

Hvordan ser en kompetence ud?

Evaluering af modelleringskompetencen i natur/ teknik-undervisningen – et CAND-projekt



Steffen Elmoose,
UC Nordjylland,
Læreruddannelsen i Aalborg

Abstract. Artiklen søger svar på kompetencebegrebers operationaliseringsværdi i den praktiske naturfagsundervisning. Det gøres dels ved en beskrivelse af et undervisningsforløb med modelleringskompetencen i anvendelse og dels ved at spørge til læreres opfattelse af værdien af kompetencebegreberne. Der er anvendt kvalitativ metode gennem beskrivelse og analyse af interviews hvor tre lærere og otte elever har udgjort fokusgrupper for en undersøgelse af om kriterierne for dels funktionaliteten af kompetencebegrebet og dels eksistensen af den naturfaglige kompetence kunne bruges som søgeredskaber i datamaterialet. På baggrund af analysen konkluderes det at lærerne har fundet kompetencebegrebet anvendeligt, og at eleverne har udvist en modelleringskompetence. Undersøgelsen giver anledning til anbefaling af yderligere forskning i relationen mellem undervisning og udvikling af kompetencer hos elever.

Baggrund – et samarbejde mellem folkeskole og professionshøjskole

Denne undersøgelse er en opfølgning på en artikel i *MONA*, 2007(4), vedr. overvejelser over kompetencebegrebets berettigelse i naturfagsundervisningen. Begrebets teoretiske baggrund blev gennemgået i artiklen, og der blev argumenteret for dets potentiale i undervisningen – under visse betingelser.

Jeg deltog i 2006-08 sammen med andre medarbejdere fra UC Nordjylland i et projekt om evaluering i naturfagsundervisning. Flere professionshøjskoler var involveret i tilsvarende projekter, og disse var koordineret af Center for Anvendt Naturfagsdidaktik, CAND¹. I det nordjyske projekt deltog tre folkeskoler, Aars og Bindslev samt

¹ En omtale af det landsdækkende projekt og beskrivelser af de regionale delprojekter kan ses på www.cand.nu/Projekter/Udvikling%20af%20praksisfelt/5.6.Evaluering.htm.

Bagterpskolen i Hjørring. De andre CAND-projekter som undersøgte evalueringsproblematikker, havde ikke specifikt fokus på det naturfaglige kompetencebegreb, hvorfor de ikke inddrages i nærværende artikel. Artiklen er koncentreret om beskrivelse og analyse af kompetencebegrebets anvendelse i natur/teknik-undervisningen på Bindslev Skole fordi dette delprojekt blev tildelt ekstra forskningsressurser for at kunne følge processen på tættere hold.

Tre lærere i faget natur/teknik på Bindslev Skole ønskede at udvikle deres egen og skolens mulighed for at evaluere naturfagsundervisningen ved hjælp af kompetencemål, og de havde fået bevilget timer af egen skole til dette. De underviste sammen i en 3. klasse og en 4. klasse i faget natur/teknik, og klasserne var informeret om at jeg kom for at spørge til undervisningsforløbet.

Projektperiodens forløb

I september 2007 indledte lærerne med at planlægge et forløb om solsystemet og universet som indgik i klassernes årsplan. Lærerne arbejdede sammen om de to klasser, og sidst i september havde de dannet en grovplan for forløbet hvor de bl.a. havde taget hensyn til elevernes forkundskaber om og interesser i temaet. Herefter mødtes de med lærere fra en anden projektskole som også arbejdede med evaluering af naturfaglige kompetencer, samt med UCN-medarbejdere, herunder undertegnede (Steffen). På mødet indgik følgende:

- Per Buskov (en anden UCN-medarbejder) præsenterede sit udkast til generelle karakteristika for de fire naturfaglige kompetencer, fx hvad der kendetegner en modelleringskompetence i naturfagene (se skema nedenfor).
- Steffen præsenterede SMTTE-modellen (Sammenhæng, Mål, Tegn, Tiltag, Evaluering)² som eksempel på et planlægnings- og struktureringsværktøj til bl.a. naturfagsundervisningen og viste hvordan han førhen havde brugt det i samarbejde med lærere i et forsknings- og udviklingsarbejde.
- Folkeskolelærere og UCN-medarbejdere enedes om at anvende SMTTE-modellen som et fælles planlægnings-skema hvori undervisningsforløbet kunne målsættes og struktureres, og som kunne sendes elektronisk mellem de to parter til udbygning og kommentering.
- Den enkelte lærergruppe aftalte med sin evaluator og/eller Steffen kommende besøg og øvrig evalueringsprocedure for forløbet.

² Den version af SMTTE-struktureringsmodellen der blev arbejdet med i projektet, var en udvidet version af den fra Evalueringsportalen kendte: http://evaluering.uvm.dk/templates/laerereOgLedere_layout.jsf;jsessionid=J9jJLMprqwJHGy7pyD82tm4KQ1BdMXk5QqQbD3NXwfkpD9kTyZX!-983250346. Udvidelsen bestod bl.a. i at kategorien Mål blev tilføjet nogle underkategorier som trinmål, undervisningsmål, faglige begreber og kompetencemål. Se figur 2 og 3.

De tre lærere fra Bindslev Skole og Steffen udvekslede de næste par måneder mål og evalueringsprocedure for det efterfølgende undervisningstema, som løb af stablen i december 2007 og januar 2008. De enedes fx om at målsætningen skulle koncentreres om en enkelt naturfaglig kompetence, nemlig modelleringskompetencen. Dette af hensyn til at evaluering af kompetenceudvikling er kompleks på grund af kompetencers dybde dimension³. En udvikling af modelleringskompetencen vil derfor både vise sig som ændringer af elevernes færdigheder, kundskaber og personlige meningsdimension. For at lette overblikket over evalueringsprocessen udvalgte derfor modellering – vel vidende at der i forløbet også ville indgå andre naturfaglige kompetencer. Steffen bad desuden lærerne om at fortolke de generelle karakteristika for en modelleringskompetence sådan at de passede netop til temaet om universet, fx ved at “forenklinger af komplekst fænomen” i forbindelse med dette tema blev fortolket som at “udvælge kendetegn på planeter”. Tillige definerede lærerne i dialog med Steffen nogle tegn på de udvalgte og fortolkede karakteristika – tegn som lærerne og Steffen herefter skulle være opmærksomme på hos eleverne (se figur 1).

I december og januar gennemførtes forløbet. Det foregik i naturfagslokalerne på Bindslev Skole, som består af to lokaler der er delvis adskilt og har et fælles areal imellem hvor der er materialesamling. Klasserne havde undervisning på samme tid hvilket gjorde det muligt for lærerne at opholde sig hos begge klasser. Det var således planen at en af lærerne skulle have foretaget en løbende evaluering undervejs i forløbet ved hjælp af en lydbåndoptagelse af samtalerne i arbejdsgrupperne – en plan der dog ikke lod sig gennemføre på grund af stor efterspørgsel efter lærerhjælp i gruppearbejdet. Forløbet bestod af fælles oplæg til projektarbejde, korte kurser om emner inden for temaet (solsystemets opbygning, planeter, stjerner, måner, årstider, teorier om universets opståen o.a.) og elevernes projektarbejde i grupper. Projekterne opstod som idéer fra eleverne og blev justeret af lærerne i forhold til undervisningsmålene, og kurserne blev afholdt løbende igennem de ca. 1½ måned.

Medio januar afsluttedes forløbet med en produktpræsentation for resten af klassen. Det var et krav fra lærerne at eleverne skulle have en model af deres selvvalgte emne at vise frem, og at de kunne formulere med egne ord hvad modellen forestillede. Præsentationen foregik dels for klassen og lærerne, og dels overværede Steffen og nogle lærerpraktikanter fremstillingen.

Steffen havde bedt lærerne om at udvælge otte elever fra hver klasse til en efterfølgende samtale. Udvælgelseskriterierne var at de fagligt hverken skulle tilhøre den absolutte top eller den absolutte bund i klassen, og at de skulle være normalt trygge

3 Kompetencers bredde- og dybde dimension er omtalt i MONA-artiklen “Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem?” (Elmose, 2007). Her argumenteres der for at en evaluering af naturfaglige kompetencer ikke er troværdig medmindre evaluatoren anstrenger sig for at inddrage kompetencers kompleksitet. Dette indebærer bl.a. at evaluatoren (fx en lærer) skal interessere sig for elevens personlige mening om egen kompetenceudvikling.

ved gæster på skolen. Hver gruppe på otte elever samtalede herefter med Steffen ca. 1 time, hvorefter lærerne blev interviewet om målene med undervisningsforløbet og udviklingsarbejdet.

Samtalen med eleverne drejede sig dels om deres produkter – her i en mindre formel sammenhæng end i præsentationsseancen – dels om de faglige begreber i forløbet hvor elevernes modelleringskompetence blev udfordret i alle tre dybde dimensioner (færdigheder, kundskaber og personlig meningsdimension). Kompetencen forventedes også at komme til udtryk gennem elevernes samarbejde om at konstruere en model af solsystemet på bordet – ved hjælp af objekter (bordtennisbolde, flamingokugler og tændstikker) som Steffen havde medbragt.

Mål med det forskningsstøttede udviklingsprojekt – fra teori til praksis

Siden antologien *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser* (Busch, Horst & Troelsen, 2003) [i tabellen refereret til som FNU, red.] introducerede det naturfaglige kompetencebegreb i en dansk naturfaglig kontekst, har det indtil videre skortet på konkrete eksempler på hvordan kompetencebegreberne kunne bringes i anvendelse i en praktisk undervisningskontekst i folkeskolen. Det nordjyske udviklingsprojekt satte sig for at undersøge om naturfagslærere kunne bruge de fire generelle delkompetencer som hensigtsmæssige planlægnings- og evalueringsmål. For bedre at kunne følge lærernes anvendelse af kompetencemål blev undersøgelsesfeltet på Bindslev Skole indskrænket til at handle om en enkelt naturfaglig delkompetence – modelleringskompetencen. Det ville gøre beskrivelse og analyse mere overskuelige hvis de forskellige udsagn fra lærere og elever alene skulle undersøges for denne kompetence.

Målene for forskningen i forbindelse med udviklingsprojektet var derfor følgende:

1. At undersøge og dokumentere en udvikling af lærernes undervisningsplaner hvor målene er beskrevet i kompetencetermer
2. At undersøge og dokumentere eksistensen af elevers modelleringskompetence i undervisning som benytter sig af evaluering af modelleringskompetencen.

For at forbinde det teoretiske naturfaglige kompetencebegreb med undervisningsforløbets praktiske implementering af samme blev modelleringskompetencen i udviklingsprojektet sat ind i nedenstående matrix. I første kolonne figurerer det naturfaglige kompetencebegreb som har givet anledning til en differentiering i fire delkompetencer (anden kolonne) i Busch, Horst & Troelsen (2003). I tredje kolonne er en af delkompetencerne, modellering, repræsenteret ved nogle karakteristika som det nordjyske

CAND-projekt har udarbejdet til inspiration for deltagende lærere i udviklingsarbejdet. Den fjerde kolonne udgøres af Bindslev-lærernes tolkede karakteristika vedrørende modelleringskompetencen i deres forløb om solsystemet. Og endelig består den sidste kolonne af de til modelleringsmålene hørende tegn – de manifestationer af modelleringskompetencen lærerne havde udvalgt til dette forløb.

På tilsvarende vis ville en anden delkompetence kunne udstyres med generelle karakteristika og specifikke kendetegn i et konkret undervisningsforløb.

FNU: Syntese	FNU: Delkompetencer	CAND-projekt: Generelle karakteristika	Lærernes tolkede karakteristika	Lærernes udvalgte tegn
Naturfaglig kompetence	Empirikompetence Repræsentationskompetence	Eleverne kan: forenkle et komplekst fænomen designe og bygge efter egne idéer og redegøre for disse fremstille skala-modeller af eksisterende objekter udarbejde modeller der illustrerer en faglig sammenhæng skelne mellem model og virkelighed	Eleverne kan: udvælge kendetegn på planeter udarbejde overskuelige modeller bygge model med planeter der illustrerer solsystemet i bevægelse fremlægge projekt med en sammenhæng, fx nat-dag	Eleverne kan: reproducere fakta anvende faglige begreber i egen fortælling om solsystemets opståen have en mening om den personlige værdi af modeller af solsystemet
	Modelleringskompetence			
	Perspektiveringskompetence			

Figur 1. Fra den brede naturfaglige kompetence til modelleringskompetencen i netop dette undervisningsforløb.

Aktionsforskning som metode

Projektet er udført som et studie af lærernes implementering af modelleringskompetencebegrebet i evaluering af undervisningen og elevernes anvendelse og forståelse af modellering. Desuden undersøges datamaterialet for eventuelle relationer mellem de to undersøgelsesfelter. Det nordjyske CAND-projekt opfatter evaluering af kompetenceudvikling som eksempel på formativ evaluering (Black, 1998; Skolestyrelsen, 2009). Da formativ evaluering i højere grad end summativ fordrer inddragelse af undervisningens kontekst og da en undersøgelse af undervisningens kontekst fordrer kendskab til bl.a. deltagernes baggrunde og oplevelser i undervisningen, er her valgt en kvalitativ metodisk tilgang idet kvalitative metoder egner sig bedre

end kvantitative når projektet handler om at afdække deltageres begrundelser og oplevelser af undervisningen (Erickson, 1998)⁴.

Forskningsdelen af udviklingsarbejdet er udformet som aktionsforskning hvor formålet bredt set er at skabe indsigt i en pædagogisk proces med henblik på at udvikle og forandre den. Aktionsforskning kan karakteriseres ved en vekselvirkning mellem praksis og teori hvor teorien bringes i spil i et praksisfelt med henblik på udvikling af både praksis og teori. Forskningen er også karakteriseret ved vekslende grader af samarbejde mellem Steffen og praktikere og ved at deltagerne søger efter løsninger eller forbedringer af problemsituationer i praksisfeltet (Holter & Kalleberg, 1996).

Aktionsforskningsmetoden er her valgt med baggrund i Steffens samarbejde med lærerne ud fra et fælles ønske om at undersøge kompetencebegrebernes anvendelsesmuligheder i praksis. Naturfagslærerne på Bindslev Skole har tidligere udviklet en sammenhængende læseplan for naturfagene i 1.-9. klasse. De ønsker at dygtiggøre sig i en løbende evaluering af undervisningen og ser kompetencemålene som mulige redskaber til dette.

Kilder til data vedrørende mål 1 (undervisningsplanernes udvikling) består dels af lærernes skemabeskrevne undervisningsplaner igennem et tidsforløb der strakte sig fra september til november 2007, og dels af en udskrift af et interview med de tre lærere fra januar 2008. Analyse af datamaterialet foretages gennem identifikation af tegn på udvikling af undervisningsplaner, her set som en kompleksitetsudvikling hvor slutplanen forventes i højere grad at udvise beredskab til at identificere modelleringskompetensens tre dybdimensioner. Ligeledes søges der i datamaterialet efter tegn på at lærerne finder modelleringskompetencen operationel i almindelig natur/teknik-undervisning. Et tegn kan være en lærerudtalelse om at vedkommende forventer at bruge kompetencemål i senere forløb, og at lærerne giver udtryk for at have rammer og beredskab til at kunne gøre kompetencemål operationelle.

Kilder til data vedrørende mål 2 (eksistensen af elevers modelleringskompetence) består af udskrifter fra interviews med elever fra de to klasser samt de tre lærere. Analyse af datamaterialet foretages gennem identifikation af på forhånd udvalgte indikatorer på eksistensen af elevers modelleringskompetence – her lærernes udvalgte tegn som fremgår af ovenstående skema. Endelig vil der indgå overvejelser over resultaternes validitet i diskussionsafsnittet med baggrund i generelle kriterier for validitet og reliabilitet i kvalitative undersøgelser (Kvale, 1997; Kruuse, 1989).

4 Erickson (1998) argumenterer bl.a. med at den kvalitative forskningsmetode anvendt i naturfagsundervisning har en styrke ved sin mulighed for at inddrage forskellige datakilder til at belyse samme situation og dermed fx sammenligne forskellige deltageres oplevelse af undervisningen. Han nævner tillige kvalitative studiers tætte relation til undersøgelsesfeltet og deres potentielle evne til at beskrive og analysere dette i overensstemmelse med målet for undersøgelsen.

Vedr. forskningsmål 1: udviklingen af undervisningsplaner

I september startede samarbejdet med det møde der omtales ovenfor i afsnittet om projektets kontekst. Lærerne præsenterede deres foreløbige planer for hinanden og konsulenterne, og de fik respons på deres foreløbige planlægning. Bindslev-lærerne havde fx målsat forløbet som vist i figur 2.

Sept.	Trinmål	Undervisningsmål	Faglige begreber	Kompetencer	Kompetencer i forløbet
Mål	Kende månens bevægelser omkring jorden og jordens bevægelser omkring solen. Forbinde dette med oplevede dagligdags fænomener.	Kende solsystemets og jordens historie ud fra små forsøg som viser hvordan solen blev skabt, og hvordan solsystemet samlede sig om solen.	Jordens og månens placering. Dag og nat. Årstiderne.	Anvende enkelt udstyr til egne undersøgelser. Selv fremstille modeller/illustrationer af naturfænomener.	Eleverne skal fortælle hinanden om deres arbejde og kunne forklare virkningen af forsøg og modeller.

Figur 2. Her er vist et uddrag af lærernes første planlægningskema.

I figur 2 ses Mål-rækken af lærernes SMTTE-model som fremviser relationen mellem fem målkategorier hvor trinmålene er de overordnede, og de efterfølgende målformuleringer er trinmålenes "oversættelse" til det konkrete undervisningsforløb. Første kolonne er altså relevante trinmål fra faghæftet for natur/teknik, anden kolonne er trinmålene tilpasset til forløbet, og tredje kolonne er nogle af de væsentlige begreber som lærerne har udvalgt. Fjerde kolonne udgøres af generelle karakteristika for en modelleringskompetence (se ovenfor), og endelig har lærerne tilpasset de generelle karakteristika til tegn på modelleringskompetence i netop dette forløb om solsystemet og universet.

I løbet af de næste måneder indgik lærerne i en dialog med Steffen om deres planlægningsmodel hvor Steffen bl.a. introducerede begrebet kompetencedybde som et mere komplekst kompetencemål (Elmose, 2007). Inden undervisningsforløbet startede, havde målrækken derfor udviklet sig således:

Nov.	Trinmål	Undervisningsmål	Faglige begreber	Kompetencer	Kompetencer i forløbet
Mål	Kende månens bevægelser omkring jorden og jordens bevægelser omkring solen. Forbinde dette med oplevede dagligdags fænomener.	Kende solsystemets og jordens historie ud fra små forsøg som viser hvordan solen blev skabt, og hvordan solsystemet samlede sig om solen.	Sol, stjerner. Galakse. Stjernebillede. Kometer. Planeter, måne. Jordens og månens placering. Dag og nat. Årstider. Raket.	Anvende enkelt udstyr til egne undersøgelser. Selv fremstille modeller/illustrationer af naturfænomener.	Færdighedsniveau: Eleverne skal kunne reproducere solsystemets opbygning og historie og planeternes udseende. Kundskabsniveau: Eleverne skal kunne fortælle med egne ord om solsystemets opbygning og historie og planeternes udseende med støtte fra model. Meningsniveau: Give udtryk for en mening om værdien af modeller til at forklare og forstå solsystemets opbygning og historie.

Figur 3. Planlægningskemaet efter en vejledningsperiode.

Endvidere blev der ført dialog om hvorvidt der på forhånd kunne udpeges en række iagttagelige tegn på at kompetencemålene var nået i elevernes læring. Dette førte til at lærerne besluttede følgende række af tegn på den differentierede modelleringskompetence:

Eleverne kan:

- reproducere fakta om solsystemet i gruppearbejdet – udvælge vigtige kendetegn på planeter – bygge model af planet i størrelsesforhold
- forklare med egne ord og relevante faglige begreber solsystemets opståen og opbygning og eget produkt
- give udtryk for egen mening om den personlige værdi af modeller af solsystem og planeter.

Tegnene svarer til de i skemaet gengivne mål således at reproduktionen af fakta svarer til et færdighedsniveau, forklaringen svarer til et kundskabsniveau, og at udtrykke en mening korresponderer med meningsdimensionen i modelleringskompetencen.

Efter undervisningsforløbet spurgte Steffen (I) lærerne (L) i et båndet interview om erfaringer med at arbejde med modelleringskompetencen under planlægning af

et undervisningsforløb. I nedenstående uddrag deltager tre lærere samt Steffen. Et linjeskift i et svar på et spørgsmål viser at en ny kollega tilføjer en kommentar.

I: "Hvordan har I konkret arbejdet med planen?"

L: "Efter at vi havde haft vores brainstorm med eleverne, så gik vi skemaet igennem. Så det er en slags disposition for os."

L: "SMTTE-modellen er ikke ny for os."

L: "Det var vigtigt for os i dette forløb at hver gruppe skulle kunne udarbejde en form for modellering af deres projektemne, og det var ved nogle hold nemmere end ved andre."

L: "Og det var også specielt at vi skulle være opmærksomme på de tegn vi skulle lede efter; det er også lidt ud over det normale."

I: "Hvis vi så tager modelleringskompetencen, har det så været besværligt at skulle sætte mål op for netop den kompetence i dette forløb?"

L: "Modelleringskompetencen har været fin i det her forløb, og det har ikke været vanskeligt at opstille mål for den – det er ikke der problemet ligger. Det er derimod i undervisningen, hvor de hele tiden har så mange spørgsmål og idéer, og hvor man nemt kommer til at virke som en blæksprutte. Der er nogle kompetencer man magter bedre i 5.-6. end i 3.-4."

I: "Har du oplevet at de har svært ved modellering i 3.-4.?"

L: "Jamen de skal have mere vejledning i 3.-4., bare sådan en kasse hvor de laver et stjernkort og sætter ind i kassen – selvom de har et billede og en vejledning de kan læse om det, så skal de stadig have hjælp til det. Det er klart at hvis vi havde givet de her opgaver til 5.-6. klasse, så ville de være mere selvhjulpne."

I: "Så I har oplevet at modellerne stadig er abstrakte for eleverne?"

L: "Ja, men samtidig, så gør modellerne det jo også konkret for dem, så modelleringskompetencen er fin at have i 3.-4. klasse også, men i selve processen er det måske meget abstrakt, så der har de brug for meget vejledning."

L: "Man kan sige at modelleringskompetencen er fin i det her emne, for der er så mange modeller man kan lave. Eleverne skal bare være lidt mere praktisk anlagte for at kunne lave dem."

L: "Når man bruger modeller i de små klasser, så kræver det lidt mere vejledning fra læreren."

Det fremgår af lærernes svar på spørgsmålene at lærerne på skolen er vant til at planlægge ved hjælp af den anvendte SMTTE-model før et undervisningsforløb og desuden også i forbindelse med andre pædagogiske processer, herunder individuelle elevs udvikling igennem elevplaner. Systematisk planlægning og evaluering synes for disse lærere at være normalt, og på spørgsmålet fra interviewer om hvorvidt de havde oplevet besvær med at skulle evaluere systematisk på kompetenceudvikling, svarer de at en sådan evaluering blot indgår i en på forhånd indarbejdet rutine.

Indarbejdelsen af kompetencemål i planlægnings- og evalueringsmodellen har lærerne ikke fundet vanskelig, hvorimod de bemærker at det at skulle definere tegn på at kompetencemålene var opfyldte, var "lidt ud over det normale". Lærerne er enige om at det godt kan lade sig gøre at undervise med modelleringskompetence som mål, men det er mere krævende for læreren i de små klasser fordi eleverne skal hjælpes i højere grad. Lærerne fortæller om både problemer og styrker ved at arbejde med modeller i det gennemførte forløb – dels kunne eleverne have svært ved at bearbejde teori og teoretiske modeller med det praktiske og intellektuelle beredskab de havde. Men lærerne fremhævede på den anden side at modellernes styrke i dette forløb bl.a. bestod i at kunne konkretisere abstrakte begreber og teorier.

På interviewers direkte spørgsmål om arbejdet med kompetencer har betydet en komplicering af lærernes arbejde, svarer de benægtende med henvisning til trinmålene for natur/teknik – eleverne forventes i forvejen at kunne designe og bygge modeller af naturfænomener. Lærerne forventer at de også ved fremtidige forløb vil bruge kompetencemål. Næste gang vil de prøve en anden kompetence – og lærernes erfaring er at det at målsætte én kompetence i en planlægningsmodel som SMTTE er "rigeligt".

Vurdering af undervisningsplanernes udvikling

Af ovenstående sammenligning af undervisningsplanerne i figur 2 og 3 ses det at september-skemaet har udviklet sig i to kolonner når det sammenholdes med november-skemaet. For det første er der tilføjet en del nye faglige begreber. For det andet er kolonnen "Kompetencer i forløbet" udvidet så der nu figurerer tre målniveauer for modelleringskompetencen. Dels et færdighedsniveau, som forventes at omfatte umiddelbart reproducerbar viden. Dels et kundskabsniveau, der kræver en individuel bearbejdelse af eleven så vedkommende kan fortælle om det pågældende fænomen med støtte fra modellen. Og endelig et meningsniveau, hvor eleven kan forholde sig til relevansen af den anvendte model for eleven selv – hvad kan eleven bruge den til? Skemaernes udvikling viser derfor at lærernes planlægning har udviklet sig over de mellemliggende måneder hvor lærerne har deltaget i udviklingsarbejdet. Læringsmålene er i det sidste skema i højere grad beskrevet i kompetencetermer idet alle tre kompetenceniveauer nu er inddraget.

Endvidere har det for Steffen været interessant at finde tegn på om lærerne vurderer kompetencemålsat natur/teknik-undervisning som operationaliserbar – altså om de fx mener at modelleringskompetencen er umagen værd at undervise og evaluere med. Som ovenstående uddrag af lærerinterviewet viser, så udtaler lærerne at de forventer at anvende kompetencemål i en ny planlægning, og at de har fundet modelleringskompetencen relevant i forhold til den almindelige undervisning. Des-

uden er lærerne i forvejen vant til systematisk målsætning og evaluering gennem en pædagogisk model hvorfor de må forventes at være i besiddelse af de fornødne rammer og beredskab til at inddrage kompetencemål i fremtidig planlægning.

Vedr. forskningsmål 2 – tegn på elevers modelleringskompetence

Evaluering af kompetencemål opfattes af CAND-udviklingsgruppen som en formativ evalueringsmetode blandt andet fordi undervisningens kontekst er af betydning for en tolkning af elevernes læringsresultater. Derfor havde lærerne og Steffen oprindelig planlagt en systematisk dataindsamling undervejs i processen via den før omtalte lydbandoptagelse af lærernes samtaler med grupperne. Dette måtte imidlertid opgives da lærerne ikke kunne finde ro til at sætte sig i længere tid med grupperne. Data indsamlet i forbindelse med forskningsmål 2 indskrænker sig derfor til:

- Steffens interview med lærerne efter undervisningsforløbet hvor de refererer løbende iagttagelser og erindringer fra samtaler med eleverne
- Steffens interview med elevgruppen efter undervisningsforløbet hvor de fortæller om hvad de har lært.

Forståelsen af de to datasæt forudsætter Steffens/evaluators indsigt i undervisningsforløbet samt et delvist kendskab til deltagerne i det (se overvejelser over dette i nedenstående diskussionsafsnit).

Sådan sagde lærerne om elevernes kompetence

Af interviewet med lærerne fremgår det at lærernes observationer hovedsagelig stammer fra projektperioden, altså den periode hvor eleverne relativt selvstændigt arbejdede med et selvvalgt emne inden for temaoverskriften. Forud for projektperioden var der gået en periode med læreroplæg og korte kurser i solsystemets opbygning o.a., og her havde lærerne ikke så god mulighed for at få indsigt i gruppernes og de enkelte elevers modelleringskompetence. Den kom derimod klarere til udtryk i projektperioden hvor lærerne typisk vejledte 2-3 elever ad gangen. Men også her var der problemer med at få ro til at lytte ind til elevernes forståelse. Steffen spørger om hvorvidt det har været muligt at gå rundt til grupperne og foretage en løbende evaluering:

L: "Jeg synes det har været alt for lidt. Det har ofte været sådan at de har haft brug for noget hjælp til deres modeller eller forsøg så man har faret meget rundt og hjulpet, og når de har arbejdet i de små grupper, så har det været lidt kaosagtigt. Der har ikke været tid til at samtale med den enkelte gruppe og få dem til at prøve at forklare hvad de har lavet."

Samme lærer foreslår at den oprindelige aftale om lydåndoptagelser af gruppesamtaler hvor de fortæller "audiologgen og hinanden hvad de har lært i dag", indføres som en fremtidig evalueringsform.

Lærerne har dog været så tæt på processen at de har kunnet differentiere deres vejledning af grupperne og konstatere at et forskelligt behov for vejledning også kan bunde i forskellig modenhed hos elevgrupperne:

L: "Jeg tror også at der er forskel på 3. og 4. klasse, for jeg har oplevet at nogle elever i 4. klasse selv er gået i gang med at udforme modellen som de selv vil have den – uden hjælp. Dem med planeterne – de har selv styret det. Når jeg har set at det har været rimeligt, det de har haft gang i, så har jeg ikke blandet mig mere. Og så har jeg brugt mere tid på andre – og også måttet sige stop for nogle idéer hvor dem med rumvæsenerne egentlig helst bare ville stå og lege med tingene."

Lærerne anvendte de i skemaet opstillede tegn på modelleringskompetence både under gruppearbejdet og under den afsluttende fremlæggelse. Tegnene blev anvendt til at diagnosticere om eleverne havde udviklet det forventede niveau i modelleringskompetencen, og her kom det frem at ikke alle elever var i stand til at koble den udarbejdede model til teori og begreber og omvendt. En af grupperne arbejdede med universets udvidelse og havde til deres fremlæggelse bl.a. anvendt en ballon til illustration af stoffets udvidelse i alle retninger fra et centrum:

L: "Da de så fremlægger, så puster de den her ballon op, men fortæller ikke hvorfor ballonen er med. Og da jeg så spørger efterfølgende hvad ballonen skulle vise – det vidste hun ikke lige. Så der har ikke været et link imellem hvad de har arbejdet med, og det de kommer og viser."

Lærerne kommenterede i øvrigt den afsluttende fremlæggelse i forhold til dens evalueringsværdi og udtrykte forbehold over for i hvor høj grad kompetecetegnene kunne anvendes i denne fase. Der kunne være flere årsager til at fremlæggelsen over for en stor elevgruppe, lærere samt udefrakommende (Steffen og praktikanter) ikke kunne bruges som målestok for elevernes kompetencybde, hvilket var en medvirkende årsag til at Steffen foreslog et fokusgruppeinterview med en mindre gruppe elever. Fokusgruppen bestod efterfølgende af otte elever, og de blev interviewet med henblik på at få et indblik i deres kompetencybde, herunder den personlige værdi og mening som modelleringskompetencen tillægges.

Sådan demonstrerede eleverne deres kompetence – på færdighedsniveau

I interviewet indgik der for det første spørgsmål der havde til formål at undersøge elevernes modelleringskompetence på færdighedsniveau, som i projektet ville vise sig som elevernes evne til at reproducere udvalgte fakta fra de i undervisningen anvendte modeller af solsystemet og universet. Steffen stillede spørgsmål om navne på planeter, forskel på planeter og stjerner, måder at inddele planeter på og teorier om universets opståen.

Interviewet var præget af flere indslag hvor eleverne hentede viden fra deres hukommelse – en kategori man måske kan kalde paratviden eller faktaviden, som er præget af tal og navne på fænomener samt naturfaglige begreber. Samtalen havde form som en dialog der hovedsagelig udfoldede sig mellem eleverne indbyrdes. Steffen stillede spørgsmål hvorefter en elev startede på et svar mens andre supplerede, korrigerede og fik associationer. Steffen stillede fx et spørgsmål om hvad der fik solen til at lyse, hvorefter eleverne svarede (hvert linjeskift indikerer at en ny elev svarer):

E: "Jeg ved det helt præcist – solen består af helium og brint."

E: "Brint, det er sådan noget der er i biler."

E: "Og når der ikke er mere helium og brint, så går solen ud."

E: "Jamen der går mange millioner år."

E: "Solen er 6 millioner grader varm indeni."

E: "Jeg tror at du vil kunne riste en pølse på under et sekund."

E: "På overfladen er der 5000 grader."

E: "6000 grader."



Figur 4. Elevgruppe i gang med at udforme solsystemet ud fra interviewers medbragte materialer.

Sådan demonstrerede eleverne deres kompetence – på kundskabsniveau

Spørgsmål af fakta-kategorien blev blandet med spørgsmål som i højere grad lagde op til at eleverne kunne demonstrere deres kundskaber, her forstået som evner der kræver at de kan anvende teorier og begreber dekontekstualiseret. Dvs. at de kan omformulere lærerens beskrivelser og forklaringer til deres eget sprog, bruge andre modeller som viser undervisningsindholdet på en ny måde, samt arbejde med en ny gruppesammensætning og nye tilhørere – altså i en ny situation. Fx havde Steffen taget en kasse objekter med fra sit eget undervisningslokale. Objekterne bestod af kugler med forskellige diametre og farver, papir, balloner, tændstikker og tråd. Samtalen forløb således:

Interviewer bad eleverne lave en model af solsystemet ud fra de medbragte materialer, som de ikke kendte fra eget undervisningsforløb.

E: "Her har vi Pluto."

E: "Nej, det skal være den mindste planet."

E: "Jamen det er den også."

E: "Må vi brænde noget af?" [I: "Nej."]

E: "Det her er en planet."

E: "Her er jorden – den skal være grøn."

E: "Passer den her ikke med Merkur?"

E: "Den her, det er Uranus."

E: "Her har vi en komet med en rød ballon bagpå."

E: "Må vi også sætte stjerner rundtomkring?" [I: "Ja."]

E: "Vi mangler også Saturn."

E: "Det her er Saturn."

E: "Og Venus."

E: "Mig og [...], vi laver mælkevejen."

E: "Pluto er blå."

E: "Nu skal vi passe på, for den planet der, den dør da."

E: "Ja, den er for tæt på solen."

Det fremgår at eleverne inddrager begreber, navne og relationer mellem objekter på en måde der må anses for at være fagligt relevant. Interviewers rolle under ovenstående dialog indskrænker sig til besvarelse af spørgsmål der har med rammesætning af opgaven at gøre.

Efter en ordveksling mellem eleverne om nogle af de kræfter der påvirker planeterne i solsystemet, fortæller en elev spontant om en oplevelse fra et netbaseret undervisningsprogram:

E: "Det var ligesom jeg var inde på nettet på et program der hed "Rumraket", så kom der et spil nede i bunden hvor man skulle undgå nogle sten. Hvis man prøver det, så kan du se at når du vil fremad, så giver den sådan en flamme, og når den står stille, så svæver den nærmest bare, og hvis jeg hopper ud herfra [ud ad vinduet i natur/teknik-lokalet, red.], så svæver jeg ikke, så falder jeg, men hvis jeg var i rummet, så svæver jeg."

E: "Det er tyngdekraften..."

Eleven fortæller med egne ord om forskellen på at bevæge sig uden for og inden for påvirkningen af et tyngdefelt. En anden elev kæder fortællingen sammen med det faglige begreb for fænomenet.

Eleverne demonstrerede flere gange i løbet af interviewet at de var i stand til at bruge forskellige objekter og opstillinger til at beskrive et fænomen der blev spurgt til. Steffen spurgte bl.a. til himmellegemernes indbyrdes placering og bevægelse i solsystemet og bad eleverne vise det gennem et planetdrama midt i klassen. De valgte hvilket himmellegeme de ville være, og diskuterede herefter placering og rotation hvorefter en elev blev udpeget som instruktør, og dramaet opførtes. Elevernes diskussion og planlægning tog omkring et minut. Forestillingen gik herefter i gang (se figur 5):

I: "... og så skal [instruktøren, red.] fortælle, for det kan båndoptageren jo ikke se."

E: "... er solen, og den er i midten, og så er ... Merkur, som snurrer rundt om solen, og så er ... jorden, med ... som månen i forhold til jorden, og ... er Venus. Og ... er Mars, og ... er Jupiter."



Figur 5. Der snurres rundt om solen og sig selv.

Sådan demonstrerede eleverne deres kompetence – på meningsniveau

Endelig blev de to foregående spørgsmålstyper suppleret med en type spørgsmål der havde til hensigt at få indsigt i elevernes personlige mening om modellerne. En personlig mening kunne ytre sig som som anvendelighed, følelsesmæssige relationer til modellen eller andre udtryk for positiv eller negativ værdi.

Det fremgik af samtalen med både 3.- og 4.-klasses-eleverne at det var sjovt at bygge modellerne. Efter timerne blev modellerne stående i naturfagslokalet så der kunne bygges videre på dem i efterfølgende timer. Flere grupper kom imidlertid ud for at elever fra andre klasser ikke kunne holde fingrene fra modellerne, og enkelte blev ødelagt:

I: "Har I kunnet bruge modellerne til noget?"

E: "Jeg lavede en model af rummet, og det var sjovt, men hver gang jeg kom ind til projektet efter en uge, så var det hele smadret af de store. Det står derinde, og det er væltet, men jeg kan hurtigt bygge det op."

E: "Vi havde om solen, og det handlede om hvad man kunne bruge solen til. Og det kunne man så vise."

E: "Jeg syntes det var sjovt fordi da mig og [...] var færdige med det vi havde lavet, så fik vi lov til at tage det med hjem."

E: "Og mig og [...], vi skal skiftes til at tage den med hjem i weekenden, så når weekenden er gået, så tager jeg den med i skole, og så skal han have den."

I ovenstående uddrag nævner eleverne flere formål med modellerne. Dels kan bygning af modeller i sig selv være "sjovt", dels kan de bruges til at demonstrere en opnået viden, og endelig kan modeller indgå i lege. Modellen har tilsyneladende været så attraktiv som legerekvisit at eleverne har måttet skiftes til at tage den med hjem. Muligheden for at lege med modellerne nævnes af flere elever – fx at de kan indgå i LEGO:

I: "Hvad bruger I modellen til når I tager den med hjem?"

E: "Jeg viser den til mine forældre."

E: "Jeg leger med mit."

E: "Jeg leger med mit i sand – det er godt til LEGO."

Følgende ordveksling udspandt sig i forbindelse med interviewers spørgsmål om modelleres brugbarhed i al almindelighed. Interviewer fornemmede at det var vanskeligt for eleverne i 3.-4. klasse at generalisere om modelleres funktionalitet, hvorfor han konkretiserede med et eksempel:

I: "Hvorfor er det smart at lave en model af universets tilblivelse?"

E: "For man ved jo ikke engang hvordan det er lavet."

E: "Man kunne give den [modellen, red.] til nogen – nogle rumfolk."

E: "Ja, og så kunne de sige om det var rigtigt."

E: "Jamen det er heller ikke sikkert at de ved det."

E: "Jo, de ved det."

E: "Nej, for der er mange der har hver sin mening."

Flere bidragydere formulerer her nogle udsagn om modellens funktion som en materialiseret forståelse af en naturvidenskabelig sammenhæng. Eleverne har produceret en model af fx universets opståen, altså en konkret genstand som de kan transportere til andre bidragydere til videnskabelig erkendelse om universets opståen – astronomer eller andre eksperter. Disse kan så betragte modellen og indgå i en dialog med eleverne om og en vurdering af denne som repræsentation for en videnskabelig forklaring. Modeller indgår på denne måde som et kommunikationsmiddel i den løbende faglige diskurs som karakteriserer naturvidenskab.

Elevernes svar på den sidste type spørgsmål der havde til hensigt at afsøge kompetencybden, forstået som elevernes personlige meninger om modeller, viste derfor forskellige svartyper. Nogle svar fokuserede på modellernes funktionalitet i forhold til eleverne selv, fx til leg eller som et produkt af en læreproces. Andre svar relaterede sig til modellens funktion som kommunikationsobjekt – man kan vise den frem og forklare en sammenhæng

Vurdering af tegn på elevers modelleringskompetence

Til analyse af elevernes modelleringskompetence anvendes de i figur 3 angivne tegn på eksistensen af kompetencen. Der tages derfor udgangspunkt i lærernes SMTTE-skema fra november, og de angivne tegn kan sammenholdes med teoretiske overvejelser over hvordan de tre niveauer i en kompetencybde kan manifestere sig.

Tegn på modelleringskompetencen på færdighedsniveau

Dette kan normalt iagttages som hensigtsmæssig reproduktion af fagligt indhold som er formidlet gennem læreren eller andre kilder. Vidensformen skal ikke opfattes som gold udenadslære, men som viden udvalgt og prioriteret af eleven til brug for løsning af et spørgsmål eller problem – i dette tilfælde at bygge en model af et astronomisk fænomen. Kompetence på færdighedsniveau kan iagttages gennem elevers adfærd eller præstation, og i den daglige undervisning indskrænker evaluering af elevers udbytte sig ofte til færdighedsniveauet (Elmose, 2007).

Lærernes udvalgte tegn omhandlede elevernes reproduktion af fakta om solsystemet, herunder at eleverne kunne udvælge vigtige kendetegn på planeterne og

bygge modeller under hensyntagen til størrelsesforhold. Ikke alle elever kunne ifølge lærerne leve op til disse tegn, hvor nogle elever ikke kunne forbinde den udarbejdede model med fagligt indhold – en oppustning af en ballon blev ikke kædet sammen med relevante teorier eller begreber. Lærerne gav dog også udtryk for at nogle elever havde en god forståelse af det faglige indhold og kunne arbejde selvstændigt.

Elevinterviewet indeholder flere passager hvor eleverne anvender en omfattende mængde faglige begreber såsom navne på planeter og andre himmellegemer samt fysiske fænomener som temperatur, tryk og tyngdekraft. Ofte bliver de astronomiske fænomener sat i relation til noget eleverne kender fra dagligdagen – “jeg tror at du vil kunne riste en pølse på under et sekund” – og brint som “er noget der er i biler”. Da eleverne bygger en model af solsystemet ud fra de medbragte materialer, vælger de i fællesskab objekter der i størrelsesforhold svarer nogenlunde til forskellene mellem planeterne, og de udvælger også efter farve. Et andet sted i interviewet får en elev placeret jorden i centrum for solsystemet, men vedkommende korrigeres af andre elever som henleder hans opmærksomhed på en model på opslagstavlen – “jamen prøv at kigge derop på skemaet” – hvorefter han korrigerer sin model – “solen er i midten”. Elevernes udtalelser om størrelsesforhold afslører ikke om de kan regne med skalaforhold mellem stjerner og planeter, fx 1:1.000, men de kan ordne himmellegemerne efter størrelse på den model der udarbejdes under interviewet.

Lærernes udvalgte tegn er nok bevidst valgt temmelig uspecifikke så der var plads til en differentiering i projektopgaverne, men det gør det lidt vanskeligt at vurdere relevansen af elevernes faktaviden mere præcist i forhold til lærernes forventninger. Elevernes udtalelser og valg viser dog at elevgruppen, som gruppe betragtet, kan anvende en bred faktabetonet viden om solsystemet og universet og derfor kan forventes at have opnået det planlagte kompetenceniveau. Interviewene synes derfor samlet at vise at lærerne stødte på enkelte elever som måske ikke kunne leve op til færdighedsniveauet i modelleringskompetencen, men at eleverne i almindelighed var i stand til at føre en faglig dialog og handle med henblik på at præsentere en modelleringsfærdighed.

Vurdering af kundskabsniveauet

Det dybereliggende kompetenceniveau er kundskabsniveauet, hvortil lærerne formulerede tegn som fordrer at eleverne kan forklare solsystemets opbygning og deres egen model med egne ord og inddragelse af relevante faglige begreber (se figur 3). Det vil sige at eleverne kan fortælle på deres niveau om et fagligt indhold som kræver nogen refleksion og fortolkning af de informationer som eleverne har mødt. Forskellen på en færdighed og en kundskab er graden af dekontekstualisering. Elever udvikler deres kundskaber når de anvender indlærte færdigheder i nye sammenhænge med henblik på at handle kvalificeret (Elmose, 2007). En kvalificeret handling forstås i dette

forskningsstøttede udviklingsprojekt som en selvvalgt aktivitet der sætter eleverne i stand til at opbygge en model af det astronomiske objekt eller fænomen som de undersøger, og som medvirker til deres forståelse af fænomenet eller objektet. Forståelsen kommer til udtryk gennem en forklaring med egne ord. Hvis eleverne kan frigøre sig fra den kontekst hvor de har mødt informationer om deres objekt eller fænomen, fx lærernes beskrivelser i de omtalte faglige kurser, og bringe informationer og færdigheder i anvendelse i en anden faglig og social kontekst, fx i interviewet, så vurderes denne dekontekstualisering som medvirkende til en kvalificering og dermed en øget kundskab om modellering.

I foregående afsnit beskrives nogle situationer hvor eleverne anvender viden og færdigheder i en kontekst som adskiller sig fra indlæringskonteksten. I den første episode anvender eleverne nogle genstande fra en kasse som interviewer har medbragt, og som ikke ligner objekter fra modeller eleverne har arbejdet med i klassen. Eleverne fører herefter dialog og korrigerer hinanden under udvælgelse af objekter de selv finder har lighed med stjerner, planeter og måner. Eleverne ordner genstandene efter faglige kriterier som størrelse, farve og afstand fra centrum og placerer himmellegememodellerne i en tredimensionel model over dele af solsystemet som igen søges placeret i sin egen galakse. Eleverne repræsenterer flere grupper som har arbejdet med forskellige projekter og udarbejdet forskellige produkter, så den fælles model som de udarbejder under interviewet, må opfattes som spontant opstået i situationen. Eleverne udnytter tilsyneladende den viden som de bringer med sig fra andre læringsituationer, og anvender den i en ny social og faglig kontekst hvorfor situationen her vurderes at afspejle elevernes kundskaber vedrørende modellering af solsystemet.

Dernæst er der beskrevet en situation hvor en elev spontant (hvilket her vil sige uden at interviewer med spørgsmål eller på anden måde har lagt op til det) henviser til en oplevelse med et computerbaseret program hvor han har stiftet bekendtskab med begrebet vægtløshed. Han har sammenholdt forhold uden for jordens tyngdefelt med forhold indenfor, hvor han dels bringer modellen fra computerprogrammet ind i beskrivelsen og dels anvender naturvidenskabelig viden til at reflektere over en hverdags erfaring – det “at falde”. Hvor han har sin viden fra, afslører interviewet ikke, men en anden elev bringer et fagligt begreb for fænomenet ind i samtalen – “tyngdekraften” – som man kan formode er introduceret i undervisningen. Under alle omstændigheder kan situationen opfattes som et eksempel på to elever der bringer viden fra andre læringskontekster i anvendelse i en ny faglig og social sammenhæng og dermed potentielt kvalificerer en handling. Dog med det forbehold at denne situation ikke viser hvorvidt de kan omsætte deres kundskaber til en konkret model over det naturvidenskabelige begreb tyngdekraft. Situationen viser at de sandsynligvis har evnerne til det.

Endelig er der ovenfor beskrevet en situation hvor eleverne på baggrund af interviewers korte oplæg selv iscenesætter et planetdrama hvor de agerer navngivne planeter og viser deres relative position og bevægelsesmønstre. Kinæstetiske udtryk for viden opfattes i denne forbindelse som internaliserede begreber, relationer eller teorier hvor kroppen bruges som model eller redskab til at illustrere begreberne eller relationerne – en læreproces som skaber syntese mellem en teoretisk forståelse og en handlingsbaseret forståelse og hukommelse (Fredens, 2004). Den i forhold til en analyse af situationen bagvedliggende læringsteoretiske formodning består i at læring af abstrakt naturvidenskabelig viden kan fremmes gennem en kropslig-kinæstetisk aktivitet som vedrører emnet, og ligeledes kan en kinæstetisk repræsentation af et vidensindhold vise noget om elevens forståelse af det abstrakte emne. Eleverne valgte som nævnt selv hvilke himmellegemer de ville repræsentere, og der udspandt sig en kort (ca. 1 minut) samtale om placering, hvorefter den af interviewer valgte instruktør tog over og fastlagde placeringen. Den indbyrdes rotation blev ikke diskuteret, men alle "himmellegemer" roterede mod uret omkring solen, og alle om deres egen akse mod uret.

Dramaet viser at eleverne har forstået de grundlæggende principper bag ved himmellegemers bevægelser, herunder en dobbeltrotation (om sig selv og om centrum i solsystemet), en bevægelse i koncentriske baner samt placeringsforskelle på stjerner, planeter og måner. Eleverne havde ikke tidligere prøvet at bruge egen krop til at illustrere astronomiske fænomener i forbindelse med det afsluttede undervisningsforløb, og som tidligere nævnt havde de heller ikke prøvet at arbejde sammen i den til lejligheden sammenbragte gruppe. Derfor var elevernes planetdrama et eksempel på at de kunne bringe viden indlært i én læringskontekst i anvendelse i en anden, ikke-lignende situation, altså et eksempel på modelleringskompetence på kundskabsniveau.

Vurdering af meningsniveauet

De udvalgte tegn på modelleringskompetence på meningsniveau består i dette projekt af at eleverne skal kunne give udtryk for deres mening om en personlig værdi af modeller af solsystem og planeter. En elev giver udtryk for en personlig mening hvis elevens interesse, værdier og/eller engagement kommer til udtryk i forbindelse med demonstration af en kompetence – altså en kombination af kognitive og affektive kvaliteter ved en evne (Elmore, 2007). Der er flere vanskeligheder forbundet med at identificere dette niveau, herunder at affektivt påvirkede egenskaber er komplicerede at evaluere, bl.a. fordi der kan forekomme mange motiver til at udtrykke sin personlige mening om hvorvidt noget fagligt er mere eller mindre interessant. I denne sammenhæng er der lagt vægt på et autentisk indtryk, forstået som et indtryk af at eleverne indgår i et for dem vigtigt undersøgelsesfællesskab mellem kammerater, lærere og andre vidende i arbejdet med modellen, og at undersøgelsen har forbindelse til elevernes hverdag og deres interesser (Woolnough, 1998).

I de udvalgte sekvenser i ovenstående beskrivelse giver eleverne flere gange udtryk for at modelbygningen har været "sjov", og at de har været glade for processen og tilsvarende trætte af når modellerne er blevet pillet ved eller ligefrem ødelagt af andre klasser. Disse udtryk tages som tegn på at eleverne er personligt engagerede og tillægger processen vigtighed – altså tegn på at der også investeres følelser i arbejdet ud over rent kognitive tilgange. At de kan relatere arbejdet til deres egen hverdag, kommer frem bl.a. gennem beretninger om at de tager modellerne med hjem og leger videre med dem i fritiden. Her fungerer modellerne som objekter der bygger bro mellem skolen og fritiden, hvor eleverne selv har valgt at tage dem med hjem, passe på dem og tage dem med i skole igen så kammerater kan overtage dem. Alt i alt en situation som sandsynligvis forekommer relativt sjældent idet skole og fritid ofte af eleverne opleves som adskilte verdener. Det skal dog retfærdigvis nævnes at interviewet ikke giver indikationer af i hvor høj grad modellen blev anvendt i en naturfagligt relevant kontekst i fritiden.

Udforskningsfællesskabet kommer til udtryk gennem elevernes henvisning til modellens funktion som kommunikationsmiddel vedrørende et astronomisk fænomen. Dels i forbindelse med en præsentation af opnået viden – en produktfremstilling af noget færdigt – men også som middel i en kommunikation med andre der arbejder med samme fænomen, som en foreløbig forståelse af fænomenet med henblik på en kritik af forståelsesprocessen. Eleverne i 3.-4. klasse kan på deres niveau se flere meningsfulde anvendelser af modellerne, herunder til egne legbaserede formål, som sjove byggeprojekter og som middel til at fremstille deres foreløbige viden. Uddragene viser derfor modelleringskompetence på meningsniveau.

Sammenfatning af vurderingen – er eleverne modelleringskompetente?

Udvalgte data har været analyseret for fremtrædelsesformer for tre niveauer af en kompetence, nemlig som færdighed, som kundskab og som udtryk for elevernes personlige mening om værdien af modellering. Der er fundet tegn inden for alle tre niveauer, hvilket her vurderes som indikation på at eleverne besidder modelleringskompetence ved afslutningen af det beskrevne undervisningsforløb. Hermed er der svaret bekræftende på forskningsmål 2 – at undersøge og dokumentere eksistensen af elevens modelleringskompetence i undervisning som benytter sig af evaluering af modelleringskompetencen.

Det skal dog bemærkes at den valgte metode er udvalgt med henblik på netop mål 2 – at identificere tegn på eksistensen af elevens modelleringskompetence i forbindelse med undervisningsforløbet. Der kan ikke konkluderes noget om hvorvidt undervisningsforløbet har medvirket til en *udvikling* af elevernes modelleringskompetence, da fremgangsmåden så skulle have været anderledes designet. Mere om dette i næste afsnit.

Resultaterne kan og bør diskuteres

I det følgende bliver metode og resultater diskuteret med henblik på at anbefale yderligere fokus på det felt som handler om evaluering af naturfaglige kompetencer. Som nævnt i indledningen blev projektet igangsat som en undersøgelse af den praktiske anvendelighed af det naturfaglige kompetencebegreb i en undervisningskontekst.

Resultaterne vedrørende forskningsmål 1 – udvikling af undervisningsplaner – indikerer at disse tre lærere har haft udbytte af at inddrage kompetencemål i deres undervisningsplan, og at udbyttet af inddragelsen vil afstedkomme inddragelse af kompetencemål i efterfølgende undervisnings- og evalueringsplaner. Pålideligheden af resultatet har jeg søgt verificeret gennem at lade lærerne vurdere min beskrivelse og analyse af udviklingen af undervisningsplanerne samt interviewet med dem selv. Metoden kan karakteriseres som en ekstern vurdering af pålideligheden (Dolin, 2001), hvor jeg har spurgt lærerne om mine fortolkninger af situationerne stemmer overens med deres opfattelse af samme, samt om jeg har forstået deres udsagn korrekt.

Lærerne svarer pr. mail i august 2009 at deres samarbejde er blevet udvidet til at gælde flere lærere på skolen, og:

“Vi har ikke nogen tilføjelser, men synes at du rammer rigtigt med dine samtaler, konklusioner m.m.”

Metoden kan samtidig karakteriseres som en validering af resultaterne, i og med at jeg i overensstemmelse med formålet med aktionsforskningsprojektet bringer resultaterne tilbage til de primære deltagere (her lærerne) og spørger om undersøgelsen vil få betydning for deres fremtidige planlægning og evaluering i natur/teknik, hvilket de har svaret bekræftende på. Denne form for gyldighedsundersøgelse kalder Steinar Kvale for pragmatisk validering, som kendetegnes ved resultaternes ændringspotentiale i forhold til praksis. Gyldigheden vurderes derved gennem handling (Kvale, 1997). Gyldigheden kan derudover diskuteres med baggrund i Emil Kruuses kriterier for samme i kvalitative undersøgelser. Her opregner han seks betingelser for at man skal kunne fortolke data så rigtigt som muligt, således at undersøgelsesmetoden har været i overensstemmelse med undersøgelsesformålet (Kruuse, 1989). Han opregner kriterier som tid, sted, sprog og fortrolighed, som alle kendetegner graden af nærhed til undersøgelsesfeltet. I det gennemførte projekt har jeg samarbejdet med lærerne igennem et halvt år og været til stede i undervisnings- og evalueringssituationer samt i forbindelse med interviews, hvilket må vurderes som gode betingelser for opfyldelse af de nævnte kriterier og derfor må understøtte min fortolkning af kommunikationen. Et femte kriterium handler om at variere omstændighederne i undersøgelsen, hvilket fx vil sige dataindsamlingsmetoder. I nærværende projekt er der dels anvendt de omtalte undervisningsplaner, dels interviews med lærerne, hvor der har kunnet konstateres

en overensstemmelse mellem de to datasæt. Undervisningsplanerne har udviklet sig, og lærerne beskriver planernes udvikling – at modelkompetencen nu er inddraget i planen, og at der i fremtiden vil blive arbejdet med evaluering af kompetencer.

Der kan imidlertid være en risiko for at nærheden mellem forsker og deltagere bliver for stor så resultatet ikke er repræsentativt for andre uden for samarbejdsgruppen. Undersøgelsesmetoderne kunne godt være suppleret med endnu en tilgang for at variere omstændighederne yderligere og for at adskille rollerne mere i projektet. Blandt andet kunne man foreslå observation af lærerne imens de underviser og evaluerer med kompetencebegreber, med henblik på at vurdere i hvor høj grad kompetencemålet er implementeret i undervisning og evaluering. Endelig nævner Kruuse et kriterium han kalder konsensus, som handler om berigtigelse hos deltagere eller udenforstående af tolkninger i undersøgelsen. Som nævnt har jeg i dette projekt valgt at tilbageføre resultaterne til lærerne med henblik på deres vurdering af holdbarheden af beskrivelser og analyser, og lærerne i projektet har ikke haft noget at indvende mod tolkning og analyse af forløbet. Alt i alt vurderer jeg derfor pålidelighed og gyldighed som acceptabel set i lyset af projektets rammer.

Der er behov for yderligere undersøgelser

Det kunne derfor være interessant at udsætte forskningsmål 1 og den valgte metode for undersøgelse med en større deltagerpopulation for øje. De beskrevne rammer for ovenstående projekt har givet mulighed for at følge både lærere og elever på tæt hold, og jeg har opnået en høj grad af nærhed til det undersøgte miljø. Det kan med en vis ret diskuteres om man kan komme *for* nær til sit objekt, så udtalelser og observationer farves af nærheden. Derfor kan en undersøgelse i større skala anbefales, så Steffen-deltager-relationen adresseres, fx gennem engagement af flere forskere og flere lærerpopulationer. Undersøgelsen af forskningsmål 1 kan med andre ord danne baggrund for et større projekt med flere lærere involveret for at se om også andre deltagere opfatter det naturfaglige kompetencebegreb som operationaliserbart.

Også en undersøgelse i større skala vedr. forskningsmål 2 kan anbefales. I nærværende undersøgelse konkluderes det at disse elever er i besiddelse af en modelleeringskompetence, men dette resultat kan være påvirket af specielt begavede elever, et forudgående undervisningsforløb eller en anden ikke-inddraget faktor. Så en større skala for at inddrage flere og mere forskellige elevpopulationer kan anbefales. Endvidere er det tidligere nævnt at for at kunne dokumentere en kompetence i udvikling er det nødvendigt med en ændring af undersøgelsesmetoden, således at den målsatte kompetence undersøges hos eleverne inden et undervisningsforløb, at metoden giver mulighed for at kunne følge den udvikling i undervisningen, og at kompetencens omfang og dybde afsluttende evalueres.

Og endelig var denne undersøgelse begrænset til modelleringskompetencen, som altså viste sig at være både operationel og konstaterbar. Men om de andre naturfaglige delkompetencer i lige så høj grad er anvendelige i en læringspraksis, og om de naturfaglige delkompetencer som helhed er funktionelle og veldefinerede, kan denne undersøgelse ikke svare på. Også derfor må der suppleres med tilsvarende samarbejder mellem forskning og udvikling.

Referencer

- Black, P. (1998). Assessment by teachers and the improvement of students' learning. I: B.J. Fraser & K.G. Tobin (red.). *International Handbook of Science Education* (s. 811-822). London: Kluwer Academic Press.
- Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (red.). (2003). *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser*. København: Undervisningsministeriet.
- Dolin, J. (2001). Fremgangsmåde og metodiske overvejelser. I: H. Bang, J. Bang, K. Beyer, J. Dolin & V. Schilling, *At lære fysik*, s.13 – 22, København: Undervisningsministeriet. Lokaliseret den 24. juli 2009 på: <http://pub.uvm.dk/2001/fysik/2.htm>.
- Elmose, S. (2007). Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem? *MONA*, 2007(4), s. 49-67.
- Erickson, F. (1998). Qualitative Research Methods for Science Education. I: B.J. Fraser & K.G. Tobin (red.), *International Handbook of Science Education*, s.1155-1173. Dordrecht: Kluwer International Handbooks.
- Fredens, K. (2004). *Mennesket i hjernen. En grundbog i neuropædagogik*. Århus: Systime Academic.
- Holter, H. & Kalleberg, R. (red.). (1996). *Kvalitative metoder i samfunnsforskning*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kruuse, E. (1989). *Kvalitative forskningsmetoder*. Virum: Dansk Psykologisk Forlag.
- Kvale, S. (1997). *Interview*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Skolestyrelsen. (2009). *Evaluering i natur/teknik*. København: Undervisningsministeriet. Lokaliseret den 16. marts 2009 på: www.evaluering.uvm.dk/templates/document_layout.jsf?context=DOCUMENT&function=showDocument&documentId=956.
- Woolnough, B.E. (1998). Authentic science in schools, to develop personal knowledge. I: J. Wellington (red.), *Practical work in school science. Which way now?* (s. 109-125). London: Routledge.

Abstract

This article investigates the practical value in a science teaching context of the concept of science competence. The investigation consists of a description and an analysis of the development of a syllabus which includes the concept of modeling competence. The project also investigates if it is possible to detect the modeling competence of the pupils.

The investigation has been carried out as a qualitative study with interviews of the three teachers in one focus group and eight pupils in another. The interviews have been analysed by using search criteria for functionality (relevance according to subject goals) and for competence complexity (skill, knowledge and meaning).

The article concludes that the teachers find the competence concept functional and that the pupils have shown evidence of a modeling competence.