hænger på. Typisk må man formode at studerende som ved studiestart var i gruppe 1, 2 eller 3, og som ikke har formået at komme ud af deres gruppe, ikke har deltaget i undersøgelsen. Problemet er alvorligt fordi en ganske stor del af frafaldet på mange naturvidenskabelige fag finder sted i løbet af det første semester hvor de studerende typisk benytter enten efterårsferien eller juleferien til at træffe den endelige beslutning.

Selvom studerende specielt i gruppe 2 og 3 må formodes stort set at være fraværende i Ulriksens undersøgelse, vil jeg gerne give mine egne bud på hvordan disse studerendes problemer kan adresseres.

Gruppe 2 er der en meget simpel løsning for: Sæt nogle realistiske adgangskrav (finanskrisens store optag har mange steder gjort netop dette). Der er stort set ingen med et gennemsnit på under 7 som kommer igennem en universitetsuddannelse i matematik. Men lige en advarsel: Det er ikke helt så let som det lyder. Vi ønsker ikke at tilskynde til den trafik som foregår for øjeblikket hvor de unge i gymnasiet vælger ekstrarag efter hvor let det er at opnå høje karakterer, og ikke efter interesse. På den anden side kan vi ikke bare indsnævre gennemsnittet til fx kun at dække matematik-karakterer. Dette vil udelukke gode studerende som bare havde influenza under den skriftlige eksamen i matematik, og som derfor trak et 4-tal. Men måske noget med at der blandt alle matematikkarakterer fra gymnasiet skal være mindst et 10- eller 12-tal, kunne være en fair løsning. Hvis man så samtidig tillader adgang efter fx en

adgangsprøve eller personlig samtale for et mindre antal som ikke opfylder karakterkravene, så er det vel næsten så humant som det kan blive uden at vi spilder en masse gode personers tid ved at lukke dem ind på uddannelser som de ikke har en jordisk chance for at gennemføre.

Studerende i gruppe 3 er dermed de eneste udestående. Man kunne vælge at se bort fra dem fordi ganske mange af dem bare starter næste år på en anden uddannelse. Men de indgår dermed i gruppen af studerende som ikke starter hurtigst muligt, og den gruppe ønsker politikerne også reduceret. Så hvad kan der gøres? God, professionel studievejledning lyder selvfølgelig som en naturlig løsning og vil også være det for mange. Men husk lige at vi her taler om en gruppe af 18-årige unge hvoraf ganske mange stadig er under kraftig ombygning. Deres viden om sig selv og deres interesser er begrænset til hvad de selv har prøvet, og hvad deres venner og forældre kan fortælle dem. Det vil simpelthen være for meget at forvente at de kan udvælge den uddannelse som de vil kunne brænde så meget for at de kan bruge 46 timer om ugen i fem år på den alene. Mit eget forslag på dette punkt er nok til dels foranlediget af mine studier på det der dengang hed AUC. Jeg tror godt at de unge er i stand til med ret stor sikkerhed at udpege et videnskabeligt hovedområde som de kan se sig selv inden for. Lad os her sige naturvidenskab. Da jeg selv i sin tid startede på den etårige teknisk-naturvidenskabelige basisuddannelse på AUC, var det med det klare mål at blive landinspektør. Jeg havde været i praktik hos en landinspektør i gymnasiet (eller folkeskolen – det er mange år siden), og uddannelsen havde en af landets højeste adgangskvotienter hvilket jeg kunne leve op til. (Ups – nå, død over janteloven!). Men jeg endte så med at blive kandidat i matematik med fysik som bifag på normeret tid. Selvom det kan ses som en klar succeshistorie, er mit forslag alligevel mindre vidtgående: Kan man forestille sig et semesters studier som dels er relevante for alle naturvidenskaber og dels fører til en afklaring hos de studerende om hvilket studium de hører til på? Mit svar er ja: Enhver naturvidenskabsmand i dagens Danmark har efter min klare overbevisning brug for mere matematik, mere statistik og mere “kendskab til programmering” end hvad et A-niveau i gymnasiet byder på. Med min baggrund i 7,5-ECTS-pointskurser på Science, KU, giver dette jo helt åbenbart basis for et fælles første semester bestående af et matematik-, et statistik- og et datalogikursus samt yderligere 7,5 ECTS-point til “studievalg”. Studievalget kunne passende bestå af en blød, langsom introduktion til de naturvidenskabelige fagområder/studier hvorefter man så sent i semesteret får mulighed for en “hardcore” introduktion til et eller to naturvidenskabelige studier efter eget valg. I semester to starter man så på sit forhåbentlig “rigtige” studium med 22,5 ECTS-point værdifuld faglig ballast. Prisen for det hele er altså kun 7,5 ECTS-point for dem som har valgt forkert, mens de der hele tiden har vidst hvad de skulle læse, ikke behøver at have spildt noget som helst.

ASTE-profil i den nye læreruddannelse



Klaus Rasmussen,
Professionshøjskolen
Metropol og Institut for
Naturfagenes Didaktik,
Københavns Universitet



Ole Goldbech,
Skoleudvikling og Didaktik,
Professionshøjskolen UCC

Kommentar til "Naturfagene i den nye læreruddannelse?" i MONA, 2013(3).

På baggrund af Steffen Elmoses og Lene Beck Mikkelsens analyse af naturfagenes situation i den nye læreruddannelse vil vi her gerne knytte nogle kommentarer til og uddybe omtalen af ASTE-læreruddannelsen. En af de grundlæggende idéer med ASTE er netop at "udbygge det spinkle samarbejde mellem UC'er og universiteter", som der skrives i analysen på side 76. Men der er mange andre facetter af ASTE, ligesom ASTE's tilblivelseshistorie også er nært sammenflettet med den nye læreruddannelsesreform og det generelle naturfaglige rekrutteringsproblem. Det er denne baggrund vi gerne vil delagtiggøre MONA's læsere i med denne kommentar.

Godt begyndt

ASTE er en forsøgsuddannelse som med støtte fra Lundbeckfonden er udviklet i et samarbejde mellem AU (DPU), KU (IND), Professionshøjskolen Metropol og Professionshøjskolen UCC. ASTE er designet til at give kommende lærere en udvidet naturfaglig og matematisk profil, deraf den måske ikke særlig mundrette engelske betegnelse: Advanced Science Teacher Education som selvfølgelig går bedre at sige med forkortelsen "ASTE". ASTE blev til under 2007 læreruddannelsesloven, den uddannelse hvor studerende almindeligvis kunne opnå kompetence til at undervise i tre af skolens fag. I modsætning hertil ville ASTE med det samme antal ECTS-point give kompetence til undervisning i fire fag; til gengæld skulle det netop kun være de fire naturfaglige og matematiske fag knyttet til mellem og afsluttende trin, nemlig biologi, fysik/kemi, geografi og matematik. Synergieffekten der kunne opnås ved at holde sig til disse nært "beslægtede" fag, ville skabe pladsen til "det fjerde linjefag". ASTE skulle have sin egen særlige studieordning som var *moduliseret* og *tværfaglig*. Fx skulle biologifagets mål

opnås dels gennem to monofaglige moduler, dels gennem tre tværfaglige moduler. I de tværfaglige moduler var hvert af de fire fag koblet sammen to og to i forskellige kombinationer. De pædagogiske fag i ASTE blev også tonet i retning af det matematiske og naturfaglige og KLM-faget (kristendomskundskab/livsoplysning/medborgerskab) blev tilføjet en innovationsdimension og fik betegnelsen KLIM. Så vidt, så godt! Hele studieordningen blev skrevet færdig i (skøn) forening mellem samarbejdsparterne fra UC'er og universiteter, ministeriet gav efter ansøgning forsøgstilladelsen, og rekrutteringsfasen kunne gå i gang.

Skyerne trækker sammen

De økonomiske midler til udviklingen af ASTE kommer som tidligere nævnt fra en bevilling fra Lundbeckfonden som projektgruppen efter foråret 2012 gentagne gange måtte konsultere i forbindelse med ændringer i projektet. Det blev nødvendigt som følge af netop den kommende læreruddannelsesreform og nogle af de rekrutteringsproblematikker som nævnes i Elmoses og Mikkelsens analyse. Samtidig kan det formodes at disse forhold har påvirket hinanden på ugunstig måde. Ønsket om hurtig implementering af ny læreruddannelse havde yderligere den konsekvens at ASTE ikke fik ministeriel tilladelse til at lave to gennemløb af uddannelsen som oprindeligt planlagt. På dette tidspunkt, i foråret 2012, var der megen spekulation om hvordan LU13 egentlig ville komme til at se ud, hvilket gjorde det svært for de implicerede professionshøjskoler at binde sig til konkrete aftaler vedrørende ASTE's fremtid. Dette medførte at orienteringen af mulige ASTE-studerende blev behæftet med store usikkerheder og forbehold. Trods disse komplikationer var der 19 studerende der meldte sig under de oprindelige "ASTE-faner", hvilket var for få til at blive kaldt en succes og for mange til at blive kaldt en fiasko. Der blev derfor iværksat forskellige "træde vande-initiativer" samtidig med at læreruddannelsens fremtid befandt sig i limbo. De 19 blev "overført" til et andet fysisk uddannelsessted, kom ind på ordinære læreruddannelseshold og blev tilbudt deltagelse i lektionsstudier afholdt af ASTE-projektgruppen og andre særlige tilbud, men måtte leve med en ret turbulent tid. De ASTE-studerende har taget det utrolig pænt, og ligeledes har Lundbeckfonden været stålsat i deres støtte til ASTE.

Opklaring

Parallelt med at der hen over forår og sommer 2013 kom klarhed over LU13, blev der løbende arbejdet på en rekonstruktion af ASTE således at den kan indgå som en "naturlig" del af den nye læreruddannelse. ASTE er nu en "pakke" af moduler som studerende kan vælge ved studiestart. De ASTE-studerende bliver placeret på samme hold

og starter med at tage de nationale monofaglige moduler på 1., 2. og 3. semester, for derefter at tage fire tværfaglige ASTE-moduler på 4. og 5. semester. Elmoose og Mikkelsen forudsiger at "Flerfaglige moduler vil ... sandsynligvis øge produktionen af naturfagslærere med kompetence til at undervise i mere end ét naturfag" (s. 73 i analysen), hvilket er noget vi med sikkerhed kan sige kommer til at gælde for ASTE-studerende. De studerende er samlet på hold hvor der laves en særlig toning af nationale moduler, lærerens grundfaglighed og KLM. Samtidig bliver praktikken tilrettelagt på et begrænset antal skoler hvor de studerende er i praktik alle fire år og dermed følger elevernes progression gennem afsluttende trin. Samtidig tilbydes praktiklærerne på disse ASTE-skoler deltagelse i kurser og seminarer, tilrettelagt af ASTE-projektgruppen, hvilket bl.a. omfatter indføring i idéen om lektionsstudier.

Arne R. Steinmark skriver i sin leder i Ingeniøren 6. september 2013 at vi skal passe godt på vores ASTE-studerende (Steinmark, 2013). Og det skal vi for at igangsætte en positiv spiral i interessen for det naturvidenskabelige, og det er vel netop en grundlæggende kerne i rekrutteringsproblemet: Det er et alment problem at unge i det hele taget fravælger naturvidenskab, og det er et særligt problem at rigtig mange gør det i forhold til læreruddannelsen. Hvad angår det første, er det Arne R. Steinmarks håb at "nyudklækkede" ASTE-lærere om fire år vil komme til at indtage en central plads i elevernes skoledag som den lærer de ser i mange timer, og ikke blot som ugens gæst i et stærkt begrænset antal timer i et enkeltstående, isoleret naturvidenskabeligt fag. Dette er også ASTE-projektets langsigtede håb – at lærere med en stærk scienceprofil kan vise eleverne at naturvidenskabeligt funderede måder at anskue verden og tilværelsen på kan være meningsgivende og meningsfulde for dem. I forhold til det mere kortsigtede rekrutteringsproblem til læreruddannelsen er det da glædeligt at en pæn portion af fremtidige lærere gerne vil fordybe sig i det matematiske og naturvidenskabelige, men dette dækker måske ikke over en merrekruttering. Det er noget vi gerne vil undersøge, men det ville være særdeles overraskende hvis ASTE på meget kort sigt kunne vende den "supertanker" som manglende interesse for kombinationen af naturvidenskab og lærergerning vitterlig er.

Overordnede betragtninger

Hvad kan vi så lære af processen med den vanskelige søsætning af ASTE? Her vil vi fremsætte nogle hypoteser om hvorfor det gik som det gik, og komme med nogle pejlemærker vi finder vigtige i forbindelse med projektets videre forløb. Ser vi tilbage, kan vi lidt trivielt bemærke at man ikke skal udvikle forsøgsuddannelse når det trækker op til reform af den ordinære uddannelse som forsøget baserer sig på! I den henseende er vi enige med Elmoose og Mikkelsen der i deres analyse giver udtryk for at den hovedkuldse og hastige reformiver er uhensigtsmæssig. Usikkerhed om

fremtiden er ikke noget der får et flertal af studerende til at "committe" sig, men hvis vi skal gribe i egen barm, så må vi også erkende at ASTE i sin oprindelige form var ret hård kost fordi man som ASTE-studerende ville have haft yderst begrænset mulighed for at lave omvalg til andre fag i den ordinære uddannelse. Sådan er det ikke i den rekonstruerede version. Her er ASTE et forsøg der kører integreret i den ordinære uddannelse og ikke parallelt hermed. Studerende *kan* forlade ASTE undervejs uden at flere års studie "falder på gulvet", noget vi selvfølgelig skal arbejde for at de ikke gør! Og her er det virkelig et pejlemærke for os at gøre uddannelsen sammenhængende og meningsgivende. Hvis vi ikke kan gøre det for de studerende, hvordan skulle de så kunne gøre det for deres fremtidige elever? På den anden side kan der også komme ekstra studerende ind i ASTE, i hvert fald på de særlige tværfaglige moduler, hvilket gør ASTE-uddannelsen mindre sårbar over for "de økonomiske vinde" der vil "blæse" hen over de år som uddannelsen kører, da holdene således kan fyldes op. Endelig kan vi notere os at den nye læreruddannelse blev modulariseret ligesom den oprindelige ASTE-uddannelse. Projektet var således forud for LU13 med tanker om hvordan fagene kunne opsplittes og sammensættes på ny til meningsfulde moduler. I ASTE-projektet bliver disse moduler i et vist omfang udformet i samarbejde med universiteterne, men undervisningen i dem forbliver på professionshøjskolerne, så der er ikke grund til at frygte for samarbejdet med andre fag og uddannelseskultursammenstød som Elmoose og Mikkelsen giver udtryk for på side 77 i analysen. Vi mener derimod at der er stort potentiale i at uddannelseskulturerne mødes, fx i forbindelse med lektionsstudier, vejledning i bacheloropgaver eller lærerstuderendes besøg på forskningsmiljøer. Det er sundt for både professionshøjskolerne og universiteterne at få rykket ved nogle måske stereotype opfattelser af den anden institutions måde at se på uddannelse på. Stereotypiseringen er også en del af naturvidenskabens og matematikkens rekrutteringsproblem; hvilket ungt menneske vil være den verdensfjerne kittelklædte videnskabsmand eller den fodformede Fjellrävs-klædte lærer? Et pejlemærke for ASTE er at arbejde for at det *ikke* bliver sandt når Elmoose og Mikkelsen skriver at "de forskellige uddannelseskulturer vil sandsynligvis give de nyuddannede lærere dårligere arbejdsbetingelser ved indgangen til deres karriere i grundskolen". I ASTE mødes studerende, praktiklærere, undervisere fra professionshøjskolerne og forskere fra universiteterne for i samarbejde at skabe en bedre fælles forståelse for det sammenhængende naturvidenskabelige "uddannelsesøkosystem".

Referencer

Steinmark, A.R. (6. september 2013). Sciencelærere er endelig på vej – pas på dem og undgå katastrofen. Leder, *Ingeniøren*.

Nyheder

MONA om Innovation og læring på BIG BANG 2014

Igen i 2014 har tidsskriftet MONA arrangeret et spor på naturfagskonferencen BIG BANG. Denne gang er temaet for sporet *Innovation og læring*.

Børn og unge skal uddannes til at være iværksættere, nytænkende og kreative, lyder det fra politikere og meningsdannere. Men hvad betyder det for matematik og de naturvidenskabelige fag – hvilken viden og hvilke erfaringer har vi om succesfulde forløb? Kan fokus på innovation og kreativitet betyde, at noget går tabt? Er der risici forbundet ved at fokusere på det innovative og kreative i stedet for mere traditionelle mål? Og hvad kræver det af dig som lærer?

MONA's redaktion har sammensat et program med både forskningsbaserede oplæg og præsentationer af underviseres egne erfaringer. Hør fx om erfaringerne fra projekterne Gymnasiet Tænkt Forfra og ISI2015 om at arbejde med innovative kompetencer i en konkret læringspraksis. Lær om hvordan man kan måle innova-

tionskompetence. Eller deltag i workshopper om at arbejde med innovation i folkeskole og ungdomsuddannelser. Der vil også være gode muligheder for at diskutere de faglige og politiske implikationer af fokus på innovation på tværs af fag og uddannelsesniveauer.

Se programmet på www.bigbangkonferencen.dk hvor tilmelding også foregår.

Få de nyeste numre af MONA elektronisk

Fra december 2013 kan du som abonnent også få de nyeste MONA-artikler elektronisk i form af pdf-filer. Hidtil har man kun kunnet få de ældre artikler online, men med en ny online portal for tidsskriftet kan du få et login og dermed adgang til også de allernyeste numre. Så kan du selv vælge om du vil læse på tryk eller på skærm. Se hvordan du får adgang på hjemmesiden www.science.ku.dk/mona.

