

# NATURFAGLIG KOMPETENCE

## - baggrund for begrebet, dets styrker og begrænsninger i naturfagsundervisning

Af Steffen Elmose

### Abstract

*Formålet med artiklen er, at den lærerstuderende får teoretisk indsigt i det naturfaglige kompetencebegrebs baggrund og den diskurs, der føres nationalt og internationalt om kompetencebegrebet. Desuden introduceres den studerende til en praktisk pædagogisk anvendelse af det naturfaglige kompetencebegreb som planlægnings- og evalueringsredskab. Dette gøres med baggrund i et gennemført forskningsstøttet udviklingsarbejde i en folkeskoles naturfagsundervisning, hvor et lærerteam anvendte det naturfaglige kompetencebegreb som målsætningskategori. Artiklen viser potentialet i det naturfaglige kompetencebegreb som målsætningskategori i en decentralt planlagt og gennemført undervisning, men problematiserer også en ukritisk anvendelse af en OECD-fortolkning af kompetence, der kan modvirke det overordnede mål for naturfagsundervisningen, som er at medvirke til udvikling af elevernes almene dannelse.*

### Baggrund for og opbygning af artiklen

Mens denne artikel bliver skrevet, er et udvalg i gang med at udarbejde nye målbeskrivelser for alle skolens fag, herunder naturfagene. Udvalgene har fået besked på at indarbejde kompetencebegrebet som overordnet målkategori for fagenes undervisning (Undervisningsministeriet, 2013). For de nye fag, der indføres med folkeskolereformen, træder målene allerede i kraft fra skoleåret 2014/15.

Men kompetence er imidlertid ikke et entydigt begreb, som alle didaktikere og politiske beslutningstagere er enige om definitionen af. Kompetencebegrebet er siden midten af 2000-tallet gradvis blevet introduceret og indskrevet i mål på alle niveauer i uddannelsessystemet. Sammen med andre tiltag som nationale test og bindende mål skal indsatsen styrke evalueringskulturen, bl.a. begrundet i dårlige danske resultater i PISA-

testene (Dolin & Krogh, 2008). Derfor vil artiklen indledningsvis tematisere divergensen mellem to hovedopfattelser af kompetencebegrebet.

Dernæst argumenterer artiklen for en fortolkning af kompetencebegrebet, som sætter elev og lærer i centrum for fortolkning af kompetencemål, bl.a. begrundet i naturfagernes bidrag til elevernes almindelse.

I de efterfølgende afsnit gives eksempler på, hvordan de fire naturfaglige kompetencer kan defineres, karakteriseres og operationaliseres i en konkret undervisningssammenhæng, og artiklen afsluttes med kommentarer til de nye Forenklede Fælles Mål for naturfag med baggrund i ovenstående forståelse af naturfaglig kompetence. Den studerende anbefales hermed at opøve sin naturfagspædagogiske kompetence i, på en didaktisk reflekteret måde, at anvende de naturfaglige kompetencebegreber i planlægning, gennemførelse og evaluering af naturfaglige undervisningssekvenser.

## **Kompetencemål som "bottom-up" eller "top-down"?**

I begyndelsen af 2000-tallet blev kompetencebegrebet introduceret som målkategori i flere fagområder i Danmark. Matematikfaget blev i 2002 kompetencebeskrevet med baggrund i ønsket om, at børn og unge i højere grad skulle beherske faget i stedet for blot at kunne reproducere det. Desuden fandt man kompetencebegrebet funktionelt til at beskrive en forventet anvendelse af matematik på tværs og på langs i uddannelsessystemet (Arbejdsgruppen bag KOM-projektet, 2002).

Forskning i og udvikling af det matematiske kompetencebegreb inspirerede andre faggrupper til at søge alternativer til en pensumparadigmatisk beskrivelse af fag på forskellige trin i uddannelsessystemet, bl.a. i danskfaget og naturfagene. I 2003 afsluttedes en status- og visionsbeskrivelse af naturfagene i Danmark med flere forslag til strategier for fremtidens naturfagsundervisning, herunder at fagene blev målsat ved hjælp af kompetencebegrebet. Naturfaglig kompetence blev defineret som:

"Evne og vilje til handling, alene og sammen med andre, som udnytter naturfaglig undren, viden, færdigheder, strategier og metaviden til at skabe mening og autonomi og udøve medbestemmelse i de livssammenhænge, hvor det er relevant" (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003, s. 72).

Det er her værd at bemærke begreber som vilje, handling, mening, autonomi og medbestemmelse, som alle peger i retning af almindelse som det overordnede mål, og det fremgik også af publikationen, at kompetencemål skal være underlagt dannelsesmål. Naturfaglig kompetence bør ifølge denne forståelse af kompetencebegrebet indgå i menneskers almene dannelse sammen med andre faglige kompetencer, herunder matematiske, sproglige og samfunds-faglige. Og tilsammen kan de udgøre et fundament for

medbestemmelse og selvbestemmelse (autonomi) i et nuværende og fremtidigt samfund. Hermed anerkender forfatterne begrebet almen dannelse som det overordnede mål for al undervisning, på linje med Klafki (2001) og Sjøberg (2012). (Se også webantologiens artikel om almen dannelse). Denne forståelse af kompetence kan derfor kaldes *kompetence som middel til dannelse*.

### **To kompetencebegreber**

Den eksplicitte prioritering af dannelse som det overordnede mål for undervisning og naturfaglig kompetence som et blandt flere midler til at opnå almen dannelse kan opfattes som markant anderledes i forhold til OECD's og EU's prioritering af kompetence som overordnet uddannelsesmæssig målkategori fra årtusindskiftet. Denne forståelse kan kaldes *kompetence som dannelse*. Altså i betydningen "lig med". Prioriteringen har bl.a. resulteret i en europæisk samordning af målkategorier for alle niveauer af uddannelse i et fælles projekt under betegnelsen *kvalifikationsramme for livslang læring*. Bestræbelserne skal ses som et forsøg på at sikre arbejdskraftens frie bevægelighed og deltagerlandenes øgede konkurrenceevne, som er nogle af EU's og OECD's væsentligste formål med koordinering af uddannelsessystemerne (Illeris, 2012). Efterfølgende har der i Danmark foregået bestræbelser på at samordne og planlægge uddannelser med ministerielt definerede kompetencemål, hvor der på det seneste kan ses tegn på, at man fra centralt hold fortolker og lægger snævre målkrav ind i fagbeskrivelserne, bl.a. i folkeskolen (Højgaard, Bundsgaard, Sølberg & Elmoose, 2010). Som det blev nævnt i indledningen, skrives denne artikel, mens ministerielt nedsatte udvalg arbejder på at formulere nye mål for folkeskolens fag, heriblandt naturfagene. Udvalgene har fået en bundet opgave, som går ud på at formulere naturfagenes mål som kompetencer – og herunder to andre kategorier, nemlig viden og færdigheder. I øvrigt i lighed med læreruddannelsens målkategorier, som også er formuleret i kompetencer, viden og færdigheder. Det er imidlertid værd at bemærke som lærerstuderende, at Undervisningsministeriets nye Fælles Mål kommer til at operere med to forskellige kompetencebegreber.

1. For det første det generelle kompetencebegreb, der er fælles for alle fag i folkeskolen (og altså også læreruddannelsen). Her defineres kompetence som en evne til at reflektere over sin viden og sine færdigheder (Undervisningsministeriet, 2013). Altså kompetence *som dannelse*.
2. For det andet et naturfagligt kompetencebegreb, som ovenfor blev defineret af Dolin et al. (2003), og som skal opfattes som egenskaber, der er specifikt rettet mod det naturfaglige område, og som ud over elevens evner også involverer elevens interesse og oplevelse af relevans. Altså kompetence *som middel* til dannelse.

Problemet med indførelsen af det naturfaglige kompetencebegreb i de nye forenklede Fælles Mål er imidlertid, at det mangler den afklarende definition, som Dolin et al. foreslog i 2003, hvorfor begrebet kommer til at mangle dannelsesmæssig begrundelse. Det kan derfor være vanskeligt for brugeren af de nye mål at se relationen mellem fagets formål og kompetencebegrebet.

Det generelle OECD-kompetencebegreb (nr. 1) er altså i færd med at brede sig til alle dele af det danske uddannelsessystem, således at alle uddannelser bliver målsat fra centralt (lovgiver) hold, og således at de centrale myndigheder, herunder stat og kommuner, kan føre kontrol med, hvorvidt de samme myndigheders mål nås. Den tilgang til kompetencebegrebet, der kommer til udtryk her, kan opfattes som "top-down". Dette kan anses som i modstrid med en dannelsesdidaktik, hvor den didaktiske fortolkning og implementering af naturfaglige kompetencemål kun kan foretages decentralt i undervisningen, da kompetencerne udvikles i mødet mellem eleven, læreren og fagene (Illeris, 2012 ).

Kompetencemål kan således anvendes som et detaljeret kontrolinstrument, brugt af en central institution som et ministerium, men på den anden side kan kompetencemål, underlagt dannelsesmål, også fungere som pejlemærker for lærere og elever i en undervisningspraksis. Det naturfaglige kompetencebegreb har nemlig en styrke ved at fokusere på elevens anvendelse af naturfaglig viden og færdighed samt elevens forholdene sig til relevans og værdi af det naturvidenskabelige indhold. Så i denne forståelse af kompetence sker fortolkningen af kompetencemålene i praksissituationen – under planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisningen. Forståelsen af kompetencebegrebet ligger i øvrigt på linje med international forskning i kompetencemål, der sætter eleven eller medarbejderen i centrum for egen kompetenceudvikling – kompetent er noget, man selv vil gøre noget for at blive, ikke noget andre gør ved én (Cinterfor/ILO, 2004; Mertens, 2000). Denne forståelse og anvendelse af kompetencebegrebet kan opfattes som "bottom-up", altså at kompetencen udvikles i den undervisningsmæssige kontekst, der er bestemt af den didaktiske relation mellem eleven, læreren og det faglige stof – altså helt ude i den pædagogiske virkelighed i naturfagslokalet. Her er det den didaktisk rationelt tænkende lærer (Dale, 1998), der anvender kompetencebegrebet som planlægnings- og evalueringskategori. Det er denne sidste forståelse af kompetencemål, der ligger til grund for denne artikel.

## **Det naturfaglige kompetencebegreb**

Det naturfaglige kompetencebegreb (nr. 2 ovenfor) er udviklet af en række naturfagsdidaktikere på baggrund af en undersøgelse af, hvilke kerneelementer naturfagene består af. Forfatterne (Dolin et al., 2003) undersøgte enkeltfagene biologi, geografi, fysik og kemi i uddannelsessystemet og det fælles fagområde, der går under betegnelsen naturfag

(sammenlignet med sprogfag, historie- og samfundsfag, matematik, praktisk-musiske fag o.a.) og kom frem til, at fagområdet har en række karakteristika. Fagområdet adskiller sig fra andre i kraft af den måde, man arbejder på – altså praksisformer, den måde, man skaber viden på – epistemologi, og på det indhold, man undersøger – altså genstandsfeltet. Der er ikke vandtætte skotter imellem fagområdenes karakteristika. Tværtimod er der væsentlige overlap, f.eks. imellem matematik og naturfag, idet disse to fagområder i et vist omfang benytter sig af den samme måde at skabe viden på via logisk deduktiv argumentationsform. Til en vis grad gælder det også for praksisformer, idet begge fagområder anvender modeller og repræsentationer i deres beskrivelse og forståelse af genstandsfeltet. Men netop genstandsfeltet adskiller nok de to fagområder mest, idet naturfagene altid har naturen og dens fænomener som sit genstandsfelt, hvorimod matematikkens genstandsfelt primært er den logiske opbygning af aksiomer, hvis indhold kan være rent abstrakte konstruktioner – et såkaldt aksiomatisk system (Føllesdal, Walløe & Elster, 1997). Matematikfaget kan vælge at lade sig inspirere af naturen, men er altså ikke bundet af, at den matematiske viden skal måles i forhold til dens overensstemmelse med naturen. Matematik kan dog vælge at lade sine konstruktioner assistere naturvidenskaben og naturfagene med at forstå naturen. Igennem undersøgelsen af naturfagsområdet som helhed og de enkelte naturfag kom didaktikerne i 2003 frem til:

- At det, man skal vide og kunne inden for naturfagene, kan samles i begrebet naturfaglig kompetence, med hvilken naturfagene medvirker til den almene dannelse af eleven.
- At det naturfaglige kompetencebegreb kan underinddeles i en række delkompetencer, som tilsammen udgør den naturfaglige kompetence.

### ***Delkompetencerne***

Delkompetencerne er at forstå som brede vilje- og evnekategorier, som omfatter viden, færdigheder og strategier, der er hensigtsmæssige i en naturfaglig kontekst. Nedenfor beskrives de enkelte delkompetencer i den udformning, den naturfagsdidaktiske forskning har beskrevet dem. Man skal erindre, at det naturfaglige kompetencebegreb kun er godt 10 år gammelt, og derfor diskuteres og omformuleres delkompetencerne stadig med henblik på at finde frem til den mest hensigtsmæssige form og det mest hensigtsmæssige antal. Bestræbelserne går ud på at finde ind til det væsentligste, man skal kunne, for at være naturfagligt kompetent. Hvad er naturfagernes kernekompetencer? Det foreløbige resultat af bestræbelserne ses nedenfor, men lad os først forestille os et par situationer, hvor der kan indgå naturfaglige delkompetencer, hvis de altså er udviklet.

*Eksempel 1: Du bliver bedt om at vurdere to jordarealers egenskaber med henblik på dyrkning af en bestemt afgrøde. Hvad vil du gøre?*

Hvis du er naturfagligt kompetent, vil du for det første synes, at opgaven er vigtig og interessant. Denne forudsætning indgår i *viljedelen* fra definitionen. Du *vil* gerne opgaven – du er selv nysgerrig efter at finde svar på opgaven. Dernæst vil din vurdering sandsynligvis afhænge af en forudgående undersøgelse og beskrivelse af de to jordbundstyper, arealernes omgivelser samt afgrødens behov for optimal vækst. Dine undersøgelser vil omfatte indkredsning af relevante parametre, udvælgelse af specifikke metoder til parametrene, udførelse samt sammenligning imellem jordbundsarealerne. Dernæst vil du skulle validere dine resultater i forhold til tilsvarende undersøgelser, og endelig skal du formidle resultaterne til opgavens udbyder.

*Eksempel 2: Du er lærer for en 8. klasse i naturfagene. Skolen har indført forbud mod energidrikke i skoletiden, og det er eleverne i klassen utilfredse med. Hvordan vil du tilrettelægge undervisningen, så eleverne erkender risici ved indtag af energidrikke?*

Hvis eleverne skal udvikle naturfaglig kompetence, skal de for det første være motiverede for undervisningen og de naturfaglige undersøgelser, hvilket du kan gå ud fra, idet eleverne oplever forbuddet som en unødigt indblanding i deres personlige valg. Dernæst aftaler du procedure for undersøgelser med eleverne – hvad skal undersøges, hvordan og til hvad skal resultaterne bruges? Undersøgelserne kan omfatte indhold af virksomme stoffer i energidrik, påvirkning af kroppen, eventuelle bivirkninger o.a. Resultater af undersøgelser og afprøvninger formidles gennem modeller og grafisk repræsentation, og endelig perspektiveres resultaterne gennem elevernes diskussion og problematisering af valg af handlinger med henblik på sundhedsfremmende livsstil. Klassens undersøgelsesresultater og konklusioner kommunikerer gennem skoleavisen og direkte til skolens ledelse.

De ovenstående to eksempler indeholder anvendelse og udvikling af følgende delkompetencer:

- Undersøgelseskompetence – også kaldet empirikompetence
- Modelleringskompetence
- Perspektiveringskompetence
- Kommunikationskompetence

Det er disse delkompetencer, som eleverne forventes at udvikle igennem deres skolegang i grundskolen og ungdomsuddannelser, således at de kan fungere som naturfagligt kompetente medborgere og træffe alment dannede fornuftige valg (Sjøberg, 2012).

### ***Delkompetencernes styrker og et par svagheder***

Delkompetencerne skal helst være så tilpas tydelige for læreren – og eleverne – at de kan bruges som redskaber til at sætte mål for undervisningen. Hvis læreren gerne vil udvikle elevernes evne til og interesse i selv at planlægge og gennemføre naturfaglige undersøgelser, skal det være muligt at planlægge et undervisningsforløb, der er konstrueret, så eleverne udvikler disse nødvendige delkompetencer. Og at læreren kan dreje undervisningen i en bestemt retning, hvis han vurderer, at eleverne mangler at udvikle kompetencen til at udføre modeller af naturfaglige fænomener, eller at eleverne skal udvikle deres evne til at formidle et naturfagligt ræsonnement.

Imidlertid er delkompetencerne ikke at opfatte som klart afgrænsede og eksakte størrelser, der gør det muligt for en udefrakommende evaluator umiddelbart at observere, i hvilket omfang de er til stede. Dels forudsætter de hinanden, så det ikke giver mening at forestille sig, at læreren kan søge elevernes perspektiveringskompetence udviklet, uden at det vil have positive effekter på udvikling af flere af de andre kompetencer. Dels er de ikke skarpt afgrænsede i forhold til hinanden, så det kan være vanskeligt at afgøre i en evalueringssituation, hvilken delkompetence der lige nu viser sig hos en elev.

Processen frem mod formulering af de naturfaglige kernekompetencer er foreløbig tilendebragt med Forenklede Fælles Mål, men diskussionen om afgrænsning og hensigtsmæssighed af delkompetencerne vil sandsynligvis fortsætte blandt naturfagsundervisere og forskere. Med inspiration fra Dolin et al. (2003) undersøger vi i det følgende delkompetencerne, som *dengang* blev karakteriseret som følger:

- Undersøgelseskompetence (empirikompetence), som omfatter evne og vilje til at undre sig og stille spørgsmål til naturfaglige fænomener og foretage undersøgelser for at finde svar på spørgsmålene.
- Repræsentationskompetence, som omfatter vilje og evne til at bruge symboler, grafiske udtryk og algoritmer over naturfaglige fænomener og forholde sig kritisk til disse.
- Modelleringskompetence, som omfatter vilje og evne til at anvende og manipulere reducerede udtryk for komplekse naturfaglige fænomener samt forholde sig kritisk til disse.
- Perspektiveringskompetencen, som omfatter vilje og evne til at kommunikere om naturvidenskabelige metoder og resultater og diskutere disse i en samfundsmæssig kontekst.

Desuden nævntes ræsonnementskompetencen som en blandt flere kommunikationskompetencer, som alle fag mere eller mindre eksplicit forventer udviklet. I forhold til naturfag vil det være relevant, at elever udvikler en:

- Ræsonnementskorrespondance, som omfatter vilje og evne til at gennemføre og forholde sig kritisk til argumentation med baggrund i naturfaglige sandhedskriterier (Dolin et al., 2003).

Læg mærke til, at delkompetencerne refererer til ”overkompetencen” – naturfaglig kompetence, gennem inddragelse af målkategorierne vilje og evne. Efter 2003 har man især diskuteret det hensigtsmæssige i at opretholde adskillelsen mellem modellering og repræsentation, idet delkompetencerne har så stort overlap, at diskussionen mere tjener et teoretisk akademisk formål end et funktionelt undervisningsmæssigt formål. I det følgende gives en kort introduktion til de delkompetencer, der optræder som målkategorier i de nye Forenklede Fælles Mål samt en kort begrundelse for deres berettigelse, og de enkelte delkompetencer vil derefter i næste hovedafsnit blive behandlet mere indgående.

### ***De fire naturfaglige delkompetencer, som optræder i forenklede fælles mål (2014)***

Undersøgelseskompetencen viser sig altså ved elevens interesse i at foretage undersøgelser og elevens viden om, hvilke spørgsmål der kan stilles til en given naturfaglig kontekst. Dette kræver indsigt i den naturfaglige sammenhæng, herunder det naturfaglige indhold, baggrundsviden om fænomenet og indsigt i, hvilke metoder der kan anvendes for at undersøge fænomenet. I stort omfang handler denne kompetence om – med baggrund i en undren – at stille de rigtige spørgsmål, så man med naturfaglige metoder kan producere resultater som svar på spørgsmålene.

Modelleringskompetencen viser sig igennem elevens interesse i at anvende repræsentationer, forstået som forenklinger af naturfaglige fænomener, og samtidig gennem elevens evne til at forstå teoretiske repræsentationer og også selv udføre repræsentationer. Repræsentationerne kan have form af konkrete tredimensionelle modeller, men kan også være tal, symboler eller algoritmer, altså sammenhænge mellem forskellige faktorer i naturen. Hvis f.eks. eleven kan forstå og arbejde med en relation mellem en luftarts tryk, temperatur og volumen og kan udtrykke sig om relationen gennem faktorerne  $P$ ,  $V$  og  $T$  i en algoritme som  $P \times V = kT$ , besidder han/hun en modelleringskompetence. Denne algoritme kan udtrykkes i en funktion, hvor f.eks.  $V$  holdes konstant, og  $P$  kan aflæses som funktion af  $T$  i en graf. Repræsentationen kan også have form af en konkret model, hvori det vigtigste til illustration af det naturfaglige fænomen er udvalgt. Her kan eleven planlægge og udføre en konkret manipulerbar model af f.eks. ovenstående algoritme.

En modelleringskompetence har eleven brug for til at beskrive naturfaglige fænomener i en form, som kan illustrere fænomenet i en formidlingssituation, og hvor eleven kan manipulere med modellen, så den kan vise, hvad der sker, hvis man ændrer på vigtige delelementer i naturen. Hvis eleven ønsker at illustrere, hvad der sker med atmosfærisk luft



under påvirkning af øget temperatur, kan han/hun vælge en model bestående af en rispapirpose, hvis luftmasse kan opvarmes, og observere og beskrive, hvad der sker under opvarmning. Fænomenet kan beskrives med de samme faktorer som ovennævnt, altså en relation mellem luftartens tryk, volumen og temperatur. En anden laboratoriebaseret opstilling ville med måleinstrumenter kunne beskrive en udvikling af faktorerne i forhold til hinanden, og en graf ville kunne tegnes som en todimensionel model af fænomenet.

Kommunikationskompetencen (tidligere kaldet ræsonnementskompetencen) er indført sidst i rækken af naturfaglige delkompetencer. Den nævntes ganske vist i antologien fra 2003 (Dolin et al.), men blot som et eksempel fra fysikfaget i gymnasiet, hvis kompetencemål Jens Dolin havde beskrevet i anden sammenhæng. Her (*ibid.*) dukker ræsonnementskompetencen op, inspireret af matematikfagets tilsvarende kompetence, med den begrundelse, at den viser elevens evne til at beherske fagets kultur, herunder den måde, argumenter opbygges på. Grunden til, at ræsonnementskompetencen ikke kom med i antologiens bud på 4 naturfaglige kompetencer, var, at forfatterne var bekymrede for, at fagbeskrivelsen og målformuleringerne skulle falde i "behaviorismefælden" (Niss, 1999). Bekymringen henviser til, at jo flere delkompetencer der formuleres, jo mere detaljeret bliver de beskrevet, og jo mindre plads bliver der til den lokale fortolkning af kompetencemålene hos læreren i undervisningskonteksten. Når model- og repræsentationskompetencen slås sammen, bliver der alligevel plads til kommunikationskompetencen, så der stadig er et overkommeligt antal delkompetencer tilbage, nemlig fire.

Der vil også være overlap mellem kommunikations- og perspektiveringskompetencen, idet de begge kommer i spil i formidlingssituationer i naturfagsundervisningen. Men hvor kommunikation gennem naturfaglige ræsonnementer er noget, eleven fortrinsvis benytter inden for en naturvidenskabelig kontekst, kommer perspektiveringskompetencen til udtryk i situationer, hvor naturfagernes andre dimensioner er relevante. Det kan være samfundsmæssige, økonomiske og etiske dimensioner, som eleven skal kunne inddrage og sætte i relation til naturfænomenet. Den atmosfæriske lufts indhold af gasser og deres egenskaber kan undersøges teoretisk og eksperimentelt, og forskellige fysiske love kan anvendes i beskrivelsen som et led i et naturvidenskabeligt ræsonnement. Når den historiske udvikling af indholdet og fordelingen af gasser i atmosfærisk luft inddrages, og indflydelsen på det globale klima diskuteres, vil det medføre inddragelse af andre dimensioner af naturfagene, og her udvikler og demonstrerer eleven sin perspektiveringskompetence.

### **Kompetencers bredde og dybde**

Evaluering af naturfaglig kompetence vil kræve, at processen omfatter muligheder for at få indsigt i elevens læring og udbytte af undervisningen, herunder, om eleven anser det lærte

for meningsfuldt og kan skabe sammenhæng med hans/hendes øvrige kundskaber og interesser. Bente Jensen og Per Schultz Jørgensen (1999) har udstyret kompetencebegrebet med en bredde- og en dybde dimension, hvor breddedimensionen omfatter et kompleks af flere elementer, f.eks. videnskæssige, kreative og sociale kvaliteter. I forståelsen af en naturfaglig kompetence kan breddedimensionen udgøres af de fire naturfaglige kompetencer sådan at forstå, at de alle skal være til stede og udvikles sammen igennem elevens deltagelse i naturfagsundervisningen.

Dybden kan opfattes som en stadig øget integrering af kompetencen i elevens kognitive og affektive potentiale, således at det øverste niveau af eleven vil opfattes som mindre vigtigt for ham/hende, mens det dybeste niveau, meningsniveauet, vil være integreret med hans/hendes værdier og holdninger. Der er således tale om en progressiv udvikling mod stadig dybere erkendelse og mening for eleven, således at han/hun først opnår en middelbar og kontekstbundet færdighed i f.eks. at undersøge et naturfagligt emne, dernæst kan han/hun opnå en stadig mere umiddelbar og dekontekstualiseret kundskab om emnet, og endelig kan han/hun internalisere den dekontekstualiserede kundskab og integrere den med sine værdier og holdninger, så den giver mening for ham/hende (Elmose, 2012, 2010).

Bredde Dybde	Undersøgelse	Modellering	Kommunikation	Perspektivering
Færdighed				
Kundskab				
Mening				

**Fig. 1:** Her ses de to dimensioner af naturfaglig kompetence. Breddedimensionen udgøres af delkompetencerne og dybde dimensionen af graden af integration i elevens øvrige kognitive niveauer.

### Eksempel

Eleven deltager i lærerstyrede forløb om kulstof som grundstof og sætter sig ind i stoffets egenskaber og kemiske forbindelser med andre stoffer, herunder organisk stofopbygning gennem fotosyntesen. Eleven opbygger viden og færdigheder, der gør ham/hende i stand til at løse opgaver, der ligner hinanden, i kendte situationer. Eleven har opbygget kompetence på færdighedsniveau.

Dernæst deltager eleven i et tværfagligt forløb, hvor hans/hendes færdigheder kommer på prøve i ukendte kontekster, således at han/hun skal inddrage viden og metoder efter et relevanskriterium. Temaet handler om kulstofets kredsløb, og eleven skal inddrage viden og metoder fra forskellige fag med henblik på at svare på problemer om anvendelse af fossile brændsler og betydningen for klimaet. Kompetencen på kundskabsniveau kan evalueres

med henvisning til, i hvor høj grad eleven kan frigøre sig fra den kontekst, hvori viden og færdigheder oprindeligt blev indlært, og bruge dem i den nye situation – altså graden af dekontekstualiseret viden og færdighed.

Endelig viser eleven det dybeste niveau af naturfaglig kompetence, når han/hun på baggrund af det tværfaglige forløb vælger at fordybe sig i et projekt med baggrund i et selvformuleret problem om gasindvinding i Nordjylland ved *fracking*metoden og dens mulige konsekvenser for det omgivende miljø. Det er her muligt for læreren at evaluere meningsniveauet, idet eleven ud over at inddrage færdigheder og kundskaber også giver udtryk for sin personlige interesse og stillingtagen til den potentielle konflikt mellem økonomi og miljø, samfundsforhold, etik o.a.

Indtil nu er det naturfaglige kompetencebegreb blevet introduceret og defineret, de fire naturfaglige delkompetencer er indkredset som det naturfaglige kompetencebegrebs breddedimension, og kompetencens dybde dimension er vist teoretisk og gennem et eksempel. Herefter begiver artiklen sig nu mod en lidt mere empirisk funderet beskrivelse af de fire delkompetencer og et bud på, hvordan de kan operationaliseres i konkret undervisning.

## **Delkompetencerne – hvordan kan man planlægge og evaluere med dem?**

I 2008 gennemførte et team af naturfagslærere et forskningsstøttet udviklingsarbejde om anvendelse af det naturfaglige kompetencebegreb som målkategori i undervisningen. Lærerne var vant til at arbejde systematisk med planlægning og evaluering af deres natur/teknikundervisning i to 4. klasser og ville gerne afprøve delkompetencerne som målkategori. Lærerne var enige om, at klasserne skulle arbejde med solsystemet i et længerevarende forløb, som både bestod af lærerstyrede kursusagtige forløb og projektforsløb, som eleverne i højere grad havde medindflydelse på. Lærerne planlagde ved hjælp af SMTTE-modellen, og målene (M'et i SMTTE) blev formuleret som delkompetencer, f.eks. undersøgelseskompetence. Lærerne benyttede alle delkompetencer i forløbet, men fokuserede i deres systematiske og forskningsstøttede evaluering specielt på modelleringskompetencen. Metoden til at arbejde systematisk med en eller flere delkompetencer i naturfagsundervisningen er i høj grad baseret på dette udviklingsarbejde (Elmose, 2010).

I det følgende gennemgås delkompetencerne enkeltvis. Først beskrives delkompetencen og dele af den forskning, der er foregået med undersøgelse af kompetencen. Dernæst vises et skema, hvor kolonnerne fra venstre mod højre bliver mere og mere kontekstbundet og defineret af lærerne, der varetager undervisningen i den konkrete klasse. I tredje kolonne, generelle karakteristika, har forfatteren til denne artikel budt ind med en række kendetegn ved delkompetencen, som almindeligvis tillægges denne. Altså forslag til væsentlige fremtrædelsesformer ved f.eks. en undersøgelseskompetence – hvordan viser en

undersøgelseskompetence sig hos en elev eller en gruppe elever? Forslagene kan og bør naturligvis diskuteres og suppleres af naturfagsdidaktikere, herunder lærerstuderende. Disse karakteristika er altså udarbejdet i forbindelse med et udviklingsarbejde med lærere i natur/teknik tilbage i 2008. I de følgende skemaer vil de generelle karakteristika (3. kolonne) være sammenlignelige med den kolonne i Forenklede Fælles Mål, der benævnes *Naturfaglige undersøgelser*.

### **Undersøgelseskompetence**

Denne kompetence er velbeskrevet i den naturfagsdidaktiske forskning (Fensham, 2011; National Research Council, 2000). Forfattere er ikke altid enige om, hvori kompetencen består, men der synes at være enighed om, at der bør være delvis overensstemmelse mellem naturvidenskabelige arbejdsmåder og undervisningsfaglige arbejdsmåder. Naturvidenskab er empirisk, og undersøgelserne i undervisningsfagene udføres tilsvarende på empirisk grundlag, som tilstræber en så god overensstemmelse mellem beskrivelser af naturen og den virkelige natur som muligt. Et vigtigt empirisk hjælpemiddel er det matematiske sprog og matematiske værktøjer, som kan hjælpe deltagerne til at tolke observationer og eksperimenter. Eleverne skal lære den naturvidenskabelige kultur at kende, som også omfatter debat og uenighed, ligesom argumenter må afprøves og udfordres (Sjøberg, 2012).

I nøje planlagte undervisningsforløb kan det tilstræbes, at eleverne arbejder med eksemplarisk åbne naturvidenskabelige problemer, hvori de har en stor grad af medbestemmelse og autonomi (Krogh, 2009). En nøje planlægning er nødvendig, idet den naturfagsdidaktiske forskning dels konstaterer, at undersøgelser og praktisk arbejde er vigtige i naturfagsundervisning, og dels at det ikke altid er åbenlyst, hvad eleverne lærer gennem praktisk arbejde (Erickson & Meyer, 1998). Derfor må lærerne på forhånd gøre sig nogle tanker om, hvilke mål der er realistiske, og hvilke tegn de vil lede efter i elevernes dialoger og handlinger.

I nedenstående skema ses altså relationer mellem syntesebegrebet, undersøgelseskompetencen, de generelle karakteristika, lærerens tolkning af de generelle karakteristika i forhold til undervisningskonteksten og udvalgte tegn på karakteristika.

I udviklingsarbejdet på skolen indgik introduktion til og anvendelse af det naturfaglige kompetencebegreb og delkompetencerne (1. og 2. kolonne). Desuden diskuterede lærerne med den tilknyttede forsker og indbyrdes, hvordan de generelle karakteristika (3. kolonne) kunne omformuleres til lærernes egne tolkede karakteristika (4. kolonne), og på baggrund af lærernes formuleringer udvalgte de herefter en række tegn på delkompetencen, som de ville fokusere på i evalueringsproceduren (5. kolonne)

Syntese- begreb	Delkompetence	Generelle karakteristika	Lærernes tolkede karakteristika	Lærernes udvalgte tegn
		Elever kan:	Elever kan:	Elever kan:
Natur- faglig kompe- tence	<b>Undersøgelses- Kompetence</b>	Undre sig og stille spørgsmål	Stille spørgsmål til årstidernes opståen	reproducere fakta
	Modellerings- kompetence	Formulere muligt svar på spørgsmål	Opdage relationen mellem dagslængde og jordaksens hældning	anvende faglige begreber i egen fortælling om årstiders variation
	Kommunikations- kompetence	Foreslå fremgangsmåder til egne undersøgelser	Foreslå metoder til at registrere dagslængde og årstidsvariationer	eleven har en mening om den personlige værdi af kunne observere og måle forskel på årstider
	Perspektiverings- kompetence	Anvende enkelt udstyr til egne undersøgelser	Anvende skemaer, termometer, lysmåler o.a.	
		Indsamle data i den nære omverden	Observere vejr og måle vejrdata	

**Figur 2:** Undersøgelseskompetencen vist som planlægnings- og evalueringsredskab i et 4.-klasses-n/t-forløb om planeten jorden i solsystemet. Den mørke markering indikerer, at alle mål i skemaets kolonne 3, 4 og 5 medvirker til udvikling af undersøgelseskompetence.

Læg mærke til kolonnen yderst til højre, hvor forskellen på de tre tegn svarer til den ovenfor omtalte progression i dybden af undersøgelseskompetencen. At reproducere fakta vil svare til en færdighed i at benytte den viden og de metoder, som læreren eller øvelsesmaterialet har anvist. At anvende faglige begreber i en fortælling med egne ord vil være udtryk for en dekontekstualisering af viden og færdigheder, hvor eleven kan "flytte sin viden" fra den oprindelige læringssituation til en mere ukendt situation. Dette tegn kan tolkes som en kundskab. Hvis for det tredje eleven på en eller anden måde kan udtrykke sig om, hvad det betyder for ham/hende at kende til årstidernes forskelligheder, og hvordan de opstår, vil det være et tegn på, at han/hun har vurderet den indvundne kundskab og taget stilling til dens værdi eller relevans.

Dette dybeste niveau er ikke nemt at nå i en evalueringsprocedure. Dels fordi det tager tid i en travl undervisningshverdag at få indsigt i hver enkelt elevs kompetencedybde, og dels fordi det kan være vanskeligt at få et ægte billede af elevens meninger, som kan være påvirket af lærer-elev-relationen eller andre sociale forhold. Det kan imidlertid anbefales, at

lærere og lærerstuderende forsøger at udvikle en evalueringsprocedure, hvor det kan lade sig gøre – under de givne rammebetingelser.

### ***Modelleringskompetencen***

Anvendelse af modeller og repræsentationer samt begrundelse for anvendelsen er velbeskrevet i naturfagsdidaktisk forskning og udvikling. Man definerer en model, som er en forenklet repræsentation af virkeligheden, og man finder modelbrug og repræsentationer for naturfænomener både i naturvidenskaben og i naturfagsundervisningen. Undervisningen skal bl.a. udvikle elevernes naturfaglige forståelse gennem kommunikation om og med modellerne (Hannisdal & Ringnes, 2003; Gilbert & Boulter, 1998). Eleverne skal i lighed med naturvidenskabelige forskere kunne operere med forskellige modelformer, herunder skalamodeller og analoge modeller.

Den naturfagsdidaktiske udredning af modelleringskompetencen kan herefter lede frem til nedenstående figur, som angiver relationer mellem det overordnede naturfaglige kompetencebegreb, den aktuelle delkompetence og generelle karakteristika, der kan tjene som inspiration for læreren, når han planlægger sin undervisning og evalueringsprocedure. Skemaet er i lighed med undersøgelseskompetenceskemaet udarbejdet af lærerne i det omtalte udviklingsprojekt. Forskellige rapporter har i de senere år beskrevet problemer med danske læreres evaluingskultur, herunder i naturfagene (se artiklen om evaluering i naturfag i denne webantologi). Derfor var det interessant at spørge lærerne, om den valgte evalueringsprocedure i solsystemforløbet var anderledes krævende end normalt. Den forsker, der fulgte udviklingsarbejdet, samlede bl.a. op på lærernes oplevelser med evaluering af kompetencebegrebet:

”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 at arbejde i dybden med en anden delkompetence – og lærernes erfaring er, at målsætte én kompetence i en planlægningsmodel som SMTTE er rigeligt” (Elmose, 2010, s. 16).

Lærerne gav altså udtryk for, at evalueringsproceduren ikke var specielt krævende, og at de agtede at fortsætte med at bruge kompetencemål i deres sædvanlige evalueringsprocedure. Men der kan være gode grunde til at koncentrere sig om en enkelt delkompetence ad gangen, idet karakteristika ved delkompetencerne kan være svære at adskille.

Syntese- begreb	Delkompetence	Generelle karakteristika	Lærernes tolkede karakteristika	Lærernes udvalgte tegn
		Elever kan:	Elever kan:	Elever kan:
Natur- faglig kompe- tence	Undersøgelses- Kompetence	Forenkler et komplekst fænomen	Udvælge kendetegn på planeter	reproducere fakta om størrelsesforhold i solsystemet
	<b>Modellerings- kompetence</b>	Design og bygge efter egne ideer og redegøre for disse	Udarbejde overskuelige modeller.	anvende faglige begreber om tid og bevægelse i egen fortælling om solsystemets opståen
	Kommunikations- kompetence	Anvende faglige begreber som repræsentation for naturfænomener	Bruge begreber i fortællinger	
	Perspektiverings- kompetence	Fremstille skalamodeller af eksisterende objekter	Bygge model med planeter, der illustrerer solsystemet i bevægelse	Formulere en mening om den personlige værdi af at fremstille modeller af sol- systemet
		Udarbejde modeller, der illustrerer en faglig sammenhæng	Fremlægge projekt med en sammenhæng f.eks. nat/dag	
		Skelne mellem model og virkelighed		

**Figur 3:** Modelleringskompetencen vist som planlægnings- og evalueringsredskab i et 4.- classes-n/t-forløb om planeten jorden i solsystemet. Den mørke markering indikerer, at alle mål i skemaets kolonne 3, 4 og 5 medvirker til udvikling af modelleringskompetence.

Bemærk, at lærerne har valgt en progression i tegnkolonnen fra fakta over faglige begreber i egen fortælling til den personlige mening om værdien af at kunne bygge modeller. Se evt., hvordan elevernes handlinger og faglige dialog kan analyseres som tegn på de tre dybdeniveauer af en modelleringskompetence i Elmoose (2010).

### **Kommunikationskompetence**

Denne delkompetence er relativt nyttilkommet i den danske naturfagsdidaktiske kompetencediskurs. Den omfatter elevernes evne til at benytte sig af naturfagligt sprogbrug, logisk deduktiv tænkning og argumentation samt mundtlig og skriftlig formidling med baggrund i naturfaglige sandhedskriterier. Og den omfatter også elevernes evne til at forholde sig kritisk til andres påstande om problemstillinger med naturfagligt indhold. Som

det blev nævnt i afsnittet om delkompetencernes styrker og svagheder, har kommunikationskompetence været beskrevet og overvejet tidligere (Dolin et al., 2003<sup>1</sup>), men blev dengang sorteret fra for ikke at få for mange delkompetencer med. Delkompetencen er nu med i de Forenklede Fælles Mål på grund af dens vigtighed som mål for naturfagsundervisningen, og fordi der bedre bliver plads til den nu, hvor repræsentationskompetencen indgår i modelleringskompetencen.

Kommunikationskompetence er derimod ikke ny i den internationale naturfagsdidaktiske diskurs, idet den indgår som et led i det begreb, der på engelsk hedder "nature of science" (NOS). Dette omfatter den måde, naturvidenskaben arbejder på, hvilket vil sige naturvidenskabelige sandhedskriterier, praksisformer, sprog, kultur og altså herunder, hvordan naturvidenskaben formidles og anvender ræsonnementer. Og "nature of science" indgår derfor også i naturfagsundervisningen som det, der under et kan kaldes naturfaglig kompetence, i øvrigt integreret med det naturfaglige indhold – vand, jord, luft, energi osv. I den internationale naturfagsdidaktiske forskning interesserer man sig f.eks. for, hvordan undervisningen kan fremme elevernes naturfaglige argumentationskultur (Driver, Newton & Osborne, 2000), og hvorvidt argumentationen i naturfagsundervisningen adskiller sig fra argumentationen i naturvidenskabelige tidsskriftsartikler (Scarpa & Trivelato, 2011). Især i Tyskland har man i de seneste år i forskning og udviklingsarbejde beskæftiget sig med kommunikationskompetencen som mål for en naturfaglig dannelse (literacy), og man har i særdeleshed bestræbt sig på at gøre målkategorien konkret og evaluerbar (Bernholt et al., 2012). Det kan derfor forventes, at den internationale diskurs om kommunikationskompetencen vil få indflydelse på, hvordan den danske naturfagsundervisning skal udvikle sig i fremtiden. Naturfagene kan i øvrigt hente inspiration fra matematik, som har en tilsvarende kommunikationskompetence, der allerede indgik i Fælles Mål for faget fra 2009. Som det tidligere er skrevet, indgik kommunikationskompetencen ikke i det omtalte udviklingsarbejde i 2008, så dengang planlagde lærerne ikke med denne delkompetence, som heller ikke indgik i det evalueringsskema, de udfyldte. Så skemaet nedenfor er et tænkt planlægnings- og evalueringsskema fra samme undervisningsforløb om solsystemet.

---

<sup>1</sup> I denne antologi benævnt ræsonnementskompetence.



Syntese- begreb	Delkompetence	Generelle karakteristika	Lærernes tolkede karakteristika	Lærernes udvalgte tegn
		Elever kan:	Elever kan:	Elever kan:
Natur- faglig kompe- tence	Undersøgelses- Kompetence	beskrive egne undersøgelser og modeller ved at udvælge og anvende enkle faglige begreber.	sammenligne planeter i solsystemet ud fra de samme parametre, f.eks. temperatur, tryk og masse.	ved mundtlig præsentation sammenligne planeter støttet af noter og talmateriale.
	Modellerings- kompetence	forstå og anvende naturfaglige begreber i en skriftlig og mundtlig formidling.	gøre rede for solsystemets organisation på alderssvarende niveau støttet af tegnede eller byggede modeller.	indgå i en mere fri dialog om en tænkt situation, såsom forholdene for en rumrejse til en fjerne planet.
	<b>Kommunikations- kompetence</b>	forstå og skelne mellem ræsonnementer af naturfaglig karakter og ræsonnementer fra ikke-naturfaglig sammenhæng.	fremføre en teori om universets opståen på alderssvarende niveau og beskrive forskel på denne og religiøse forestillinger.	forholde sig til, hvorfor det er vigtigt at skelne mellem naturfaglige forklaringer og ikke-naturfaglige ditto.
	Perspektiverings- kompetence			

**Figur 4:** Ræsonnementskompetencen vist som planlægnings- og evalueringsredskab i et 4.-klasses-n/t-forløb om planeten jorden i solsystemet. Den mørke markering indikerer, at alle mål i skemaets kolonne 3, 4 og 5 medvirker til udvikling af kommunikationskompetence.

Lærernes udvalgte tegn (kolonnen længst til højre) kunne formuleres som en progression med stadig større krav til elevernes evne til at kunne flytte deres viden og færdigheder til en ukendt situation i forhold til den oprindelige læringssituation. Og det nederste tegn (forholde sig til ...) er et eksempel på et tegn, der vil kræve, at eleverne udtrykker en personlig stillingtagen til værdien af denne kompetence.

### **Perspektiveringskompetencen**

Denne kompetence synes der at være en form for konsensus omkring, både i dansk og international litteratur. En perspektiveringskompetence hænger sammen med det eller de overordnede formål for skolen og uddannelsessystemet, som naturfagene medvirker til at opfylde. Det danske skolesystem medvirker til at danne eleverne med henblik på deltagelse i samfundslivet (se artiklen om dannelse i naturfag i denne webantologi), og kompetence til at

kunne perspektivere betyder bl.a., at eleven kan iagttage, beskrive og forstå naturvidenskaben i sammenhæng med det omgivende samfund. Det omgivende samfund betyder her både naturvidenskaben i forhold til andre videnskaber og fagområder, i forhold til videnskabshistorien, til samfundsudviklingen og i forhold til eleven selv.

Perspektiveringskompetencen omfatter evnen til kritisk refleksion over naturfaglige fænomener samt evnen til samfundsmæssig handling i forhold til problemstillinger, der har naturfaglig baggrund eller naturfaglige implikationer. Det klassiske eksempel er elevers stillingtagen og handling i forhold til miljø- eller sundhedsproblemer. Nuværende mål for naturfagene i folkeskolen og ungdomsuddannelserne indeholder alle formuleringer, som henviser til overordnede dannelsesmål, og disse kan derfor integreres i elevernes evne til at kunne perspektivere.

”Herved er perspektiveringskompetencen blevet den mest omfattende kompetence, hvilket er i fin overensstemmelse med intentionerne om at vægte naturfagenes metaaspekter højere” (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003, s. 107).

Også angloamerikanske kilder viser en interesse for at diskutere og udvikle det naturfaglige kompetencebegreb, som i engelsksproget litteratur benævnes literacy, og her inddrages tillige samfundsmæssige perspektiver i målene for udvikling af *science literacy* (f.eks. Roth & Barton, 2004; Fensham, 2002). Baggrunden for at udvikle elevers evne til at perspektivere naturfagene i forhold til samfundet begrundes både med baggrund i at ville motivere eleverne i højere grad og med baggrund i en ændret opfattelse af skolefagene – man tager afstand fra en traditionel opfattelse af naturfagene som koncentrat af naturvidenskaberne og afstand fra at opfatte både naturvidenskab og naturfag som isolerede fra det øvrige samfund. I den engelsksprogede litteratur forekommer en veldefineret og afgrænset perspektiveringskompetence ikke, men den indgår sammen med andre evner i visse forståelser af det udbredte literacy-begreb. For eksempel har målformuleringer i socio-scientific issues (SSI) et vist didaktisk overlap med en perspektiveringskompetence, idet SSI-undervisning også tilstræber dannelsesmål. Dannelse omfatter her udvikling af elevers handlekompetence (empowerment) og forudsætter, at undervisningen udvikler elevernes indsigt i og handlemuligheder i forhold til naturvidenskabens indflydelse på kontroversielle emner inden for etik og samfundsforhold (Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005). I den danske debat om kompetencebegrebet diskuteres bl.a. det naturfaglige kompetencebegrebs indordning i et målhierarki i forhold til dannelsesmål (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003). Som et foreløbigt resultat af debatten opfattes i denne artikel en naturfaglig kompetence som en del af en almen dannelse og en perspektiveringskompetence altså som en delkompetence under naturfaglig kompetence.

En perspektiveringskompetence i naturfag skal omfatte elevens evne til at sætte undervisningsemnet i forhold til en større faglig og eventuelt personlig eller

samfundsmæssig sammenhæng. En planetmodel kan indgå i en større sammenhængsforståelse om universet og planeterne oprindelse. En indsigt i teorien om "big-bang" kan perspektiveres til en begyndende videnskabsteoretisk forståelse af videnskabelig viden som menneskeskabt. Og endelig kan øgede kundskaber om solsystemet være medvirkende til at perspektivere elevernes opfattelse af sig selv som menneske.

Lærernes anvendelse af perspektiveringskompetence i forbindelse med planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisning i "solsystemet" i 4. klasse kunne skematisk se således ud.

Syntese-begreb	Delkompetence	Generelle karakteristika Elever kan:	Lærernes tolkede karakteristika Elever kan:	Lærernes udvalgte tegn Elever kan:
Natur-faglig kompetence	Undersøgelses-Kompetence	relatere erfaringer og viden om genstande og fænomener fra hverdagen til indhold i undervisningen – og omvendt.	omsætte erfaringer om solsystemet fra hverdagen til tekst og model i undervisningen samt tilføje nogle nye begreber til deres omverdens-forståelse.	gøre rede for deres omverdens forståelse før undervisningsforløbet og via evaluering erkende forskellen på deres førviden og deres efterviden.
	Modellerings-kompetence	anvende erfaringer og viden fra tidligere undervisningsforløb i en ny sammenhæng.	bruge begreber og metoder fra matematik til at operere med forholdstal.	samtale om, hvordan matematik og andre fag kan bidrage til ny viden og erkendelse i naturfag.
	Kommunikations-kompetence	sammenholde resultater fra en naturfaglig undersøgelse med hverdagerfaringer eller andre skoleerfaringer.	erkende sig selv som en del af et solsystem med solen i centrum og dermed flytte centrum fra jorden til solen.	gøre rede for, hvorfor det er vigtigt og interessant at kende sin plads i solsystemet.
	<b>Perspektiverings-kompetence</b>			

**Figur 5:** Perspektiveringskompetencen vist som planlægnings- og evalueringsredskab i et 4.-klasses-n/t-forløb om planeten jorden i solsystemet. Den mørke markering indikerer, at alle mål i skemaet medvirker til udvikling af perspektiveringskompetence.

## Opsamling

Det naturfaglige kompetencebegreb har været igennem en udvikling fra dets introduktion som teoretisk begreb lige efter 2000 til her i 2014, hvor det har fået sin foreløbige praktiske

udmøntning i form af målformuleringer i nye forenklede Fælles Mål. I de mellemliggende godt 10 år er begrebet blevet diskuteret og udsat for praktisk pædagogisk afprøvning, hvilket har medført ændringer i sammensætningen af det, således at en naturfaglig kompetence nu består af fire delkompetencer: undersøgelses-, modellerings-, perspektiverings- og kommunikationskompetence. Kommende og nuværende naturfagslærere skal anvende kompetencebegrebet og målformuleringerne i deres planlægning, gennemførelse og evaluering af naturfagsundervisning, og de vil også komme til at tage stilling til, om deres naturfagsundervisning skal resultere i naturfaglig kompetence *som lig med* dannelse hos eleverne eller naturfaglig kompetence skal fungere som *middel til* dannelse. Hvis læreren vælger det sidste formål, kræver det i høj grad fokus på elevernes motivation og engagement, så eleverne ud over at udvikle deres evner i naturfagsundervisningen også udvikler deres vilje til at engagere sig i naturfaglige problemstillinger.

## Konklusion

Formålet med artiklen var, at den lærerstuderende skulle få teoretisk indsigt i det naturfaglige kompetencebegrebs baggrund og den diskurs, der føres nationalt og internationalt om kompetencebegrebet. Desuden var det hensigten, at artiklen skulle introducere den studerende til, hvordan man praktisk pædagogisk kan anvende det naturfaglige kompetencebegreb som planlægnings- og evalueringsredskab. Dets styrke er altså, at det kan fungere som retningsvisende for lærere og elever i forhold til essensen af naturfaglig kunnen og viden. Dets begrænsning består i, at det ikke kan stå alene, men skal indordnes under folkeskolens overordnede formål. Med ovenstående gennemgang har det været ønsket at åbne læserens øjne for potentialet i det naturfaglige kompetencebegreb som målsætningskategori i en decentralt planlagt og gennemført undervisning. Men også at problematisere en ukritisk anvendelse af en OECD-fortolkning af kompetence, når målet for naturfagsundervisningen stadig er at udvikle elevernes almene dannelse.

## Litteratur

- Arbejdsgruppen bag KOM-projektet (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Arbejdsversion 1*. Roskilde: IMFUFA, RUC. <http://mmf.ruc.dk/~thj/kom/kom-rapt.PDF> lokaliseret 170214.
- Bernholt, S., Neumann, K. & Nentwig, P. (2012). *Making it tangible. Learning outcomes in science education*. Münster: Waxmann Verlag.
- Cinterfor/ILO (2004). *The 40 most frequently asked questions about competence*. [http://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file\\_publicacion/40\\_question.pdf](http://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/40_question.pdf)
- Dale, E.L. (1998). *Pædagogik og professionalitet*. Aarhus: Forlaget Klim.
- Dolin, J. & Krogh, L.B. (2008). *Den naturfaglige evalueringskultur i folkeskolen – anden delrapport fra VAP-projektet*. København: Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.
- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I H. Busch, S.
- Erickson, G.L. & Meyer, K. (1998). Performance Assessment Tasks in Science: What are they measuring? I B.J. Fraser & K.G. Tobin: *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Horst & R. Troelsen (red.) *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, 8. København: Undervisningsministeriet.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 20, s. 1059-1073.
- Elmoose, S. (2010). Hvordan ser en kompetence ud? Evaluering af modelleringskompetencen i Natur/teknik-undervisningen – et CAND-projekt. I *MONA*, 1, s. 7-31.
- Elmoose, S. (2012). Naturfaglig kompetence – fra didaktisk begreb til operationelt undervisningsmål. I N. Gericke & B. Schüllerqvist (red.) *Ämnesdidaktisk komparation – Länder, ämnen, teorier, metoder, frågor och resultat*. Karlstad: Karlstad Universitet
- Fensham, P.J. (2011). The Challenge of Generic Competences to Science Education. *E-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference: Science learning and citizenship*. Lyon: European Science Education Research Association.

- Føllesdal, D., Walløe, L. & Elster, J. (1997). *Politikens bog om moderne videnskabsteori*. København: Politikens Forlag.
- Gilbert, J.K. & Boulter, C.J. (1998). Learning Science through Models and Modelling. I B.J. Fraser & K.G. Tobin (red.) *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hannisdal, M. & Ringnes, V. (2003). Modeller og modellbruk i naturfagene. I D. Jorde & B. Bungum (red.) *Naturfagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal.
- Illeris, K. (2012). *Kompetence – hvad, hvordan, hvorfor*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- Klafki, W. (2001). *Dannelsesteori og didaktik – nye studier*. Århus: Forlaget Klim.
- Jensen, B. & Jørgensen, P.S. (1999). Kompetence i en social kontekst – om social arv og magt og afmagt i uddannelsessystemet. Temanummer om social arv. *Social Forskning*, s. 40-48.
- Krogh, L. B. (2009). At undersøge verden - naturvidenskabelige metoder i skolen og i Real Science. I s. Tougaard & L. H. Kofoed: *Metoder i Naturfag*. København: Forlaget Experimentarium.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Niss, M. (1999). Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse. *Uddannelse*, 9, s. 21-29. København: Undervisningsministeriet (lokaliseret <http://pub.uvm.dk/2002/kom>).
- Niss, M. et al. (2002). *Kompetence og matematiklæring*. København: Undervisningsministeriet. 170214.
- Roth, W. & Barton, A.C. (2004). *Rethinking Scientific Literacy*. New York: Psychology Press.
- Scarpa, D.L. & Trivelato, S.L.F (2011). Relations between the arguments set out in scientific papers and arguments produced by students. *E-Book Proceedings of the ESERA 2011 Conference: Science learning and Citizenship*. Lyon: European Science Education Research Association.

- Sjøberg, S. (2012). *Naturfag som almindannelse – en kritisk fagdidaktik*. Aarhus: Forlaget Klim.
- Undervisningsministeriet (2013). *Forenkling af Fælles Mål – master til forenkling af Fælles Mål*. København: Undervisningsministeriet.
- Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L. & Howes, E.V. (2005). Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. Published online 23 March 2005 in Wiley InterScience.  
<http://faculty.education.ufl.edu/tsadler/BeyondSTS.pdf> (lokaliseret 020914)

## Links til studerende

Mastergruppe for forenkling af Fælles Mål:

[http://www.historieweb.dk/cms/upload/news\\_242\\_5449.pdf](http://www.historieweb.dk/cms/upload/news_242_5449.pdf) (set 050214)

Fremtidens naturfaglige uddannelser: <http://pub.uvm.dk/2003/naturfag/> (set 140214) Læg mærke til, at rapporten består af to bind. Antologien er vigtigst.

European Science Education Research Association (ESERA).

<http://www.esera.org/media/ebook/ebook-esera2011.pdf> (set 170214). En meget omfattende samling af naturfagsdidaktiske forskningsartikler – på engelsk – af forskere fra hele verden.

## Diskussions- og refleksionsspørgsmål

- 1) Beskriv for hinanden i gruppen det seneste naturfaglige forløb, I har gennemgået på holdet. Indgik der f.eks. tekster, laboratorieundersøgelser, feltundersøgelser, formidling o.a.? Anvend de fire naturfaglige delkompetencer i jeres beskrivelse. Hvilke delkompetencer indgik?
- 2) Analysér nu forløbet med henblik på kompetencedybden. Brug kriterierne for dybdeniveau (figur 1) og vurder, hvor integreret delkompetencen blev i jeres naturfaglige kompetencer. Blev den til en færdighed isoleret anvendt i det faglige forløb, en kundskab, der kan anvendes i en anden naturfaglig kontekst, eller forbandt i udviklingen af delkompetencen med noget værdifuldt og relevant i forhold til jeres øvrige liv?
- 3) I skal nu planlægge et kort undervisningsforløb for en natur/teknikklasser eller en klasse i overbygningen. I vælger selv det naturfaglige indhold (dog ikke solsystemet i 4. klasse ...). I skal udvælge en af de naturfaglige delkompetencer og målformulere for denne. Brug skemaerne i artiklen som skabelon. De første tre kolonner er faste – I

skal begynde med jeres bearbejdning og fortolkning af kolonne 3 og udfylde en ny kolonne 4 og 5.

- 4) Undersøg Forenklede Fælles Mål for et naturfag og vurdér bl.a., hvordan elevernes udvikling af delkompetencerne kan medvirke til at opfylde fagets formål.
- 5) Diskutér i gruppen relationen mellem almen dannelse, naturfaglig kompetence og delkompetencer. Tegn sammen i gruppen et begrebskort, som viser relationen mellem de tre kategorier, og formulér forbindelsessætninger imellem begreberne.
- 6) Find i studieordningen for læreruddannelsen målene for modulerne i naturfag. Find kompetencebegrebet i teksterne og redegør for, om der er tale om kompetencebegreb 1 eller 2, beskrevet ovenfor i afsnittet "To kompetencebegreber".
- 7) Diskutér i gruppen det naturfaglige kompetencebegrebs styrker og begrænsninger. Hvordan vil I bruge det i jeres kommende naturfagsundervisning?