

Kompetenceorienteret undervisning i naturfagene

– hvor er vi, og hvor skal vi hen?



Christina Frausing Binau, Astra – det nationale naturfagscenter samt Skolen på Duevej



Jens Dolin, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet



Steffen Elmoose, Læreruddannelsen, UCN



Jan Alexis Nielsen, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet



Jette Reuss Schmidt, Læreruddannelsen, UCN

Abstract: Teksten er en diskussion af problemer og muligheder i en kompetenceorienteret naturfagsundervisning. Forfatterne diskuterer hvilke ideer der lå bag introduktionen af naturfaglige kompetencer for 20 år siden, og den efterfølgende udvikling, især omkring folkeskolereformen i 2013, ligesom definitionerne og vanskelighederne ved at operationalisere de naturfaglige kompetencer berøres. Der peges på fordele og ulemper ved at fokusere på kompetencer i større eller mindre grad, og det diskuteres hvordan man kan forholde sig til evaluering af kompetence – både overordnet og i praksis som lærer. Til sidst gives bud på hvad man bør gøre for at styrke kompetenceorientering i naturfagene.

Indledning

I denne tekst diskuterer vi status for den kompetenceorienterede undervisning i naturfagene i Danmark. Teksten er blevet til på baggrund af paneldebatten om samme tema på BigBang-konferencen d. 25. marts 2021.¹

Alle forfattere deltog i debatten og har bidraget til denne tekst som starter med paneldeltagernes indledende synspunkter på sagen. Herefter tematiseres kompetenceorientering på forskellig vis, og vi afslutter med en opsamling med fokus på hvordan panelet mener vi kommer videre.

¹ Paneldebatten kan ses på <https://bigbangkonferencen.dk/oplaeg-2021/>

Vi har valgt at skrive de enkelte forfatters initialer på for at bevare friheden til at lade synspunkter fremstå skarpt, og vi håber også det giver en mere interessant tekst at læse.

Panelisternes indledende udgangspunkter

Kompetenceorientering i 20 år

JD: Kompetencer som målkategori for undervisning kom ind i det danske uddannelsessystem omkring årtusindskiftet på grund af et både ydre og indre pres. Erhvervslivet ønskede at eleverne blev mere innovative og forandringsparate og samarbejdsorienterede – der var dengang et fokus på de såkaldte *21st century skills* fra internationale politisk-økonomiske institutioner som fx OECD og EU – frem for primært at kunne reproducere en given viden. I skolen selv havde det længe knaget med ændret elevsocialisering, manglende motivation, et størknet – og omfangsrigt – pensum og en undervisning der ikke altid magtede – eller havde rammebetingelserne til – at inddrage eleverne i meningsfulde aktiviteter. Rituelle kgebogsforsøg og standardformelsamlingsopgaver fyldte meget. Der havde desuden i længere tid været mange pædagogiske forsøg med problem- og projektorientering, så tiden var simpelthen moden til nye målformuleringer der kunne indfange de nye ønsker og krav.

Det var meget vidtgående ændringer der var tale om. En kompetenceorientering vil sige at undervisningen lægger vægt på at udvikle elevernes evner til at håndtere forskellige situationer på for faget fornuftig vis med brug af relevant faglig viden og kunnen. Dette gav et helt nyt fokus for undervisningen – frem for at fokusere på at eleverne skulle lære en bestemt viden og nogle bestemte færdigheder, skulle de nu lære at handle med fagets viden og processer i forskellige sammenhænge. Og det var selvsagt ikke let. Der er ganske langt fra en kompetencemodel der beskriver potentielle elevudbytter af undervisning og opstiller modeller for sammenhænge mellem forskellige dele af et videns-forskningsområde – og så til at give retningslinjer og ideer til undervisning der kan fremme dette. Der var desuden ikke megen støtte at hente. Eksamenskravene var langt hen ad vejen de samme, og det politiske system og mange lærere og meningsdannere var nærmest imod. Sidst så vi hvorledes Merete Riisager fremhævede viden som vigtigere end kompetencer hvilket illustrerede en manglende forståelse af at kompetencer også er baseret på viden.

Men på trods af disse langvarige startproblemer har kompetencetilgangen efterhånden vundet bredt indpas i uddannelsessystemet, både i Danmark og internationalt. Der er en generel forståelse for hvorledes fx modelleringskompetence og empirikompetence indfanger naturfagenes egenart, og for hvorledes man kan arbejde på at udvikle disse kompetencer. Den fælles prøve i grundskolen har hjulpet godt til, ligesom det øgede fokus på formative evalueringer har været en nyttig hjælp, og når hele

evalueringsystemet efterhånden – og forhåbentlig – indrettes til at kunne evaluere kompetencer, vil kompetenceorienteringen udgøre en konstituerende forståelse på tværs og på langs i uddannelsessystemet.

Hvordan evalueres kompetencer?

JAN: Evaluering er en af de mest toneangivende faktorer i et uddannelsessystem. Det er fx en velkendt dynamik at det der sker i udprøvningen, med tiden definerer det der sker i løbet af undervisningen. Ved eksamen er der afregning ved Kasse 1 – for både elev og lærer. Det giver derfor sig selv at tiltag og ændringer i skolesystemet – fx i forhold til skolens formål, hvad elever skal lære, og hvordan undervisningen skal foregå – ofte kræver en ændret praksis i evalueringskulturen. Således er det især relevant at forholde sig til hvordan kompetencer som en type læringsmål evalueres.

Evaluering af elevers læring generelt handler i bund og grund om (1) at tage udgangspunkt i nogle mere eller mindre eksplicitte evalueringskriterier, (2) observere det eleverne gør, siger eller skriver, og (3) foretage en vurdering af elevernes niveau med reference til kriterierne. Herfra kan man sondre mellem evaluering der har til formål blot at rapportere niveauet på et givet tidspunkt (summativ evaluering), og evaluering der har til formål at kvalificere beslutningen om det videre læringsforløb (formativ evaluering).

Det relevante i denne sammenhæng er at se på hvilke kriterier og hvilke observationer der er behov for for at kunne vurdere elevers kompetenceniveau. En "kompetence" kan minimal-defineres som en *indsigtsfuld parathed til at håndtere udfordringerne i en situation* (se mere om kompetencer i naturfagsdidaktikken i Ropohl et al., 2018). Hvis en elevs kompetenceniveau skal være observerbart for læreren eller en anden bedømmer, skal der altså i en mere eller mindre afledt forstand være en *situation* hvori eleven kan handle på nogle udfordringer. Men det er mindst lige så vigtigt at den der står for evalueringen af eleven (dvs læreren eller udvikleren af en test/prøve), har gjort sig klart *hvad det vil sige* at en elev udviser en eller anden given kompetence i denne situation. Som den der står for evalueringen af en elev, skal man gøre kompetencemålene *operationelle* for at sikre en så valid evaluering som muligt – dvs. at vi evaluerer det vi sætter os for at evaluere (Nielsen, Dolin & Tidemand, 2018).

En del forskning har indikeret at noget af det der udfordrer kompetenceorienteret undervisning, er at kompetencer for mange lærere er en *ny* type læringsmål, og at mange derfor ikke har gennemgået det fortolkningsarbejde som er påkrævet for at gøre et kompetencemål operationelt for evaluering (se fx Nielsen & Dolin, 2016 og Dolin, Nielsen & Tidemand, 2017).

Er naturfaglig kompetence målbar?

SE: Spørgsmålet er relevant i forhold til evaluering af elevernes kompetenceniveau, fx til fælles prøve i 9. klasse. Det indledende svar på spørgsmålet er at det kommer an på hvilken forståelse eller definition af naturfaglig kompetence der ligger til grund for målingen eller evalueringen. Til den fælles prøve skal eleverne udstyres med en karakter på 7-trinsskalaen på baggrund af hvad eksaminator og censor ser og hører, og de skal henholde sig til læseplanen for de tre naturfag i overbygningen. Børne- og undervisningsministeriets (BUVM) nuværende forståelse af naturfaglig kompetence er fra 2019, og her fremstilles naturfaglig kompetence som bestående af fire kompetenceområder: Undersøgelseskompetence, modelleringskompetence, perspektiveringskompetence og kommunikationskompetence. Hvis lærers/censors fokus er på undersøgelseskompetencen, vil de derfor lede efter tegn på *i hvor høj grad* (formulering fra prøvebekendtgørelsen) eleven er undersøgelseskompetent, og det vil de gøre med inspiration fra prøvebekendtgørelse og prøvevejledning. En kompetence skal derfor inden for denne diskurs nødvendigvis kunne måles/kvantificeres, så der kan gives en karakter.

Indikatorerne for en undersøgelseskompetence er ifølge BUVM at eleven *kan* designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i naturfagene, og ud over de færdighedsmæssige indikatorer forventes eleven også at vise vidensmæssige kvaliteter vedrørende undersøgelser og at kunne forholde sig til egne og andres undersøgelser inden for temaet. Denne forståelse er, som BUVM selv anfører, *i forlængelse af* Kvalifikationsrammen for livslang læring der er *alignet* med EU's og OECD's kvalifikationsramme.

Der er to hovedproblemer med denne forståelse af naturfaglig kompetence. For det første kan indikatorerne på fx undersøgelseskompetence (*kan forklare og begrunde, kan bruge fagterminologi*) klassificeres som færdigheds- og vidensmål i følge samme kvalifikationsramme. De er altså i sig selv ikke tegn på en kompetence hvorimod der – stadig i henhold til kvalifikationsrammen – skal knyttes en refleksionskvalitet til færdighed og viden. Hvad der kendetegner en kvantificerbar refleksion hos en elev, er ikke nærmere beskrevet i hverken bekendtgørelse eller vejledning.

Hvis man ikke desto mindre accepterer præmissen om at naturfaglig kompetence på denne måde kan måles ved at dele begrebet op i de 4 kompetenceområder og evaluere på hver af dem, så støder man ind i det næste hovedproblem. For at det kvantitativt skal give mening at måle dem og kunne give et validt og reliabelt svar på om eleven er undersøgelseskompetent og modelleringskompetent osv. og i hvor høj grad, så må de målte kategorier kunne adskilles så der ikke er tvivl om det er den ene eller anden kompetence der måles på, og som eleven udviser. Kvantitativ forskning på baggrund af omfattende tyske (2014) og schweiziske (2010) indsatser for at udvikle nationale og pålidelige evalueringsværktøjer til måling af kompetencerne måtte konkludere

at værktøjet ikke statistisk signifikant kunne adskille undersøgelseskompetence fra modelleringskompetence. Det ser altså ud til at vi ud over et definitionsproblem også har et metodeproblem inden for denne kompetencediskurs.

Jeg startede med at skrive at målbarheden kommer an på hvilken forståelse af naturfaglig kompetence man har, og ovenfor er jeg gået ud fra den (i BUVM) gældende forståelse, og her har jeg altså forsøgt at problematisere præmissen om at naturfaglig kompetence kan måles. Alternativer til denne forståelse er inspireret af dannelsese teori hvor naturfaglig kompetence ses som et led i at blive almen dannet, og lige så vel som vi i Danmark ikke har ønsker eller forventninger om at kunne måle dannelse, bør naturfaglig dannelse og naturfaglig kompetence heller ikke være underlagt målekrav. Dette argument vil jeg uddybe i de næste afsnit.

JD: Jeg vil knytte nogle hurtige betragtninger til SE's afvisning af kompetencers målbarhed. For det første indgår såvel viden som færdigheder i en kompetence der netop er udtryk for en helhedsvurdering (ligesom dannelse). En sådan helhedsvurdering vil altid være baseret på nogle delelementer og nogle kriterier for deres opfyldelse som kun kan udvikles gennem praksis. Det er et empirisk arbejde som der er ganske megen erfaring med både i Danmark og i udlandet. Det samme kan siges om de forskellige delkompetencer. Disse hænger selvsagt sammen – ligesom viden gør – men kan adskilles såvel analytisk som gennem praktisk empirisk arbejde.

Det vigtige her er at finde en detaljeringsgrad der giver nogle gode retningslinjer for undervisningen uden at styre i en grad så undervisningen instrumentaliseres. Denne balance mellem en nødvendig operationalisering af kompetencer i delmål og en fastholdelse af lærernes didaktiske frihed er ganske svær at finde, både for den enkelte lærer og for uddannelses/evalueringsystemet (Dolin, 2016). Men selvfølgelig skal kompetencer (kunne) måles hvis de skal indgå som uddannelsesmål og som styrende for undervisningen. Det gælder også de mere dannelsesrettede kompetencer som perspektiveringskompetencen. I et uddannelsessystem der lægger op til summative evalueringer og eksamen, vil det der ikke kan indgå heri, i stor udstrækning udgå af undervisningen.

Kompetenceorienteret undervisning i praksis – hvad stiller en lærer op?

CFB: Som naturfagslærer er jeg nødt til at tage begrebet "kompetenceorienteret undervisning" ned fra den øverste hylde og konkretisere hvordan det ser ud når det skal udspille sig på gulvet – så at sige. Jeg forsøger at orientere undervisningen mod elevernes udvikling af kompetence ved simpelthen at stille mig selv en række spørgsmål når jeg planlægger undervisningen. Det mest grundlæggende spørgsmål lyder:

- Hvad er det mine elever skal *blive i stand til* ved hjælp af det jeg sætter dem til at arbejde med? Eller: Hvad er det de skal *kunne gøre med det*?

Når jeg fx svarer “de skal kunne sammensætte en dagskost der dækker en given persons energibehov. Og så skal de kunne argumentere for deres valg – ud fra deres naturfaglige viden”, så er mit næste spørgsmål til mig selv:

- Og hvorfor skal de lige det?

Hvis jeg ikke kan begrunde det med at det er i tråd med kompetencemålene og/eller mit fags formål og dermed i sidste ende folkeskolens formål, ja, så må jeg på den igen og finde på noget andet som mine elever skal blive i stand til. Derefter kommer det springende punkt i form af spørgsmålet:

- Hvordan kan det *se ud* når de gør det? Hvad skal jeg prøve at få øje på?

Når så undervisningen er i gang, er det bare om at have antennerne ude efter tegn på at de kan sammensætte dagskosten og argumentere for valgene. Og så ser jeg fx Ivan og Ida der skriver: “Vi har valgt kyllingen over for eksempel en hakkebøf fordi hakkebøffen udleder meget mere CO₂, end et stykke kyllingebryst vil gøre.” Her viser de at de udvikler deres kompetence inden for *kommunikation*.

Det handler i praksis om at turde konkretisere det og sige: “Kompetence i naturfag som det viser sig hos de 14-årige, det er er fx ...”:

- Når Ibrahim og Inga siger: “Det er et illustrationsforsøg fordi vi ved godt hvad der vil ske, men vi prøver på at påvise det. I et eksperiment måler man typisk to ting mod hinanden og ændrer en variabel ad gangen. Her havde vi kun en flaske til vores undersøgelse.” De begrundes deres valg af undersøgelse og demonstrerer dermed at de er på vej inden for kompetenceområdet *undersøgelse*.
- Når Ingolf siger: “Modellens graf for “andre brancher” er forvirrende. De forskellige grafer dækker nogle ret brede områder der kan være lidt svære at præcisere. Grafen handler om nogle talværdier, dem kan man ikke bare gå ud og se hvis man kigger. Du kan ikke se hvor meget CO₂ der er i luften.” Her forholder han sig til fordele og ulemper og adskillelse mellem model og virkelighed ved en model han har valgt – som en del af hans *modelleringskompetence* under udvikling.

Så hvad stiller jeg op? Jeg prøver at gøre det helt konkret hvordan naturfaglig kompetence kan se ud i praksis når eleverne viser det. På den måde er jeg i praksis nødt til at operere inden for den forståelse af naturfaglig kompetence som SE ovenfor refererer til at BUVM lægger frem – og acceptere præmissen i netop dén forståelse om naturfaglig kompetence som både det min undervisning skal sigte imod – og som noget der i sidste ende skal kunne måles.

Har kompetenceorienteringen taget overhånd?

JRS: Kompetence kan defineres på mange måder. Intentionerne med naturfaglig kompetence fra 2003 var gode idet der var fokus på handlekompetence og opgør med pensumitis – de alenlange pensumlister. Der blev advaret mod rigid top-down målstyring af kompetencer med den begrundelse at det kunne resultere i uhensigtsmæssig instrumentalisme og for snævre definitioner. Desværre blev disse advarsler overhørt i 2013/14 da en lang række topstyrede og bindende kompetencemål blev en realitet i reformerne af læreruddannelsen og af folkeskolen. Naturfaglig kompetence kom i en ulige kamp med OECD's økonomiske input – outcome effektivisering og konkurrencestyring. Kompetence blev kædet sammen med en angelsaksisk curriculumtænkning, med topstyring af en række delmål inklusiv intensiveret målstyring. På OECD's opfordring er kompetencerne desuden konkurrenceudsat gennem PISA og ranglistning af de danske skoler. Alt i alt blev virkeligheden en ganske anden end hvad der var intentionerne med naturfaglig kompetence. Som Steffen Elmore allerede har været inde på, skal det dog bemærkes at der siden 2014-reformen er sket en del ændringer på folkeskoleområdet, og det har medført at de bindende mål er gjort vejledende. Også på læreruddannelsen er der ændringer på vej. Således ønskes formålet for læreruddannelsen knyttet tættere til dannelsesbegrebet, og antallet af bindende mål ønskes reduceret, så måske nærmer vi os de oprindelige intentioner med naturfaglig kompetence.

Debattemaer

Var vi naive da kompetenceorienteringen blev indført for 20 år siden?

JD: Nej. Som sagt indledningsvis blev kompetencerne indført med åbne øjne for at få et redskab til at håndtere en række påtrængende problemer. Jeg var med til formulere de danske naturfaglige kompetencer. Det skete ved at skæve til bl.a. Mogens Niss' matematikkompetencer og især Wolff-Michael Roths "Authentic School Science" hvor hele autenticitetstilgangen var nyttig. Det danske grundlag blev lagt i et forskningsprojekt sammen med tre lærere hvor vi forsøgte at indfange hvad det vil sige at bedrive naturvidenskab i skolen på tværs af de mange discipliner. Begreberne var således nok

bundet teoretisk op, men de var stærkt forankrede i praksis, og den eksperimentelle kompetence blev operationaliseret så eleverne kunne eksamineres i dem.

Men der blev ved formuleringen også taget meget hensyn til dannelsesdimensionen ligesom vi gjorde meget ud af at beskrive hvorledes en kompetenceorienteret praksis kunne ses som en naturlig forlængelse af den eksisterende praksis. Det var – og er – en mål- og fagbeskrivelse som åbner op for elevengagement og -medindflydelse, og som giver mulighed for faglig diversitet og dynamik. Men som er didaktisk krævende.

SE: Nu er “vi” – ordet nok lidt for uspecifikt til at kunne besvare spørgsmålet entydigt med et ja eller nej, men hvis “vi” skal forstås som det naturfagsdidaktiske miljø, så var den daværende diskurs i miljøet ikke karakteriseret ved en naiv tilgang til det nye begreb. Introduktionen skete med udgivelsen *Inspiration til fremtidens naturfaglige Uddannelser* (FNU) i 2003 og var et bestillingsarbejde fra daværende undervisningsministerium. Antologien havde form af en udredning om de naturfaglige fag, deres faglige identitet og mål og en undersøgelse af om et kompetencebegreb ville give mening som målsætningskategori for fagene. Og antologiens kapitel 2 gav et bud på et naturfagligt kompetencebegreb som var begrundet i en dansk og europæisk dannelsesforståelse hvor en naturfaglig kompetence omfatter egenskaber som personlig vilje og evne til at handle med et naturfagligt indhold fordi det giver mening for denne person i en samfundsmæssig kontekst. Denne udredning fik stor indflydelse på det naturfagsdidaktiske miljø i Danmark som i de følgende 10 år forskede i og udviklede med henblik på bl.a. nye evalueringsformer, tværfagligt samarbejde mellem naturfagene og andre fag, faglig progression og overgangsproblematikker mellem uddannelsesniveauer i naturfagene.

Den danske fagdidaktiske diskurs blev imidlertid overhalet indenom af regering og folketingets beslutninger i 2013 og -14 om at det danske uddannelsessystem skulle adoptere OECD/PISA/EU's forståelse af kompetencebegrebet med henblik på en international harmonisering af målkategorier.

Så “vi” forstået som det naturfagsdidaktiske miljø har ikke været naive, men har argumenteret for og tilbudt ministerier og lovgivere et målbegreb som var didaktisk begrundet, men beslutningstagerne har bevidst eller ubevidst sagt nej tak og valgt et kompetencebegreb som har haft – og stadig har – omkalfatrende konsekvenser for naturfagsundervisning og evaluering.

Skulle vi hellere droppe at evaluere kompetencer?

JRS: Nej, vi skal ikke droppe evaluering, men det er en debat værd hvad det er vi skal evaluere. For som det allerede er nævnt, styrer udprøvningen ofte undervisningens indhold. Det er således vigtigt med en fortsat drøftelse af kompetenceevaluering. I de seneste årtier har nogle *one-liners* været med til at oversimplificere kompetencebegre-

bet. Det gælder fx *Eleverne skal lære at lære*, eller *Eleverne skal ikke længere illustrere viden, men kunnen*. Disse *one-liners* kan meget vel have forstærket et oplevet problem med at adskille færdigheder og kompetencer, og de antyder en metodeformalisme hvor tilegnelse af effektive metoder giver en universel adgang til naturfaglige indsigter. Undersøgelse og modellering er centrale elementer i naturvidenskab, men efter min bedste overbevisning viser en egentlig naturfaglig kompetence sig først i mødet med det naturfaglige indhold. Den indsigtsfulde parathed til at handle hensigtsmæssigt i en given situation kræver både viden og kunnen. Per Shultz Jørgensen formulerer det således: "Kompetence er noget man har, fordi man ved noget og gør noget, der lever op til udfordringerne i en given situation" (Jørgensen, 1999). Selvom det er en forenklet definition, giver den god mening i evalueringsøjemed.

Jeg så dog gerne at man i de naturfaglige læseplaner anvendte *kundskaber* i stedet for viden, fordi kundskabsbegrebet i en skandinavisk tradition indeholder viden, indsigt, fortrolighed, erfaret tilknytning, dømmekraft, stillingtagen og ansvar (Gustavsson, 2002; Rømer, 2014). På mange måder er dette i familie med *naturfaglig kompetence* og i øvrigt også med det af Jan Alexis Nielsen omtalte begreb *science capital*. Kundskab står således også centralt i såvel Knud Illeris' kompetencebegreb (Illeris, 2011) som i folkeskolens formålsparagraf hvor det som det eneste begreb har haft en fast plads siden 1814. Desværre blev kundskab i 2013/14-reformerne i de naturfaglige læseplaner erstattet af viden, men kundskab kan og bør ikke reduceres til viden og slet ikke til test-score-viden. Derfor mener jeg at det er vigtigt at kundskabsbegrebet genindføres i forbindelse med de naturfaglige kompetenceområder, men ikke som nationalt topstyrede kundskabslister. Det er vigtigt at man lokalt har høj grad af frihed til at udvælge de kundskabsområder der giver mening i de lokale undervisningskontekster. Til det kan de ti største naturvidenskabelige erkendelser fra *Naturvidenskabens ABC* (Børne- og Undervisningsministeriet, 2020) være en god inspirationskilde, men netop også kun en inspirationskilde.

SE: Vi skal stadig målsætte naturfagsundervisningen med kompetencebegrebet og dermed også evaluere undervisning og læring med henblik på sammen med eleverne at følge udviklingen af de naturfaglige delkompetencer. Men de skal ikke måles og kvantificeres med henblik på at give en karakter til fælles prøve. Det er færdigheds- og videnskategorierne bedre til. Jeg tilslutter mig JRS's advokering for kundskabsbegrebet og behovet for at få det genindført. Kundskabskategorien er på et mere avanceret taksonomisk niveau end både viden og færdigheder idet en kundskab er kendetegnet ved dens dekontekstualiserede egenskab. Viden og færdigheder er som udgangspunkt bundet til den kontekst de er tilegnede i. Hvis en elev kan flytte viden og færdigheder tillært i undervisningskontekst til en relativt ukendt situation og anvende viden og færdigheder hensigtsmæssigt og reflekteret her, så udviser eleven

kundskab. Et stadig højere taksonomisk niveau udvises når eleven knytter personlig mening og interesse til fx undersøgelsen som så går fra at være en aktivitet til at være en handling, se artiklen Elmose & Sillasen (2013). I denne artikel har vi forsøgt at argumentere for og illustrere med en model hvorledes naturfaglig kompetence kan beskrives som en rumlig model hvor dybdedimensionen udgøres af de tre niveauer færdighed, kundskab og mening. Tilsvarende overvejelser over kompetencedybde kan i øvrigt ses i baggrundsmaterialet for PISA 2018 hvor “depth of knowledge” italesættes som dybdedimensionen i en tredimensionel opfattelse af kompetence (OECD, 2019). PISA bruger så den teoretiske beskrivelse som baggrund for en testbaseret evaluering af elevernes kompetencer og literacy hvor der med rette kan sættes spørgsmålstegn ved især validiteten af denne anvendelse.

Men kompetencebegrebet står stærkt som målsætningskategori både i Danmark og internationalt, og naturfaglig kompetence er aktuelt det optimale mål for al naturfagsundervisning i hele undervisningssystemet. I OECD-sammenhæng er *science competence* et middel til at udvikle science literacy. OECD-rationalet er så at for at kunne evaluere elevernes science literacy så skal man måle deres *science competencies* i forhold til nogle vedtagne standarder. I dansk regi forventes lærerne at målsætte undervisningen med kompetencemål, og læringen kan også evalueres med kompetencebegreber, men min pointe er at hvis man forsøger at måle en elevs kompetenceniveau gennem summative metoder med kvantitative redskaber, så falder man i PISA-fælden. Min slutning er derfor at ja – naturfaglig kompetence skal bibeholdes som målsætning og evalueringskategori, men det skal ske formativt og deltagerinvolverende – og dermed ikke i en prøvesituation.

JD: Som påpeget tidligere så skal vi evaluere det som vi anser for vigtigt i undervisningen – derfor skal kompetence som en vigtig målkategori selvfølgelig evalueres. Men som ved al evaluering skal der findes en form og en detaljeringsgrad som er både valid og meningsfuld, og som muliggør en pålidelig måling.

Læreren får aben! Og hvad skal man så gøre?

CFB: Jeg er meget optaget af at kompetenceorienteret undervisning i naturfag ikke må blive så svært eller abstrakt at det fremstår som et fatamorgana der ligesom forsvinder når vi nærmer os, og så er der stadig langt derhen. For så giver jeg bare op på forhånd. Så kører jeg bare min undervisning og husker at nævne kompetenceområderne en gang i mellem så de ikke er fremmede for eleverne: Undersøgelse, modellering, perspektivering, kommunikation ...

En sådan undervisning er for mig at se kompetenceområdeorienteret undervisning – dvs. mere eller mindre rituel orientering mod de fire kompetenceområder som ord og titler ligesom at slå korsets tegn eller sige en trylleremse. Men det gør ikke under-

visningen kompetenceorienteret set i min optik. For mig betyder det *orienteret mod elevernes udvikling af kompetence*. Det kan lyde som en leg med ord, men det gør en forskel for hvad fokus er rettet mod: Er det “undersøgelser”, eller er det “det eleverne er i stand til når de undersøger”?

Så når aben lander på lærernes bord – og det gør den, det er jo os der er det udførende led – vil min opfordring lyde: Hav modet til at gøre det konkret hvordan kompetence kan se ud når det viser sig hos eleverne. Og nu vi er ved mod: Tag fat i kollegerne. Måske er de også i tvivl om de “gør det kompetenceorienteret nok”? Måske kan I sammen komme nærmere hvad det egentlig er jeres elever skal blive i stand til – og hvordan det kan se ud når de er det. Så egentlig får jeg lyst til at hilse aben velkommen og bruge dens landing som anledning til at tale med fagfællerne om kompetenceorienteret naturfagsundervisning.

JD: Enig – den bedste vej er sammen med kollegaer og elever at blive enige om hvordan de enkelte kompetencer kan forstås helt konkret. Hvilke delelementer indgår der fx i en modelleringskompetence, og hvilke kriterier er der for at de er opnået – beskrevet inden for et konkret fagligt område.

Men – jeg vil også påpege at selv om lærerne umiddelbart har aben, så er de ikke ansvarlige alene. Der er et stort apparat af politikere og ledere som sætter rammerne, og disse mennesker er gennem deres beslutninger mindst lige så ansvarlige for at der kan foregå en god undervisning, som lærerne er!

JAN: Jeg er enig med både Christina og Jens. Selvfølgelig er beslutningstagerne i uddannelsessystemet de primære ejere af ansvaret for udviklingen. Men det er læreren der i det daglige har ansvaret – eller aben – for at det lykkes. Ud fra min egen forskning har jeg dog lidt grund til optimisme. Jeg har på tværs af en del projekter og undersøgelser fulgt arbejdet i lærergrupper om fortolkningen (det jeg har kaldt *operationaliseringen*) af bestemte kompetencemål. Det arbejde virker næsten altid til at være meget givende for lærerne. Det er med til at gøre det eksplicit for lærerne i gruppen, for den enkelte lærer og for eleverne hvad disse aktører tænker denne bestemte kompetence går ud på, og hvad det vil sige at en elev er undervejs i sin udvikling af kompetencen.

Hvordan hænger kompetenceorientering sammen med begrundelserne for at have naturfagene i skolen?

JD: Kompetenceorientering klæder eleverne bedre på til at kunne begå sig nu og senere i deres forskellige livssituationer. Samtidig får de en god forståelse af hvad naturvidenskab er, og hvordan naturvidenskaberne indgår i samfundet. De får undervejs desuden en masse naturvidenskabelig viden som de så har fået sat ind i en meningsfuld sammenhæng.

CFB: Jeg plejer at formulere det sådan over for mine elever at det de arbejder med i naturfag, skal være med til at de ikke bliver taget ved næsen. "Naturfagenes bidrag til elevernes almene dannelse" er ikke lige i teenagernes øjenhøjde, men de kan såmænd godt se det smarte i at kunne skelne mellem fup og fakta, vide hvordan man undersøger naturvidenskabeligt, og dermed gennemskue når noget forsøges italesat med naturvidenskabeligt schwung, men måske blot er et reklamestunt. Et af mine yndlingseksempler er "diamantslibning med oxygenbehandling", som åbenbart er noget man kan få på huden på en skønhedsklinik. Men dækker det bare over kolde afvaskninger og varm luft eller hvad?

Kompetenceorienteringen er på den måde lidt af en gave fordi det gør det mere ligetil at begrunde over for eleverne hvorfor de skal arbejde med dette eller hint: De skal jo *blive i stand til* noget med det. De skal *kunne gøre noget med* det. Ved en indholdsorienteret tilgang kan man let forfalde til at begrunde med "det er godt at vide hvis I skal i gymnasiet" eller "det skal I op i til prøven" – sat lidt på spidsen.

Er den fælles prøve i naturfagene i 9. kl. god til at udprøve kompetencer? Og kunne vi nøjes med den?

CFB: Hvis ikke vi havde fået den prøve, har jeg svært ved at se hvilken anden lejlighed til at tage kompetenceorienteringen alvorligt som vi ville have haft. Og kort sagt: Jeg kunne godt nøjes med den.

Jeg er med på at indførelsen af Forenklede Fælles Mål i 2014 principielt burde være anledning nok til at orientere naturfagsundervisningen mod elevernes udvikling af kompetence. Men man kan nok godt sige at det druknede lidt i hvad der nogle steder endte med at blive en noget mekanisk målstyring og en slåskamp med arbejdstidsmæssige forhold og meget andet der fulgte i folkeskolereformens kølvand. Og derfor er netop den fælles prøve, er det min oplevelse, blevet den konkrete anledning til at stille skarpt på naturfaglig kompetence.

Når der så tilmed efter min bedste vurdering i dag er pæn overensstemmelse mellem kompetencemålene og vurderingskriterier til prøven, ser jeg grund til at tro at prøven kan have en effekt på undervisningen i en kompetenceorienteret retning – al den stund man accepterer præmissen om naturfaglig kompetence som det som BUVM lægger frem, som SE har redegjort for tidligere. Ved prøven – ikke mindst i eksaminatorers og censors forhandling om bedømmelsen – får naturfagslærere lejlighed til at stille skarpt på hvordan naturfaglig kompetence kan se ud når den kommer til udtryk gennem elevernes gøren og laden i prøvesituationen.

På den måde kan prøven stille og roligt have en konstituerende effekt på undervisningspraksis i kompetenceorienteret retning. I min optik er dette godt. Men når det er sagt, synes jeg egentlig også man mere overordnet kunne spørge om dette er godt nok? For det er da glimrende at vi – mens vi bruger den fælles prøve sum-

mativt – opnår indsigter som vi som lærere kan bruge fremadrettet i undervisning med vores fremtidige elever. Men kunne man indrette prøvesystemet så man på én gang kunne bruge en prøve summativt og formativt? Man kunne skele til Irland hvor de som noget relativt nyt i deres fag science har en delprøve i hvad der vil svare til 8. klasse. Det rummer potentiale for at bruge denne delprøves resultater formativt (Binau & Salomonsen, 2018). Hvordan er deres erfaringer indtil videre nu her en år-række efter deres store reform af skolesystemet? Er der noget vi kan tage ved lære af i vores udvikling af prøverne?

Tilbage til spørgsmålet om hvorvidt vi kunne nøjes med den fælles prøve i naturfagene og altså droppe de fagopdelte udtræksprøver i henholdsvis biologi, fysik/kemi og geografi. Mit umiddelbare bud er: Ja. Jeg baserer mit svar på min erfaring som beskikket censor til den fælles prøve hvor jeg ikke kan komme i tanker om en eneste gang jeg har stået tilbage og tænkt: "Det kunne ligegodt være bedst at få prøvet denne elevs undersøgelseskompetence ved lige at se hvordan hun vælger mellem billeder af fire forskellige forsøgssopstillinger." Hvis jeg – sammen med eksaminatorerne – er i tvivl om hvorvidt en elev kan sige noget fornuftigt om variabelkontrol, så giver vi hende anledning til at gøre det. Hvis vi mangler at se hvordan hendes beredskab til at angribe en model er, så stikker vi hende en sådan som uddybende spørgsmål. Hvis jeg som den biologifaglige "garant" til prøven mangler at opleve biologifaglige refleksioner over det eleven beskæftiger sig med, så spørger jeg ind til det. Hvis jeg skal være sikker på om eleven har forstået et centralt fagord på en god måde, så er der rig lejlighed til i prøvesituationen at få syn for tegn – det er en dialogisk prøve.

Men al den stund vi pt. har to prøver, så synes jeg også det er værd at nuancere det synspunkt der indimellem fremføres, at de to prøver trækker undervisningen i to vidt forskellige retninger. Med den seneste ændring i prøvebekendtgørelsen (januar 2020) og den medfølgende prøvevejledning har vi vurderingskriterier der gør at de to prøver supplerer hinanden, se Tabel 1.

I sagens natur er der forskel på hvad eleverne kan få lejlighed til at demonstrere ved de to prøver – fx jo helt oplagt en forskel på graden af selvstændighed, selvvalg og refleksion som den aktuelle prøvekontekst giver mulighed for. Men jeg mistænker at det beror på et mangelfuldt kendskab til vurderingskriterierne anno 2020 når de to prøver opfattes som hinandens modsætninger. De trækker faktisk i samme retning. Så kan man altid diskutere om det vitterlig er nødvendigt med dem begge. I tillæg hertil er det værd at nævne at der netop nu gennemføres forsøg med nye formater af den skriftlige udtræksprøve der har til hensigt at give eleverne endnu flere måder at demonstrere deres naturfaglige kompetence på (EMU, 2020).

JRS: Den fællesfaglige prøve giver god mening, men jeg mener ikke at den skal stå alene. Det hænger igen sammen med det faktum at undervisningen afspejler prøve-

Vurderingskriterier til den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi (BUVM, 2019 s. 34)	Vurderingskriterier til den skriftlige prøve i biologi (BUVM, 2020 s. 22)
Bekendtgørelse nr. 1128 af 14/11/2019	
4.14. Eleven prøves i, hvor høj grad eleven udviser kompetence inden for alle de naturfaglige kompetenceområder ved inddragelse af færdigheder og viden til at belyse den selvvalgte naturfaglige problemstilling, herunder at eleven • kan forklare og begrunde valg af undersøgelser og modeller, • kan designe, udføre og drage konklusioner af naturfaglige undersøgelser i sammenhæng med relevante modeller og perspektiver, • kan anvende, vurdere og udvikle modeller i sammenhæng med undersøgelser og perspektiver, • kan argumentere for naturfaglige forhold, • kan anvende relevant fagterminologi fra både fysik/kemi, biologi og geografi og • kan anvise og begrunde relevante handlemuligheder.	9.4. Eleven prøves på tværs af de tre dele i forståelse og anvendelse af fagbegreber og sammenhænge i biologi, inden for kompetenceområderne undersøgelse, modellering og perspektivering, herunder at eleven kan • analysere og vurdere undersøgelser og modeller med naturfagligt indhold, • forholde sig til problemstillinger med naturfagligt indhold, • genkende naturfaglig argumentation og • vurdere og vælge relevante handlemuligheder.

Tabel 1. Sammenstilling af vurderingskriterierne til de to prøver i naturfag i 9. klasse. Her er udtræksprøven i biologi brugt som eksempel idet vurderingskriterierne er enslydende i både fysik/kemi og geografi.

formen. Og med et enstrenget fokus på de naturfaglige kompetenceområder kommer kulturgeografien til kort. Geografi er i sig selv et tværdisciplinært fag med fokus på menneskers livsvilkår hvilket i høj grad synes aktualiseret med FN's verdensmål. For at forstå menneskers livsvilkår er det ikke nok at gå naturvidenskabeligt til værks med fokus på årsag-virkning og én faktor ad gangen. Her er det nødvendigt med hermeneutiske fortolkninger. Hvis man fx skal forstå hvorfor mennesker flygter, er det ikke nok at se på naturlige miljøkatastrofer. Her er kulturelle fortolkninger også nødvendige.

Der skal dog ikke herske nogen tvivl om at det dobbelte fokus som lærerne har skullet have på både den skriftlige enkeltfagsprøve og den fællesfaglige mundtlige prøve, har været en kæmpe udfordring. For at råde bod på det forsøger man så at målrette de skriftlige prøver i de enkelte fag mod de fire kompetenceområder, men det forstærker desværre problemet med den manglende forståelse af menneskers livsvilkår. Som skrevet lader de sig ikke alene forklare med naturvidenskabelige undersøgelsesmeto-

der. Måske skal man lade den skriftlige prøve erstatte af projektarbejde – Jeg ved det ikke, men kan konstatere at vi stadig ikke er i mål. Der er behov for fortsatte drøftelser om prøverne og prøveformen.

JD: Vi skulle hellere arbejde på helt at afskaffe den afsluttende eksamen. Selvfølgelig er en god eksamen som fx den fælles prøve bedre end en dårlig eksamen som fx udtræksprøven. Men enhver eksamen har en lang række negative effekter på såvel undervisning som på elever. Det vil være på mange måder mere hensigtsmæssigt og validt at lade den summative evaluering af eleverne ske gennem skoleåret. Jeg ved godt at det ikke kommer til at ske lige nu, men vi bør arbejde hen imod at det bliver muligt, fx ved at sætte nogle forsøg i gang.

Har kompetenceorienteringen ændret måden at uddanne lærere på? Og hvad med efteruddannelsen af lærere?

JRS: Der er naturligvis kommet mere fokus på de naturfaglige kompetenceområder *Undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation*, men selvom der nu er mere vægt på kompetenceorienteringen, er disse fire kompetenceområder jo ikke nye. Dem arbejdede vi også med før 2013. Med kompetenceorienteringen er der dog lagt op til at de studerende arbejder mere selvstændigt med undersøgelse, modellering osv. Da en stor del af de studerendes faglige arbejde består af selvstudier og projektarbejde, burde der være rig lejlighed til det, men netop læreruddannelsens mange bindende viden- og færdighedsområder har besværliggjort muligheden for dybdegående undersøgelser.

SE: Enig i det besværlige med de mange bindende færdigheds- og vidensmål. Og et andet væsentligt problem med lærerstuderendes møde med det naturfaglige kompetencebegreb er at bekendtgørelsen ikke beforder udvikling af de studerendes egen naturfaglige kompetence. Færdighed og viden – ja, men målformuleringerne prioriterer de pædagogiske og didaktiske kompetencer, som også er vigtige, frem for de studerendes egen udvikling af undersøgelseskompetence, modelleringskompetence osv. Og hvordan skal de kommende lærere kunne udvikle elevernes undersøgelseskompetence hvis de ikke selv har levet sig ind i 6F-modellens forskellige faser med udfordringer og frustrationer?

De samme betænkeligheder kan man have vedrørende lærernes efteruddannelsstilbud hvor det ofte er andre hensyn der prioriteres, end lærernes egen faglige og fagdidaktiske udvikling (Wogensens & Elmoose, 2019; Nielsen & Krogh, 2017).

CFB: Når jeg kommer rundt som censor på læreruddannelsen (natur/teknologi og biologi), bliver jeg ikke ligefrem blæst bagover af lærerstuderende der udviser en for-

ståelse af grundskolens naturfag som bidragende til elevernes almindelse eller er fokuseret på elevernes udvikling af naturfaglig kompetence. Jeg får indblik i masser af fx biologifaglighed helt ind i DNA'et og langt ud i tarmtotterne – men malet med den brede pensel – halter det noget med overvejelserne om hvad eleverne skal blive i stand til gennem og ved hjælp af disse spændende emner. Så endskønt jeg bare får et lille indblik i læreruddannelse ved mine årlige censorater og derfor ikke skal udtale mig om hele uddannelsen af fremtidens naturfagslærere, oplever jeg ikke at der er sket noget jordskred i forhold til kompetenceorientering.

Opsamling

Som opsamling giver alle paneldeltagere deres bud på hvad der er de vigtigste næste skridt at tage i forhold til kompetenceorientering i naturfagene – både på lærerniveau og på systemniveau.

JD: På lærerniveau må man gå i dialog med eleverne om kompetencekravene og deres forståelse, fx gennem et stærkt fokus på feedback. På systemniveau skal der udvikles et evalueringssystem som styrker kompetenceorienteringen i den daglige undervisning, fx ved i højere grad at lade elevernes karakterer være baseret på deres daglige arbejde.

JAN: Finde en balance mellem fagene og det fælles – fokus på evalueringskultur. Lærere skal øve sig i at sætte ord på hvad vi vil med eleverne.

SE: Frugtbart samarbejde mellem fagene. Prioritere team-samarbejde om de fælles temaer så skolens lærere kan udvikle en fælles forståelse af hvad modelleringskompetence fx er, og hvordan den kan vise sig hos eleverne. Og så skal lærernes evalueringskompetencer udvikles i retning af mere formativ evaluering hvor eleverne inddrages i målformuleringsfasen, undervejs i gennemførelsen og efterfølgende gennem peer- og selvevaluering.

JRS: Brug Naturvidenskabens ABC som inspirationskilde i det lokale team-samarbejde. I folkeskolens naturfaglige læseplaner fra 2019 er der angivet en progression for arbejdet med hver af kompetenceområderne undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation. Denne progression er generel for alle naturfagene og helt uafhængig af det faglige indhold. I faghæfterne fylder det faglige indhold i øvrigt forsvindende lidt. Derfor anbefales det at lærerteamet inddrager Naturvidenskabens ABC hvori der gives bud på indholdsmæssige progressionsbeskrivelser. Det er vigtigt at forstå at ABC'en netop ikke er tænkt som en kanon, men som en inspirationskilde hvilket der med de nye faghæfter i høj grad er brug for.

Det er således vigtigt at man lokalt på skolerne får fyldt kompetencemålenes indholdsside ud med kundskaber, erkendelser og forståelser jævnfør folkeskolens formål så man sikrer en faglig progression og en balanceret almindelse hvor eleverne får kundskaber og færdigheder som giver kategorier til at forstå Verden og metoder til at undersøge den.

CFB: Tag fat i dine kolleger, og sæt det her på dagsordenen! Her er det helt afgørende at have konkret mulighed for at tale med fagfæller. På nogle skoler er der ikke en enhed som "naturfagsteamet". Så står første sværdslag her. Hvis naturfagslærerne skal lykkes med den bundne opgave at bidrage til at eleverne udvikler deres naturfaglige kompetence, så er det vigtigt med en bevågenhed på skolen på at det er ikke en sag som den enkelte naturfagslærer bare lige klarer. Der skal dialog til helt lokalt.

Så til skolesystemet bredt forstået lyder min appel: Giv naturfagslærerne tid og rum til at udvikle deres praksis sammen. Naturfagslærerne er med kompetenceorienteringen af fagene ude på nyt farvand i forhold til en mangeårig tradition af indholdstænkning. Det kræver tid, rum og ro at navigere i – til gengæld er der håb for at skuden kommer i havn: At eleverne bliver støttet i at udvikle deres naturfaglige kompetence – til gavn for deres videre liv.

Referencer

- Binau, C.F. & Salomonsen, D. (2018). *Integreret naturfag i Danmark?* Masterafhandling. Lokaliseret 29.4.2021: <https://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/62-integreret-naturfag-i-danmark/>.
- Børne- og Undervisningsministeriet (2019), Styrelsen for undervisning og kvalitet. *Vejledning til folkeskolens prøver i den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – 9. klasse*. Lokaliseret 29.4.2021: <https://www.uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-proever/faglig-forberedelse/proevevejledninger>.
- Børne- og Undervisningsministeriet, Styrelsen for undervisning og kvalitet (2020). *Vejledning til folkeskolens prøver i den skriftlige udtræksprøve – 9. klasse*. Lokaliseret 29.4.2021: <https://www.uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-proever/faglig-forberedelse/proevevejledninger>.
- Børne- og Undervisningsministeriet (2020). *Naturvidenskabens ABC*. Lokaliseret d. 19. april 2021 på https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/Naturvidenskabens%20ABC_3.udgave_sep20_web.pdf.
- Dolin, J. (2016). Idealer og realiteter i målorienteret undervisning. I *Cursiv* nr. 19, s. 67-87. https://dpu.au.dk/fileadmin/edu/Cursiv/CURSIV_19_www.pdf.
- Dolin, J., Nielsen, J. A., & Tidemand, S. (2017). Evaluering af naturfaglige kompetencer. *Acta Didactica Norden*, 11(3), 1-28.

- Elmose, S. & Sillasen, M. (2013). Naturfaglig kompetence og IBSE – Model for evaluering af elevers kompetenceudvikling i undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. I *NorDiNa* 9(2), 2013, s. 99-112. Oslo: Naturfagsenteret.
- EMU (2020). *Forsøg med de skriftlige prøver i naturfagene*. Lokaliseret 29.4.2021: <https://emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien/om-naturvidenskabsstrategien/forsog-med-de-skriftlige-proever>.
- Gustavsson, B. (2002). *Vad är kunskap – en diskussion om praktisk och teoretisk kunskap*. Skolverket, Stockholm.
- Illeris, K. (2011). *Kompetence*. Samfundslitteratur, Frederiksberg.
- Jørgensen, P. S. (1999). Hvad er kompetence. *Uddannelse*, 9(1999), 4-13.
- Kulgemeyer, C., & Schecker, H. (2014). Research on educational standards in German science education – towards a model of student competences. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10, 257-269.
- Labudde, P. (2010). Competencies in science: A large scale assessment in Switzerland in grades 6 and 9. In G. Cakmakci (Ed.). *Contemporary Science Education Research: Learning and assessment*. Ankara, Turkey: ESERA.
- Nielsen, J. A., & Dolin, J. (2016). Evaluering mellem mestring og præstation. *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, 2016(1), 51-62.
- Nielsen, J. A., Dolin, J., & Tidemand, S. (2018). Transforming Assessment Research: Recommendations for Future Research. I J. Dolin, & R. Evans (Red.), *Transforming Assessment: Through an Interplay Between Practice, Research and Policy* (s. 279-290). Cham: Springer.
- Nielsen, B. L., & Krogh, L. B. (2017). Professionel udvikling for naturfagslærere – tematiseret med data fra KiU og QUEST. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (4). Hentet fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/10071>.
- OECD (2019). PISA 2018 Science Framework, in *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*, Paris: OECD Publishing. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/f30da688-en.pdf?expires=1621258522&id=id&accname=guest&checksum=2285422EF0523C06667D7360D6D70597>.
- Ropohl, M., Nielsen, J. A., Olley, C., Rönnebeck, S., & Stables, K. (2018). The concept of competence and its relevance for science, technology, and mathematics education. I J. Dolin, & R. Evans (Red.), *Transforming Assessment: Through an Interplay Between Practice, Research and Policy* (s. 3-25). Cham: Springer.
- Rømer, T., (2014). *Hvad er kundskaber* lokaliseret d. 19. april 2021 på <http://www.thomasastrup-roemer.dk/hvad-er-kundskaber.html>.
- Wogensen, V. F., & Elmose, S. (2019). Undersøgelse af model for kompetenceløft – med fokus på naturfagslæreres udbytte. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 2019(4), 19. Hentet fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/117298>.