MONA

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

KØBENHAVNS UNIVERSITET
NATUR- OG BIOVIDENSKAB

2024-1

MONA

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

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet, Det Lærerfaglige Fakultet ved Københavns Professionshøjskole, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, Center for Skole og Læring ved Professionshøjskolen Absalon, VIA University College og Danske Science Gymnasier.

Redaktion
Jens Dolin, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Dorte Moeskær Larsen, Syddansk Universitet
Ole Goldbech, Københavns Professionshøjskole
Sebastian Horst, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet
Magnus Boye, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité
Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole
Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier
Jette Reuss Schmidt, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland
Karin Lilius, Center for Skole og Læring, Professionshøjskolen Absalon
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Marianne Achiam, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet
Martin Niss, Institut for Naturvidenskab og Miljø, Roskilde Universitet
Morten Rask Petersen, Anvendt Forskning i Pædagogik og Samfund, UCL
Tinne Hoff Kjeldsen, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

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

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

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

Produktionsplan og deadlines for indsendelse af bidrag til MONA
MONA udkommer fire gange om året, normalt på onsdagen nærmest 5. marts, 5. juni, 5. september og 5. december.
Artikelmanuskripter og forslag til aktuelle analyser modtages løbende og behandles så hurtigt som muligt. Den redaktionelle proces (inkl. peer-review) tager mindst tre måneder. Deadlines aftales individuelt.
For kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder er deadline normalt 2 måneder før officiel udgivelsesdag.

Omslagsbillede: En elefant af bøger og papir, skabt via ChatGPT af tekst-til-billede-modellen DALL-E, efterfølgende udvidet i Photoshop.

Billede på mellemsider: MONAs klassiske blå fjer gentænkt af DALL-E via ChatGPT.

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2023

Citat kun med tydelig kildeangivelse

SVANEMÆRKET
Tryksag
5041 0562

FSC
www.fsc.org
MIX
Papir | Støtter ansvarligt skovbrug
FSC® C010651

Udledningen af drivhusgasser fra fremstillingen af denne tryksag er beregnet til: 0,22 kg CO2eq i henhold til www.climatecalc.eu
Cert.nr. CC-000159/DK
www.narayana.dk

Indhold

4 Fra redaktionen

6 Artikler

7 Hvordan kan du vide det? Indskolingselevers ræsonnementer og beviser
Kasper Højbjerg, Charlotte Krog Skott, Ida Redder Honoré, Mette Amalie Fischer Bundgaard og Steffen Overgaard

27 Børns perspektiver på science – en undersøgelse af hvordan børn oplever science i det pædagogiske arbejde i daginstitutioner
Mie Christiansen, Dorte Stokholm, Camilla Bech Blomgreen og Niels Ejbye-Ernst

46 Skoleudvikling, synergi og meningsskabelse – hvordan bygges videre på tidligere naturfagsprojekter?
Maiken Rahbek Thyssen, Christina Dahl Madsen og Birgitte Lund Nielsen

66 Aktuel analyse

67 Lad os få ryddet naturfagsprøvens børnesygdomme af vejen
Christina Frausing Binau

82 Kommentarer

83 Æstetik i naturfag: Natur-kultur brudflader – og værdien i at gøre noget særligt. Eller noget andet.
Connie Svabo og Katrine Bergkvist Borch

96 Litteratur

97 Ny antologi giver et udvidet sprog til at undersøge og forstå science i dagtilbud
Karen Bollingberg

Fra redaktionen

En elefant skabt af bøger og papir. Sådan lød det prompt der efter adskillige iterationer har fået AI-modellen DALL-E til at skabe omslaget til dette nummer af *MONA* pixel for pixel.

Vi går ind i et år hvor introduktionen af generativ AI i hænderne på hver en elev, studerende og lærer umuligt kan undgå at skabe et væld af nye dilemmaer og muligheder i undervisningen.

Som årets forsidetema har vi derfor valgt at bruge illustrationer der med insisterende menneskelig vejledning er drømt frem mellem neuronerne i et neuralt netværk.

Også inde i *MONA* kommer vi til at sætte fokus på teknologi og forståelsen af den. I denne måned løber Big Bang-konferencen af stablen i Odense, og på konferencens Spor 3 sætter *MONA* fokus på hvilken rolle teknologiforståelse bør spille i matematik- og naturfagsundervisningen i Danmark. Det forventer vi at følge op på med et temanummer i slutningen af året – husk at man altid kan kontakte *MONA* hvis man er interesseret i at bidrage til temanummeret eller andre numre.

I dette nummer får du tre artikler og en aktuel analyse. Dertil kommer en kommentar til en tidligere artikel samt en boganmeldelse.

At ræsonnere matematisk beskrives ofte som en essentiel del af matematikken. Men vi mangler viden om hvordan der kan arbejdes med dette i en dansk indskolingskontekst, skriver Kasper Højbjerg, Charlotte Krog Skott, Ida Redder Honoré, Mette Amalie Fischer Bundgaard og Steffen Overgaard i artiklen "Hvordan kan du vide det? Indskolingselevers ræsonnementer og beviser". Her viser forfatterne hvordan danske indskolingselever kan ræsonnere og bevise når de arbejder med særligt designede ræsonnementsopgaver. Allerede i 1. klasse udviklede eleverne uformelle deduktive beviser ved systematisk optælling, og i 2. og 3. klasse begyndte nogle elever at formulere matematiske argumenter baseret på både-og-princippet for kombinatorik og benytte modbeviser. Analysen peger samlet set på at der er et stort potentiale for at arbejde målrettet med matematiske beviser og ræsonnementer i danske indskolingsklasser, og at selv små indsatser kan være frugtbare, skriver forfatterne.

Når børnehavebørn bliver spurgt om formålet med en science-aktivitet, lyder svaret ofte: De voksne sagde vi skulle. Det fremgår af artiklen "Børns perspektiver på science – en undersøgelse af hvordan børn oplever science i det pædagogiske arbejde i daginstitutioner" af Mie Christiansen, Dorte Stokholm, Camilla Bech Blomgreen og Niels Ejbye-Ernst. Gennem 27 fokusgruppeinterviews med danske børnehavebørn undersøger forfatterne børnenes erfaringer med aktiviteter i daginstitutionerne der sigter mod at understøtte børns spirende viden om naturvidenskabelige perspektiver. Et af de påfaldende træk i det empiriske materiale er at børnene ikke udtrykker mere

medbestemmelse og inddragelse, skriver forfatterne og argumenterer for at pædagoger og forskere tør overskride eget perspektiv, slippe styringen og åbent undersøge fænomener og lytte til børns hverdagsforståelser.

Hvad er de afgørende faktorer for læreres udbytte af et kompetenceudviklingsforløb – og for deres motivation for fortsat udvikling? Det undersøger Maiken Rahbek Thyssen, Christina Dahl Madsen og Birgitte Lund Nielsen i artiklen "Skoleudvikling, synergi og meningsskabelse – hvordan bygges videre på tidligere naturfagsprojekter?" Med udgangspunkt i data fra udviklingsforløbet Stærke Naturfaglige Læringsfællesskaber og interviewdata fra en case-skole der har bygget videre på udviklingsforløbet i regi af Naturfagsakademiet (NAFA), finder forfatterne bl.a. at der er behov for profiler og fagligheder der bevæger sig på tværs af systemer. Det er en tilgang som med fordel kan indtænkes af både ministerier, fonde, skolechefer og andre aktører der arbejder strategisk med skoleudvikling og naturfaglig kapacitetsopbygning i grundskolen, lyder det.

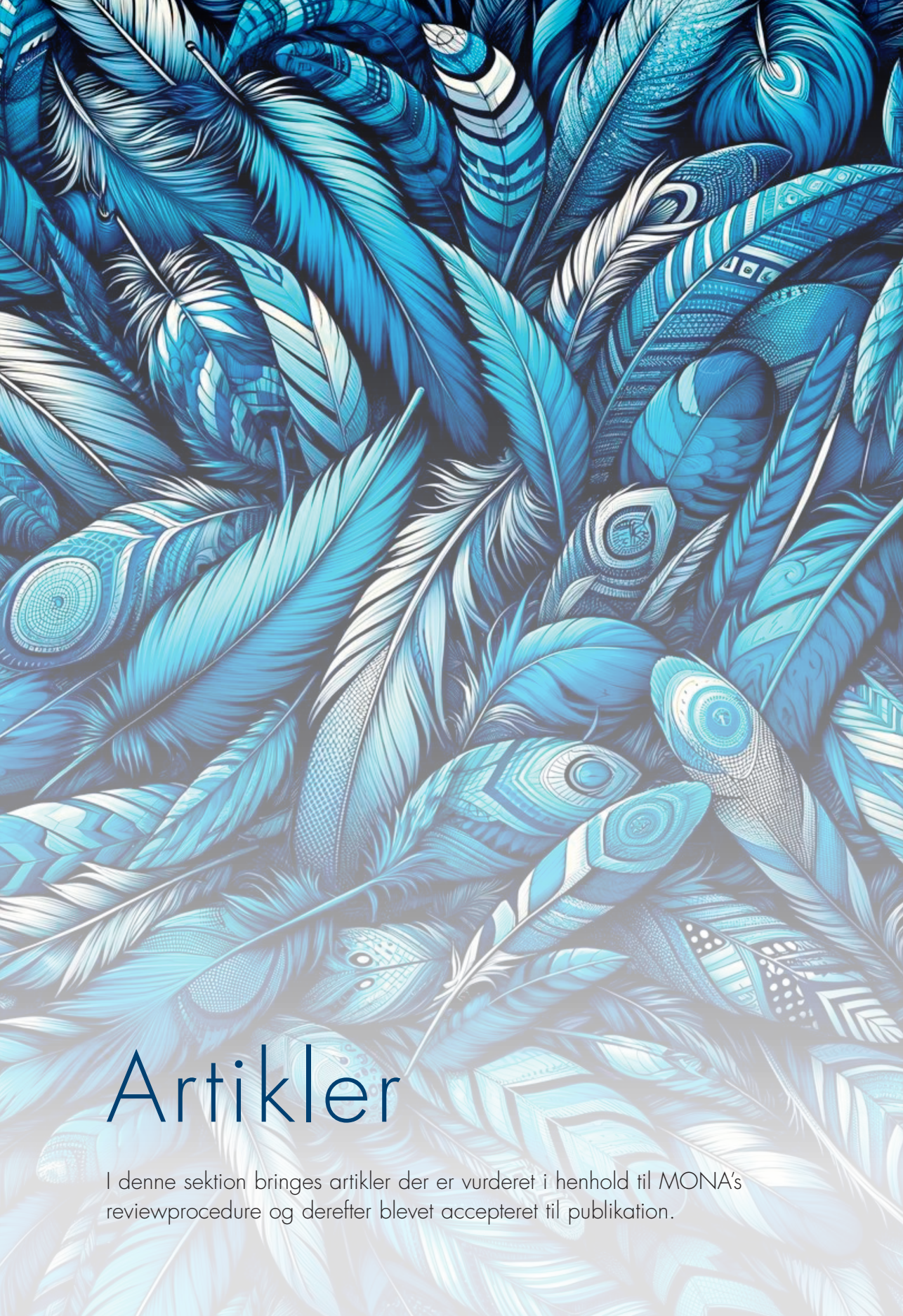
I sommer kom den fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi tilbage til grundskolen efter tre års coronapause. Og med den kom også alle prøveformens børnesygdomme, skriver Christina Frausing Binau. I den aktuelle analyse "Lad os få ryddet naturfagsprøvens børnesygdomme af vejen" giver hun sit bud på nogle af de ingredienser der skal udgøre en kur. Der er blandt meget andet brug for at skrue ned for retorikken om at elever skal "designe egne undersøgelser". Det er et ideal der skyder over målet, skriver forfatteren.

Henrik Zinkernagel argumenterer i artiklen "*Æstetik i naturfag – en vej til mere omsorg for naturen*" fra *MONA, 2023(4),* for at æstetiske perspektiver i bæredygtighedsundervisning og undervisning i naturfag kan være med til at anspore elever til handling og virke motiverende. Det er en sympatisk intention, skriver Connie Svabo og Katrine Bergkvist Borch i en kommentar, men børn og unges forhold til naturen er ikke det mest presserende sted at starte hvis man vil arbejde for et mindre nytte- og brugsorienterede syn på naturen, mener hun.

Karen Bollingberg afslutter dette nummer med en anmeldelse af antologien *Sciencepraksisser og legekvaliteter – redskaber til legende og undersøgende tilgange til science i dagtilbud* af Linda Ahrenkiel, Helle Hovgaard Jørgensen og Morten Rask Petersen. Antologiens force er at dens nye indsigter og begreber er udkrystalliseret gennem et tæt samarbejde med praksis, lyder vurderingen.

Traditionen tro er *MONA* til stede på messen på Big Bang-konferencen, hvor du kan finde os ved IND-standen. Vi glæder os som altid til at møde nogle af vores læsere på konferencen, hvor I er velkomne til at give os feedback og idéer. Og sådanne input kan man i øvrigt altid sende på mona@ind.ku.dk.

God læsning.



Artikler

I denne sektion bringes artikler der er vurderet i henhold til MONA's reviewprocedure og derefter blevet accepteret til publikation.

Hvordan kan du vide det? Indskolingselevers ræsonnementer og beviser


Kasper Højbjerg, Københavns Professionshøjskole


Charlotte Krog Skott, Professionshøjskolen Absalon


Ida Redder Honoré, Københavns Professionshøjskole


Mette Amalie Fischer Bundgaard, Aarhus Universitet, DPU


Steffen Overgaard, Københavns Professionshøjskole

Abstract: *Ræsonnementer og beviser er centrale i matematikundervisningen, men vi mangler viden om hvordan der kan arbejdes med dette i en dansk indskolingskontekst. Med udgangspunkt i Stylianides' tre karakteristika for et matematisk bevis – accepterede udsagn, gyldige argumentationsformer og passende repræsentationer – undersøger vi indskolingselevers ræsonnementer og beviser når de arbejder med særligt designede ræsonnementsopgaver, i et kvalitativt interventionsstudie. Analysen viser at eleverne udvikler relativt sofistikerede ræsonnementer, og at der er progressioner i deres måder at argumentere og repræsentere på fra 1. til 3. klassetrin. Vi konkluderer at der er et stort potentiale i at arbejde målrettet med ræsonnementer og beviser i indskolingen.*

Indledning

At ræsonnere matematisk beskrives ofte som en essentiel del af matematikken: "[...] at ræsonnere matematisk er lige så afgørende for at kunne forstå og anvende matematik,

som tekstforståelse er for læsning" (Ball & Bass, 2003, s. 29, vores oversættelse). Der har de sidste 20 år været et øget fokus på at ræsonnere og bevise i læseplaner. Internationalt har fx National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) haft fokus på "reasoning and proof" i skolematematikken med Principles and Standards (2000), og i Danmark blev ræsonnementskompetencen indskrevet i Fælles Mål for alle klassetrin i grundskolen i 2009. Hermed blev arbejdet med ræsonnementer og beviser også en del af indskolingens matematikundervisning. Forskningen viser imidlertid at mange lærere og elever oplever at det er svært at arbejde med ræsonnementer (fx Boaler, 2019). Derfor gennemførte vi i efteråret 2021 et interventionsstudie for at undersøge hvordan danske indskolingselever ræsonnerer og beviser i matematikundervisningen. Nogle af de deltagende lærere udtrykte nysgerrighed, men også tvivl – for kan danske indskolingselever ræsonnere og bevise? Fx udtaler en lærer:

> "Jeg er mega imponeret over hvad de fik ud af det. […] Jeg havde godt tænkt at der er masser der nok skal finde den rigtige løsning, men om de forstår hvorfor eller hvad der er sket, det var jeg faktisk ikke helt overbevist om. Og det var der rigtig mange der gjorde, så det er jeg meget imponeret over."

Som citatet antyder, er der et potentiale for at arbejde med ræsonnementer i de yngste klasser, men der er samtidig brug for en tydeliggørelse af hvordan dette kan forstås og gøres i praksis i undervisningen. For selvom ræsonnement er et udbredt matematikdidaktisk begreb, er det ikke forskningsmæssigt entydigt defineret, og det kan derfor være vanskeligt at gå til og vanskeligt for lærere at bruge i praksis. I artiklen ser vi ræsonnementer som både proces og produkt. Som proces er det at ræsonnere noget eleverne *gør* mens de arbejder med specifikke typer af opgaver og aktiviteter. Som produkt er ræsonnementerne det der kommer ud af elevernes arbejde, fx i form af skriftlige og mundtlige forklaringer og begrundelser. Denne artikel belyser indskolingselevers arbejde med ræsonnementer og beviser ud fra forskningsspørgsmålene:

1. Hvad gør danske indskolingselever når de ræsonnerer og beviser?
2. Hvilken progression er der i elevernes ræsonnementer fra 1. til 3. klasse?

I næste afsnit giver vi et overblik over forskning i elevræsonnementer og beviser i skolen med fokus på indskolingen, hvorefter projektets design, metode og analyseramme præsenteres. I de efterfølgende analyser besvarer vi artiklens to forskningsspørgsmål ud fra udvalgte eksempler på indskolingselevers arbejde med ræsonnementer og beviser. Artiklen afsluttes med en diskussion og konkluderende pointer.

Forskningsoverblik

Ræsonnementer og beviser er en central del af matematik: "Hvis problemløsning er 'matematikkens hjerte', så er bevisets dens sjæl … [disse to] hører uadskilleligt sammen" (Schoenfeld, 2009, s. xii, vores oversættelse). At ræsonnere og bevise kan udfylde forskellige funktioner, men til vores formål er det centralt at de begge sigter mod at skabe mening med matematiske begreber og relationer. Hvis man fx tror at noget hænger matematisk sammen på en bestemt måde, så forsøger man at finde ud af *hvorfor* det skulle være sådan – og selv hvis det viser sig at man har taget fejl, så har man lært noget om fænomenet i processen (Schoenfeld, 2009). Denne meningsskabende funktion fremhæves især i relation til undervisning på de yngste klassetrin, hvor den går godt i tråd med elevernes medfødte nysgerrighed efter at vide hvorfor ting fungerer som de gør, og deres nysgerrighed efter at forstå hvorfor ting er som de er (Stylianou et al., 2009). Ved at lære selv at kunne skabe mening i matematikken og selv at kunne afgøre om noget matematik er rigtigt eller forkert, kan elever lære at stole på egen evne til at ræsonnere (Schifter, 2009, s. 71), og de bliver således mindre afhængige af andres vurderinger, fx lærerens, lærebogens eller klassekammeraternes.

Et overvældende antal studier viser imidlertid at det er vanskeligt for elever at lære at ræsonnere og bevise, og også at det er vanskeligt for lærere at undervise i det (Stylianides, 2016). Det er fx veldokumenteret at elever i udskolingen og gymnasiet har problemer med at forstå hvad et bevis er (de sætter ofte deres lid til empiriske argumenter), at forstå logikken og metoderne i bevisførelse og at forstå det matematiske sprog og den matematiske symbolik (Stylianou et al., 2009). Mange af disse problemer kan tilskrives elevers manglende muligheder for at danne mening med beviser og for at erkende bevisers forklarende natur (Stylianou et al., 2009). Forskningen i ældre elevers læring af beviser dominerer, og vi ved således kun lidt om yngre elevers læring af ræsonnement. De få eksisterende studier viser imidlertid at indskolingselever kan udvikle meningsfulde argumenter som også indeholder frø til hvad matematikere ville acceptere som formelle beviser (Schoenfeld, 2009). Studier har fx vist at yngre elever kan udvikle uformelle deduktive argumenter såsom bevis ved inspektion, give modeksempler og formulere rekursive argumenter (Maher, 2009).

Selvom yngre elever kan siges at kunne argumentere deduktivt, så forstås ræsonnement og beviser i indskolingen anderledes end på de ældre klassetrin. På ældre klassetrin ses beviser typisk som en kæde af logisk sammenhængende argumenter der er formuleret formelt i et symbolholdigt sprog. Frem for at fokusere på formalitet og symbolsk notation er fokus på de yngste klassetrin ofte på at engagere elever i logiske ræsonnementer og forklaringer der giver mening i forhold til den sammenhæng de indgår i, og i forhold til elevernes faglige niveau. Der er altså tale om en bredere forståelse af beviser som en socialt konstrueret proces hvor normerne for hvad der udgør acceptable argumenter, har flydende grænser der til en vis grad afhænger af

den enkelte klasse (Stylianou et al., 2009). En sådan forståelse af ræsonnementer og beviser er fremtrædende i Stylianides' definition af et bevis, der har tre karakteristika:

1. Beviset bygger på sande udsagn der er accepteret i klassen og dermed ikke kræver yderligere argumentation (*accepterede udsagn*).
2. Beviset benytter gyldige argumentationsformer der er kendt af, eller som begrebsmæssigt ligger inden for rækkevidde af, klassens fællesskab (*argumentationsformer*).
3. Der kommunikeres i udtryks- og repræsentationsformer der er passende og kendt af, eller som begrebsmæssigt ligger inden for rækkevidde af, klassens fællesskab (*repræsentationsformer*) (Stylianides, 2016, s. 13, vores oversættelse).

Med definitionen forsøger Stylianides at opnå en balance mellem matematik som disciplin og elever der er ved at lære matematik. Begreberne *sande* og *gyldige* skal således forstås i forhold til hvad der er accepteret i matematikkens verden, samtidig med at definitionen foreskriver at beviset også afhænger af hvad der er passende i forhold til – og accepteret og kendt af – klasserummets fællesskab. En styrke ved Stylianides' definition er at den kan bruges på tværs af klassetrin da de tre karakteristika skal forstås i relation til et klasserum. Fx kan et uformelt argument om at summen af to ulige tal er lige ved brug af centicubes ses som et bevis i de yngre klasser, mens det i udskolingen ville kræve et formelt argument og brug af algebraisk notation.

Flere andre studier peger ligeledes på at repræsentationer er afgørende for yngre elevers muligheder for at kunne ræsonnere og bevise. Fx foreslår Schifter (2009) et såkaldt *repræsentationsbaseret bevis* der bygger på hendes og kollegers omfattende undersøgelser af hvordan yngre elever bruger repræsentationer som et redskab til at reducere abstraktion og bygge deduktive argumenter. I et andet studie knytter Maher (2009) elevers ræsonnementsaktiviteter tæt til hvordan de bruger repræsentationer til at tænke og danne mening med matematiske idéer.

Studier peger desuden på at en klasserumskultur præget af problembehandling, kommunikation og hypotesedannelse understøtter yngre elevers udvikling af beviser og ræsonnementer (Reid & Zack, 2009). Altså en kultur hvor eleverne opfordres til at stille spørgsmål, at forstå egen og andres tænkning, at udvikle hypoteser og bygge argumenter for disse samt at tale om deres egen tænkning og sammenligne matematiske idéer (Stylianou et al., 2009). Dette skal ses i modsætning til at præsentere elever for beviser og lade dem øve sig i at gentage dem (Maher, 2009).

Metode, design og analyseramme

Projektet "Hvordan kan du vide det?" blev udført som et samarbejde mellem Københavns Professionshøjskole og fem sjællandske folkeskoler i efteråret 2021. Projektet er

designet som et kvalitativt interventionsstudie og blev gennemført i 28 indskolingsklasser med deltagelse af 19 matematiklærere.

Inspireret af Stylianides (2016) udviklede vi tre versioner af tre forskellige ræsonnementsopgaver, hvor versionerne var målrettet hhv. 1., 2. og 3. klassetrin. De ni opgaver handlede om at ræsonnere i forhold til et begrænset antal tilfælde, og hver opgave lagde op til at eleverne efterfølgende skulle generalisere deres ræsonnement til et større antal (men ikke til en mængde af tal, såsom de naturlige tal). Eleverne kunne således løse flere af opgaverne ved systematisk at optælle alle mulighederne, hvilket er en gyldig argumentationsform i denne kontekst. Til hver opgave udviklede vi en lektionsplan og en lærervejledning. Lærervejledningerne var inspireret af NCTM's (2008) ræsonnementscyklus, og de stilladserede undervisningens organisering, bl.a. ved at lægge op til elevarbejde efterfulgt af fælles klasserumsdiskussioner.

På hver skole deltog alle projektets lærere i et indledende møde hvor opgaverne og lærervejledningerne blev introduceret, og lærerne udvalgte den opgave de ville afprøve i én undervisningslektion. En-to af artiklens forfattere tog feltnoter og videofilmede afprøvningerne, og elevprodukter blev indsamlet hvor det var muligt. Under klasserumsdiskussioner og opsamlinger var fokus for videoobservationen på lærerens interaktion med klassen, og under elevernes selvstændige arbejde blev der fokuseret på en-to grupper af elever. Hver lektion blev efterfulgt af en refleksionssamtale mellem lærer og observatør(er), og efterfølgende blev der skrevet en feltfortælling af en af observatørerne.

Et overblik over alle afprøvninger af opgaven viste at opgaven "Påklædningsproblemet" var benyttet i 14 lektioner, fordelt over 1. til 3. klasse på fire skoler. Dette gav mulighed for at undersøge elevernes arbejde med ræsonnementer og beviser på tværs af de tre klassetrin og gav os samtidig mulighed for at spore en eventuel progression. I "Påklædningsproblemet" har Tante Tut et antal forskelligfarvede hatte og frakker, og lærervejledningerne opfodrer til at iscenesætte opgaven ud fra spørgsmålene: "På hvor mange forskellige måder kan Tante Tut klæde sig på? Hvordan kan man vide at man har fundet alle de forskellige måder? I kan tegne de forskellige muligheder eller bygge dem med centicubes." Fra 1. til 3. klasse øgedes antallet af Tante Tuts hatte og frakker, og i 3. klasse lagde opgaven yderligere op til at eleverne skulle udvikle et modbevis til en påstand fra læreren.

Artiklens analyser bygger på følgende empiri fra afprøvninger af "Påklædningsproblemet":

- Videooptagelser fra 14 lektioner (fem 1. klasser, syv 2. klasser og to 3. klasser)
- Transskribering af udvalgte videosekvenser
- Feltnoter og -fortællinger
- Elevprodukter.

Empirien analyseres med udgangspunkt i Stylianides' (2016) definition af et matematisk bevis. Dette er valgt som analyseramme fordi ræsonnementer og beviser er i spil som både proces og produkt. Samtidig giver tilgangen mulighed for at analysere forskelle og progressioner mellem klassetrinnene da definitionen netop rummer en bredere forståelse af beviser, som en socialt konstrueret proces, der skal ses relativt til klassens faglige niveau.

For hvert klassetrin har en-to af artiklens forfattere lavet en overordnet analyse for at indkredse eksempler på elevræsonnementer og -beviser ud fra Stylianides' tre krav. I den forbindelse er udvalgte videosekvenser blevet transskriberet og diskuteret i forfattergruppen. På baggrund af disse diskussioner er der udvalgt tre eksempler fra hvert klassetrin som paradigmatiske cases (Flyvbjerg, 2013). Eksemplerne skal altså ses som nogle af de bedste eksempler på elevræsonnementer som i større eller mindre grad falder under Stylianides' definition af et bevis. For hvert klassetrin beskriver vi desuden hvordan eleverne generelt ræsonnerede, for også at give et mere repræsentativt billede.

Når indskolingselever ræsonnerer

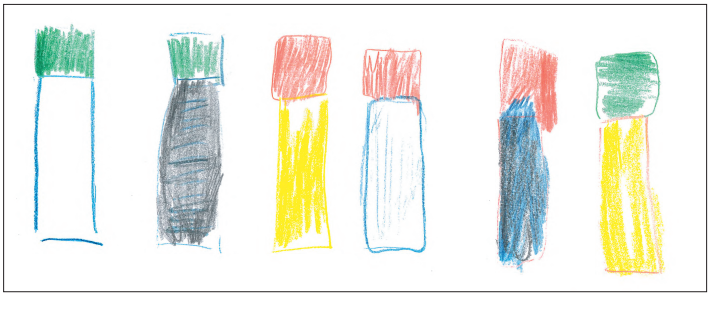
1. klasse

I 1. klasse arbejdes med en variant af opgaven hvor Tante Tut har to hatte og tre frakker. Efterfølgende får Tante Tut endnu en hat, og eleverne skal forsøge at generalisere deres første svar og begrunde hvor mange muligheder Tante Tut nu har.

På tværs af de fem 1.-klasser er det karakteristisk at eleverne arbejder med "Påklædningsproblemet" på en ikke-struktureret måde i begyndelsen. De bygger muligheder i centicubes eller tegner dem uden at være systematiske. De sammenligner en ny mulighed med dem de allerede har lavet, og nogle elever forsøger ved denne form for inspektion at begrunde at de har fundet alle mulighederne. Mange elever udvikler dog i løbet af lektionen en systematik for bedre at kunne overskue mulighederne. Det er kun ganske få elever der bruger systematisk optælling allerede fra starten af.

Eksempel 1.1

En elev har tegnet de seks muligheder:



Figur 1. *Elevillustration 1.1.*

Eleven benytter en systematisk tilgang til at tegne frakkerne (hvid, sort, gul, hvid, sort, gul), men ikke til at sætte hattene på. Eleven forsøger efterfølgende at forklare sin systematik, men famler meget. Hun bliver ved med sige "Det er fordi der er tre ...", men kan ikke formulere sammenhængen. Til sidst udbryder hun: "Det har jeg glemt." Eleven udvikler en begyndende systematisk tilgang til opgaven, men kan i sidste ende ikke helt artikulere de tanker der ligger bag. Derfor har eleven endnu ikke udviklet et bevis ifølge Stylianides' definition.

Eksempel 1.2

En klasse har skiftet Tante Tut ud med klassens maskot – Le Chef – og her har en elev tegnet kokkehuer og T-shirts som vist på figur 2. I stedet for at arbejde med to hatte og tre frakker arbejder denne klasse med kokkehuer og T-shirts som hver findes i tre forskellige farver.

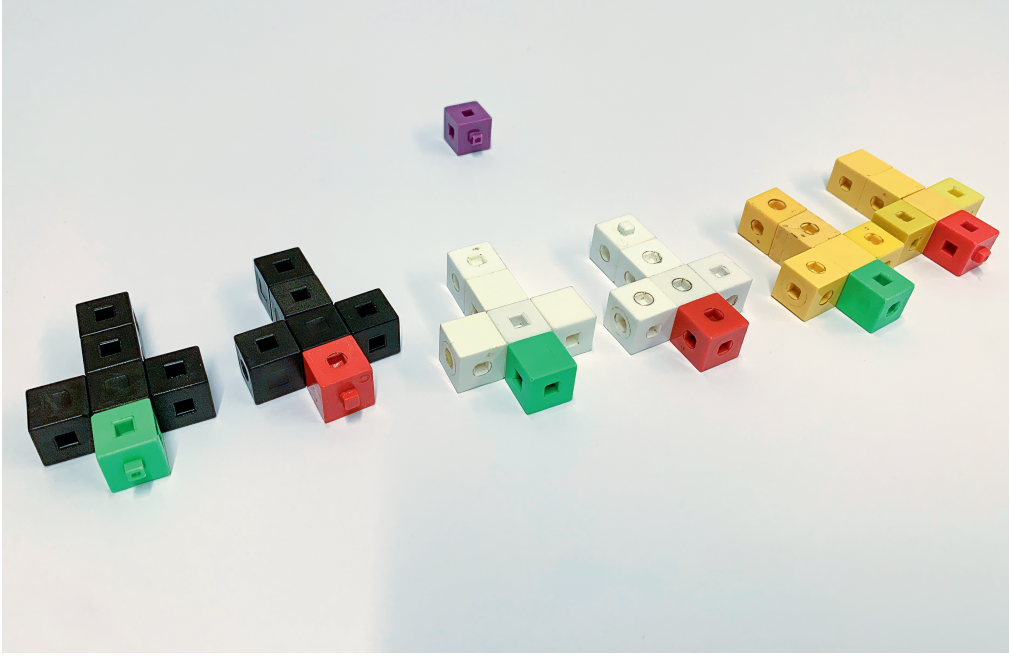


Figur 2. *Elevillustration 1.2.*

Læreren spørger "Hvorfor synes du at du er færdig?", hvortil eleven svarer "Fordi jeg har gjort det i rækkefølge med de tre farver … på bluserne […] Jeg startede med den blå, og så satte jeg de tre farver her på [peger på kokkehuerne over de blå T-shirts], og så gjorde jeg det samme med grøn og gul". Eleven bruger det accepterede udsagn om at en mulighed består af en kokkehue og en T-shirt i forskellige farver eller med samme farve. Eleven tæller systematisk alle mulighederne op ved først at tegne alle mulighederne med en blå T-shirt og dernæst dem med en grøn og en gul T-shirt, og eleven bruger samtidig mundtlige formuleringer med udgangspunkt i tegninger som er accepterede repræsentationsformer i klassen. Ifølge Stylianides' definition har eleven altså udviklet et bevis for at det samlede antal af muligheder er ni.

Eksempel 1.3

En elev begrunder hvordan han kan vide at der er seks muligheder: "Hun kan tage den røde hat på og så den gule og den hvide og den sorte frakke. Og det samme med den grønne hat." Eleven har bygget følgende figurer i centicubes sammen med sin sidemakker:



Figur 3. *Elevillustration 1.3.*

Elevens argument minder om argumentet fra eksempel 1.2, selvom de to elever repræsenterer mulighederne forskelligt. Af samme grund opfylder elevens argument Stylianides' definition på et bevis.

Læreren lader Tante Tut få en lilla hat også. En ny elev begrunder at der nu er ni muligheder fordi "det er tre gange tre". Læreren spørger efter uddybning, og eleven svarer:

E: Det er fordi én hat kan passe på de tre, og den anden kan også passe på de tre, og den tredje kan også. Og det er jo det samme som 3 gange 3, og det er jo 9.
L: Det er fuldstændig rigtigt. Hvad hvis man havde 10 hatte og 4 frakker?
E: Så ville der være 40. På grund af at 4 gange ... nej, 10 gange 4, det ...

Eleven viser at han har forstået systematikken der ligger til grund for at besvare denne type af opgaver, og han benytter det til at begrunde en generalisering af opgaven. Eleven har tydeligvis indset at hver hat giver så mange muligheder som der er frakker. Når eleven skal svare på hvor mange muligheder 4 hatte og 10 frakker giver, nævner han ikke at hver hat giver 10 muligheder; i stedet giver eleven blot regnestykket "10 gange 4".

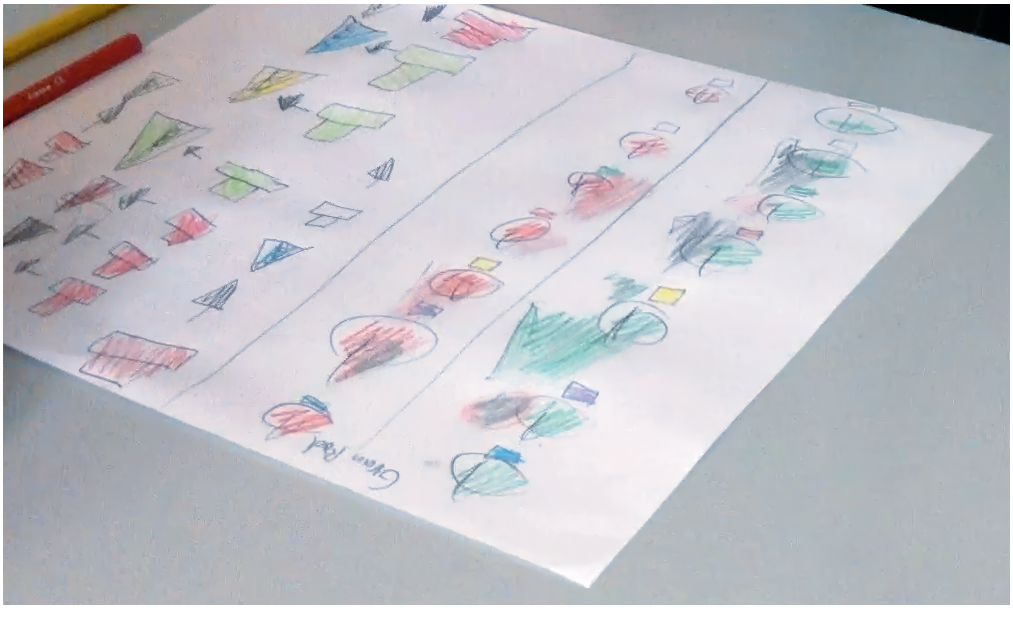
2. klasse

I 2. klasse har Tante Tut to hatte og syv frakker. I forlængelse heraf skal eleverne begrunde antal muligheder hvis Tante Tut får én hat mere.

I de syv 2.-klasser arbejder mange elever med en systematik fra begyndelsen, mens andre indser et behov for systematik undervejs i deres undersøgelse. Klasserne har adgang til forskellige repræsentationer. Nogle har både centicubes og farveblyanter, nogle har yderligere et papir med 24 ufarvede illustrationer af Tante Tut, og andre et ark hvorpå der er tegnet to hatte og syv frakker. Alligevel udvikler mange elever deres egen repræsentation ved at tegne hattene og frakkerne så de ligner, eller ved at tegne en abstraktion af dem med brug af farver. Nogle elever supplerer desuden farverne med bogstaver. Eleverne inddrager hverdagsreferencer som accepterede udsagn i deres argumentation, og ofte bruger de et komprimeret sprog i deres argumentation.

Eksempel 2.1

To elever arbejder systematisk med opgaven. De deler det papir som de begge tegner på, men de tegner stadig hver deres løsning. Den første elev (til højre i figur 4) tegner først to opdelte rækker med syv grønne og syv røde hatte, hvorefter hun tilføjer en frakke som et lille farvet felt under hver hat.



Figur 4. *Elevillustration 2.1.*

Læreren spørger til antal muligheder, og de to elever svarer samstemmende: "Vi tror det er 14." Læreren svarer: "Her skal vi vide det, og hvordan ved I det?" Den ene elev peger på tavlen hvor farverne er skrevet op: "Hun kan have rød på grøn, gul, sort, hvid, rød, blå og lilla." Læreren samler op: "Så hvor mange måder er det?", hvortil eleven svarer at det er 7. Herefter fortsætter eleven nu med grøn hat: "Og hvis man tager grøn på grøn, gul, sort, hvid, rød, blå og lilla," hvortil læreren igen spørger til antal muligheder, og begge elever svarer 14. Elevernes systematiske optælling understøttes af accepterede udsagn om at antallet af muligheder med grøn hat og antallet af muligheder med rød hat skal adderes. Hermed giver eleverne et bevis i Stylianides' forstand fordi de tre krav er opfyldt.

Eksempel 2.2

I en klasse siger læreren: "Så står Tante Tut nede i tøjbutikken, og så kan hun ikke finde ud af, skal jeg købe en frakke mere, eller skal jeg købe en hat mere, for at have flest mulige muligheder … for at jeg har flest forskellige måder at tage min frakke og hat på? Er det smartest hvis jeg køber en hat mere eller en frakke mere?" En elev svarer og begrunder: "En hat … øhh, for hvis man tager fx en gul, så kan man ikke sætte den sammen med de andre, altså hvis man vælger … altså sådan hvis man vælger en frakke, så kan man ikke sætte den sammen med de andre frakker." Eleven bruger et accepteret udsagn om at frakker kun kan kombineres med hatte, til at ræsonnere sig frem til at det må være en hat.

Eksempel 2.3

En gruppe på fem elever får udleveret et ark med syv frakker og to hatte, alle i forskellige farver. En elev peger først på en frakke og så på den røde hat, så en anden frakke og igen den røde hat. Hun fortsætter til alle mulige par med den pågældende hat er identificeret, hvorefter hun siger "prøv at se, vi skal bare se aaaallesammen, for det var bare hvor mange." Det er dog ikke alle i gruppen der accepterer denne argumentationsform, og efter en diskussion om andre måder at finde ud af det på beslutter to elever at lave deres egen repræsentation. Først tegnes 14 frakker og så to hatte. En anden elev forstår ikke hvorfor de har tegnet 14 frakker når der kun er syv i opgaven. Den ene forklarer: "Det er fordi når der er syv frakker, så skal hver hat jo have syv frakker. Den her skal have syv, og den her skal have syv [peger på hver hat], og så giver det 14." En elev understøtter argumentet ved at henvise til en hverdagssituation: "[...] det er én [frakke] om dagen – men hun har 14 dage – så har hun den på to dage [peger på en frakke], en til en grøn hat og en til en rød hat." En anden elev foreslår at dele de 14 dage i to uger, og tegner figur 5, mens den første elev uddyber: "Ja, for hun tager den samme frakke på i den uge og den uge, men så er der til gengæld to forskellige hatte på." Selvom en elev er udfordret i forhold til at forstå argumentet, så er det dog begrebsmæssigt inden for rækkevidde for gruppen da de andre elever er i stand til at forklare det. Gruppen udvikler derfor et bevis der opfylder Stylianides' tre krav.



Figur 5. *Elevillustration 2.3.*

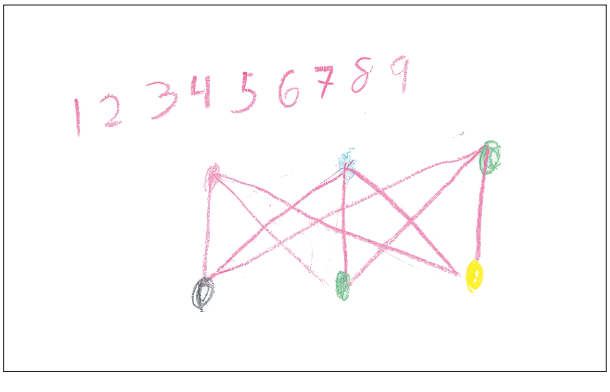
3. klasse

I 3. klasse har Tante Tut tre hatte og tre frakker. Efter at have arbejdet med dette problem skal eleverne forholde sig til en påstand fra læreren om at Tante Tut vil have 18 muligheder for at klæde sig på hvis hun får yderligere tre tasker. Eleverne skal i udgangspunktet ikke finde det rigtige antal, men tage stilling til lærerens påstand.

I de to 3.-klasser får eleverne stillet farveblyanter og papir til rådighed, og de skal dermed selv lave hensigtsmæssige repræsentationer af problemstillingen. Det er kendetegnende for elevernes repræsentationer at alle elever, enten fra begyndelsen eller efter kort tid, laver abstrakte gengivelser af hatte, frakker og tasker i form af prikker eller streger. De fleste elever indbygger en systematik i deres repræsentation som gør det lettere for dem at begrunde antallet af muligheder. Nogle elever er hurtige til at finde et (rigtigt) resultat af opgaven, men skal støttes i at lave et egentligt bevis.

Eksempel 3.1

To elever repræsenterer problemstillingen ved at tegne tre prikker i samme farve som hattene øverst på papiret og tre prikker nedenunder i samme farver som frakkerne. En elev anvender repræsentationen til at lave en systematisk optælling af antal muligheder. Hun tegner streger fra første prik (hat) til hver af de tre prikker (frakker) og tæller "1, 2, 3". Derefter fra den næste prik til hver af frakkerne, "1, 2, 3", og til sidst fra den tredje prik til hver af de tre frakker, "1, 2, 3". Eleven har identificeret et mønster og konkluderer spørgende og stadig lidt usikkert: "Så er der 9 muligheder. Kan man gøre sådan?"

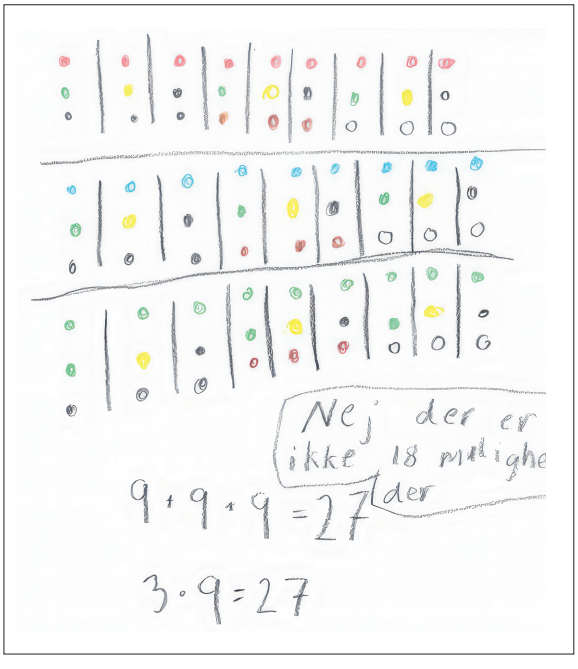


Figur 6. *Elevillustration 3.1.*

Eleven laver et matematisk bevis idet det opfylder Stylianides' tre krav. Implicit bruger hun sande udsagn som er accepteret af klassen. De er tæt koblet til opgavens kontekst, fx at til én hat kan der kobles tre frakker. Hun argumenterer ud fra en systematisk optælling som er accepteret som en gyldig argumentationsform i klassen. Det samme gælder for hendes repræsentationsform.

Eksempel 3.2

To elever arbejder på at afgøre om læreren har ret i at Tante Tut har 18 muligheder med tre hatte, tre frakker og tre tasker. De vælger at tegne alle mulighederne op.



Figur 7. *Elevillustration 3.2.*

Efter de har tegnet den første række med rød frakke, spørger læreren ind til deres arbejde. De siger: "Vi tror det er 27. Vi har ikke lavet det færdigt, vi har kun lavet det til rød." Det virker til at eleverne er på vej til at lave et bevis i Stylianides' forstand, men de er stadig lidt usikre. Da de har lavet hele optællingen, laver de to regneudtryk som viser en måde at beregne resultatet på. De to elever er nu selv overbeviste om svaret, hvilket peger på at udviklingen af ræsonnementet har haft meningsskabende betydning for eleverne.

Eksempel 3.3

I en klassesamtale presser læreren eleverne ved ikke at acceptere deres påstande som beviser, hvilket er med til at skærpe elevernes argumentation. Læreren siger bl.a.: "Jeg har jo ikke været nede og kontrollere om det er rigtigt, men indtil videre har I ikke helt overbevist mig med ord." Det afføder en begrundelse fra en elev: "Først troede jeg også at der er 18, men det er der ikke, for der er 27. Det er fordi man kan lægge en hvid taske til alle de 9 vi havde før, du kan også lægge en brun til alle de 9 fra før, og en sort taske. Og så har du 3 gange 9."



Figur 8. *Elevillustration 3.3.*

Læreren accepterer begrundelsen som bygger på en accepteret sandhed om at der er 9 muligheder i løsningen fra før. Der anvendes systematisk optælling som argumentationsform, og ræsonnementet præsenteres for klassen i en acceptabel mundtlig udtryksform som er understøttet af en tegning (figur 8) på elevens papir. Altså er Stylianides' tre krav opfyldt.

Progressionen i indskolingselevernes ræsonnementer

Vi besvarer artiklens andet forskningsspørgsmål ved at analysere progressionen i Stylianides' tre krav til et bevis på tværs af de tre klassetrin.

På alle klassetrin bruger eleverne accepterede udsagn i deres arbejde hvoraf nogle ikke nødvendigvis er direkte synlige. En del af disse accepterede udsagn eksisterer allerede i klassefælleskabet, mens andre bliver udviklet i løbet af lektionen. Der er således på alle klassetrin et behov for at afklare og acceptere opgavens præmisser. Fx spørger en elev efter introduktionen om man også kan have to hatte på samtidig, hvilket bliver afklaret så alle elevers ræsonnementer kan bygge på det accepterede udsagn at en mulighed består af én frakke og én hat. Det er indbygget i alle tre versioner af opgaven at eleverne skal generalisere deres fund til større tal. I 1. og 2. klasse får Tante Tut en hat mere, og i 3. klasse skal eleverne forholde sig til lærerens påstand om et bestemt antal muligheder. På alle klassetrin ses eksempler på at eleverne inddrager tidligere accepterede metoder og resultater i deres videre ræsonnementer, fx eksempel 1.3, 2.2 og 3.3.

I alle tre versioner af opgaven er systematisk optælling en gyldig argumentationsform.

På 1. klassetrin begynder eleverne typisk med en udtømmende tilgang ved løbende at sammenligne en ny mulighed med dem de allerede har fundet. Når de ikke kan finde flere, konkluderer de at alle muligheder er fundet. Denne argumentationsform er i udgangspunktet ikke gyldig, men den kan initiere en form for systematik og dermed være et første skridt på vejen mod en gyldig argumentationsform. Når eleverne skal generalisere til større antal, benytter de også andre gyldige argumentationsformer. I eksempel 1.3 ser vi fx en 1. klasseelev der bruger det kombinatoriske *både-og*-princip.

Noget tilsvarende sker i 2. klasse i eksempel 2.1 hvor eleverne slutter at én ny hat giver det samme antal muligheder som hver hat gjorde før det. I 3. klasse møder eleverne en anderledes udfordring i form af lærerens påstand. Flertallet af eleverne udvider deres løsning af opgaven fra før for at finde svaret på det nye antal muligheder og sammenligner det dernæst med de påståede 18 muligheder. Eleverne modbeviser altså lærerens påstand ved at finde det korrekte antal (27), hvilket er en gyldig argumentationsform. Dette kan fx ses i eksempel 3.2 og 3.3. Der ses altså en progression fra mere uformelle argumentationsformer til mere formelle og deduktive argumentationsformer på tværs af de tre klassetrin.

Fra 1. til 3. klasse ses en tydelig progression i de repræsentationsformer som eleverne tegner eller bygger. I 1. klasse laver eleverne mere virkelighedstro repræsentationer af opgaven, hvor de er optaget af at repræsentationerne ligner en hat eller frakke. Fx ses det på elevillustration 1.3 at eleverne har bygget Tante Tuts krop. I 3. klasse benyttes i højere grad mere abstrakte repræsentationer som fx prikkerne i elevillustration 3.2. Eleverne i 2. klasse blander abstrakte og virkelighedstro repræsentationsformer, fx i eksempel 2.1 hvor hattene repræsenteres ved noget der ligner en hat, mens frakkerne repræsenteres ved en farvet firkant. På alle klassetrin ses eksempler på at eleverne repræsenterer alle mulighederne som tegnede objekter. I 2. og 3. klasse ses også løsninger hvor mulighederne ikke er repræsenteret direkte som tegnede objekter, men fx som forbindelseslinjer (eksempel 3.1) eller ved at eleverne peger mellem de tegnede objekter (eksempel 2.3). En tilsvarende form for abstraktion ses også i 1. klasse hvor den er koblet til en mundtlig repræsentation som i eksempel 1.3. Fra 1. til 3. klasse ses også et skift i repræsentationerne af beregninger, som i 1. klasse er mundtlige (fx eksempel 1.1), men som i 3. klasse også bliver skriftlige (fx eksempel 3.2 og 3.3).

Udviklingen i og brugen af repræsentationsformer sker på forskellige tidspunkter på de tre klassetrin og er ofte tæt koblet til systematisk optælling som argumentationsform. I 1. klasse bruger eleverne ofte repræsentationer til at oversætte problemet, men de bruger ikke nødvendigvis repræsentationerne til at understøtte et bevis gennem en systematisk optælling. En tegnet ikke-systematisk repræsentation kan besværliggøre oversættelsen til et sprogligt formuleret argument som det ses i eksempel 1.1. Her er centicubes som repræsentationsform mere fleksibel. For selvom eleverne ikke har bygget Tante Tuts forskellige påklædningsmuligheder ud fra et systematisk princip, så kan eleverne senere lægge dem i en systematisk rækkefølge og bruge rækkefølgen som støtte når de skal formulere sig mundtligt (eksempel 1.3). I 2. klasse forsøger mange elever at angribe opgaven systematisk i form af gestikulerende, mundtlige og visuelle repræsentationsformer. I eksempel 2.3 ses hvordan eleverne starter med en sproglig og gestikulerende systematik, men de har svært ved at oversætte dette til en systematisk visuel repræsentation. Eleverne bruger en hverdagskontekst til at

udvikle en visuel og systematisk repræsentation hvor de udnytter at de ved at der er syv dage på en uge. I 2. klasse er de visuelle repræsentationsformer altså ikke nødvendigvis systematiske fra begyndelsen, men bliver det ofte undervejs i elevernes undersøgelser. I 3. klasse arbejder eleverne bevidst systematisk med en eller flere tegnede repræsentationer fra begyndelsen af lektionen. De bruger ofte repræsentationen som en bekræftelse på deres svar, som i eksempel 3.2, og som en aktiv del af deres argumentation, som i eksempel 3.1.

Analysen peger altså på en klar progression i hvordan eleverne kobler deres argumenter til repræsentationerne, herunder hvordan de bruger repræsentationerne til at understøtte deres systematiske optællinger. Samtidig ses også en progression mod mere abstrakte repræsentationsformer på 2. og særligt 3. klassetrin. På 1. klassetrin er elevernes brug af repræsentationsformen afgørende for deres muligheder for at udvikle et argument baseret på systematisk optælling. Elevernes brug af forskellige repræsentationsformer er også influeret af hvad læreren stiller til rådighed, men overordnet set bruges både sproglige, gestikulerende og visuelle repræsentationsformer på alle klassetrin.

Diskussion

Gennem vores interventionsstudie har vi undersøgt hvordan et lille udsnit af danske indskolingselever ræsonnerer og beviser, og hvilke progressioner der kan ses fra 1. til 3. klassetrin når eleverne arbejder med særligt designede ræsonnementsopgaver. Vi diskuterer nu disse opgaver og relaterer projektets resultater og erfaringer til forskning på området.

Et særkende ved vores projekt er at de opgaver vi udviklede, fokuserede på at bevise flere, men stadig et begrænset antal tilfælde (jf. "Påklædningsproblemet"). Opgaverne kunne også have fokuseret på at bevise et enkelt tilfælde, fx at det sidste ciffer i 5^4 er 5 (Stylianides, 2016). Fokus var altså ikke på at bevise det generelle tilfælde, som det typisk er på de ældre klassetrin. I en dansk sammenhæng er det nyt at koble ræsonnement og beviser til enkelttilfælde og et begrænset antal tilfælde. Vores og andre studier (Stylianides, 2016; Maher, 2009) tyder imidlertid på at der er et potentiale heri, særligt hvis indskolingseleverne skal kunne opleve aktiviteten som meningsfyldt, og hvis alle elever skal kunne tilgå emnet. Ligesom i mange andre lande (Stylianides, 2016) mangler der dog gode ræsonnementsopgaver af denne type i Danmark (Gissel et al., 2019; Larsen & Lindhardt, 2019).

I projektet kunne vi se at mange elever var vant til at søge lærerens eksterne validering af deres hypoteser og resultater; de var altså ikke vant til at overbevise sig selv eller hinanden. For at elever kan lære at tro på egen tænkning og at skabe mening i det matematiske indhold gennem ræsonnementer, er det centralt at læreren ikke (altid) anerkender eleverne ved at validere deres resultater, men bruger disse resul-

tater som udgangspunkt for at hjælpe eleverne med at overbevise sig selv gennem argumentation. Studier i yngre elevers ræsonnementer og beviser peger også på at dette er en hensigtsmæssig tilgang (se fx Schifter, 2009). Vores studie peger desuden på at arbejdet med ræsonnementer i indskolingen i første omgang bør handle om at elever validerer egne og andre elevers hypoteser og resultater, bl.a. i klasserumsdiskussioner. Det er et skridt på vejen til at udvikle matematisk selvsikkerhed, og beviser kan derved blive "et redskab til elevers meningsskabelse i matematik" (Stylianides, 2016, s. 31, vores oversættelse).

For at støtte eleverne i at udvikle ræsonnementer skal læreren have elevernes ræsonnementer som centralt omdrejningspunkt for undervisningen. Projektets og artiklens titel, "Hvordan kan du vide det?", er et spørgsmål som de deltagende lærere blev vejledt til at stille eleverne både i iscenesættelsen af aktiviteten, i dialogen med eleverne og i de fælles opsamlinger. Spørgsmålet opfordrer nemlig eleverne til at begrunde, ikke kun *hvordan* de er kommet frem til et resultat, men *hvorfor* deres resultat, hypotese eller metode må være rigtig. Spørgsmålet er med til at fokusere på kernen i matematisk tænkning og opbygningen af matematisk viden. Langt de fleste af de deltagende lærere stillede spørgsmålet flere gange i en lektion, men at kunne stille spørgsmålet på varierende måder og blive ved med at stille det er ikke ligetil. For at forstå hvad det kræver af lærerne, har vi brug for mere viden og flere erfaringer end vores begrænsede intervention gav mulighed for at opnå. At bruge spørgsmålet på udfoldede måder viste sig i nogle tilfælde også vanskeligt hvis klassens kultur overvejende var fokuseret på at levere de rigtige svar. Vores studie peger således i samme retning som andre studier der finder at en klasserumskultur præget af problembehandling, kommunikation og hypotesedannelse er afgørende for at kunne støtte elevers udvikling af ræsonnement og beviser (Reid & Zack, 2009; Stylianou et al., 2009).

Repræsentationer spiller en helt afgørende rolle når eleverne skal lære at ræsonnere (Maher, 2009; Schifter, 2009; Stylianides, 2016). Elevernes adgang til matematikken er gennem repræsentationer som har til hensigt at reducere abstraktionen i matematikken. I projektet brugte eleverne forskellige repræsentationer. Nogle byggede hatte og frakker af centicubes, nogle tegnede flotte, vellignende hatte og frakker, andre tegnede prikker eller streger, og nogle elever brugte til sidst en symbolsk notation. Fælles for elevernes brug af repræsentationer var at de understøttede deres tænkning og argumentation, fx i eksempel 1.2 og 1.3 hvor eleverne lavede tegninger der understøttede en systematisk optælling, og i eksempel 2.3 hvor en elev tilføjede uger på deres tegning og dermed lavede en forbindelse mellem deres repræsentation og hverdagssituationer. Repræsentationerne er også et centralt redskab når eleverne skal kommunikere til andre om deres ræsonnementer og beviser. Det understøtter formidlingen af et bevis så elevernes kommunikation bliver mere præcis, idet den

mundtlige formidling understøttes af handling og illustration. Samtidig hjælper det klassekammeraterne med at holde fokus og giver dem mulighed for at gå tilbage og spørge mere konkret ind til delelementer i beviset. På den ene side viser analysen at repræsentationer var et vigtigt tænke- og kommunikationsredskab for eleverne, og at det var afgørende at de var velvalgte og rummede muligheder for at eleverne kunne gøre dem til deres egne. På den anden side så vi også nødvendigheden af at læreren støtter eleverne i at udvikle dem til mere hensigtsmæssige og konventionelle repræsentationer. Et eksempel er 3.1 hvor to elever har lavet en prik-repræsentation med streger imellem der viser antallet af muligheder. Repræsentationen minder meget om et traditionelt tælletræ, og med støtte til udvikling af repræsentationen i den retning ville eleverne kunne udvikle en generel repræsentation til løsning af denne type opgaver. Et andet eksempel er at repræsentationerne ofte gik tabt i de fælles diskussioner i de deltagende klasser, idet formatet ofte var en klassesamtale hvor eleverne rent mundtlig fortalte klassen hvordan de havde tænkt og argumenteret. For de elever der ikke selv var kommet i mål med eget ræsonnement, kunne det være meget svært at følge de andres ræsonnementer uden de understøttende repræsentationer.

Konklusion

Vores analyser viser hvordan danske indskolingselever kan ræsonnere og bevise når de arbejder med særligt designede ræsonnementsopgaver. Allerede i 1. klasse udviklede eleverne uformelle deduktive beviser ved systematisk optælling, og i 2. og 3. klasse begyndte nogle elever at formulere matematiske argumenter baseret på både-og-princippet for kombinatorik og benytte modbeviser. På alle tre klassetrin så vi elever som udviklede relativt sofistikerede ræsonnementer og beviser. Vi fandt også progression på tværs af de tre klassetrin, særligt i forhold til argumentationsformer og repræsentationsformer og koblingen mellem de to. Vi så ikke en tydelig progression i antallet eller typen af accepterede udsagn.

Disse resultater skal ses i lyset af at ingen af de deltagende klasser, ifølge deres lærere, var vant til at arbejde med ræsonnement og beviser – for hovedparten af klasserne var dette første gang – og at lærerne kun blev støttet ganske lidt i projektet i form af korte mundtlige introduktioner og lærervejledninger. Det peger samlet på at der er et stort potentiale for at arbejde målrettet med matematiske beviser og ræsonnementer i danske indskolingsklasser, og at selv små indsatser kan være frugtbare.

Referencer

Ball, D.L. & Bass, H. (2003). Making Mathematics Reasonable in School. I: J. Kilpatrick, W.G. Martin & D. Schifter (red.), *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics* (s. 27-44). National Council of Teachers of Mathematics.

Boaler, J. (2019). Prove It to Me! *Mathematics Teaching in the Middle School, 24*(7), 422-429. https://doi.org/10.5951/mathteacmiddscho.24.7.0422

Flyvbjerg, B. (2013). Fem misforståelser om casestudiet. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (1. udgave, 5. oplag, s. 463-487). Hans Reitzels Forlag.

Gissel, S.T., Hjelmborg, M., Kristensen, B.T. & Larsen, D.M. (2019). Kompetencedækning i analoge matematiksystemer til mellemtrinnet. *MONA, 2019*(3), 7-27. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/115580

Larsen, D.M. & Lindhardt, B. (2019). Undersøgende aktiviteter og ræsonnementer i matematikundervisningen på mellemtrinnet. *MONA, 2019*(1), 7-21. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/112811

Maher, C.A. (2009). Children's Reasoning: Discovering the Idea of Mathematical Proof. I: D.A. Stylianau, M.L. Blanton & E.J. Knuth (red.), *Teaching and Learning Proof across the Grades: A K-16 Perspective* (s. 120-132). Routledge.

NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.

NCTM. (2008). *Navigating through Reasoning and Proof in Grades 9-12*. National Council of Teachers of Mathematics.

Reid, D.A. & Zack, V. (2009). Aspects of Teaching Proving in Upper Elementary School. I: D.A. Stylianau, M.L. Blanton & E.J. Knuth (red.), *Teaching and Learning Proof across the Grades: A K-16 Perspective* (s. 133-151). Routledge.

Schifter, D. (2009). Representation-Based Proof in Elementary Grades. I: D.A. Stylianau, M.L. Blanton & E.J. Knuth (red.), *Teaching and Learning Proof across the Grades: A K-16 Perspective* (s. 71-86). Routledge.

Schoenfeld, A.H. (2009). Series Editor's Foreword: The Soul of Mathematics. I: D.A. Stylianau, M.L. Blanton & E.J. Knuth (red.), *Teaching and Learning Proof across the Grades: A K-16 Perspective* (s. xii-xvi). Routledge.

Stylianides, A.J. (2016). *Proving in the Elementary Classroom*. Oxford University Press.

Stylianou, D.A., Blanton, M.L. & Knuth, E.J. (red.). (2009). *Teaching and Learning Proof across the Grades: A K-16 Perspective*. Routledge.

English abstract

Reasoning and proofs are central in mathematics education, but we lack knowledge of how this can be addressed in the context of Danish primary education. Drawing on Stylianides' three components of a proof – accepted statements, valid argumentation, and appropriate representations – we explore how primary school students engage in specially designed reasoning tasks in a qualitative intervention study. Our analysis reveals that students can develop relatively sophisticated proofs, with discernible progressions in their methods of argumentation and representation from 1st to 3rd grade. We conclude that there is a significant potential in purposefully integrating reasoning and proofs in primary school education.

Børns perspektiver på science

– en undersøgelse af hvordan børn oplever science i det pædagogiske arbejde i daginstitutioner



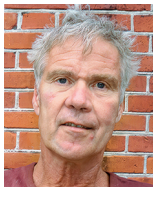
Mie Christiansen, VIA University College, pædagoguddannelsen i Holstebro



Dorte Stokholm, VIA University College, pædagoguddannelsen i Aarhus



Camilla Bech Blomgreen, VIA University College, pædagoguddannelsen i Ikast



Niels Ejbye-Ernst, VIA University College, pædagoguddannelsen i Aarhus

Abstrakt: *I artiklen præsenteres dele af et større forskningsprojekt: Pædagogers arbejde med science i daginstitutioner. Det er artiklens ærinde at præsentere ny forskning om børns perspektiver på science i det pædagogiske arbejde. Ud fra 27 fokusgruppeinterviews med danske børnehavebørn analyseres børnenes forklaringer, udtrykte erkendelser og erfaringer med de aktiviteter der i daginstitutionerne sigter mod at understøtte børns spirende viden om naturvidenskabelige perspektiver, dvs. science. I artiklen præsenteres metodiske valg, analyser samt argumenter for hvorfor børns perspektiver er betydningsfulde, og at disse bør inddrages i kvalificering af science-didaktik og naturvidenskabelig tænkning i pædagogisk praksis.*

Introduktion

Dansk pædagogik vedrørende science er stadig under opbygning (Broström og Frøkjær, 2021, Ejbye-Ernst, 2019). I en dansk sammenhæng har undersøgelser og analyser indtil nu primært haft fokus på forskeres forståelse, internationale forståelser og politiske ambitioner, hvorimod børns opfattelser af science i pædagogisk arbejde er underbelyst. Dette til trods for den stigende interesse for børns perspektiver der bl.a. er skrevet frem i dagtilbudsloven fra 2018 (Børne- og Undervisningsministeriet, 2018). Denne undersøgelse er udsprunget af en nysgerrighed over for hvad børn fortæller og finder betydningsfuldt om gennemførte science-aktiviteter.

Svaret på artiklens forskningsspørgsmål, "Hvordan opfatter børnehavebørn science i pædagogisk arbejde?", vil være et vigtig bidrag i pædagogers arbejde med læreplanstemaet natur, udeliv og science.

Med artiklen vil vi formidle børns perspektiver på science da disse indsigter kan nuancere samtaler med børn i dagtilbud. Børns perspektiver på science-aktiviteter i daginstitutioner kan give pædagoger anledning til diskussion, refleksion og vurdering af ambitionsniveauet i dagtilbud.

Artiklen indledes med en overordnet beskrivelse af nationale mål og internationale studier om science for at danne en begrebsmæssig ramme omkring science. De efterfølgende afsnit redegør for på hvilken måde vi opfatter det at undersøge *børns perspektiver*, med afsæt i Koch (2020), Kampmann et al. (2017), Warming (2011) og Sommer et al. (2010). De repræsenterer alle en tradition inden for pædagogisk arbejde hvor børnenes stemmer er udgangspunkt for god praksis.

Dernæst introduceres undersøgelsens design, metodevalg, erfaringer samt kodestrategi.

Endelig præsenteres udvalgte temaer på baggrund af kodning i NVivo.

Artiklen afrundes med en samlet analyserende konklusion og overvejelser om projektets udviklingsmuligheder.

Nationale mål og internationale studier om science i daginstitutioner

Interessen for hvordan børn lærer om naturvidenskab, har internationalt og nationalt været aktuel i mange år. Begrebet science er dog stadig relativt nyt i dansk pædagogisk praksis. Først i 2018 blev science en del af den pædagogiske læreplan, da det tidligere læreplanstema natur og naturfænomener blev ændret til natur, udeliv og science. Opmærksomheden udspringer af såvel udviklingsmæssige, dannelsesmæssige, uddannelsespolitiske som naturvidenskabelige interesser, jf. Blomgreen et al. (2020) samt Broström og Frøkjær (2021). Nationalt ses en stigende interesse for naturfagene, et fokus på naturfaglig tænkning og naturfaglige uddannelser, som i Danmark er skærpet i en STEM-strategi (science, teknologi, engineering, matematik) der omhandler alle dele af naturfagene i folkeskolen. I dagtilbud findes dog ikke fag, så fagspecifikke mål om at pædagoger skal styrke arbejdet med naturvidenskab, skal i særdeleshed forstås som en styrkelse af brobygningen mellem børns intuitive opfattelser og naturvidenskabens teoretiske og abstrakte erkendelsesformer. Både i det tidligere og i det nuværende læreplanstema er fokus på børns nysgerrighed, undren og aktive deltagelse.

> "Det pædagogiske personale skal lytte til børnenes undren og egne spørgsmål og til børnenes begyndende hypotesedannelser og kategoriseringer i forhold til naturen" (Børne- og Undervisningsministeriet, 2018).

Tidligere evalueringer og undersøgelser lavet af bl.a. EVA (2015) peger på at det er vanskeligt for pædagoger at arbejde med dette læreplanstema; især undersøgelse af den fysisk-kemiske del af verden volder vanskeligheder. Nilsson (2015) foreslår at udfordringen kan skyldes at det pædagogiske personale bremses af en opfattelse af at de selv skal være eksperter der besidder svar om årsagssammenhænge, naturfænomener og naturlove, før de kan arbejde med science i dagtilbud. Ligeledes peger Ahrenkiel og Petersen (2022) på en problematik i forhold til pædagogstuderendes manglende erfaringer med at arbejde med science i løbet af pædagoguddannelsen. Tilsammen betyder det at både pædagogstuderende og pædagoger mangler naturvidenskabelig viden, selvtillid, handlekompetence og mod til at gribe muligheder for at arbejde med science i hverdagen. I vores undersøgelser af pædagogernes praksis vedrørende science (Ejbye-Ernst et al., 2022) så vi mange forskellige bud på science-aktiviteter og didaktiske overvejelser. Det var også tydeligt at den konkrete fortolkning af selve begrebet science peger i mange retninger.

Flere studier, bl.a. Eshach (2011) og Kambouri-Danos et al. (2019), fremhæver at børn kan nærme sig naturvidenskabelige forståelser og begrunde og forklare egne idéer og forståelser længe før de træder ind i en formel læringskontekst. Blomgreen et al. (2020) peger på *emergent science* som et alment begreb inden for international småbørnspædagogik. Ifølge Broström og Frøkjær (2016) kan emergent science forstås som en tidligt gryende forståelse for sammenhænge, processer og de store lovmæssigheder i naturen. Dagtilbudslovens temabeskrivelse om science læner sig op ad disse naturfagsdidaktiske traditioner for en undersøgende tilgang, IBSE (*inquiry-based science education*). I internationale studier, bl.a. Lichene (2019) og Russell og McGuigan (2017), argumenteres der for at arbejdet med emergent science og inquiry-based science education i 0-6-årsalderen indbefatter komplekse læringsprocesser hvor læring ikke opnås blot ved observation, formidling og at opholde sig i naturen. Derimod forudsættes det at pædagogen skaber et mangfoldigt læringsmiljø som hjælper barnet med en begyndende erkendelse af videnskabelige begreber og forståelser.

Et mangfoldigt læringsmiljø bygger på et socialkonstruktivistisk læringssyn hvor fokus er aktiv deltagelse og sproglig mediering, og hvor den voksne arbejder dialogisk og vejleder, spørger, italesætter og undrer sig sammen med børnene. I et mangfoldigt læringsmiljø tilbydes ligeledes mange læringstilgange, både kropslige, legende, skabende, sociale, narrative og æstetiske. Den voksne har en særlig rolle i at bemærke og fortolke naturvidenskabelige aspekter af hverdagslivet og dermed bygge bro fra en

hverdagsviden til begyndende videnskabelige begreber og forståelser, jf. Fleer (2019) og Turner og Williams (2020).

Sammenfattende har vi set en pædagogisk praksis hvor science-begrebet fortolkes og udvikles, og hvor det pædagogiske personale er udfordret da science ikke er så ligetil. Vi har peget på forskningsstudier om science for at vise at science-begrebet ikke fremstår entydigt, men snarere som et overfortolket begreb.

Metodiske overvejelser om forskning baseret på børns perspektiver

Med ændringerne i dagtilbudsloven i 2018 blev det indskærpet at pædagoger skal arbejde målrettet og kvalificeret med børns perspektiver som almen orientering i tilrettelæggelsen af hele det pædagogiske hverdagsliv, både planlagte aktiviteter, rutinesituationer og børneinitieret leg (Børne- og Undervisningsministeriet, 2018). Inden for barndomsforskning har betegnelsen børneperspektiv længe været genstand for kritiske diskussioner, for på hvilken måde er det overhovedet muligt for voksne at begribe og gribe hvad børn tænker og udtrykker (jf. bl.a. Koch, 2020; Kampmann et al., 2017; Warming, 2011; Sommer et al., 2010). Der er bred enighed om at børns udtryk og bidrag altid vil være udsat for fortolkning. Dermed kan børneperspektiver ikke forstås som et "sandt" billede af hvordan børn oplever og tænker, men det skal ses som den voksnes analytiske bestræbelse på at forstå hvordan det der udspiller sig, har betydning for børnene i deres aktuelle liv.

I vores undersøgelser tilslutter vi os Kampmann et al.s (2017) og Kochs (2020) anbefalinger om at der i arbejdet med børns perspektiver må indgå såvel opmærksom lytning, empatisk observation som tolkning af børns nonverbale kommunikation. At den professionelle skal være i stand til åbent at lade sin opmærksomhed flekse frem og tilbage mellem det børnene udtrykker, sin egen kropslige erindring om at være barn og den aktuelle voksenoplevelse af situationen. Alt sammen med en bevidsthed om at man tolker.

Det er tydeligt at børn er forskellige, og vores informanter, børn i alderen tre-seks år, er ikke en homogen gruppe. Det er kendetegnende for interviewene at vi kommer langt omkring i samtalerne, hvor børnene både fortæller om episoder fra institutionen, hjemmet, familien og fritiden og fortæller om alt muligt andet der falder dem ind. I analysen af interviewene har vi været opmærksomme på at børns udsagn ikke udelukkende er et udtryk for deres umiddelbare oplevelser af og engagement i selve aktiviteten. Dialogen i sig selv kan være med til at skærpe barnets opmærksomhed, refleksion og lyst til at formulere sig og udvikle forestillinger ud fra det erfarede og kendte.

Vi har gennemført 27 fokusgruppeinterviews med ca. 100 børn som giver et indblik i børns perspektiver, udtrykte erfaringer, oplevelser og forståelser i forhold til gennemførte science-aktiviteter.

Undersøgelsesdesign og metode

I de følgende afsnit beskrives undersøgelsens design, herunder valg af institutioner og foto-eliciterede interviews som metode, samt vores analysestrategi. Det empiriske materiale bestående af 27 fokusgruppeinterviews blev indsamlet i foråret 2021 i forbindelse med et større projekt der gennem en landsdækkende spørgeskemaundersøgelse og kortlægning af danske pædagogers arbejde med science, institutionsbesøg og indsamling af videoeksempler eksemplificerer pædagogers arbejde med science (Ejbye-Ernst et al., 2022). Undersøgelsen af børns perspektiver på science ligger i forlængelse af Blomgreen et al. (2020) som i et litteraturstudie belyser forskning om science inden for 0-6-årsområdet i en både national, nordisk og bredere international kontekst.

På baggrund af den landsdækkende undersøgelse af pædagogers arbejde med science blev der udvalgt ni institutioner som bredt repræsenterer danske daginstitutioner, dermed både store og små institutioner, institutioner fra større byer og mindre byer samt naturinstitutioner. Således har vi forsøgt at etablere stærke cases der kan danne baggrund for generaliseringer. Vi har besøgt de ni institutioner tre gange og har således fulgt tre forskellige pædagogiske aktiviteter med science i hver institution. Pædagogerne i de pågældende institutioner stod selv for at målsætte og planlægge de observerede aktiviteter. Vi observerede og dokumenterede løbende aktiviteterne med fotos. En til to dage efter besøget gennemførte vi foto-eliciterede børneinterviews.

Foto-eliciterede børneinterviews

Metodisk er vi inspireret af Kampmann et al.s (2017) anbefalinger til det foto-eliciterede interview. Interviewet har en semistruktureret form hvor intervieweren benytter fotos til at få fortællinger frem. Idéen bygger på at der i ethvert foto gemmer sig flere historier og forståelser.

Til hvert interview blev der fra de observerede gennemførte aktiviteter udvalgt ti centrale fotos som skulle være en støtte for børnene til at huske følelser, opfattelser og handlinger. Herigennem fik vi mulighed for sammen med børnene at udfolde forståelser og forklaringer. Interviewene blev overværet af en pædagog for at styrke børnenes tryghed, men pædagogen deltog ikke i samtalen. Udvælgelsen af to til fire børn foregik i samråd med pædagogerne idet vi havde et ønske om spredning på en række baggrundskarakteristika, herunder alder og køn. Der blev foretaget relativt flere interviews med de ældste børn i daginstitutionen da det typisk var dem pædagogerne endte med at udvælge. Undervejs valgte vi at justere sammensætning og antal i bør-

negruppen, lokation, omfang, spørgsmål og måden at anvende og inddrage fotos på, alt efter børnenes alder, evne til at formulere sig, hukommelse, koncentrationsevne, påvirkelighed og evne til abstrakt tænkning.

Fokus i samtalen var nysgerrigt og åbent at undersøge børnenes perspektiver, forståelser, forklaringer og oplevelser i forhold til at deltage i science-aktiviteter. I samtalen forsøgte vi at gøre barnet til den aktive fortæller og selv at indtage en mere tilbagetrukket rolle som lytter med supplerende spørgsmål. Vi anvendte en semistruktureret interviewguide hvor vi spurgte ind til tre overordnede kategorier:

1. Fortæl om hvad vi lavede i går, og hvad I laver på billedet.
2. Uddybelse af deres forklaringer på/opfattelser af hvad aktiviteterne handlede om, dvs. en nysgerrighed over for hvad de iagttog og var optaget af i aktiviteterne.
3. Undersøgelse af hvordan børnene oplevede det at være i aktiviteterne, og om det var noget de gerne ville prøve igen.

Generelt centrerede spørgsmålene og dialogerne sig om de medbragte fotos, men der blev også givet plads til relaterede erfaringer som børnene kom i tanke om i løbet af samtalen. I interviewene blev der ikke systematisk spurgt ind til specifikke tematikker. Der blev dog, i det omfang det lod sig gøre, spurgt ind til hvordan børnene opfattede naturvidenskabelige sammenhænge, samt hvad de så som formålet med en aktivitet.

Kodestrategi

De empiriske data blev analyseret ud fra en tværgående tematisk analysemodel inspireret af Braun og Clarke (2006) samt Bundgaard og Mogensen (2018). Formålet med den tematiske analyse var at identificere mønstre og temaer i datasættet i en detaljeret form:

1. Gennemlæse materialet for at skabe et tværgående overblik og lære materialet at kende.
2. Formulere foreløbige koder og organisere materialet.
3. Genlæse de skabte koder og søge efter tværgående temaer.
4. Prioritere, udvælge og tilpasse temaer gennem en analytisk proces.
5. Udarbejde en rapport.

Den første fase af analysen var overvejende en induktiv tilgang hvor vi forholdt os åbne og nysgerrige til børnenes udsagn. Det empiriske materiale var stort, og derfor anvendte vi efterfølgende analyseprogrammet NVivo som kunne overskueliggøre den senere kodning og hjælpe os med at organisere materialet. Materialet blev kategorise-

ret og analyseret af tre forskellige forskere for at forøge grundigheden i kodningen. Vi identificerede fem fremtrædende temaer som skal forstås dynamisk og væver sig ind i hinanden. Analyserne og yderligere metodiske overvejelser er samlet præsenteret i en forskningsrapport: Stokholm et al. (2022). Det er ikke muligt at udfolde alle temaer, men vi vil belyse disse tre temaer:

- Relationers betydning og børns opfattelse af medbestemmelse
- Børns intuitive udsagn
- Børns kropslige viden og formidling.

Tema 1: Relationers betydning og børns opfattelse af medbestemmelse

Generelt har vi mødt glade og engagerede børn som begejstret har fortalt om de aktiviteter de har deltaget i, ligesom de har fortalt om meget andet der har optaget deres tanker. De fortalte ofte at det var sjovt, og at det var nogle aktiviteter de gerne ville prøve igen. I samtalerne med børnene blev det tydeligt at oplevelser får værdi i kraft af fællesskabet; det er betydningsfuldt at fortælle *hvem* der var med i aktiviteterne og *hvordan*. Børnene fortalte ofte hvem der fandt hvilke insekter, hvilke børn og voksne der var gode til bestemte ting, og om stemninger og små lege de havde sammen.

> "Jeg fik en snegl af Pernille, vi er nemlig venner"
> "Jeg kan lide alting, jeg kan lide alting, er det ikke rigtigt, Nora? Vi kan lide alting"

For at undersøge børnenes opfattelse af formålet med en aktivitet spurgte vi hvorfor de lavede aktiviteten. Hertil svarede børnene ofte: "Det sagde den voksne vi skulle." I en aktivitet hvor børn og voksne såede gulerødder og lagde kartofler, fortalte børnene at de voksne havde fundet på det, men at børnene hjalp og gravede huller. Andre gange svarede børnene at formålet med aktiviteten var det som der skete. Fx forklarede et barn hvorfor der skulle majskerner i et eksperiment: "De skulle flyde op og ned, de skulle danse!" Dermed bliver det barnet har observeret, til selve meningen med aktiviteten, for det var det barnet så, der skete. Ligeledes italesatte barnet heller ikke pædagogens forklaringer om at det var luftboblerne fra reaktionen mellem bagepulver og eddike der fik majskernerne til at stige op.

Børnene var opmærksomme på regler for hvordan man skulle håndtere dyr og behandle grej, hvordan man skulle opføre sig, og hvad man måtte og ikke måtte i forskellige aktiviteter. Fx havde en pige erfaret at det var meningsfuldt at være stille for at kunne fange fisk: "... man skal være stille når vi går ned til vandet, så fiskene

ikke kan høre os, for de ved jo ikke at vi sætter dem ud igen." Pigens forståelse af pædagogens anvisning udmønter sig som en antropomorfistisk betragtning snarere end en biologisk indsigt.

I mange af de observerede aktiviteter var det typisk pædagogen der planlagde, strukturerede og styrede aktiviteten. I observationerne og drøftelserne med pædagogerne var der ikke mange der begrundede aktiviteterne ud fra en identifikation af børns idéer, undren og spørgsmål. Vi så kun ét eksempel på at børnene havde været inviteret til at tilrettelægge undersøgelsen og aktiviteten. Det er et påfaldende træk i det empiriske materiale at børnene ikke udtrykker mere medbestemmelse og inddragelse, og ligeledes fortalte de ikke om at det var dem der havde fået en idé.

Dagtilbudslovens ambition om at fremme børns naturfaglige kompetencer og skabe læringsmiljøer der bygger på undersøgende og inquiry-based tilgange, kan være svær at få øje på i børnenes fortællinger. Vi ser dog en tendens til at aktiviteter der animerer til handling, og som er forholdsvis lette at forstå, giver børnene en mere reel mulighed for at deltage og præge aktiviteterne, bl.a. aktiviteter omhandlende vand, vandløb og insekter, hvorimod aktiviteter med små fysiske og kemiske forsøg ofte var meget voksenstyrede.

I et portugisisk studie af Pereira et al. (2020) peges der på at det er vigtigt at pædagogen formår at identificere børns idéer og opmuntrer til at diskutere børnenes spørgsmål og idéer/hypoteser, men også at børnene er med til at planlægge og forudsige resultaterne af en undersøgelse. I studiet argumenteres der for at børn kan være med i både tilrettelæggelsen og udførelsen af eksperimenterne samt fortolkningen af resultatet – det vil fremme deres interessere for videnskabelige processer – men det kræver at deres perspektiver anerkendes som nyttige og funktionelle. På tværs af internationale studier som bl.a. Gustavsson et al. (2016) og Russell og McGuigan (2017) understreges at børns idéer og forståelser bør være centrale i forhold til hvad der definerer en science-praksis inden for 0-6-årsområdet.

Det er vigtigt at pædagogen inviterer til fælles undersøgelse og viser hvad børnene særligt skal lægge mærke til, demonstrerer konkrete færdigheder og opmuntrer til delt opmærksomhed og på den måde udforsker og undersøger sammen med børnene. Derudover må pædagogen lade barnet dirigere undersøgelsen og undervejs støtte med sproglige begreber, iagttagelser og hypoteser.

Broström og Frøkjær (2021) peger på potentialerne i velovervejede og fleksible læringsmiljøer der inspirerer til nysgerrighed og undren, hvor miljøerne indeholder midler og materialer som børn og voksne sammen kan lege med og undersøge. Mange pædagoger har erfaret at de mest interessante og meningsfulde science-aktiviteter er baseret på børns undren, nysgerrighed og selvformulerede spørgsmål (Ejbye-Ernst, 2019; Broström & Frøkjær, 2016, 2021). Det kræver bl.a. at pædagogen kan anvende produktive spørgsmål og arbejde med at identificere børns undren og nysgerrighed.

Produktive spørgsmål er spørgsmål der støtter børn i refleksioner. De er dermed åbne spørgsmål der fastholder opmærksomhed, som fremmer opdagelse og udforskning, og som evt. er problematiserende. Spørgsmål som bl.a.:

- Hvad lægger du mærke til her? Hvordan føles overfladen?
- Er dyrene ens? Hvad er forskellen?
- Hvordan kan vi undersøge xx? Hvad sker der mon hvis vi xx?

At arbejde med børns nysgerrighed og undren er også en måde at arbejde med børns perspektiver på og dermed gribe muligheden for sammen at konstruere læringsmiljøer hvor science-aktiviteter er inddraget på en meningsfuld måde. Det vil give børnene mulighed for at reflektere og komme frem til egne forståelser og ikke blot svare på de rejste spørgsmål.

Tema 2: Børns intuitive udsagn

Når børn fortæller om science-aktiviteterne og forsøger at udfolde konkrete erkendelser, tegner der sig et klart billede af at der er langt fra børns umiddelbare tilgang til den naturvidenskabelige måde at kategorisere, systematisere og hypoteseafprøve på. I kodningen og analysen af børnenes udsagn har vi taget udgangspunkt i begrebet menneskebunden hverdagstænkning der betegner den måde mennesker historisk har opfattet problemstillinger på, og som til stadighed bliver undersøgt, analyseret og diskuteret af naturvidenskaben. Det har forskellige naturfagsdidaktiske forskere, bl.a. Driver og Easly (1978), Paludan (2000) og Sjøberg (2012), beskæftiget sig med.

Når børnene skulle fortælle om hvad de havde oplevet, og hvad de selv havde gjort af erfaringer, var deres udsagn og måder at formulere sig på i høj grad præget af tre fremtrædende temaer:

- Antropocentriske udsagn
- Forenklede udsagn
- Udsagn med fokus på enkelte detaljer.

Temaerne har vi anvendt som en analytisk hjælp til at systematisere og forstå børnenes udsagn. En bedre og dybere forståelse af børns udsagn kan være en hjælp for pædagoger til at støtte børns begrebs- og sprogudvikling og deres første erfaringer med naturvidenskab. I samtalerne med børnene bliver det tydeligt at de i særlig grad er konkrete i deres tankegang og forholder sig til det de umiddelbart kan se og forstår, med den erfaring og viden de har. Det er svært for dem at begribe og forstå de abstrakte, videnskabelige forklaringer og begreber der ligger bag.

I de følgende afsnit inddrages udvalgte citater fra børneinterviewene der eksemplificerer de tre tematikker.

Nedenstående analyser vægter ikke om børnenes udsagn er rigtige eller forkerte ifølge kulturelle fortolkninger og naturvidenskaben, men analyserne er interessante i forhold til at blive klogere på hvordan børn opfatter deres omverden og de læringsmiljøer der omgiver dem.

Antropocentriske udsagn

For det første bærer børnenes udsagn præg af at de fortolker og fortæller om deres omverden ud fra deres egen livsverden. Ting, dyr og planter tillægges menneskelige egenskaber og menneskelig vilje, og fænomener og årsagssammenhænge forklares ud fra en forståelse af at det der sker, skal ske fordi det er formålet. De antropomorfistiske udsagn fylder meget i børnenes forklaringer, og det er særlig tydeligt når de fx taler om smådyr som regnorme, bænkebidere eller skarnbasser der "bedst kan lide" at være et bestemt sted eller skal "lave en hule, som er deres hjem", og "hvor de kan besøge hinanden", og "at myrerne gerne vil bruge en pind som vippe". Med afsæt i deres egen livsverden opfatter og forklarer børnene dyrenes adfærd som en følge af en indre lyst, vilje eller hensigt og ikke objektivt som en konsekvens af hvirvelløse dyrs basale behov og tilpasning til særlige levesteder osv. Det er ikke kun dyr der bliver beskrevet på denne måde. Det er også genstande og andre fænomener der tillægges menneskelige egenskaber: "pinden blev holdt oppe af vandet" og "vinden leger med gyngerne".

Børnenes udsagn rummer ligeledes en finalistisk forståelse, hvor naturens fænomener og processer tillægges et bestemt formål og en bestemt hensigt. Det kommer til udtryk når en pige fortæller: "Jeg har engang fundet en frø i en vandpyt i regnvejr … frøer elsker vand, på grund af at de tit er henne ved søer." En anden pige supplerer: "Jeg hjalp frøen, for jeg satte den over i noget vand, for der var den rigtig vild med at svømme." Ud fra deres umiddelbare observationer af at frøer tit er i vandpytter og ved søer, konkluderer de at det er derfor frøer elsker vand og at svømme. Børnene har måske nok hørt at frøer primært kommer til vandet for at parre sig og lægge æg i foråret, men det er ikke en del af ræsonnementet.

Forenklede udsagn

De interviewede børn fortalte ofte konkret og forenklet om de gennemførte aktiviteter og undersøgelser. Det kommer bl.a. til udtryk når et barn giver sit bud på hvorfor et træ er væltet: "Der var en spætte som havde lavet meget store huller. Så det var derfor det væltede."

En gruppe børn har eksperimenteret med magneter og afprøver efterfølgende spontane forklaringer på hvorfor magneterne ikke kan sidde fast alle steder på legepladsen: "Det er fordi metal er sådan lidt mere kraftigt, så det kan hænge fast … det kan

hænge fast på det der sølvgrå metal, men ikke det der spejl-noget, det kan det ikke hænge fast på." Et andet barn kommer frem til den umiddelbart logiske slutning at det er magneten der er noget i vejen med: "Magneten kan ikke hænge fast fordi den faktisk ikke dur længere." Børnenes forklaringer er præget af en trang til hurtigt at få konstrueret en forklaring på det der undrer; også selvom forklaringen let vil kunne modsiges eller erstattes af en anden.

Fokus på enkelte detaljer af en helhed

Børnene var optaget af iøjnefaldende detaljer eller egenskaber ved en ting eller et fænomen, og disse detaljer associerede børnene til tidligere erfaringer og observationer. Fænomener og situationer vurderes ofte som enten-eller og ja eller nej. En gruppe børn diskuterer hvordan en snegl kan holde til at vende på hovedet, og forklarer: "Det er fordi den er superstærk. Den bruger sine superkræfter." Børnene fokuserer på det særlige fænomen at når sneglen kan vende på hovedet, hvilket jo er svært, og når den ydermere kan sidde fast på undersiden af et blad, så må den skulle bruge mange kræfter for at blive hængende.

I en anden institution har en pædagog sammen med børnene lagt mælkebøttestængler i vand for at se hvad der sker. En dreng fortæller begejstret om mælkebøtterne at "de rullede sig sammen, og de blev flotte så de lignede kødben", mens han med fingrene viser små bitte krøller foran sine øjne. Han husker at pædagogen har fortalt om nogle særlige celler inde i stænglen, og han forklarer efterfølgende med egne ord det han har opfattet: "Der sidder nogle bittesmå 'mænner' og suger vandet op, og så krøller mælkebøtten sig sammen til et kødben." Når der fokuseres på strukturer, enkelte egenskaber eller detaljer, reduceres kompleksiteten, og fænomener og sammenhænge bliver lettere at overskue og forklare. Børnenes associationer til noget kendt gør det lettere at huske og forstå, også selvom koblingen ikke er korrekt.

Opsamlende analyse ud fra børns intuitive udsagn

Som tidligere nævnt er børns forklaringer noget anderledes end de naturvidenskabelige forklaringer. At interviewe børn giver os et indblik i hvilke forståelser børnene tager med sig fra de gennemførte aktiviteter. Det vigtige er ikke om børns svar er rigtige eller forkerte. Det interessante er hvordan det pædagogiske personale kan forstå børns opfattelser og herudfra bygge bro fra børns forståelser og forklaringer og sigte mod mere naturvidenskabelige forståelser. At bygge bro skal forstås som en metafor hvor pædagogen nysgerrigt undersøger børnenes her og nu-forklaringer og -forståelser og ud fra dette kommer med passende opmuntringer, forstyrrelser og opfølgende spørgsmål. Der er langt fra den letforståelige observation af at en tung pind kan flyde, og at en let sten falder til bunden, til en naturvidenskabelig forklaring som kan omfatte begreber som bl.a. tyngdekraft, massefylde, opdrift og overfladespænding.

Af vores fokusgruppeinterviews fremgår det ofte at børnene har lettere ved at leve sig ind i og tilegne sig grundlæggende forståelse for dyr ved fx at vise med benene hvordan en and svømmer, eller bruge mund og hænder til at vise hvordan et insekt spiser. Det er vanskeligere for børnene at tilegne sig forståelse for mere abstrakte emner inden for fysik og kemi, som bl.a. praktiseres i forsøg med fotosyntese, flydesynke- og massefylde-forsøg samt små "køkkenkemiforsøg". Dyr virker intuitivt lettere at forstå fordi de har flere konkrete træk tilfælles med barnet selv end egenskaber ved planter og fysisk-kemiske fænomener. Desuden er den viden pædagogerne formidler om smådyr, ofte observerbar, og forklaringerne kan iagttages.

Kemiforsøg opererer med en mikroviden der ikke lader sig iagttage, og ligeledes er pædagogerne ofte mere usikre i deres formidling. Børnene synes det er spændende at se hvad der sker når der fx fremstilles en lavalampe hvor massefylden af olie og vand med farvestof undersøges, og når der frigives CO_2 til vandet, fx fra brusetabletter. Det bliver dog tydeligt at det ikke er så ligetil hverken at forstå eller at forklare formålet med et eksperiment som at lave en lavalampe. Selv når pædagogen har gjort sig umage og med simple begreber forklarer meningen med et forsøg, er det langtfra givet at børnene forstår forsøget. De grundlæggende tankegange, begreber og metoder er ofte for abstrakte for børnene. Deres udtalte forklaringer er som nævnt umiddelbare og spontane, og det er deres nysgerrighed og umiddelbare interesse der er drivkraften for deres opmærksomhed. Pædagoger må være særlig opmærksomme på egne hverdagsforklaringer og på hvordan kommunikationen præger børnenes sprog og opfattelser. Hvis børnenes umiddelbare, spontane forståelser og forklaringer skal forstyrres, kræver det at pædagogen både må forsøge at forstå børns opfattelser af det der foregår, og samtidig passende pege i retning af naturvidenskabens forståelser.

Med afsæt i dagtilbudslovens helhedstænkning skal pædagoger støtte børn i at være nysgerrige og at have lysten og evnen til at undre sig og stille spørgsmål. Det kræver pædagogisk dømmekraft at vurdere hvorvidt man skal insistere på at pege ud og fokusere barnets opmærksomhed i retning af et bestemt fokus eller lytte til, bekræfte og forstå barnets i øvrigt relevante opfattelser af hvad der er betydningsfuldt at være en del af, ikke blot naturvidenskabelige fællesskaber, men fællesskaber generelt. Læreprocesser er altid baseret på den kultur de fungerer i, og de kropslige og sproglige ytringer der er forbundet med fx science-aktiviteter.

Tema 3: Børns kropslige viden og formidling

Flere internationale studier, bl.a. Fleer (2019) og Larsson (2016), argumenterer for at det er vigtigt at pædagogen inddrager forskellige vidensformer i arbejdet med science. Kropslige og æstetiske vidensformer skildres som værende særlig betydningsfulde tilgange der understøtter at børn skaber viden gennem mangfoldige indtryk og herigen-

nem får mulighed for at være medskabere af egen viden. I samtalerne med børnene ser vi tydeligt at de er i færd med at øve sig i at forklare, formulere, opdage og forstå deres omverden. Det kommer til udtryk i børnenes engagement og glæde ved at bruge ord, formuleringer og begreber til at udtrykke den erfaring og konkrete viden de faktisk har. I bestræbelsen på at forstå børnenes perspektiver bliver det tydeligt at børns krop rummer en særlig erkendelse og et hjælpende sprog som de anvender intuitivt når de fortæller og agerer i aktiviteter. Med det menes at børnene ikke nødvendigvis anvender ord og begreber som medium. For at forstå børnenes perspektiver er det nødvendigt at inddrage deres mimik, gestik og bevægelser og derefter koble disse til verbale udtryk, hvilket også er den gængse forståelse i dansk pædagogisk praksis, jf. bl.a. Mouritsen (2003) og Fredens (2018).

I en samtale fortæller tre børn om gårsdagens aktivitet hvor de producerede fløjter. De havde fundet pilegrene, flækket pindene på langs og sat et græsstrå imellem for på den måde at lave en fløjte til hvert barn. I samtalen blev børnene spurgt til, hvordan piletræer ser ud, og børnene kunne fortælle om gæslinger, mens deres fingre viste størrelsen og formen. I samtalen forklarede børnene, hvordan fløjten fungerede: "Det er ligesom et talerør …" Børnene havde arbejdet med kroppen tidligere og derigennem talt om stemme, lyd og luft. Et af børnene strækker sin hånd ud og holder den vandret mens han bevæger den i små ryk op og ned. Det er tydeligt at han forsøger at fortælle noget om lydbølger og græsstrået der bevæger sig. I samtalen bliver børnene spurgt: "Hvad nu hvis der ikke var græs mellem de to pinde, hvad ville der så ske?" De fortæller at så ville der ikke komme en lyd, og de fortæller at luften i maven gør sådan at græsset vipper opad og nedad. De fortæller også om blod og hjerte og inddrager en cykelpumpe til at beskrive hvordan hjertet pumper blod. Det er en yderst interessant samtale som giver et fint billede af hvordan børnene inddrager kroppen i både deres formidling og deres erkendelser.

Vi ser generelt at børnene har omfattende forståelser hvor kroppen hjælper dem til at formidle. Nogle børn bruger fx fingrene til at vise hvor hurtigt eller langsomt insekter bevæger sig. Et barn demonstrerer med en rokkende bevægelse med overkroppen hvordan en orm bevæger sig, og et andet barn bruger sine hænder til at vise hvor langt, tykt eller tyndt noget er. En dreng bruger hele kroppen da han viser hvordan majskerner "danser". Dataene er ikke umiddelbart overraskende da lignende undersøgelser fremhæver hvordan kropslig forestillingsleg og rolleleg støttet af pædagoger kan være en oplagt ramme for børn til at erkende naturvidenskabelige processer hvor deres perspektiv og medbestemmelse samtidig tilgodeses. Dette diskuteres bl.a. i Fleer (2019), Karlsson (2017), Samuelsson (2019) samt Klaar og Öhman (2012; 2014). Ud fra vores observationer mener vi at pædagoger fortsat skal arbejde på netop at inddrage alsidige æstetiske og kropslige læringsformer i det pædagogiske arbejde med science.

Konkluderende analyser af de tre temaer

I vores undersøgelse er det bl.a. interessant at børnene opfatter aktiviteter med science som noget pædagoger bestemmer, definerer og gennemfører. En risiko er at når børnene opfatter disse aktiviteter "som noget de voksne har bestemt", bliver det uvedkommende og overfladisk. Hvis det pædagogiske arbejde med science skal påvirke børns forståelser med retning mod naturvidenskab, skal børnene mærke at dette giver mening, og at deres konkrete erfaringer beriger deres omverdensopfattelse. Det kræver at det pædagogiske personale er nysgerrigt på børnenes her og nu-forståelser og -interesser og ud fra dette skaber et fælles læringsmiljø. Det er dog vanskeligt at inddrage børns idéer i et felt som naturvidenskab hvor mange pædagoger ikke føler sig fagligt kompetente, men gevinsten ved at samtale og undersøge sammen med børnene er betydningsfuld.

Det er ikke overraskende at de fleste børn opfatter naturfænomener gennem en menneskelig optik, at konkrete enkeltfænomener generaliseres, og at detaljer kommer til at skygge for større sammenhænge. Alle pædagoger kender til børns forestillinger om bænkebidere der leger, korn der vokser ved at spise jord, eller magneter der er magiske. En interessant refleksion bliver i stedet hvorfor disse opfattelser i udstrakt grad bekræftes i den pædagogiske hverdag. Vi så sjældent at pædagogerne spurgte ind til børnenes opfattelser.

Materialet viser gennem børnenes ytringer, interesse og fortællinger at der er størst potentiale i at pege i retning af en naturvidenskabelig forståelse ved at arbejde med natur og i særdeleshed smådyr og konkrete fænomener som vand og ild som børn intuitivt har lettere ved at forstå og forholde sig til.

Pædagogers arbejde med science består metaforisk set i at bygge bro mellem tidlige konkrete opfattelser og pege i retningen af kulturel viden. Derfor er et vigtigt opmærksomhedspunkt at børn ikke kun fortolker omverdenen individuelt. Det foregår socialt i børnegruppen og i samværet mellem børn og voksne. Her er det pædagogens opgave at sikre at det fortolkende samvær peger i en passende retning jf. brobygningsmetaforen. Det ideelle ville være at arbejde i små børnegrupper hvor pædagogen netop har mulighed for at iagttage naturfænomener tæt sammen med børnene, støtte opmærksomheden på nuancer og forstå hvordan det enkelte barn opfatter omverdenen. Det giver mulighed for passende at bekræfte eller forstyrre opfattelser. Ligeledes kan de små børnegrupper også gøre det lettere for de enkelte børn at få medbestemmelse og dirigere undersøgelsen. Det skal understreges at der sagtens kan være situationer hvor det ikke er relevant at problematisere hverdagsopfattelser, men det afhænger af konteksten og læringsmiljøet.

Undersøgelsen viser også at børnenes forklaringer i udpræget grad understøttes af kropslighed, så der er et potentiale i at kroppen inddrages i aktiviteter og undersøgelser. Børn lærer med kroppen og kan med kroppen udtrykke forståelser og erfaringer

som deres sprog slet ikke kan udtrykke. Med kroppen udtrykkes de første tentative forståelser som kan være en vej til at bygge bro mellem børnenes umiddelbare konkrete opfattelser og naturvidenskabens abstraktioner. Det betyder også at pædagoger skal inddrage alsidige vidensformer i arbejdet med science. Forskningslitteraturen viser eksempler på at børn kropsligt mimer fordampning og undersøger om man kan sidde op ad en regnbue. Den kropslige tilgang i arbejdet med science kan betyde klogere og mere meningsfulde samtaler baseret på indsigter i hvor børnene befinder sig erkendelsesmæssigt.

Hensigten med artiklen har været at undersøge: "Hvordan opfatter børnehavebørn science i pædagogisk arbejde?" En central pointe fra undersøgelserne er at der er et stort potentiale i at interviewe børn og lytte til hvad de opfatter og fortæller om science, også selvom man ikke er forsker. Pædagogerne der observerede og lyttede til interviewene, udtrykte at det var utroligt meningsfuldt at arbejde med foto-eliciterede børneinterviews idet det gav mulighed for at genbesøge aktiviteter fra dagen før. En af pædagogerne erfarede at det i højere grad end aktiviteten de havde lavet dagen før, var samtalen og gensynet der skabte refleksion hos børnene. Billeder kan være gode til at skabe et rum for samtale og refleksion der kan give et indblik i hvad børnene hæfter sig ved.

Det er tydeligt at børns læring er præget af en sociokulturel proces hvor det relationelle er betydningsfuldt. Ligeledes lærer børn på mange forskellige måder gennem deltagelse i et børnefællesskab og i det miljø pædagogerne skaber. Vi argumenterer for at rammesætningen af aktiviteterne har stor betydning for hvordan børn oplever og fortæller om aktiviteter. Ligeledes argumenterer vi for at pædagoger og forskere må overskride eget perspektiv, slippe styringen og åbent undersøge fænomener og lytte til og afprøve børns hverdagsforståelser. Pædagogernes opmærksomhed på betydningen af dialog og et rigt sprog, på det enkelte barns særlige erkendeformer og på det sociale samspil er vigtig. Hvis barnet føler sig hørt og oplever at kunne bidrage til samværet og til samtalerne med idéer, refleksioner og forslag, bliver det mere meningsfuldt at deltage og nemmere for barnet at bidrage og dermed øges chancen for engagement, rige erfaringer og oplevelsen af at være medskaber af viden.

Der er meget at arbejde videre med

Vores undersøgelser har deres begrænsninger og lægger derfor op til yderligere forskning. For det første viser de indsamlede data et øjebliksbillede af hvad børn netop var optaget af den dag vi talte med dem. For det andet har vi ikke systematisk afprøvet aktiviteter som herefter undersøges ud fra et stringent design. For det tredje har vi som forskere ikke erfaringer med børneinterviews, hvilket har indflydelse på kvaliteten af data. At arbejde med børneinterviews kræver øvelse. Heldigvis er der en stigende

interesse for at indfange børns forståelser, og dermed øges viden om hvordan der kan arbejdes i praksis. Sidst, men ikke mindst, er datamaterialet relativt stort og peger i mange retninger, og derfor kan der være temaer vi har overset, og analyser, vi kunne have lavet. Trods undersøgelsens begrænsninger har interviewene med børn vist interessante perspektiver på arbejde med science i dagtilbud.

Den samlede rapport, *Børns perspektiver på science*, er publiceret på www.scienceklog.dk. Undersøgelsen og resultaterne er en del af et større projekt med titlen *Pædagogers arbejde med science i daginstitutioner*.

Referencer

Ahrenkiel, L. & Petersen, M. (2022). Hvilke muligheder er der for at arbejde med science på pædagoguddannelsen? *MONA, 2022*(2), 44-57. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/132757

Blomgreen, C.B., Christiansen, M. & Ejbye-Ernst, N. (2020). *Kortlægning af viden om pædagogers arbejde med science i daginstitutioner – en forskningsoversigt med fokus på international litteratur*. VIA University College.

Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology, 3*(2), 77-101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Broström, S. (2013). Science i børnehaven. *MONA*, *2013*(4), 75-79. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36064

Broström, S. & Frøkjær, T. (2016). Science i vuggestue og børnehave. *MONA*, *2016*(1), 21-34. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36367

Broström, S. & Frøkjær, T. (2021). *Pædagogik for bæredygtighed og science i dagtilbud* (1. udgave). Samfundslitteratur.

Bundgaard, H. & Mogensen, H.O. (2018). Analyse: Arbejdet med det etnografiske materiale. I: H. Bundgaard, C. Rubow & H.O. Mogensen (red.), *Antropologiske projekter – en grundbog* (1. udgave, s. 73-92). Samfundslitteratur.

Børne- og Socialministeriet. (2023). Bekendtgørelse af lov om dag-, fritids- og klubtilbud m.v. til børn og unge (dagtilbudsloven), LBK nr. 2 af 06/01/2020. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/2

Børne- og Undervisningsministeriet. (2018). *Den styrkede pædagogiske læreplan*. https://www.uvm.dk/dagtilbud/paedagogiske-redskaber-og-rammer/den-styrkede-paedagogiske-laereplan

Driver, R., & Easley, J. (1978) Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students. Studies in Science Education, 5, 61-84.

Ejbye-Ernst, N., Hansen, M.H.H. & Stokholm, D. (2022). *Børn og science i daginstitutioner – filmbaseret inspirationsmateriale til pædagoger*. VIA University College. https://www.scienceklog.dk/s/ScienceKlogDK_Rapport_PRAKSIS-07mar23.pdf

Ejbye-Ernst, N. (2019). *Natur, udeliv og science – et nyt læreplanstema* (1. udgave). Hans Reitzels Forlag.

Eshach, H. (2011). Science for Young Children: A New Frontier for Science Education. *Journal of Science Education and Technology*, *20*(5), 435-443. https://doi.org/10.1007/s10956-011-9324-1

EVA. (2015). *Natur og naturfænomener i dagtilbud – stærke rødder og nye skud*. Danmarks Evalueringsinstitut. https://www.eva.dk/dagtilbud-boern/natur-naturfaenomener-dagtilbud

Fleer, M. (2019). Scientific Playworlds: A Model of Teaching Science in Play-Based Settings. *Research in Science Education*, *49*(5), 1257-1278. https://doi.org/10.1007/s11165-017-9653-z

Flyvbjerg, B. (2020). Fem misforståelser om casestudie. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (3. udgave, s. 463-487). Hans Reitzels Forlag.

Fredens, K. (2018). *Læring med kroppen forrest*. Hans Reitzels Forlag.

Gjems, L. & Johnsen, M. (2010). *At samtale sig til viden – sociokulturelle teorier om børns læring gennem sprog og samtale* (1. udgave). Dafolo.

Gustavsson, L., Jonsson, A., Ljung-Djärf, A. & Thulin, S. (2016). Ways of Dealing with Science Learning: A Study Based on Swedish Early Childhood Education Practice. *International Journal of Science Education*, *38*(11), 1867-1881. https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1220650

Kambouri-Danos, M., Ravanis, K., Jameau, A. & Boilevin, J.M. (2019). Precursor Models and Early Years Science Learning: A Case Study Related to the Water State Changes. *Early Childhood Education Journal*, *47*(4), 475-488. https://doi.org/10.1007/s10643-019-00937-5

Kampmann, J. (1998). *Børneperspektiv og børn som informanter*. Børnerådet.

Kampmann, J., Rasmussen, K. & Warming, H. (red.) (2017). *Interview med børn* (1. udgave). Hans Reitzels Forlag.

Klaar, S., & Öhman, J. (2012). Action with friction: a transactional approach to toddlers' physical meaning making of natural phenomena and processes in preschool. European Early Childhood Education Research Journal, 20(3), 439-454. https://doi.org/10.1080/1350293X.2012.704765

Klaar, S., & Öhman, J. (2014). Children's meaning-making of nature in an outdoor-oriented and democratic Swedish preschool practice. European Early Childhood Education Research Journal, 22(2), 229-253. https://doi.org/10.1080 /1350293X.2014.883721

Koch, A.B. (red.) (2020). *Hvad synes børnene? Børns perspektiver i hverdagspædagogisk praksis* (1. udgave). Akademisk Forlag.

Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Interview – det kvalitative forskningsinterview som håndværk* (3. udgave). Hans Reitzels Forlag.

Larsson, J. (2013). Contextual and Conceptual Intersubjectivity and Opportunities for Emergent Science Knowledge about Sound. *International Journal of Early Childhood*, *45*(1), 101-122. https://doi.org/10.1007/s13158-012-0078-6

Larsson, J. (2016). Emergent Science in Preschool: The Case of Floating and Sinking. *International Research in Early Childhood Education*, *7*(3), 16-32. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1138767.pdf

Lichene, C. (2019). Promoting Science Education in Early Childhood: A Research in a Nursery School. *European Early Childhood Education Research Journal*, *27*(3), 397-408. https://doi.org/10.1080/1350293X.2019.1600809

Mouritsen, F. (2003). *Æstetisk refleksivitet og refleksionstyper i børns former for narrative udtryk og leg – en analyse af rolleleg som fortælling*. I: J. Gleerup & F. Wiedemann (red.), *Pædagogisk forskning og udvikling* (s. 181-203). Odense Universitetsforlag.

Nilsson, P. (2015). Catching the Moments: Coteaching to Stimulate Science ind the Preschool Context. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 43*(4), 296-308. http://doi.org/10.1080/1359866X.2015.1060292

Paludan, K. (2000). *Videnskaben, verden og vi – om naturvidenskab og hverdagstænkning*. Aarhus Universitetsforlag.

Paludan, K. (2004). *Skole, natur og fantasi*. Aarhus Universitetsforlag.

Pereira, S., Rodrigues, M.J. & Vieira, R.M. (2020). Scientific Literacy in the Early Years: Practical Work as a Teaching and Learning Strategy. *Early Child Development and Care*, *190*(1), 64-78. https://doi.org/10.1080/03004430.2019.1653553

Russell, T. & McGuigan, L. (2017). An Updated Perspective on Emergent Science. *Early Child Development and Care*, *187*(2), 284-297. https://doi.org/10.1080/03004430.2016.1236847

Samuelsson, R. (2019). Multimodal interaction for science learning in preschool: Conceptual development with external tools across a science project. International Journal of Early Years Education, 27(3), 254-270. https:// doi.org/10.1080/09669760.2019.1605888

Siry, C. & Kremer, I. (2011). Children Explain the Rainbow: Using Young Children's Ideas to Guide Science Curricula. *Journal of Science Education and Technology*, *20*(5), 643-655. https://doi.org/10.1007/s10956-011-9320-5

Sjøberg, S. (2012): Naturfag som almendannelse – en kritisk fagdidaktik. 2. udgave, 1. oplag. Aarhus. Oversat af Alf Andersen og Ib Høy Hansen. Tilpasset danske forhold af Birgitte Pontoppidan. Didaktiske Bidrag. Klim.

Sommer, D., Samuelsson, I.P. & Hundeide, K. (2010). *Child Perspectives and Children's Perspectives in Theory and Practice*. Springer.

Stokholm, D., Blomgreen, C.B., Christiansen, M. & Ejbye-Ernst, N. (2022). *Børns perspektiver på science – en publikation om børns perspektiver på science i pædagogisk arbejde i daginstitutioner*. VIA University College. https://centerforboernognatur.dk/dokumenter/B_rns_perspektiver_p__science__web_.pdf

Turner, N. & Williams, E. (2020). Early Years Science in Action. *Early Child Development and Care*, *190*(1), 3-11. https://doi.org/10.1080/03004430.2019.1654184

Warming, H. (2011). *Børneperspektiver – børn som ligeværdige medspillere i socialt og pædagogisk arbejde* (1. udgave). Akademisk Forlag.

English abstract

The article presents parts of a larger research and development project: Pedagogues work with science in kindergartens. The purpose of the article is to present new research on children's perspectives with science activities in kindergartens. Based on 27 focus group interviews with children, their explanations, and experiences with the activities in kindergartens. The article introduces used methods, analyses, and arguments for why children's perspectives are significant and should be included in the qualification of science didactics and practice in kindergartens.

Skoleudvikling, synergi og meningsskabelse

– hvordan bygges videre på tidligere naturfagsprojekter?



Maiken Rahbek Thyssen, UCL



Christina Dahl Madsen, VIA



Birgitte Lund Nielsen, VIA

Abstract: *Formålet med denne artikel er at undersøge hvad der har været afgørende for lærernes udbytte af et kompetenceudviklingsforløb og for deres motivation for fortsat udvikling. I artiklen præsenteres en analyse af data fra udviklingsforløbet Stærke Naturfaglige Læringsfællesskaber (SNL) sammen med interviewdata fra en case-skole der indgår i fortsat skoleudvikling i Naturfagsakademiet (NAFA). Det diskuteres hvordan de afledte effekter fra SNL og ind i NAFA kan forstås i relation til forskellige systemiske niveauer. Resultater præsenteres i en tematisk analyse under fem overskrifter: Meningsfuldhed i daglig praksis, Forankring gennem naturfaglig kultur, Mening for eleverne stimulerer lærerne til fortsat udvikling, Eksplicit understøttelse af afledte effekter – også organisatorisk og Agency-understøttende facilitering.*

Indledning

Stærke Naturfaglige Læringsfællesskaber (SNL) er et landsdækkende kompetenceudviklingsforløb udviklet i et samarbejde mellem professionshøjskolerne og Børne- og Undervisningsministeriet og første gang gennemført i 2021-2022, hvor ca. 150 naturfagslærere fra 19 skoler deltog. SNL har i den samlede projektperiode været målrettet 36 skoler og haft et budget på 21 millioner kroner. Indsatsen har haft til formål at styrke naturfagslæreres arbejde med de naturfaglige kompetencer, deres opbygning af faglige læringsmiljøer samt deres fokus på progression på tværs af grundskolens klassetrin. En midtvejsevaluering foretaget af Rambøll (2022) viser et relativt stort

oplevet udbytte på skolerne, bl.a. med en forandring i deltagernes naturfagsundervisning hen mod det mere kompetenceorienterede.

Men kun på få skoler er der arbejdet med den videre forankring som kan være afgørende i skoleudvikling. Dette har været motivationen for at genbesøge data fra evalueringen af SNL-projektet med et særligt blik på muligheder for forankring og fortsat udvikling.

Vi kobler dette med analyse af data fra en case-skole, hvor et projekt i regi af Naturfagsakademiet (NAFA) har bygget videre på erfaringerne fra SNL-projektet. NAFA har til formål at fremme motiverende og udbytterig naturfagsundervisning i grundskolen gennem udvikling og afprøvning af en serie modeller for kompetenceløft af naturfagslærere (https://nafa.nu).

På case-skolen er der arbejdet bottom-up med fortsat udvikling ud fra lokalt formulerede behov. Forskningsmæssigt er dette interessant da behov for lokal forankring fremhæves i den internationale litteratur. Bl.a. understreger Calvert (2016) at bottom-up-perspektiver fra lærerne bør inddrages i planlægning af kompetenceudvikling for at understøtte ejerskab og agency, som er afgørende for fortsat udvikling. Til at diskutere arbejdet med forankring og videreudvikling i en ny projektkontekst (her NAFA) der sættes i gang efter det egentlige forløb (her SNL), anvender vi begrebet "afledte effekter" (Sølberg, 2022; Nielsen & Godsk, 2023). De afledte effekter kan både handle om fortsat afprøvning i undervisningen og handle om lærernes fortsatte samarbejde, bl.a. i regi af nye projektinitiativer og indsatser.

Artiklen har til formål at undersøge hvad der har været afgørende faktorer for lærernes udbytte, motivation og fortsatte engagement, og hvorvidt der er mere generelle "kroge"/steder at tage fat i i forhold til fortsat udvikling. Casen illustrerer bottom-up-initieret skoleudvikling inden for det naturfaglige område forstået i et systemisk perspektiv, bl.a. med fokus på det situerede og lokalt tilpassede samarbejde mellem UC-sektor og skole.

Kontekst: SNL

SNL-projektet var designet med inspiration fra QUEST-modellen (Mogensen et al., 2015) og målrettet fagteams frem for den enkelte naturfagslærer. Forløbet kombinerede undervisningsdage på UC'erne, e-læringsforløb med fokus på fagdidaktik og fagfaglighed samt en ambassadøruddannelse til lokale ressourcepersoner. På undervisningsdagene var halvdelen af tiden afsat til at lærerne i fællesskab arbejdede med at redidaktisere samt forberede afprøvning af såkaldte SNL-forløb på skolerne. Derudover var der sparringstilbud på aktionslæringsforløb hvor naturfagsteams samarbejdede med en fasttilknyttet UC-konsulent. Man kan på hjemmesiden www.snliskyen.dk læse mere om SNL og den virtuelle materialepakke der indeholder henholdsvis e-læringsforløb, hvis formål er kompetenceudvikling til naturfagslærere, SNL-forløb til brug i grund-

skolen fra 0. til 9. klasse samt en videnspakke der introducerer ny dansk forskning inden for naturvidenskab.

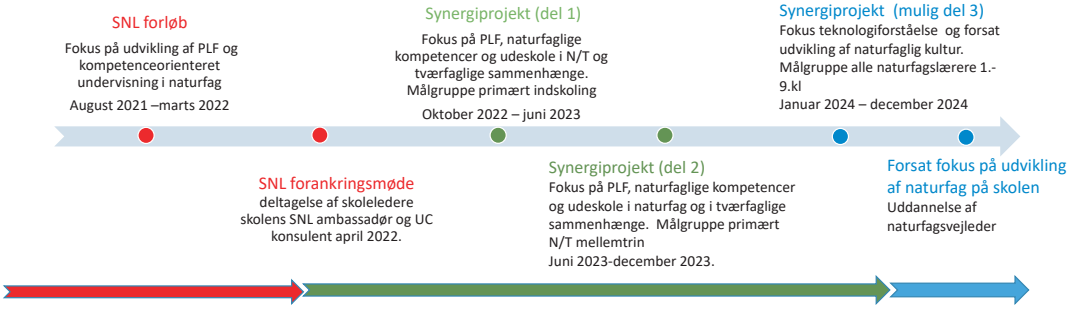
Case: Fra SNL-lærere til NAFA-skole

En skole fra Nordfyns Kommune er udvalgt som case til at diskutere lærernes motivation for at arbejde videre med udvikling af naturfagsundervisningen i regi af NAFA efter det afsluttede SNL-forløb. Her undersøges og belyses de afledte effekter fra SNL og hvad der har vist sig at være bæredygtigt, samt hvordan dette er forankret i den etablerede undervisning og praksis på skolen. Skolen er udvalgt som en "positiv case", da der umiddelbart var interessante afledte effekter. Desuden er skolen interessant som case da den case-metodologisk har karakter af en slags "black swan" (Flyvbjerg, 2006) når det gælder positiv udvikling inden for naturfagsområdet, da det ikke er en skole der tidligere har været i front – der har fx ikke været en naturfagsvejleder på skolen, og der har heller ikke kommunalt været investeret i naturfagsområdet.

SNL-forankringsmøde som startsted for det fortsatte projekt

SNL-forløb afsluttes med et forankringsmøde med skolelederen, skolens SNL-ambassadør og UC-konsulenten hvor det drøftes hvordan deltagelsen har bidraget til samarbejde samt kompetenceorienteret undervisning. Case-skolen har hidtil ikke haft særligt fokus på naturfag, men deltagelsen i SNL betød at der opstod et ønske blandt lærerne om at arbejde videre i samarbejde med det lokale UC. På forankringsmødet blev koblingen til skolens øvrige indsatser drøftet, herunder kommunens strategiske indsats for at øge alle læreres arbejde med udeskole og eksterne læringsmiljøer. Skolen havde afsat tid til lærerne i alle fag, men på tidspunktet for forankringsmødet var der ikke besluttet metoder eller kriterier for hvordan lærerne kunne løfte den kommunale målsætning. Mødet blev et udviklingsrum hvor skolen og UC-konsulenten sammen fik øje på hvorledes centrale byggesten fra SNL kunne danne afsæt for lærernes samarbejde om udvikling og afprøvning af udeundervisningsforløb koblet til lokale udeområder. Forløbet sigtede mod at understøtte ejerskab blandt lærerne i implementeringen af den kommunale dagsorden med henblik på en bæredygtig forankring og udvikling af naturfaglig kultur (uddybes teoretisk nedenfor). Forløbet kalder vi "synergiprojektet". NAFAs skoleindsats har til formål at undersøge hvorledes fremadskuende kompetenceudviklingsmodeller kan udvikles, implementeres og på sigt skaleres. Dette sker bl.a. gennem indgåelsen af kommunale aftaler, men skoleindsatsen har også til formål at skabe erfaringer med hvorledes der kan skabes synergi og sammenhæng mellem initiativer på skoleniveau og UC-niveau og den nyeste viden og forskning på feltet. Særligt opleves et fravær i litteraturen der beskriver naturfaglige udviklingsinitiativer og projekter der opstår i kraft af lærernes engagement og motivation (bottom-up-initiativer), og på case-skolen opstod muligheden for at

følge netop denne projekttype. Synergiprojektets formål er fortsat opkvalificering af kompetenceorienteret undervisning samt fagdidaktisk opkvalificering i forhold til at inddrage eksterne læringsmiljøer og udeskole i N/T og tværfagligt (figur 1).



Signaturer: Rød markering er SNL. Grøn markering synergiprojekt, der er ramme for case-analyse (data fra del 1). Blå markering fremadrettet indsats.

Figur 1. *Forløb på case-skolen hvor der bl.a. er arbejdet videre fra SNL med fokus på professionelle læringsfællesskaber (PLF).*

I synergiprojektet er flere elementer fra SNL videreført, herunder projektets vekslen mellem fagdidaktiske oplæg og sparring og lærernes forberedelse, gennemførelse og observation af og dialog om aktioner. Arbejdet med udvikling af udeundervisning er organiseret med professionelle læringsfællesskaber (PLF), og denne ramme udgør selve projektets fundament (figur 1). Det lokale ejerskab er forsøgt understøttet. Fx havde lærerne et ønske om at bringe lokale udeområder i spil, og oplæg ved UC-konsulenten skete derfor typisk "on location", hvor stedets muligheder for at koble kompetenceorienteret naturfagsundervisning, udeskole-didaktik og tværfaglighed blev drøftet som afsæt for lærernes egen udvikling af forløb. Et andet ønske var at lade N/T indgå i tværfaglige sammenhænge da udeskole-indsatsen dækker alle fag. Et tredje eksempel er at begrebet "aktion" hos nogle lærere skabte negative associationer til at de skulle revolutionere undervisningen, og derfor anvendes i stedet begrebet "prøvehandling". Det rører dog ikke ved at lærerne forpligtede sig til afprøvning i egen undervisning.

I overgangen mellem del 1 og del 2 lægges der vægt på at indskolingslærerne skal vidensdele med mellemtrinslærerne. Fremadrettet planlægges det at bygge videre på erfaringerne med fokus på teknologi og inddragelse af naturfagslærere fra 1. til 9. klasse. Desuden afsøges mulighederne for at uddanne en naturfagsvejleder som kan være med til fremadrettet at understøtte den naturfaglige kultur på skolen.

Teoretisk baggrund

Inden vi fortsætter til genanalysen af data fra SNL og de nye data fra case-skolen, følger et komprimeret sammendrag af relevant forskning.

Samarbejde og kulturudvikling

SNL-projektet bygger, ligesom QUEST (Mogensen et al., 2015; Nielsen, 2021), på den omfattende internationale forskning om professionelle læringsfællesskaber. Der har i dansk kontekst været arbejdet en del med begrebet naturfaglig kultur (Sølberg, 2006). Samlet set ser der ud til at være positivt udbytte af kapacitetsudvikling gennem lokalt samarbejde og netværk og med fokus på udvikling af naturfaglig kultur. Men der er fortsat mange skoleudviklingsindsatser med national udrulning af top-down-tiltag (Nielsen & Krogh, 2017). Dette kan for skolerne være en stor udfordring da der oplevesen intensivering af mange udefrakommende projekter, hvilket udfordrer både lærernes tid, lærernes ejerskab og lærernes motivation for at indgå i projekterne. Derudover beskrives ofte en oplevelse af manglende ledelsesopbakning, et fravær af de nødvendige materialer og rammer for at kunne gennemføre projekterne samt en generel manglende opbakning da udviklingsinitiativerne sjældent tager afsæt i lærernes og skolens lokale behov (Sølberg, 2022).

En udviklingsøkologisk forståelse

Calvert (2016) diskuterer skoleudvikling generelt, og Harris et al. (2018) diskuterer faktorer der er afgørende for succesfulde professionelle læringsfællesskaber. Begge fremhæver betydningen af at inddrage lokale ressourcer og fokusere på forandringskapacitet og agency blandt praktikerne. Skoleudvikling handler ifølge Calvert og Harris dels om et frugtbart samarbejde med fagteamet som generator, dels om en oplevelse af mestring hos den enkelte lærer. Den komplekse faglige baggrundsviden og kompetence til at håndtere elevernes eksperimentelle processer kan, som det bl.a. er diskuteret i forbindelse med begrebet self-efficacy (Bandura, 1994; Ellebæk & Evans, 2005), opleves som en udfordring i N/T hvor en del lærere ikke er uddannet i faget og/eller har en stærk identitet som naturfagslærere.

Forskningen i tilknytning til QUEST-projektet har dokumenteret en korrelation hvor de lærere der oplevede et positivt udbytte på undervisningsniveau, også oplevede et positivt udbytte på samarbejdsniveau. En af konklusionerne var at en positiv spiral med fortsat udvikling på en given skole kunne have flere startsteder – både fra en forandring lærerne værdsatte i deres egen undervisning, og som de i QUEST fik mulighed for at dele så kolleger blev inspirerede, og fra en udvikling frem mod et mere frugtbart teamsamarbejde som inspirerede den enkelte til udvikling i egen klasse (Nielsen, 2021). Disse forskellige niveauer og samspillet mellem dem synliggøres i systemiske og helhedsorienterede modeller, som bl.a. hos Bronfenbrenner, og med en interesse for afledte effekter i en skoleudviklingskontekst giver det mening analytisk at interessere sig for både mikro-, meso-, makro- og ekso-niveauerne (Bronfenbrenner, 1979), i denne kontekst specielt afledte effekter i relation til undervisning i naturfag,

samarbejde og naturfaglig kultur på skolen og skoleudvikling kommunalt, regionalt, fx med UC/læreruddannelse, og nationalt.

Social læringsteori og værdiskabelse

Kompleksiteten når man undersøger værdiskabelse gennem sociale udviklingsprocesser, fremhæves i den nyeste litteratur inden for social læringsteori hvor der bygges videre på Wengers oprindelige teori om praksisfællesskaber. Værdiskabelse kan ifølge Wenger-Trayner og Wenger-Trayner (2020) anskues både gennem de umiddelbare erfaringer og gennem udbytte og anvendelse over tid, og med forskellige blik, bl.a. spørgsmålet om hvad der muliggør effekterne ('enabling value'), og spørgsmålet om hvorvidt der er tale om transformativ værdi, dvs. mere omfattende forandringer, fx om man tænker og taler om undervisning og læring på nye måder, eller om deltagere konkret får nye ansvarsområder. I kontekster hvor der er flere organisationer/systemer involveret, henviser Wenger-Trayner et al. (2015) desuden til de mulige spændinger hvor det er afgørende med aktører der tager rollen med at facilitere det grænsekrydsende samarbejde på sig, såkaldte "brokers". Begrebet har ligheder med begrebet mediator, som bl.a. Læssøe (2009) benævner rollen med at koble vidensformer og perspektiver på tværs af organisationer/systemer. For at synliggøre muligheder, risici og dilemmaer kan det begrebsmæssigt være meningsfuldt at skelne mellem forskellige mediator-roller. Læssøe (2009) skelner mellem fire roller: igangsætter, netværker, facilitator og oversætter.

Undersøgelsesspørgsmål

Baggrundsafsnittene illustrerer at der både organisatorisk i NAFA, hvor der efterlyses synergi mellem forskning, læreruddannelse og skole, og med reference til international forskning om skoleudvikling er behov for mere viden om hvordan udviklingsprojekter forankres, og hvordan man kan understøtte afledte effekter på både klasseniveau og samarbejds- og organisatorisk niveau. Det leder videre til undersøgelsesspørgsmålene:

- Hvad har, baseret på data fra SNL, været afgørende faktorer for oplevet udbytte og fortsat udvikling på SNL-skolerne?
- Hvordan er der på case-skolen arbejdet videre med udvikling af naturfagsundervisning efter SNL, og hvad oplever naturfagslærerne som afgørende faktorer der har betydning for deres fortsatte motivation for udvikling?
- Hvordan kan de afgørende faktorer forstås i relation til de forskellige systemiske niveauer der er på spil i skoleudvikling?

Metode

Undersøgelsen har fulgt et sekventielt design der startede med analyse af en datapakke fra SNL (2021-2022) der ligger til grund for rapporten fra Rambøll (2022). Særligt er der gennemført en sekundær analyse af interviews med lærere og elever. Målet har været at se efter mere generelle aspekter relateret til mulighed for forankring og afledte effekter – et fokus der ikke var i den oprindelige analyse. Det samlede datasæt består af en survey udsendt til 145 lærere og 21 ledere samt syv casestudier med gruppeinterviews med i alt 27 elever og 21 naturfagslærere samt enkeltinterviews med 8 SNL-ambassadører og 7 ledelsesrepræsentanter.

Derefter er der som beskrevet ovenfor samplet en case hvor der i foråret 2023 er gennemført gruppeinterview. Supplerende data fra case-skolen har været observationsnoter fra forløbet.

Ved analyse af interviewene fra SNL blev der formuleret en serie initiale temaer der blev brugt til at stilladsere gruppeinterviewet på case-skolen. Interviewet blev foretaget online med deltagelse af otte lærere og en enkelt leder. Lederen deltog med lærernes fulde viden og billigelse. Det transskriberede interview indgik i den næste fase af iterativ tematisk analyse (Braun et al., 2018), hvor observationsnoter endvidere er inddraget som sekundære data og bl.a. fremstår i et didaktisk nærbillede (se boks nedenfor). Hermed er observationerne med til at berige analysen (thick description: Geertz, 2008).

Resultater

Analysen præsenteres så der først samles op med fem temaer fra SNL-datamaterialet, derefter uddybes disse baseret på data fra case-skolen, og sluttelig diskuteres de centrale fund i en udviklingsøkologisk forståelse.

Analyse af SNL-data (undersøgelsesspørgsmål 1)

I følgende afsnit inddrages citater fra lærerinterviews der er en del af SNL-projektets rådata indsamlet af Rambøll og den samlede UC-sektor (Rambøll, 2022). Disse citater er udvalgt for at illustrere nogle *nye* nuancer fra den tematiske gen-analyse af data, med projektets særlige fokus på mulighed for forankring og fortsat udvikling.

Tema 1: Meningsfuldhed i daglig praksis

Lærere fra SNL fremhæver at deres udvikling understøttes hvis de som en del af et kompetenceudviklingsforløb får mulighed for at samarbejde om at konkretisere det der arbejdes med, så det tilpasses til anvendelse i den lokale kontekst. De kunne fx have ønsket mere tid til drøftelse og til at redidaktisere SNL-forløbene:

> "forløbene var ikke praktiske og klar til at bruge, det krævede meget tid som vi ikke havde derude"
> "forventningsafstemning [vi] nåede nogle gange ikke at redidaktisere tingene ordentligt, og så kommer vi tilbage til hverdagen og får ikke fulgt op"
>
> (lærere i SNL-interview)

Flere lærere nævner en forventning til at der i SNL ville være undervisningsforløb de direkte kunne anvende. I stedet oplevede de at forløbene fordrede redidaktisering. Knyttet til dette er der en pointe om at den fælles bearbejdning kan bidrage til at der bliver "fulgt op", og at det lærte bliver forankret som en meningsfuld del af undervisningen. Rambøll (2022) drager den konklusion at undervisningsforløb der anvendes i et kompetenceudviklingsforløb, skal være "praksisorienterede og knap så teoretiske". Det ser i hvert tilfælde ud til at meningsfuldhed i den daglige praksis set fra lærernes perspektiv er afgørende for udbytte og fortsat udvikling (tematisk overskrift). Man kan dog diskutere om grydeklare undervisningsforløb til kopiering er vejen frem. Vi uddyber disse perspektiver i diskussionen af case-data.

Tema 2: Forankring gennem naturfaglig kultur

De afledte effekter fra SNL ser ud til at handle om både samarbejde og den enkelte lærers klasserumspraksis, og det fremhæves at effekterne kan understøttes ved at en kollaborativ kultur stimuleres under forløbet. Rambøll (2022, s. 23) understreger at "mulighed for at drøfte anvendelsen af det lærte med kollegaer er med til at øge sandsynligheden for transfer". Det dokumenteres bl.a. med reference til at lærere har brugt hinanden meget til at dele erfaringer – nogle har holdt møde en gang om ugen, og kompetenceforløbet har faciliteret et forum "til at dele viden og erfaringer, som de hver især kunne drage fordel af". Flere lærere understreger at de efter SNL spørger mere til hinandens undervisning i dagligdagen, og de kvantitative data viser at en stor del af lærerne har oplevet at SNL har bidraget til at styrke samarbejdet mellem skolens naturfagslærere: 26 % svarer "i meget høj grad", og 36 % "i høj grad", på spørgsmålet (Rambøll, 2022, s. 29).

Tema 3: Mening for eleverne stimulerer lærerne til fortsat udvikling

I forløbet er der bl.a. arbejdet med progression og rød tråd i naturfagsundervisningen. Designet af forløbet er inspireret af QUEST-modellen og har fokus på elevers udvikling af de naturfaglige kompetencer, men dertil har et særskilt fokus været at organisere de lokale netværk på skolen så lærere på tværs af klassetrin fik øje på hinandens mål og forventninger til eleverne i undervisningen. Dette var med det formål at skabe sammenhæng i overgange så den røde tråd for eleverne blev sikret. Det fremgår at

lærernes dialog om progression på langs og sammenhæng på tværs har bidraget til deres positive udbytte:

> "arbejdet med at få undervisningen på tværs af årgange til at spille sammen så man hele tiden kan bygge oven på det eleverne allerede har haft om"
>
> (lærer i SNL-interview)

Arbejdet med progression er meningsfuldt for lærerne pga. brugbarhed i daglig praksis (tema 1), men også fordi det synliggør hvordan eleverne kan støttes. Betydningen af elevernes engagement fremgår ligeledes på andre måder:

> "eleverne er meget engagerede i undervisningen, og SNL har gjort meget. Eleverne vil gerne fortsætte efter time frem for at holde fri, fordi de er så aktiverede og engagerede"
>
> (lærer i SNL-interview)

Oplevelsen af at eleverne er engagerede og lærer nyt, stimulerer tydeligvis lærerne til fortsat at udvikle. Lærerne motiveres altså af at spejle sig i elevernes engagement. For at illustrere hvad det er lærerne spejler sig i, har vi valgt at tage nogle elevudsagn fra SNL-evalueringen med. Citater fra deltagende elever fra 5. klasse viser hvad det er eleverne ser som den gode naturfagsundervisning:

- Når gruppen fungerer godt
- Da det var efterår og vi var i skoven og kigge efter snegle [...] sjovt at komme udenfor
- Når man forstår de ting man skal lave
- Når man skal udforske ting, fx lave forsøg
- Når man interesserer sig for det vi skal lave, fx hvis man ved noget om emnet
- Når læreren gør det spændende så man vil være med til det
- Når vi laver eksperimenter
- Når vi får lov at prøve ting af selv.

Der ser altså ud til at være nogle "knager" når det gælder lærernes engagement, hvis de kan se at nye tiltag giver mening for eleverne – og elevudsagnene illustrerer centrale elementer knyttet til fx sanselige oplevelser og undersøgelser. En implikation som ikke er eksplicit adresseret i SNL, er at man med fordel vil kunne støtte lærerne der deltager i udviklingsprojekter, i at undersøge elevernes perspektiv, netop fordi dette kan inspirere til fortsat udvikling.

Tema 4: Eksplicit understøttelse af afledte effekter – også organisatorisk

Det fremgår af SNL-datapakken at det er relativt få lærere (29 %) der i høj eller i meget høj grad oplever at deres nærmeste leder har givet dem tid i hverdagen til at anvende viden og kompetencer fra SNL (Rambøll, 2022, s. 24). Betydningen af at forankring prioriteres, fremhæves:

> "Det kræver økonomisk prioritering at køre det videre, og det er afgørende at der bliver sat tid af til at lærerne kan møde og rent faktisk videreføre SNL"
>
> (lærer i SNL-interview)

Men evalueringen viser at der ikke i særlig høj grad på skolerne er lagt planer for hvordan man vil arbejde videre med de naturfaglige læringsfællesskaber. Det er en vigtig pointe at afledte effekter aktivt må understøttes ledelsesmæssigt, fx gennem en eksplicit strategi. Afledte effekter vil endvidere organisatorisk kunne understøttes ved at skoler "hjælpes videre" til nye projekter, indsatser eller netværk der er interessante i forhold til deres interesser og behov, fx af en kommunal konsulent eller gennem samarbejde med UC.

Tema 5: Agency-understøttende facilitering

Flere lærere nævner den support de har fået fra konsulenter:

> "vi har fået hjælp til aktionslæring"
> "vi tog runder med hvor langt vi var kommet, hvor vi sad fast, fik sat ord på [...] fik et fælles sprog og løftede os en tak højere"
>
> (lærere i SNL-interview)

De lokale sparringsforløb har hjulpet naturfagsteamet med at skabe et refleksivt rum hvor de har kunnet sætte fokus på den praksis de har eksperimenteret med i perioderne mellem møder (Rambøll, 2022, s. 22). Det understreges at sparringen er med til at give naturfagsteamet et fælles sprog. Det fremgår at det med selv at sætte ord på og dermed "løfte sig" er afgørende, det er det vi i temaoverskriften betegner som agency-understøttende facilitering.

Analyse af data fra case-skole

Temaer fra interviews på case-skolen, relateret til undersøgelsesspørgsmål 2, bidrager med konkretisering. Overblik fremgår af tabel 1 under overskriften af de fem temaer og uddybes derefter.

Tabel 1. *Temaer fra analyse af afledte effekter fra SNL – uddybet med case-data.*

SNL-data	Overskrifter fra analyse af case-data
Tema 1: Meningsfuldhed i daglig praksis	• Redidaktisering af SNL-forløb var nødvendig – en proces som viste sig at være udbytterig. • Praksisinspiration var afgørende for lærerne.
Tema 2: Forankring gennem naturfaglig kultur	• Samarbejde om udvikling af forløb kan være første skridt i kulturudvikling – giver mod på fælles at udvikle inden for andre temaer. • På case-skolen var der et særligt behov for N/T-kompetencer, og her er kulturudviklingen lige så stille i gang. • Fokus på kompetencer bidrog til fælles fagdidaktisk sprog.
Tema 3: Mening for eleverne stimulerer lærerne til fortsat udvikling	• Lærerne oplever at de har fået mod til at slippe eleverne mere fri.
Tema 4: Eksplicit understøttelse af afledte effekter – også organisatorisk	• Lærerne oplever at ledelsen har anerkendt projektbelastningsudfordring. • Der er behov for at tage afsæt i lokale ønsker og behov. • Manglende tid og dårlige rammer kan hæmme udvikling.
Tema 5: Agency-understøttende facilitering	• Lokal konsulentvejledning på skolerne opleves som en kvalitet • Den lokale vejleder har også en vigtig rolle. • Der behøves støtte til at få øje på muligheder for videre udvikling • Det passede ind i kommunalt udviklingstema.

Redidaktisering og praksisinspiration

Gennem de seneste år har mange lærere vænnet sig til at hente færdige forløb på portaler for "at overleve" i en travl hverdag. Lærerne fremhæver at de blev stillet færdige forløb i udsigt i SNL:

> "så havde man måske tre gratis forløb til hver årgang. Og så viste virkeligheden sig […] Der skulle godt nok redidaktiseres rigtig meget. Det blev megagodt, det der kom ud af det, men det var ikke helt så ligetil som bare at gå ind på Clio og hente et forløb, som vi havde troet"

På case-skolen viste det sig at blive udbytterigt at deltagerne blev "tvunget ud i" fælles redidaktisering. Det er altså ikke givet at denne udvikling var sat i gang hvis der bare havde været mere grydeklare forløb. Generelt fremhæver lærerne konkret praksisinspiration som det "der batter", som én af dem formulerer det, og de omtaler i den forbindelse sig selv som professionelle håndværkere inden for deres fag.

> "hver gang der kommer noget nyt til os udefra, som det faktisk kan gå ret nemt med at få lavet om til noget i virkeligheden, så har det kæmpe gavn"

Man kan altså sige at afledte effekter stimuleres når der i et forløb er noget substantielt lærerne kan forme videre på lokalt.

Samarbejde og kulturudvikling

Samarbejde om udvikling af naturfagsforløb fremhæves på flere måder. Lærerne oplever at de efter SNL er blevet bedre til at "stikke hovederne sammen og hjælpe hinanden", og de fremhæver at det faciliterede samarbejde har afledte effekter i form af mod på fælles at udvikle inden for andre temaer. N/T-lærerne bruger gentagne gange begrebet "mod" – særligt lærerne i indskolingen – hvilket også fremgår af næste afsnit. De fremhæver at der indtil nu har manglet N/T-kompetencer i indskolingen på skolen:

> "Det handlede også meget om at der i indskolingen, har været sådan lidt en kamp i forhold til – ikke hvem der skulle have lov til at få naturteknologi, men hvem der skulle slippe for det, for der var ikke nogen, der havde linjefaget. [...] Vi var sådan lidt pressede i faget og følte os ikke trygge i det"

Der har altså været et stort behov for en udvikling på skolen, særligt knyttet til N/T, og lærerne fremhæver at en kulturudvikling med det fortsatte synergiprojekt nu er skubbet i gang. Vi nævner ovenfor at casen kan ses som en slags "black swan" – da udviklingen inden for N/T-området nu er kommet i gang på skolen selvom det ikke har været en skole med fokus på naturfag og på trods af den indtil nu manglende naturfagsvejleder. I relation til afledte effekter er det en pointe at kulturudvikling inden for naturfagsområdet kan have forskellige startsteder og tempi.

En af de ting som lærerne fremhæver som vigtigt i naturfaglig kulturudvikling, er udvikling af et fælles sprog. Der er i SNL arbejdet systematisk med de naturfaglige kompetencer, og lærerne fremhæver dette som en styrke. Et eksempel kan være at e-læringsforløbene, som lærerne sammen forbereder og gennemfører forud for hver undervisningsgang, er navngivet efter netop de naturfaglige kompetencer. Det har været med til at give dem et fælles fagdidaktisk sprog:

> "i højere grad end før har [vi] fået et fælles fagteoretisk og fagdidaktisk sprog [...] når vi snakker modellering, så ved vi nogenlunde hvad vi mener med det"

Mod til at slippe eleverne fri

Elevernes udbytte af det der er sat i gang, er afgørende for lærerne, og det fremhæves at eleverne rigtig godt kan lide udeskole, og at de selv gennem kompetenceforløbet har fået mod til at slippe eleverne mere fri:

> "handlede rigtig meget om det her med at turde at slippe det fri [...] blive tryg i det her med at tage børnene med ud og slippe dem fri. Og det var en mega-positiv oplevelse"
> "Jeg kan utroligt godt lide udeskole [...] måske har det også noget at gøre med at jeg har været afsted og er blevet lidt mere tryg i det der med at tage ud"

I boksen er et didaktisk nærbillede fra en observation hvor et undervisningsforløb blev afprøvet på den lokalitet som blev anvendt i synergiprojektet. Dette lille "billede" illustrerer noget af det som en lærer i citatet omtaler som en "mega-positiv oplevelse", og der er også eksempler på flere af de elementer som elever fra SNL fremhævede som kendetegnende for god naturfagsundervisning (temabeskrivelse 3 ovenfor).

I nærbilledet er der tegn på at det sanselige og faglige spiller sammen. Eleverne får fx kropslige erfaringer med naturen når de rører de små dyr. Deres kognitive forståelse og kendskab til arter, kategorisering og tilpasning øges via observation og samtale, mens deres følelsesmæssige reaktioner og tilknytning træder frem når de begejstres over hvor fantastisk et væsen en bænkebider er. Alt sammen vigtige elementer i N/T og i børns naturdannelse (Hartmeyer & Præstholm, 2021). Der er desuden tegn på at lærerne er lykkedes med deres stilladsering, hvor de vha. udeskoledidaktik (Bærenholdt & Hald, 2020; Hald 2018) har søgt at skabe transfer mellem det der sker på skolen og i uderummet, samt at koble dette med undersøgelsesbasseret naturfagsundervisning og ønsket om at "slippe eleverne mere fri".

Projektbelastning, lokale ønsker og hæmmende faktorer

Case-skolen har ligesom mange andre skoler de seneste år været overvældet af eksterne projekter. Lærerne fremhæver det som vigtigt at denne udfordring blev anerkendt af skolens ledelse da de blev inddraget i beslutningen om deltagelse i SNL.

> "Altså det er jo egentlig begyndt for to år siden, hvor det [SNL] blev sendt som et af de der utallige tilbud, der vælter ind til vores ledelse. Og [navn på afdelingsleder] solgte det til os og sagde: "der er den her mulighed for noget opkvalificering af naturteknologi og naturfag. Er det noget, man vil være med i? Vi vil ikke lægge for meget ned over hovedet på jer, for vi ved, der kommer så mange tvangsprojekter ..."

Didaktisk nærbillede fra observation af aktivitet med elever

Spejderskoven, et lille naturområde med varieret beplantning og stejle skrænter som indgyder til leg og opdagelse, summer af 1.-klasseselever på tur. Det er en onsdag i starten af april, solen titter lidt frem, og vinden er kølig, men det gør ikke noget, for børnene er varmt klædt i flyverdragter, og de har glædet sig til de skulle afsted.

Rundt på området har eleverne i små grupper undersøgt hvert deres sted for "krible-krable-dyr". De har været opslugt af opgaven i næsten en time da nogle børn bliver mere optagede af at rutsje og trille ned af de stejle skrænter, mens andre er begyndt at bygge små hjem til "deres" dyr eller tage dem med hen til den fælles "farm" hvor de senere skal vise deres dyr frem for hinanden og læreren.

En gruppe på tre piger sidder tæt sammen på knæ opslugt af en lille grå bænkebider som kravler på en af pigernes hænder. "Stikker den?" spørger en af de andre piger nysgerrigt. "Nej, det kilder bare lidt, prøv selv," svarer pigen der holder bænkebideren, mens hun lader den kravle over på kammeratens hånd. "Ja, det kilder bare, prøv at se dens mini-mini-fødder," svarer hun begejstret. Den tredje pige er lidt mere skeptisk. "Jeg vil ikke holde den, jeg synes den er ulækker," siger hun, men bliver dog ved med at nærstudere den lille bænkebider sammen med kammeraterne. De snakker om at den har led, ligesom de kender fra regnormen, og bliver enige om at bænkebideren ikke er et insekt, for de har i klassen snakket om at insekter har 6 ben, og denne har hele 14 ben. De tror dog ikke det er en kuglebænkebider, for deres bænkebider ruller sig ikke sammen. Det kan jo også bare være fordi den ikke er bange for dem, bliver de enige om. I baggrunden kalder læreren. Det er tid til at hele klassen skal samles. Pigerne vil derfor sætte bænkebideren ned i dens fugtige, mørke bo under noget bark, hvor de fandt den, for de er enige om at det er vigtigt at passe godt på naturen, som deres lærer har snakket med dem om. Ligesom de vil sætte den ned, afbryder den pige som ikke havde lyst til at røre ved bænkebideren, "Jeg vil også holde den!" Kammeraten sætter den over i hendes åbne hånd. "Det er første gang jeg holder en bænkebider," siger hun med lige dele stolthed og begejstring.

Generelt har det fremmet den fortsatte udvikling på skolen at der var afsæt i de lokale ønsker og behov. Men lokale forhold kan også hæmme udviklingen. Lærerne fremhæver dårlige rammer for og manglende materialer til naturfagsundervisningen:

> "rammer som ikke har været optimale. Vi har ikke haft et biologilokale som kunne bruges til noget, i mange år [...] Det kan gøre meget for en kultur, at man har et biologilokale, hvor man kan gå ind, og hvor der er gamle projekter, dyreplakater og så videre på væggen, som kan inspirere. Og det der inspirerende rum, har vi ikke"

Lærerne understreger at bedre rammer og materialer er nødvendige for fortsat udvikling. De nævner nogle områder med udviklingsbehov, der uddybes i næste afsnit.

Hjælp til at få øje på fremadrettede muligheder

Samarbejdet med den lokale UC-konsulent er blevet oplevet som en støtte. Det fremhæves i dette citat med samtidig reference til det positive i elevernes engagement (tema 3).

> "Fx da [navn på konsulent] var ude, vi havde det der med blade [...] der var det jo en fornøjelse at se hvordan de fistrede rundt [...] De krydsede af på en seddel og sådan noget, for det var jo ligesom tilrettelagt [...] Det der med at man er lidt tryg i indholdet [...] det betyder rigtig, rigtig meget"

Det tillidsfulde samarbejde har været en vigtig faktor for afledte effekter i form af at synergiprojektet kom i stand. Her er en lokal ressourceperson (N/T-lærer fra mellemtrinnet) gennem SNL og videre i synergiprojektet så at sige vokset ind i en vejlederfunktion. Først var det ret fremmed for ham at skulle uddannes formelt, men de positive erfaringer fra samarbejdet med kollegerne og UC-konsulenten har motiveret både ham og skolens ledelse til at se dette som en god mulighed. Det er en pointe at det ikke var kendskabet til NAFA i sig selv der førte til at skolen besluttede at fortsætte, men den konkrete mulighed for at fortsætte det udbytterige samarbejde.

> "der er totalt fedt at have sådan en NAFA-mulighed, hvor der kommer et hoved ud som [...] kender det fra virkeligheden og ved noget om præcis det der kan opfindes"
> "så det har været mega fedt de dage, hvor [navn på UC-konsulent] har været der, og har kunne komme med nogle eksempler og forslag og vise os, hvad kan man gøre. Og det er i hvert fald det, jeg hører fra kolleger, der ikke har natur/teknologi, at det var rart med noget konkret"

Det giver rigtig god mening at man i NAFAs skoleindsats gør meget ud af afklaring kommunalt inden aftaler om forløb igangsættes. En vigtig pointe fra case-skolen er at disse afklaringer ud over organisatorisk forhandling også kan handle om velorganiserede og meningsfulde aftaler med lærerne, som fx her om at inddrage og få støtte fra kendte kontaktpersoner. Endvidere er det vigtigt at et fortsat forløb kan

adressere de områder hvor lærerne oplever et behov for udvikling. Her nævnes nogle konkrete temaer hvor der, som det fremgår af figur 1, laves aftaler om fremadrettet adressering.

> "Vi mangler især opkvalificering [...] teknologiforståelse. Jeg ved ikke en skid om strøm, jeg kan godt finde ud af at finde ledningerne, men jeg ved ikke ret meget om teknologi"

I NAFA eksisterer temaet; teknologisk dannelse, som overordnet indsatsområde. Ovenstående citat er derfor et glimrende eksempel på, hvorledes et lærerteams samt en skoles ønsker harmonerer med eksisterende bredere strategiske uddannelsespolitiske indsatser, og at mødet mellem disse niveauer og motivationer kan berige udviklingen af en konkret lærerfaglig praksis. Det fordrer blot kommunikation og dialog på tværs af skolernes praksis og de systemiske niveauer, der beslutter og udvikler kommunale samt nationale projekter og skoleudviklingsindsatser. Man kan også mere generelt sige at en afgørende faktor for afledte effekter er at der eksisterer kontaktpersoner lokalt, eksempelvis kommunalt ansatte naturfagsvejledere, koordinatorer eller UC-konsulenter der ved afslutningen af et forløb sørger for at matche lokale behov med nye/andre udviklingsprojekter. I casen viste det sig fx også i målretningen mod den kommunale agenda om udvikling inden for udeskoleområdet.

Diskussion

Hvordan kan de afledte effekter fra SNL, som uddybes med data fra case-skolen, forstås med afsæt i forskellige systemiske niveauer? Med dette afsnit relateret til undersøgelsesspørgsmål 3 bevæger vi os over i en diskussion med reference dels til niveauerne fra Bronfenbrenner (1979) og dels til værdiskabelse umiddelbart og over tid (Wenger-Trayner & Wenger-Trayner, 2020). På mikroniveau, i den enkelte N/T-lærers undervisning, henviser lærerne gentagne gange til at turde noget mere, og de positive oplevelser med elevernes engagement ser ud til at have stor betydning for, hvad Bandura betegner – den enkelte lærers self-efficacy (Pfitzner-Eden, 2016; Bandura, 1994). Dette er koblet tæt sammen med mesoniveauet: udvikling af samarbejdskulturen. Den fælles inquiry-proces på case-skolen med at udvikle et lokalt naturområde ser ud til at have været afgørende. Dette er i tråd med anbefalinger fra Fox og Poultney (2020), der fremhæver hvordan de undersøgende og udviklende processer kan blive en selvgenererende motor i et professionelt læringsfællesskab.

I overgangen fra SNL til synergiprojektet bliver den rolle der spilles af en naturfagslærer fra mellemtrinnet, også tydelig. Han var SNL-ambassadør, men har ikke ellers haft en formaliseret vejlederfunktion. UC-konsulenten øjner muligheden for at styrke udviklingsarbejdet på skolen ved at introducere naturfagslæreren for Astras indsats,

der netop har formålet at uddanne og opbygge et netværk af naturfagsvejledere både lokalt og nationalt. Her sker altså en kobling af det lokale udviklingsarbejde til bredere indsatser og systemer i og omkring skolen, der har et forankrende potentiale og kan bidrage til udviklingsarbejdets efterspil og bæredygtighed. I løbet af synergiprojektet får den pågældende lærer mod til at skulle i gang med denne uddannelse, hvilket den lokale ledelse støtter op omkring. Han og den gennemgående konsulent fra UC'et får på den måde rollerne som brokere (Wenger-Trayner et al., 2015) der holder sammen på indsatsen. Samarbejdet mellem brokere på tværs af de systemiske niveauer ser ud til at være afgørende for de afledte effekter på case-skolen. Med henvisning til det beslægtede mediator-begreb (Læssøe, 2009) indtager den lokale ressourceperson og UC-konsulenten igennem projektet skiftende roller. Den lokale ressourceperson kan fx ses som "igangsætter" når han inspirerer og motiverer kollegernes deltagelse i først SNL og siden synergiprojektet, og som "netværker" når han koordinerer mellem UC, ledelse og kolleger. UC-konsulenten indtager også løbende en "netværkerrolle" mellem skole, UC og SNL/NAFA (og kommunen) og i forlængelse heraf rollen som "facilitator" der understøtter dialog mellem de deltagende parter, og den som har et strategisk overblik. UC-konsulenten har desuden en central rolle som en der, som fremhævet af Læssøe (2009), oversætter eksisterende viden til en form som er meningsfuld i forhold til bestræbelsen på at fremme sociale læreprocesser, hvilket i denne case har vist sig centralt i forhold til at understøtte bottom-up-processer og ejerskab og agency hos deltagerne.

En anden dimension af den umiddelbare værdiskabelse handler om det som Wenger-Trayner og Wenger-Trayner (2020, s. 80, egen oversættelse) under overskriften "Identifikation" kalder "forbundethed med andre om noget som har betydning", og som de bl.a. uddyber som værende det "at opleve du er del af noget større". I den forbindelse ser det ud til at have været vigtigt at der i NAFA-kontekst blev skabt mulighed for at arbejde videre med et fagligt område (udeundervisning) hvor lærerne havde en fælles interesse, bl.a. vakt i SNL. Det har tydeligvis stor betydning for lærerne at kunne understøtte elevernes oplevelser med at få naturfag i hænderne i uderummet, og det er med til at der skabes værdi, også ved at lærerne skubbes ud af deres umiddelbare komfortzone. Wenger-Trayner og Wenger-Trayner (2020) kalder dette for "produktivt ubehag".

Konklusion

Skoleudvikling og udvikling af professionel praksis beror på komplekse processer der udspilles i et komplekst system (Sølberg, 2022). Når skoleudvikling anskues som et kompliceret systemsamspil, dukker nogle forskellige udfordringer, som er fremhævet i denne artikel, op. Bl.a. er en af de centrale pointer at mange store projekter rulles ud

og kører synkront på skolerne og skaber trængsel og mangel på tid til opsamling og videreførelse af læring og erfaring fra det ene projekt til det næste.

Nærværende studie finder at læringen og den nye viden forankres og anvendes i de naturfaglige teams, der hvor motivationen og engagementet er til stede blandt lærerne selv. På case-skolen peges der bl.a. på at dette engagement er opstået og videreført i NAFA-indsatsen gennem en balance mellem top-down-faciliterede projektrammer og situerede og lokalt tilpassede bottom-up-ønsker og -behov. Undersøgelsen fremhæver værdien af at bygge videre på eksisterende erfaringer ved at lade projekterne understøtte igangværende indsatser og fokusområder så det opleves meningsfuldt og sammenhængende for lærerne. Som en afrundende kommentar til og perspektivering af denne pointe kan tilføjes at Nordfyns Kommune har valgt at se nærmere på case-skolens positive erfaringer fra synergiprojektet, med den intention at alle kommunens skoler bliver NAFA-skoler. Det er jo om noget et tegn på afledte effekter på organisatorisk niveau.

Hvem har så ansvaret for at løfte kommende naturfaglige projekter og indsatser så den organisatoriske og teamrettede læring forankres? Og hvem er i stand til at understøtte disse processer og gribe det situerede og lærernes motivation og behov under de meget politiserede vilkår? Her fremhæver og tydeliggør forskningsprojektet samarbejdet mellem UC-konsulenten og den lokale ressourcelærer, hvor begge har fungeret som mediatorer og "brokere". Det viser at der er behov for profiler og fagligheder der bevæger sig på tværs af systemer, og at denne bevidsthed og tilgang med fordel kan indtænkes af både ministerier, fonde, skolechefer og andre aktører der arbejder strategisk med skoleudvikling og naturfaglig kapacitetsopbygning i grundskolen.

Referencer

Bandura, A., & Wessels, S. (1994). Self-efficacy (Vol. 4, pp. 71-81). na.

Braun, V., Clarke, V., Hayfield, N. & Terry G. (2018). Thematic Analysis. I: P. Liamputtong (red.), *Handbook of Research Methods in Health Social Sciences* (s. 843-860). Springer.

Bronfenbrenner, U. (1979). *The Ecology of Human Development*. Harvard University Press.

Bærenholdt, J. & Hald, M. (red.) (2020). *Udeskole i teori og praksis*. Dafolo.

Calvert, L. (2016). *Moving from Compliance to Agency: What Teachers Need to Make Professional Learning Work*. Learning Forward & NCTAF.

Ellebæk, J.J. & Evans, B. (2005). Support af nye natur/teknik-lærere. *MONA, 2005*(2), 40-55. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36446

Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings about Case-Study Research. *Qualitative Inquiry, 12*(2), 219-245. https://doi.org/10.1177/1077800405284363

Fox, A. & Poultney, V. (2020). *Professional Learning Communities and Teacher Enquiry*. Critical Publishing.

Geertz, C. (2008). *The Interpretation of Cultures*. Basic Books.

Hald, M. (2018). Transfer mellem ude og inde – hvorfor og hvordan? *UCN Perspektiv, 2018*(3), 6-13. https://doi.org/10.17896/UCN.perspektiv.n3.278

Harris, A., Jones, M. & Huffman, J.B. (red.) (2018). *Teachers Leading Educational Reform: The Power of Professional Learning Communities*. Routledge.

Hartmeyer, R. & Præstholm, S. (2021). *Børns naturdannelse. Naturen i barnet – barnet i naturen*. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.

Læssøe, J. (2009). Den sundhedsfremmende mediator – roller, tilhørsforhold og dilemmaer. I: M. Carlsson, V. Simovska & B.B. Jensen (red.), *Sundhedspædagogik og sundhedsfremme – teori, forskning og praksis* (s. 247-262). Aarhus Universitetsforlag.

Mogensen, A., Nielsen, B.L. & Sillasen, M. (2015). Processer der forandrer – fagteamsamarbejde efter QUEST-modellen. *MONA, 2015*(1), 24-48. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36294

Nielsen, B.L. (2021). Læreres kompetenceudvikling gennem kollegialt samarbejde i team og netværk. I: H. Duch (red.), *Professionelle læringssamarbejder* (s. 131-142). Dafolo.

Nielsen, B.L. & Godsk, M. (2023). Digitale kompetencer og online kompetenceudvikling for undervisere på byggeriets videregående uddannelser. *Tidsskriftet Læring og Medier (LOM), 15*(27), 21. https://doi.org/10.7146/lom.v15i27.134105

Nielsen, B.L. & Krogh, L.B. (2017). Professionel udvikling for naturfagslærere – tematiseret med data fra KiU og QUEST. *MONA, 2017*(4), 19-38. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/100718

Pfitzner-Eden, F. (2016). Why do I feel more confident? Bandura's sources predict preservice teachers' latent changes in teacher self-efficacy. Frontiers in psychology, 7, 1486.

Sølberg, J. (2006). Den lokale naturfaglige kultur – et fokus for udvikling. *MONA, 2006*(1), 7-22. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36454

Sølberg, J. (2022). *Oplagte udfordringer ved professionel udvikling i grundskolen*. Webinar, 30.11.22, Center of Excellence in Science Education (CESE), NAFA. https://www.sdu.dk/da/forskning/stem/nyheder/nise_webinar_arkiv

Rambøll (2018). *Statusnotat – evaluering og følgeforskning. Indførelse af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning for undervisningens form og indhold*. Rambøll.

Rambøll (2022). *Evaluering af Stærke Naturfaglige Læringsfællesskaber*. Rambøll.

Wenger-Trayner, E., Fenton-O'Creevy, M., Hutchinson, S., Kubiak, C. & Wenger-Trayner, B. (2015). *Learning in Landscapes of Practice: Boundaries, Identity, and Knowledgeability in Practice-Based Learning*. Routledge.

Wenger-Trayner, E. & Wenger-Trayner, B. (2020). *Learning to Make a Difference*. Cambridge University Press.

English abstract

The paper presents an analysis of data from the project SNL together with interview-data from a case-school continuing in NAFA. Factors determent for outcomes and continuing development are examined, how the teachers at the case-school have continued based on the derived effects from SNL, and how the derived effects can be understood referring to systemic levels. The thematic analysis is presented under five headlines: meaningfulness in daily practice, anchoring through a science cooperative culture, meaning for pupils stimulate teacher for continuing development, explicit leader-support for derived effects, and agency-supporting facilitation. Cooperation between brokers at school and UC has been a determent factor.



Aktuel analyse

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

Lad os få ryddet naturfagsprøvens børnesygdomme af vejen



Af Christina Frausing Binau, folkeskolelærer på Skolen på Duevej og konsulent i Astra – det nationale naturfagscenter

Abstract: *Den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi trænger til visse justeringer. Det viser erfaringer fra praksis i sommeren 2023 hvor prøven fandt sted efter tre års coronapause. Artiklen diskuterer først og fremmest den rolle elevernes undersøgende arbejde spiller i praksis til prøven i forhold til de idealer, der er for kompetenceområdet undersøgelse i styredokumenterne. Dernæst peges på en række forhold ved prøven der ifølge forfatterens erfaring bør ændres. Endelig foreslås et kig på den samlede prøvevolumen og organisering af prøvetiden på grundskoleområdet.*

Den fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi i grundskolen har efter en coronapause på tre år netop fundet sted. Gensynet med prøven og opløbet frem mod den giver anledning til eftertanke: Der er nemlig en række forhold der med fordel kunne justeres. Jeg baserer mine betragtninger på egen praksis i folkeskolen[1].

Hvad er det egentlig vi vil med det undersøgende arbejde i problembaseret undervisning?

Jeg har bemærket det før – og bl.a. skrevet om det i *MONA* (Hald & Binau, 2017) – at eleverne oftest har en forståelse af at de skal vise *forsøg*. "Så har vi et forsøg med albedoeffekt" er en sætning jeg har hørt talrige gange på de ikke mindre end otte eksaminationsdage jeg har været med til i sommer; halvdelen som eksaminator og resten som beskikket censor. Erstat selv albedoeffekt med nedsivning gennem jordlag, en generator, isterninger der smelter i vand hhv. på land, samt mange lignende klassikere.

1 Forfatteren arbejder på deltid som folkeskolelærer og naturfagsvejleder på Skolen på Duevej i Frederiksberg Kommune og på deltid som konsulent i Astra – det nationale naturfagscenter. I artiklen udtaler hun sig som privatperson.

Er det illustrationsforsøg på rad og række vi vil se?

Eleverne bruger disse forsøg til at *vise noget om det* de arbejder med. Der er således overvejende tale om det jeg kalder *illustrationsforsøg* (Astra, 2020), hvor formålet er at vise, påvise, bevise eller illustrere en bestemt (kendt) sammenhæng.

Der er ikke noget galt med illustrationsforsøg, men de udgør blot én af fire typer undersøgelser, hvor de andre er observation, prøv-dig-frem og eksperiment. Graden af selvstændighed er ofte ganske lille, og selvom det naturligvis er muligt at gøre illustrationsforsøget til sit eget – *ændre en variabel* eller *justere undersøgelsesdesignet*, for nu i udpluk at citere Børne- og Undervisningsministeriets (herefter BUVM) prøvevejledning fra afsnittet om hvordan det ser ud når elever viser undersøgelseskompetence (BUVM, 2021, s. 15) – så er 99% af det jeg har været vidne til, 1:1 gennemførelse af illustrationsforsøget som eleverne har set det beskrevet i lærebogsmaterialer eller på YouTube.

I samme afsnit af prøvevejledningen, som er citeret ovenfor, står følgende:

> "Eleven skal til prøven udvise undersøgelseskompetence ved at gennemføre naturfaglige undersøgelser med udgangspunkt i et eller flere naturfaglige spørgsmål. Eleven fortæller undervejs om overvejelser og beslutninger i relation til valgte undersøgelser, bl.a. om hypotese, variable, databehandling, konklusion og evt. om opstilling af udstyr og sikkerhed" (BUVM, 2021, s. 15).

Af læseplanerne for naturfagene (her citeret fra biologi, men afsnittet er enslydende i de tre udskolingsnaturfag, biologi, fysik/kemi og geografi) fremgår lignende formuleringer:

> "En elev med undersøgelseskompetence vil kunne formulere spørgsmål, som kan undersøges naturfagligt. I forlængelse heraf vil eleven kunne vælge faglige undersøgelsesmåder, designe egne undersøgelser og indsamle data på naturvidenskabelig vis." (BUVM, 2019, s. 20).

Eller er det snarere undersøgelser på baggrund af spørgsmål drevet af ægte nysgerrighed vi vil se?

Der udtrykkes i ovenstående altså et ideal om at undersøgelser tager udgangspunkt i spørgsmål, og der lægges op til et vist element af selvstændighed. Det er her kæden hopper af i de fleste tilfælde når eleverne bruger illustrationsforsøg til at vise noget om det de fortæller om: Det eleverne undersøger, er ikke drevet af ægte nysgerrighed, undren eller det der ligner. Det er slet og ret sådan i mange tilfælde at eleverne ved at det forventes at de laver noget praktisk til prøven, og så viser de noget om det de nu arbejder med.

Der kan ganske vist sagtens ligge et såkaldt arbejdsspørgsmål bag, fx *Hvad er albedoeffekt?*, og det er ingenlunde irrelevant at vise hvordan denne effekt så virker. Og det *er* muligt at fortælle at man forventer at temperaturen stiger mere på termometeret under det sorte papir end under det hvide, og hvorfor, samt at det er vigtigt at aflæse starttemperaturen på begge termometre og sikre samme afstand til varmelampen – og vupti, har man demonstreret hypotesedannelse og variabelkontrol. Men helt ærligt: Alle i lokalet ved at det nærmest er en gratis omgang. Alle kan se at de ikke bruger forsøgsopstillingen til andet end at vise noget praktisk om den pointe der kan siges så hurtigt som: Albedoeffekten fungerer således at sort/mørkt materiale absorberer lys mens hvidt/lyst materiale reflekterer.

Så jeg tillader mig at spørge: Er jeg den eneste naturfagslærer der indimellem har en oplevelse af at det hele er lidt på skrømt? At spørge ind til elevers overvejelser om hypotese til albedoeffektforsøget? At bede dem sætte et par ord på hvorfor de gør det samme i begge opstillinger?

Hvorfor undersøger eleverne ikke bare noget mere "ægte"?

I modsætning til elevernes sommetider noget mekaniske brug af illustrationsforsøg til at vise/bevise/illustrere en pointe står det jeg i mangel af bedre udtryk kalder *ægte undersøgelser*: når eleverne prøver at finde ud af noget ingen faktisk kan vide på forhånd. Eksempler fra mine egne klasser ses i tabel 1:

Det er ikke tilfældigt jeg kun kommer med to eksempler fra mine egne klasser; jeg har simpelthen ikke flere at komme med! I alt har jeg haft 21 grupper i mine 9.-klasser, og i fire af grupperne vil jeg påstå de har gennemført ægte undersøgelser (variationer af samme tema som i tabel 1). I de fire tilfælde har både jeg og min naturfagsmakker haft en fornemmelse af at det her det var godt, det var noget af det vi gerne ville se – det levede op til citaterne ovenfor om det elever udviser når de viser undersøgelseskompetence.

Det betyder ikke at eleverne i disse fire grupper var de eneste der fik gode karakterer – slet ikke! Vi har i samråd med vores censorer langet masser af 10- og 12-taller over disken til elever der har vist sig naturfagligt kompetente og levet op til at få en høj karakter ud fra prøvens vurderingskriterier.

Men min snigende fornemmelse undervejs i det her er bestandigt: at det er så sjældent eleverne konkret undersøger noget der virkelig er en ægte undersøgelse, i den forstand at ingen rigtig kan vide svaret på forhånd. Langt det meste af tiden bruger de de praktiske elementer i prøven til at *vise* noget om det de *siger*.

Og måske er det ikke så mærkeligt?

Tabel 1. *Eksempler på ægte undersøgelser koblet til opsummeringer af de bagvedliggende problemstillinger og arbejdsspørgsmål.*

Fokusområde	Problemstilling (opsummeret)	Arbejdsspørgsmål (opsummeret)	Konkret *ægte* undersøgelse	Det *ægte* spørgsmål bag
Verdens skove	Hvordan skove i Danmark kan indrettes i fremtiden	Hvordan jordbundsforhold bliver påvirket af bevoksningen	Jordbundsprofil i hhv. løv- og nåleskov med efterfølgende næringsstofanalyse og afbrænding af organisk materiale og analyse heraf	Hvordan jordbundsforholdene er netop de to steder i den konkrete skov vi sammenligner
Rent vand	Hvordan vandmiljøet bliver påvirket af næringsstoffer i byen og på landet	Hvordan råvand hhv. overfladevand kan blive påvirket af næringsstoffer	Næringsstofanalyse (N, P og K) samt pH fra vandprøver (fire i alt) fra forsyningsværk og sø i to forskellige kommuner – en i by- og en i landzone	Hvordan vandkvaliteten er når vi sammenligner vand fra netop disse to konkrete søer og forsyningsværker i disse to kommuner

Er det mon praksis eller idealet den er gal med?

Måske skulle vi overveje om det er praksis der er noget galt med – eller idealet? Måske er det OK, at 15-16-årige "bare" viser hvordan albedoeffekten virker ved at gennemføre en undersøgelse de har set på en tegning eller video, og bruger det som lejlighed til at forklare deres overvejelser om undersøgelsessetuppet?

For hvad ligger forud for de fire grupper af mine egne elever der ifølge min opfattelse og definition er nået i mål med *ægte* undersøgelser på baggrund af *ægte* spørgsmål? Der ligger en vejledningsindsats hvor min makker og jeg er lykkedes med at skubbe eleverne i netop den retning – hvor budskabet om at det at sammenligne to steder er et godt udgangspunkt for en vis ægthed, er sunket ind.

Om det betyder at vores vejledningsindsats er mislykkedes for de resterende 17 gruppers vedkommende, vil jeg lade op til læserne at bedømme. Jeg kan bare sige: I den definition af problembaseret undervisning som styredokumenterne i form af faghæfter (herunder læseplaner) og prøvevejledninger (herunder -bekendtgørelser) lægger for dagen, fordres en ganske betydelig elevmedbestemmelse. Det *er* eleverne selv der kredser problemstilling og arbejdsspørgsmål ind, og dermed går det de vil finde ud af, ud af det spor der interesserer dem. Glimrende for deres motivation. I hvert fald i teorien. For de støder jo panden mod en mur, de unge mennesker, når de har stillet en masse spørgsmål om hvordan mennesker skal kunne bo på andre planeter,

eller hvordan vi skal løse klimakrisen, og de samtidig skal leve op til kravene om hvad de skal vise til prøven: noget fra alle tre fag, noget der er inden for fokusområdets ramme, men forskelligt fra det de arbejdede med da de havde det fællesfaglige forløb, og så noget der giver anledning til at inddrage både modeller og undersøgelser.

Er elevcentreringen og de lavpraktiske forhold på skolerne i virkeligheden forenelige med idealerne?

For hvilke undersøgelser kan eleverne konkret udføre som reelt er med til at belyse de spørgsmål de har opstillet? Og som enten de selv eller vi, deres lærere, kan komme i tanker om? Og som vi så har udstyr og tid til?

Her er altså ganske lavpraktiske barrierer. Eleverne bliver begrænsede af deres eget og deres læreres undersøgelsesrepertoire og -udstyr. Jeg har masser af gange i vejledningssituationen måttet slå ud med armene og beklage at vi altså ikke råder over noget der kan vise CO_2-indholdet i luften i terrariet, eller at jeg ikke aner hvordan vi skal komme til at måle PFAS-indhold i drikkevandet.

Pointen er at når vi har et problembaseringssetup hvor vi skal lade elevernes interesse og nysgerrighed råde, så kan vi lærere sagtens vejlede eleverne i én retning, men i sidste ende er det ikke os voksne der bestemmer for gruppen, og det er ikke os der skal føre pennen eller hakke i tasterne for eleverne. Og råder elevernes interesse, er det langtfra sikkert at deres arbejdsspørgsmål er af en beskaffenhed der gør at de kan undersøge ægte.

Så måske skal vi bare sænke barren? Og dermed lade en masse naturfagslærere sænke skuldrene? For jeg tvivler på at min makker og jeg er de eneste naturfagslærere der oplever os fanget som en lus mellem to negle – mellem et ideal der præsenteres fra officielt hold, og så en virkelighed hvor vi kun i meget få tilfælde kan leve op til idealet.

Et alternativ er naturligvis at prøven ændres til at det er lærerproducerede problemstillinger og arbejdsspørgsmål eleverne er til prøve i. Så kan lærerne sikre at problemstillingen og nogle af arbejdsspørgsmålene lægger op til ægte undersøgelser. Men så går elevernes ejerskab jo fløjten. Og dog – det gør det faktisk i en del tilfælde alligevel, er min oplevelse.

Er idealet ikke blot uopnåeligt – men ligefrem kontraproduktivt?

Der er, som skitseret ovenfor, ikke frit valg på alle hylder. Eleverne retter ind efter de krav og kriterier der er. Det er ikke sjældent set at elever ender med at droppe de arbejdsspørgsmål de i første omgang har stillet, fordi de faktisk (når de nu *skal* interessere sig for noget inden for det fokusområde de har trukket, og i øvrigt kan blive enige i gruppen) har en vis interesse for at finde ud af det. De dropper dem for at erstatte dem med nogle som de kan knytte til en bestemt model (fx vands kredsløb) eller en undersøgelse de ved de kan komme til at gennemføre (ja, fx illustrationsforsøget med

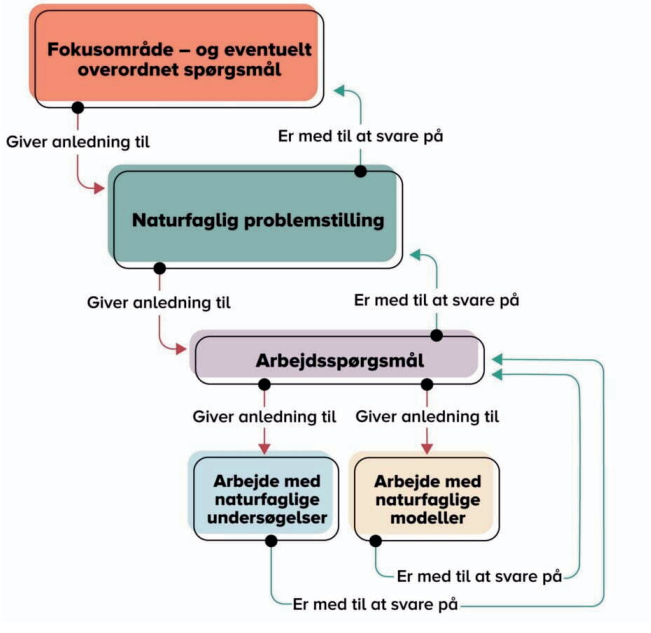
albedoeffekten). Der er ikke noget unaturligt ved at formuleringen af problemstilling og arbejdsspørgsmål er en dynamisk proces der udvikler sig undervejs som eleverne bliver klogere. Vi har nok allesammen et sted i vores uddannelsesforløb prøvet at rette problemstillingen til efter hvad vi er kommet frem til i løbet af opgaven, har vi ikke? Eleverne retter i stor stil ind efter hvad der kan lade sig gøre. Så de går "baglæns" i en logikkæde der ideelt set hedder:

- OK, vi har trukket "Verdens skove". Hvad vil vi zoome ind på – hvad interesserer os, og hvad vil vi blive klogere på? Svaret kunne fx være regnskov.
- Hvordan kan problemstillingen lyde? Og hvilke arbejdsspørgsmål skal vi formulere for at belyse den problemstilling?
- Hvilke konkrete modeller og undersøgelser kan være med til at give svar på de arbejdsspørgsmål og dermed belyse problemstillingen?

Når de går baglæns, er logikken i praksis snarere:

- Hvilke forsøg der har noget med skov at gøre, kender vi/kan vi finde?
- Hvordan kan arbejdsspørgsmålene og problemstillingen så lyde?

Det sker på trods af at der i hvert fald i min og min makkers undervisning er blevet prædiket denne modus:



Figur 1. *Fra fokusområde til konkret arbejde med undersøgelser og modeller (Astra, 2022a).*

Det kan muligvis virke som et dystert billede af praksis jeg får malet frem. Og på sin vis *er* det desillusionerende når man ikke oplever at idealer og praksis møder hinanden! Dette upåagtet oplevede jeg her i foråret masser af virkelyst og engagement hos mine elever. Sommetider den dér prøveinitierede og dermed meget lejlighedsbestemte virkelyst: "Shit, nu har vi trukket 'Verdens skove' – æv, vi ville hellere have haft 'Jordens klima' – men når det nu er, så lad os finde ud af hvad der sker med de regnskove der …" – og ikke desto mindre ender det jo ofte med at gro på dem.

Skulle vi ikke bare justere idealet?

For mig at se er det oplagt at vi justerer idealet. Jeg foreslår helt konkret at der skrues ned for retorikken om at "designe egne undersøgelser", som ligefrem bor i vores kompetencemål for naturfagene – og som jeg som deltager i arbejdsgruppen for forenkling af Fælles Mål i sin tid har været med til at formulere. Jeg har selv som afvikler af talrige kurser om Fælles Mål (da de var nye) og den fælles prøve forsøgt at bidrage til at bløde formuleringen op, tage brodden af det og mane til besindighed: "Det kan sagtens bare betyde at tage en kendt undersøgelsesteknik og bruge til det man nu vil finde ud af – eleverne forventes ikke at opfinde den dybe undersøgelsestallerken!" Men i praksis oplever jeg selv der er et mismatch mellem det der beskrives som ideal, og så de snesevis af klassiske illustrationsforsøg fra KOSMOS', BIOS' og Ny Prismas spiralmapper som jeg ser spille sig ud i prøvesituationerne rundtom i landet. Og så er spørgsmålet altid om det er idealet eller praksis der skal laves om. Indtil jeg stod i suppedasen i år, ville jeg have sagt at praksis må ændres. Nu er jeg imidlertid af den opfattelse at idealet skyder over målet.

For der er så meget andet der virker ind på praksis, som jeg i det følgende vil komme ind på.

Er vejledning ud over et behov og et krav ikke en tidsrøver og derfor en mangelvare?

Det er i den seneste version af prøvevejledningen blevet præciseret at eleverne har både brug for og ret til vejledning (BUVM, 2021, s. 9). Særligt det første opleves sandt! På papiret ser det ud til at der er god tid fra eleverne trækker deres fokusområde, tidligst 1. april, til prøven finder sted, efter 9. klasses sidste skoledag. Her er ugevis af vejledning – skulle man tro.

I praksis er der ganske få uger, og reelt for den enkelte gruppes vedkommende: ret få minutter alt i alt. Lad os se på den konkrete situation i år: Påsken faldt sent, så lodtrækningen kunne først ske fra 11. april – i en firedagesuge pga. anden påskedag. Der var tre ugers undervisningstid inden de skriftlige prøver, og efter disse godt en uges undervisning inden 9. klasses sidste skoledag oprandt i en tredagesuge pga. Kristi himmelfart.

På vores skole har eleverne sammenlagt syv lektioner naturfag i 9. klasse, men selvom man skulle tro det gav rigelig vejledning til den enkelte gruppe, så opleves det i praksis overhovedet ikke sådan. Elever og lærere løber spidsrod mellem hinanden! Trods forsøg på sindrige systemer har der været grupper som min kollega og jeg har talt utrolig kort tid med i denne periode. Fx fordi de – og her har vi været superstolte af dem og virkelig følt vi er lykkedes med opgaven – er taget ud af huset til skov, vandværk, sø, landbrug eller endda zoo for at foretage undersøgelser og indhente materiale.

Selvfølgelig er vi naturfagslærere indstillet på en helt anden lærerrolle som vejledere, og jeg vover den påstand at vores kaostolerancetærskel ikke er lav, men hold nu op hvor er det hårdt at have tre klasser i streg til vejledning! Det er ikke mange kloge ord der kommer ud af munden på én til sidst. Og vejledning er jo ikke kun for én gruppe ad gangen. Du kan have gennemgået basistingene om prøven i nok så god tid inden 1. april, men alligevel er der behov for fællesseancer for hele klassen om prøvens krav og praktikaliteter, og det barberer jo tid væk fra dialogen med den enkelte gruppe.

Det kan være der er skoler hvor det er lykkedes at organisere det hele snildere. Vær søde at dele jeres erfaring, lyder min opfordring. For det er jo ikke kun naturfagsprøven der er på programmet i perioden fra påske til 9. klasses sidste skoledag, som jeg skal komme ind på i det følgende.

Naturfagsprøven er én blandt mange: Har nogen besværet sig med at se på grundskolens prøver i sammenhæng?

Prøverne i grundskolen har udviklet sig hen over de seneste 10-15-20 år så adskillige af dem er langt mere moderne end de gammeldags efter opskriften: *Læs op, træk, forbered i 20 minutter, præstér*.

Således rummer de andre obligatoriske mundtlige prøvefag, som er dansk[2] og engelsk, elementer af vejledning og udarbejdelse af synopsis hhv. outline der skal godkendes og være censor i hænde på forhånd. Hertil kommer de mundtlige udtræksfag der tæller kulturfagene (samfundsfag, kristendom og historie), idræt, tysk og fransk. Alle indeholder vejledning og enten udarbejdelse af problemstilling og produkt, praktisk forberedelse eller disposition der ligeledes skal godkendes og afsted til censor.

Hvad skal eleverne egentlig med læseferie i dag?

Uden at være ekspert i alle fag og dermed deres prøver ser det for mig ud til at det alene er i mundtlig matematik – der er endnu et udtræksfag – at prøven alene foregår på dagen. Både sprog- og kulturfagene indeholder et ekstemporalt element i tillæg til det eleverne har forberedt på forhånd. Jeg er overbevist om at udviklingen inden for grund-

2 Hvis den såkaldte prøveform B er valgt, hvilket det er mit klare indtryk at de fleste skoler vælger.

skolens prøver er glimrende, og som dansklærer er jeg fx stor fortaler for den langt mere tidssvarende såkaldte prøveform B. Men det forekommer mig at udviklingen inden for de enkelte fags prøver er foregået parallelt og uden skelen til den samlede prøvevolumen og -belastning. Og uden at kigge på den helt overordnede ramme: at vi efter 9. klasses sidste skoledag (i år så tidligt som 17. maj) sender eleverne på læseferie, der for mig at se er et levn fra dengang de fleste prøver var af den gammeldags slags, hvor man læste op på forhånd, og man trak og præsterede på dagen alene.

Det er min erfaring at eleverne i dag slet ikke har brug for såkaldt læseferie. De er ikke oppe i et helt "pensum" der skal læses op på. De er overvejende til prøve i det de har trukket og forberedt på forhånd i de enkelte fag, dog undtagen mundtlig matematik samt sprogfagene, hvor der trækkes et emne fra den gruppe af emner som eleven ikke selv har beskæftiget sig med i sin redegørelse.

Jeg efterlyser at der bliver kigget helt overordnet og med friske øjne på hele perioden fra ca. 1. april til selve sommerferien. For den eneste grund jeg kan se der skulle være til at eleverne har behov for læseferie, er at forløbet derhenimod er helt enormt presset for eleverne, så de har behov for at puste ud! Det tror da pokker når de i mindst tre (de obligatoriske), men for de flestes vedkommende også fire eller fem fag (ved et eller to mundtlige udtræksfag) skal forberede synopser, dispositioner, problemstillinger og praktisk arbejde i en periode hvor de samtidig gør sig klar til skriftlig prøve. Hertil kommer at udtræksfagene først meldes ud ret sent (i år 25. april), så der er allerede gang i gruppedannelse og problemstillingsformulering i fx kulturfagene endskønt man for den enkelte klasses vedkommende end ikke ved om de skal op i fagene.

Summa summarum er det en meget hektisk tid for eleverne hvor der skal idégenereres, formuleres, researches og bruges krudt på gruppedannelser (hvilket ikke nødvendigvis er en dans på roser for 15-16-årige) på én gang i løbet af nogle ganske få uger. I en tid hvor børn og unges mistrivsel fylder på dagsordenen, og hvor mange unge giver udtryk for et præstationspres, må jeg sige at det grundskolen byder dem, har stor risiko for at virke som benzin på bålet.

Mon ikke vi kan organisere prøvetiden bedre?

Jeg foreslår at man fx rykker de skriftlige prøver frem til lige efter påske – så er dét overstået. Så melder man den enkelte klasses prøverække ud og organiserer undervisningen således at klassen arbejder med én prøve ad gangen, fx to uger til dansk, to uger til engelsk, to uger til naturfag og to uger til et eventuelt udtræksfag. Således strækkes forløbet ud, og kissejaget undgås.

For hvis jeg for en stund skal vende blikket tilbage mod naturfagsprøven alene: Behovet for vejledning er *ikke* overstået når 9. klasses sidste skoledag indtræffer medio maj. Undervisningen – som vejledningen er at opfatte som – er i praksis nødt til at fortsætte indtil dagen før den enkelte klasse skal til prøve.

Helt konkret har min makker og jeg måttet holde et varierende antal åbent laboratorium-dage, som vi har kaldt dem, for den enkelte klasse, afhængigt af hvornår den enkelte klasses naturfagsprøve har ligget. Eleverne er nødt til at have adgang til lokalerne for at tilse planter, dyr, bakteriedyrkninger og andre længerevarende undersøgelser, og de har behov for hjælp til at zoome ind på naturfag, for samtidig er de i gang med at forberede dansk, engelsk og udtræksfag. Så vores elever har ikke haft *læseferie* fra naturfag, de har derimod fået en meget kraftig opfordring til at komme til disse åbne sessioner. Det har mange af dem benyttet sig af, men der kan spores en vis social slagside: De elever der måske i lærernes øjne har mest behov for en hånd i ryggen, er også dem der er tilbøjelige til at blive væk fra det der lugter af frivilligt …

Jeg efterlyser at der kigges helt overordnet på det samlede prøveforløb, der synes at være vokset ud af sit gode tøj. I det helt store helikopterperspektiv kunne nødvendigheden af at prøve eleverne efter 10 års skolegang overvejes, men det er en helt anden politisk diskussion der skal til.

Er de uddybende spørgsmål nødvendige eller en overflødig tidsrøver?

Så vidt arbejdspresset for eleverne. Der er i sandhed også et arbejdspres på naturfagslærerne, som en justering af prøven kunne dæmme op for: udarbejdelse af de uddybende spørgsmål.

De såkaldt uddybende spørgsmål er et ekstemporalt element i prøven, idet et antal for eleven ukendte spørgsmål skal stilles undervejs i prøven. Det tjener i princippet et dobbelt formål: Først og fremmest at eleverne "… får lejlighed til at udvise naturfaglig kompetence i en ikke forberedt kontekst", som det udtrykkes i prøvevejledningen (BUVM, 2021, s. 10), og dernæst at eleverne reelt har noget at foretage sig imellem de besøg eksaminator(er) og censor aflægger, idet der er op til seks elever i prøvelokalet på samme tid – typisk to eller tre grupper.

I praksis har jeg endnu til gode at se udbyttet af de uddybende spørgsmål stå mål med den enorme indsats det kræver at udarbejde et antal (typisk to-tre) uddybende spørgsmål til hver gruppe eller enkeltelev. Jeg undres såre over kravet om dette ekstemporale element. Ingen tvivl om at vi voksne i prøvelokalet stiller spørgsmål, driver samtalen fremad, hjælper den enkelte elev med at vise det frem vedkommende kan – vi kan slet ikke lade være! Men det er for mig at se slet ikke nødvendigt med et helt batteri af forberedelsestunge spørgsmål. I realiteten er det oftest slet ikke blot spørgsmål, for spørgsmål a la "Hvad er fotosyntesen?" eller "Hvor i grundstoffernes periodesystem finder I oxygen?" giver slet ikke eleverne lejlighed til at udvise naturfaglig kompetence. Først i det øjeblik det kobles med noget, fx en model og/eller et

konkret materiale som fx netop grundstoffernes periodesystem på tryk og et molekylebyggesæt, får eleverne en reel chance for at vise andet end paratviden.

Min makker og jeg brugte 10-12 timer tilsammen på at udarbejde uddybende spørgsmål til den første klasse vi skulle have op. Vi skulle lige finde en form, finde hinanden – og ikke mindst finde gode kilder til modeller, grafikker og andet konkret som spørgsmålene kunne tage udgangspunkt i. Til de næste klasser kunne vi genbruge noget, så det var måske kun 6-7 timer tilsammen pr. klasse. Det er forholdsvis mange arbejdstimer, og de er nødt til at ligge meget tæt op ad den deadline der er for at sende materialet til censor så vedkommende har det 14 dage før prøven. *Hvorfor begynder I ikke bare noget før?* er et nærliggende spørgsmål. Det kan vi ikke! Vi skal stille den enkelte gruppe uddybende spørgsmål inden for det de arbejder med, og det kan ændre sig indtil sidste minut før godkendelse. Selve prøvevejledningen vejleder os (med rette) til ikke at godkende for tidligt så eleverne ikke bliver låst af problemstilling og arbejdsspørgsmål der er dynamiske og kan og bør ændre sig i takt med at de bliver klogere (på selve indholdet eller som tydeliggjort tidligere på hvad der kan lade sig gøre at lave undersøgelser af). Det giver ikke mening at sidde i god tid og spå om hvad den enkelte gruppe mon kommer ind på af sig selv – som vi derfor ikke skal spørge dem om – og hvad de levner som vi så kan spørge dem uddybende ind til.

Og når de uddybende spørgsmål skal lægge op til at eleverne udviser naturfaglig kompetence, og vi ikke kan vide hvad de monstro mindst har demonstreret af sig selv i prøvesituationen, gør vi klogt i at forberede fx tre spørgsmål pr. gruppe: et med fokus på undersøgelse, et med fokus på modellering og et med fokus på perspektivering og/eller kommunikation. Sådan har min makker og jeg praktiseret det, og det har gjort det let undervejs i eksaminationen at konferere med censor om inden for hvilket kompetenceområde vi gerne ville se eleverne udfolde sig yderligere – og så vælge at stille dét spørgsmål.

Men helt lavpraktisk ville vi sagtens kunne have denne "minikonference" mellem censor og eksaminator(er) undervejs uden at have et batteri af lærerforberedte spørgsmål. Vi ville kunne stille dem på stedet! Hvis vi konfererer og finder at vi mangler at se tegn på modelleringskompetence, så kan vi sige det til eleverne, fx "Når vi kommer tilbage næste gang, vil vi bede jer fokusere på modeller – enten nogle I allerede har tænkt jer at komme ind på, eller nogle af dem fra undervisningen som I kan finde i bogen/på portalen/på drevet."

Så i virkeligheden er min vurdering at vi kunne nøjes med et krav om at eksaminatorerne stiller eleverne spørgsmål undervejs. Vis os, naturfagslærerne, den tillid at vi stiller de spørgsmål der skal til for at eleverne får lejlighed til at vise deres naturfaglige kompetence. Jeg har noteret mig at der også inden for andre af grundskolens fag dette forår er rejst debat om hvorvidt det er rimeligt at både elever og lærere stilles så ulige at der i nogle fag (kulturfag og naturfag) skal forberedes et ekstemporalt element,

mens der i andre fag (fx dansk) ikke er et sådant krav (Skovbjerg, 2023). Det ligner mere en tilfældighed end en tanke.

Kunne vi få en lodtækningspraksis der sikrer større spredning?

Hvis det går som jeg ønsker, og man fra BUVM's side kigger på at få justeret prøven med afsæt i de erfaringer der er blevet gjort i år, kunne man med fordel tage et kig på lodtrækningspraksis også.

Som det er nu, foregår lodtrækning ved tilbagelægning. Det betyder sommetider at der i en klasse er absurd mange der arbejder med det samme fokusområde. Det er uhensigtsmæssigt på flere måder. Der er risiko for at det de forskellige grupper ender med at fordybe sig i, minder meget om hinanden. Det er i *princippet* ikke noget problem, men for lærere der skal vejlede og forberede uddybende spørgsmål, og i virkeligheden også på prøvedagen, kan det i *praksis* blive svært at skelne mellem grupperne. Man har simpelthen brug for at kunne sondre mellem regnskovsgruppen, mangrovegruppen, løv-/nåleskovsgruppen og skovrydningsgruppen. Jo flere der har samme fokusområde, desto sværere bliver det. For eleverne er det såmænd også et problem fordi der bliver kamp om det samme udstyr helt lavpraktisk.

Så jeg foreslår at man udtænker en anden måde at sikre tilfældighed på for den enkelte gruppe, men samtidig større spredning i den enkelte klasse, fx ved at et givent fokusområde kun må gå igen et vist antal gange.

Er antallet og omfanget af fællesfaglige forløb nødvendigvis det rette?

Det sidste jeg foreslår at der kigges på, er ikke nogen lille ting. Min oplevelse er at det fællesfaglige arbejde har fyldt utrolig meget i de 9. klasser jeg har haft de seneste to skoleår, hvilket er ikke mindre end syv stk.

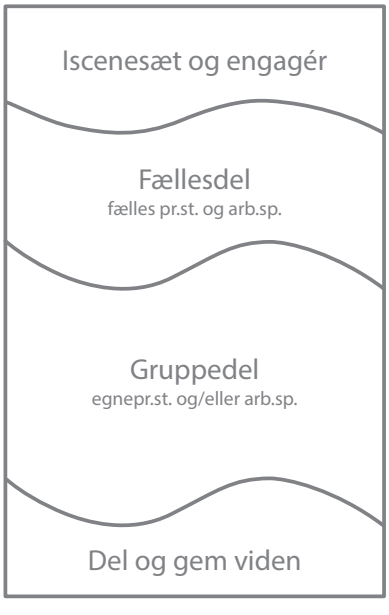
Det kan sagtens være at det er et coronaefterslæb der har sat turbo på det fællesfaglige de seneste år, fordi netop dette har haft trange kår i og mellem nedlukningsperioderne. Men ved at følge debatten på folkeskolen.dk denne sommer kan jeg også se at jeg ikke er den eneste der gør mig overvejelser om hvordan og hvor meget det fællesfaglige bør fylde (Riise, 2023).

Jeg er i modsætning til andre debattører ikke så optaget af hvorvidt det fællesfaglige fortrænger det fagopdelte. Jeg mener ikke der er et modsætningsforhold. Jeg vil derimod gerne rejse debatten om hvorvidt vi nødvendigvis er havnet på det rette antal fællesfaglige forløb når kravet lyder på seks stk. i løbet af 7.-9. klasse og fire opgivet til prøven, og samtidig debattere om alle fællesfaglige forløb nødvendigvis behøver være problembaserede, som læseplanen p.t. foreskriver.

Min bekymring, baseret på min erfaring, går på at dybde ender med at vige for bredde. Og på den måde ender det problembaserede, fællesfaglige setup med om ikke at spænde ben for at være en god ramme om elevernes udvikling af naturfaglig kompetence gennem de tre fags fagligheder i den fællesfaglige kontekst, så i hvert fald ikke at udnytte potentialet godt nok.

Læseplanen fastslår at fællesfaglige forløb skal være problembaserede, og opridser en række karakteristika herved, herunder at eleverne skal arbejde med problemstillinger og have "... lejlighed til på egen hånd at formulere og undersøge udvalgte spørgsmål der relaterer sig til problemstillingen" (BUVM, 2019, s. 28-29).

Disse karakteristika har gjort at praksis, på min skole i hvert fald, er at fællesfaglige forløb mere eller mindre bliver skåret over denne læst:



Figur 2. *Fire faser i fællesfaglige forløb (Astra, 2022b).*

Når der er travlest, bruger vi i mine klasser fire-fem uger på et fællesfagligt forløb, men helt ideelt kunne vi afsætte otte-ti uger til det. Så ville vi have ordentlig tid til alle faser. For hånden på hjertet bliver især gruppedelen, der har til formål at sikre de mere elevmedbestemmende elementer, jf. læseplanens problembaseringsdefinition, ofte noget forjaget. Fællesdelen har jeg svært ved at se vi kan komme uden om når det er et fællesfagligt forløb vi skal opgive til prøven. For det kræver at vi kan sammensætte en opgivelse (a la et "pensum") for forløbet med fælles tekster og andre udtryksformer.

Der er ikke nogen der siger at fællesfaglige forløb skal organiseres som i figur 2, men jeg har stadig til gode at se andre forslag til organiseringsformer der lever op til læseplanens problembaseringskarakteristika.

Jeg synes det er på tide at vi overvejer om vi kunne løsne bindingen i forhold til problembasering i de fællesfaglige forløb. Hvem siger at det er den eneste saliggørende undervisningsform til behandling af fællesfagligt indhold? Eller at de karakteristika læseplanen opridser, er evige sandheder? Ligeså mener jeg det er på sin plads at overveje om ikke fx tre fællesfaglige fokusområder frem for fire ville kunne gøre det til prøven? Det ville give rum til mere faglig fordybelse i de fællesfaglige forløb og stadig levne plads i årsplanen til fagopdelte forløb.

Hvad kan vi gøre mens vi venter på at evalueringen af prøven bliver færdig?

Følgeforskningsprogrammet der evaluerer den fælles prøve og gik i gang i 2017, er i skrivende stund stadig i gang. Pandemien satte jo prøven på pause og dermed også evalueringen. Mens vi venter på den sidste planlagte rapport, der formentlig kommer i begyndelsen af 2024, opfordrer jeg hermed fagfæller og ikke mindst BUVM til at debattere de problematikker jeg her har rejst:

- Justér idealet for hvad elever skal kunne præstere i forhold til undersøgelser, så det matcher 15-16-årige børns faglige fantasi og formåen – og den ressourcemæssige virkelighed i grundskolen hvad angår både tid, lærerkræfter og udstyr.
- Kig på det samlede prøveforløb grundskolens elever er igennem, og indret foråret på en mere menneskevenlig måde der tager højde for de moderne prøveformer.
- Drop kravet om uddybende spørgsmål, og erstat det med et (selvindlysende) krav om at der bliver stillet spørgsmål undervejs i eksaminationen.
- Justér lodtrækningspraksis så der sikres større spredning.
- Nedjustér antallet af fællesfaglige fokusområder til prøven og dermed også antallet af fællesfaglige forløb i 8.-9. klasse så der levnes mere tid til fællesfaglig og fagopdelt fordybelse.
- Løsn bindingerne om problembasering i alle fællesfaglige forløb – og genbesøg læseplanens problembaseringskarakteristika.

Yderligere ønsker jeg en erfarings- og vidensdeling blandt praktikere: Hvordan har I hver især ude på de forskellige skoler løst de praktiske udfordringer med at orkestrere de fællesfaglige forløb? Hvilke snedige måder organiserer I vejledningen på? Hvordan har I tilrettelagt forløbet fra 1. april til dimissionen så det har givet eleverne mere luft?

Det ville klæde BUVM at iværksætte en erfaringsopsamling der kan supplere følgeforskningen, således at vi får en mangfoldighed af løsninger på indholdsmæssige og strukturelle udfordringer udfoldet. Den fælles prøve har eksisteret siden skoleåret

2015/2016 og er kun undergået ganske små justeringer i den tid. Den er vågnet efter tre års coronahi. Det er på høje tid at dens børnesygdomme ryddes af vejen – opfat gerne mine erfaringsbaserede indspark som ingredienser i vaccinen.

Referencer

Astra. (2020). *Fire typer undersøgelser*. Testoteket.dk. Lokaliseret den 1. september 2023 på https://testoteket.dk/hvad-er-en-undersogelse/fire-typer-undersogelser/

Astra. (2022a). *Fra fokusområde til konkret arbejde med undersøgelser og modeller*. Lokaliseret den 1. september 2023 på https://astra.dk/didaktiske-ressourcer/fra-fokusomrade-til-konkret-arbejde-med-undersogelser-og-modeller/

Astra. (2022b). *Fire faser i fællesfagligt forløb*. Lokaliseret den 1. september 2023 på https://astra.dk/didaktiske-ressourcer/fire-faser-i-faellesfagligt-forlob/

Børne- og Undervisningsministeriet. (2019). *Biologi – faghæfte 2019*. https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/Gsk_fagh%C3%A6fte_biologi.pdf

Børne- og Undervisningsministeriet. (2021). *Vejledning til folkeskolens prøve i den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi i 9. klasse*. https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/folke/pdf21/okt/210110-vejledning-til-folkeskolens-prve-i-den-flles-prve-i-fysikkemi-biologi-og-geografi-i-9-klasse.pdf

Hald, M. & Binau, C.F. (2017). Inddrag primærmaterialer i naturfagsprøven. *MONA, 2017*(4). https://tidsskri forhold tildk/mona/article/view/100721

Riise, A.B. (2023). *Naturfagslærere: Fællesfaglig prøve medfører nedprioritering af det fagfaglige*. Folkeskolen.dk den 21. juni 2023. https://www.folkeskolen.dk/afgangsprover-biologi-fysik/kemi/naturfagslaerere-faellesfaglig-prove-medforer-nedprioritering-af-det-fagfaglige/4720697

Skovbjerg, J. (2023). *Hvorfor skal vi bruge så meget tid på de lærerstillede spørgsmål, når de ikke giver meget mening?* Folkeskolen.dk den 18. april 2023. https://blog.folkeskolen.dk/afgangsprover-blog-folkeskolens-religionsradgiver/hvorfor-skal-vi-bruge-sa-meget-tid-pa-laererstillede-sporgsmal-nar-de-ikke-giver-meget-mening/4710968

English abstract

The common exam for the subjects physics/chemistry, biology and geography calls for adjustment according to experience from the summer of 2023, where the exam took place after three years of break due to Covid. First and for all the article discusses the role of practical work in science as it is carried out during the exam – compared to the ideals that are presented in the curriculum. Subsequently the article points out several issues regarding the exam that should be changed according to the author's experience. Finally, an overall look at the volume and organization of the exams and the period of the exams at Danish grade 9 is suggested.



Kommentarer

I denne sektion bringes kommentarer til tidligere bragte artikler. Kommentarerne skal være saglige, samt fagligt og analytisk funderede. Kontakt gerne redaktionen forinden indsendelse af kommentar. Indsendte kommentarer vurderes af redaktionen og er ikke genstand for peer-review.

Æstetik i naturfag: Natur-kultur-brudflader

– og værdien af at gøre noget særligt. Eller noget andet.



Connie Svabo,
SDU



Katrine Bergkvist Borch,
SDU

Kommentar til Henrik Zinkernagels: "Æstetik i naturfag – en vej til mere omsorg for naturen", MONA, 2023(4).

Æstetik handler om sansning, perception og oplevelse. Hvis man tænker æstetik ind i en pædagogisk eller didaktisk situation, så handler det helt grundlæggende om hvordan man kan aktivere en særlig opmærksomhed, energi og intensitet i en situation.

Med afsæt i antropolog Ellen Dissanayakes tænkning om æstetik kan det æstetiske opsummeres som "making special", altså at gøre en situation til "noget særligt". Dissanayake argumenterer for at æstetikkens potentiale for at "særliggøre" er en kulturel og fællesskabende proces som findes på tværs af samfundsformer og tidsepoker. At mennesket ved hjælp af æstetik gør miljø, aktiviteter og genstande til noget særligt, er altså, ifølge Dissanayake, en del af den menneskelige natur. Æstetik bidrager til meningsfuldhed, skaber orden og danner fællesskaber (Dissanayake, 1982).

Vi er enige i at æstetik kan anspore til handling

I artiklen "Æstetik i naturfag – en vej til mere omsorg for naturen" argumenterer Henrik Zinkernagel (2023) for at bæredygtighedsundervisning og undervisning i naturfag med fordel kan inddrage æstetiske perspektiver fordi det kan være med til at anspore elever til handling, og fordi det kan virke motiverende.

Vi er sympatisk indstillet over for Zinkernagels intention, og vi er enige i at det æstetiske rummer mange erkendelsesmæssige potentialer – også i naturfag og bæredygtighedsundervisning.

Senere i denne kommentar kommer vi med nogle enkle skridt til hvordan man kan arbejde med æstetik i tilrettelagte pædagogiske og didaktiske situationer, ligesom vi

også præsenterer nogle eksempler på hvordan vi arbejder æstetisk i forskningsfællesskabet omkring FNUG – Danmarks nye Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling.

Vi vil gerne kradse lidt i det med naturens skønhed

I sin præsentation af æstetik i naturfag som en vej til mere omsorg for naturen argumenterer Zinkernagel for at den empati og sansning det æstetiske kan give, kan være med til at gøre naturfags- og bæredygtighedsundervisningen transformativ. Den kan hjælpe eleverne med at se på verden med nye øjne og styrke deres tilknytning til naturen, og dét, argumenterer Zinkernagel for, giver eleverne lyst til at handle. Zinkernagel argumenter for at der i både bæredygtigheds- og naturfagsundervisningen er behov for at forbedre relationen til naturen: at koble undervisningen til et økologisk naturgrundlag.

> "Idéen er i første omgang at det æstetisk-sanselige møde med naturen – når vi fx betragter dens skønhed eller indlever os i den – kan lægge en dæmper på et mere brugsorienteret syn på naturen: I stedet for (kun) at se naturen som en ressource der kan kontrolleres og udnyttes, kan et æstetisk forhold til naturen fremme idéen om at den har en værdi i sig selv, og en følelse af vigtigheden af at passe på naturen sådan som den nu engang er." (Zinkernagel, 2023, s. 56).

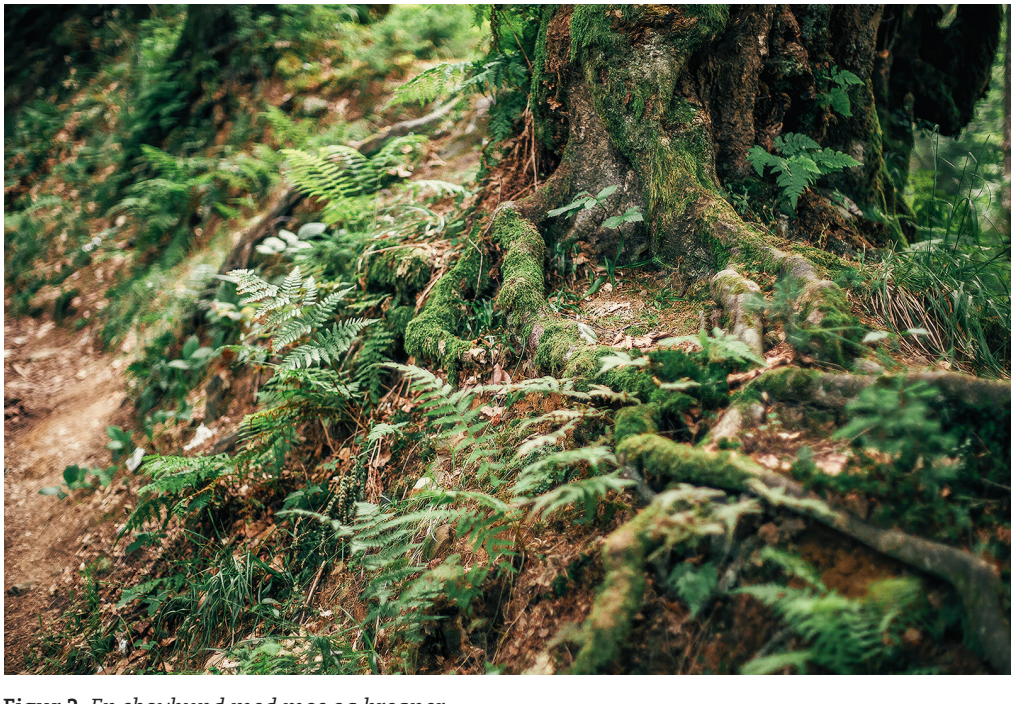
Vi har valgt dette citat fra artiklen fordi vi godt vil kradse lidt i det: "naturens skønhed", vi skal indleve os i den, vi/eleverne skal ikke bare se naturen som en ressource der kan kontrolleres og udnyttes, vi/eleverne skal opnå en "følelse af vigtigheden af at passe på naturen sådan som den nu engang er".

Vi elsker også blækspruttefilmen

Som sagt sympatiserer vi: Vi er også fascinerede af blækspruttelivet som det udspiller sig bevidnet af en fridykker med maske, snorkel, store finner og kamera i dokumentarfilmen *My Octopus Teacher*, og vi er begejstrede over at have lært om svamperøddernes forunderlige forbundethed i *The Hidden Life of Trees*, trævlet op af en forstmand der har levet et helt liv i skoven. Vi er vilde med Donna Haraways fortællinger om duer og hunde, Anna Tsings fortælling om matsutake-svampens globale rejse og Robin Wall Kimmerers sammenfletning af videnskab og potawatomi-naturviden (Ehrlich & Reed, 2020; Wohlleben, 2016; Haraway, 2016; Tsing, 2015; Kimmerer, 2013).



Figur 1. *Blæksprutte med tentakler i et havmiljø.*



Figur 2. *En skovbund med mos og bregner.*

Netop fletninger, forbundethed og forviklinger er kernen i en kritik af et romantiserende syn på naturen hvor naturen gøres til "det skønne", det som mennesket på afstand kan betragte og finde æstetisk glæde i.

Vi skal se på natur-kultur-dilemmaer

Zinkernagel står lige på kanten af – og er tæt på at falde i – romantiseringsfælden (selvom han selv udtrykker opmærksomhed over for risikoen). Underoverskriften "en vej til mere omsorg for naturen" viser efter vores mening en risiko for at romantisere og ikke forholde sig undervisningsmæssigt til den reelle situation verdens natur befinder sig i. Antydningen af at det bliver bedre hvis børn og unge drager større omsorg for naturen, kommer med en risiko for at undervisningen etablerer en uvirkelig virkelighed som ikke er i overensstemmelse med hvad børn og unge møder i deres øvrige liv og på nationale og sociale medier. Vi står midt i en række kriser: klimakrisen, biodiversitetskrisen m.m., og også den lokale natur, som Zinkernagel foreslår at vi tager på udflugter til, er ramt af tab af biodiversitet og klimaforandringer som må drages ind i undervisningen for at give et autentisk billede af naturen. Børn og unges forhold til naturen er altså *ikke* det mest presserende sted at starte hvis man vil arbejde for mindre nytte- og brugsorienterede syn på naturen. At betragte naturens skønhed og indleve os i den kan sætte de uløselige dilemmaer og komplekse problemstillinger, de såkaldte wicked problems, uden for døren til klasseværelset – i stedet for at tage dem med ind i undervisningen. Æstetikken er en vej til at belyse ovenstående uløselige dilemmaer og komplekse problemstillinger, og for at illustrere dette anvender vi det følgende visuelle essay. Måske kan det (også) inspirere til visuelt æstetisk arbejde i naturfagene.

Det kan vi bruge et visuelt essay til

Det visuelle essay er en blandingsform: Det kombinerer tekst og billede. Man kan benytte både eget visuelt materiale og andres, blot man har rettigheder til materialet og angiver kilde (Rose, 2016, s. 344 ff.).

Hvorfor et visuelt essay? Hvad kan det visuelle essay bibringe formidlingsmæssigt?

Billeder er righoldige kilder til information. De kan formidle på måder som det talte eller skrevne ord ikke kan. De kan benyttes som led i en argumentation eller analyse, og de kan kommunikere og dokumentere på overbevisende og realistiske måder. De er gode til at formidle sansemæssige detaljer, rumlighed, tekstur, stemning og atmosfære. De kan fremkalde følelser og affekt hos beskueren, og så er de gode til at formidle flertydighed.

Visuelt essay: at blive i natur-kultur-besværet

Vores visuelle essay er udviklet med et standpunkt i forskningstraditionen videnskabs- og teknologistudier og med en særlig skelen til biolog og videnskabshistoriker Donna Haraways arbejde. En af hendes vigtige nyere bøger hedder *Staying with the Trouble* og udkom på dansk i 2022 med titlen *At blive i besværet*.



Figur 3. *Laboratorierotte.*

Haraway skriver i sit omfattende teknofeministiske forfatterskab om cyborgs, kybernetiske skabninger og forskellige bioteknologiske blandingsformer. Hun sætter fx fokus på forsøgsdyr og de måder hvorpå biologiske kroppe integreres i videnskabelige eksperimenter og bliver modificerede gennem (bio)teknologiske indgreb. Derigennem sætter Haraway spørgsmålstegn ved linjerne mellem naturlig og kunstig, organisme og maskine.



Figur 4. *Marinerede babyblæksprutter.*

Tentakler er en vigtig metafor i Haraways tænkning. Tentakler er udforskende og grænsesøgende, de er perceptuelt i udveksling med omverdenen. Med tentakulær tænkning som tankefigur udforsker Haraway måder at forstå verden på som går ud over det lineære og hierarkiske. Tentakler kan bevæge sig i mange retninger og ansporer til en sensitiv tilgang til at søge erkendelse, læring og viden.



Figur 5. *Kvinde med underarmsprotese af plastik arbejder på bærbar computer. For at producere computere udvindes en række mineraler og metaller som bruges i forskellige dele af computerne. Fx silicium, kobber, aluminium og guld. På billedet øverst til højre ses en åben mine hvor der udvindes mineraler. Plastik bruges i både computere og proteser samt i en række andre af de ting vi benytter i vores hverdagsliv og de miljøer vi lever i. Genbrug af plastik indebærer bl.a. at plastikken renses og omformes til granulater. Affaldssortering spiller en vigtig rolle i genbrug af plastik. På billedet nederst til højre ses plastikgranulater i en industriel centrifuge.*

Haraway problematiserer romantiserende fortællinger om naturen og understreger at der ikke findes ren natur eller ren kultur. Vores menneskeliv udspiller sig i urene natur-kultur-blandinger, i en geologisk tidsalder hvor spor af moderne samfund findes overalt på kloden. Et af Haraways slogans er at vi må "blive i besværet". Med det mener hun at det ikke nytter noget at romantisere og ønske sig hverken frem eller tilbage til en tid hvor vores liv ikke er sammenfiltret med både videnskab og teknologi. Der er ikke nogen nemme løsninger i de kontinuerlige afvejninger af interesser og hensyn som menneskelivet, i hvert fald i "det globale nord", indebærer. At leve i vores tid indebærer at vi skal håndtere komplekse problemstillinger hvor der ikke er klare veje frem. Vi bliver nødt til at blive i besværet.

Æstetik kan åbne dilemmaer og udvikle dømmekraft

Med inspiration fra Haraway vil vi opfordre til at æstetik i naturfag, på alderssvarende måder, anerkender natur-kultur-brudflader og arbejder med dilemmaer med henblik på udvikling af dømmekraft, bl.a. ved at tage afsæt i scenarier med modsatrettede hensyn og didaktiseringer af sådanne.

Eksempler på dilemmaer og spørgsmål som fanger komplicerede natur-kultur-forviklinger og indebærer interesseafvejninger, kan fx være spørgsmål om hensyn til mennesker eller dyr, kommerciel udvikling af jord eller biodiversitet. Hvad skal jorden bruges til? Hvordan har vi det med ulve i Danmark? Skal skarven have lov til at spise fisk? Skal sælerne? Skal friluftsmennesker have lov til at gå tur hvor grævlingen har unger? Skal mountainbikerne have lov til at køre i fredskoven?

Hvor meget og hvordan skal vi bruge antibiotika? Hvad skal vi bruge plastik til?

Natur- og kulturhensyn er forviklede, de er flettet sammen, og æstetik i naturfag må benyttes til at belyse de mangesidede dilemmaer og komplekse problemstillinger som vi både giver videre til de næste generationer og selv er arvtagere af.

Og her kommer vi så frem til den sidste del af denne kommentar. Hvorfor er det vigtigt at benytte æstetik i naturfagene, og hvordan kan man gøre det?

Æstetik kan være engagerende – derfor er det vigtigt

Æstetik er engagerende – derfor er det vigtigt. At arbejde æstetisk i en pædagogisk eller didaktisk praksis kan bringe deltagernes oplevelse i forgrunden. Æstetiske tilgange gør det muligt at være særligt opmærksom på sanseoplevelse, visualisering, modellering, fortælling og forestillingsevne (Berleant, 2012; Carlson, 2001; Saito, 2007, 2010; Uhrmacher, 2009).

Æstetik kan medvirke til engagement fordi det muliggør en emotionel forbindelse mellem lærende og indhold. Denne forbindelse kan være af positiv og nydelsesfuld karakter, eller den kan indebære andre følelser som usikkerhed eller frygt.

Æstetisk oplyste læringsmiljøer kan muliggøre multisensorisk læring, dvs. læring hvor flere sanser er i spil. Visuelt arbejde, kreative produktioner, taktilt interessante materialer, spisning, duft – en bevidst appel til og inddragelse af flere dimensioner af det menneskelige sanseapparat kan vække interesse og muliggøre fordybelse. Dette kan også bidrage til at den lærende bliver optaget af det tematiske indhold på en selvstændig og selvstyret måde (Eisner, 2003). Et æstetisk oplyst læringsmiljø kan gøre det muligt for deltagere oplevelsesmæssigt at knytte an til temaet på autentiske måder, dvs. måder som er i overensstemmelse med hvordan de rent faktisk har det.

Æstetik handler ikke (kun) om kunstens skønhed og heller ikke nødvendigvis overhovedet om skønhed (Welsch, 1997). Baumgarten introducerede æstetik som begreb i

1700-tallet. Han kaldte æstetikken "videnskaben om den sanselige erkendelse" (Kjørup, 1999) – med intentionen om at forstå alle former for sansemæssig kognition. I dag argumenteres i stigende grad for en flerhed i æstetisk tænkning, hvor det fx påpeges at det netop er vigtigt ikke at tro at æstetik nødvendigvis handler om kunst og skønhed (Welsch, 1997, s. 3), men også, som Zinkernagel også påpeger, om natur og miljø – og livet i øvrigt.

Brug æstetikken – gør noget særligt ud af det

Det allervigtigste første skridt til at bruge æstetik i tilrettelagte lærings- og udviklingsprocesser er variation og forandring – at gøre situationer til noget særligt, at arbejde med forandring som en fast del af praksis. Det fordrer kreativitet og inspiration.

Det andet skridt er deltagelse. Den der laver noget, lærer noget. Og i forlængelse af det: Det tredje skridt er at tænke på det fulde oplevelsesspektrum hos deltagerne: sanse, føle, tænke, alene og sammen, se, røre, smage, bevæge. Æstetik kan bruges på mange forskellige måder i pædagogiske og didaktiske processer. Gør noget. Eller noget andet. Eller tredje! Brud på formen, forandringer, variation gør i sig selv noget. Der er forskellige måder man kan arbejde med det æstetiske på. Brud og at gøre noget særligt eller anderledes er én måde.

At bruge æstetik i naturfag handler ikke om at designe en perfekt ny situation, men om at foretage æstetiske interventioner, indgreb, i eksisterende praksisser – og derved aktivere en særlig opmærksomhed, energi, intensitet.

Et tænkt eksempel på en sådan æstetisk intervention kunne tage udgangspunkt i Henrik Zinkernagels eksempel D: Darwins biller. Her foreslår Zinkernagel at man kunne føre en logbog, på samme vis som Darwin, på naturudflugter med skolen (2023, s. 67).

I gymnasiet anvendes feltarbejde i naturen som en del af biologiundervisningen, men disse feltekskursioner har ikke karakter af naturudflugter og har således altid læringsmål der står i overensstemmelse med faglige mål og kernepensum. Det er under disse rammer, på feltekskursioner der har til formål at bidrage med empirisk arbejde til en naturvidenskabelig journal eller rapport, at man kan vælge at inddrage æstetiske processer.

Når det gælder undervisningen i evolution, som er en del af biologiundervisningen på alle faglige niveauer, er Darwin naturligt nok i spil. Her foreslår vi at man kunne arbejde videre med tanken om en logbog, hvor metoden observation kommer i spil, og eleverne kunne arbejde visuelt med at illustrere de dyr, planter og/eller naturlokationer feltundersøgelsen omhandler, i en logbog, som Darwin også gjorde i sin logbog. Her kunne en lærer inspirere eleverne til at sanse naturen og prøve at se den gennem Darwins øjne ved at arbejde med den historiske kontekst



Figur 6. *Kvinde med stylet hår og make-up og to store snegle. Fyrretræer med myretue i forgrunden. Laboratoriearbejde med pipette og petriskåle i forgrunden. Får ved Brædstrup solvarmeanlæg. At fastholde en kunstig natur-kultur adskillelse i tænkning om naturen begrænser forståelsen af de komplekse og tæt sammenflettede forhold mellem mennesker, andre arter og miljøet. Kultur, natur og teknologi er indbyrdes afhængige og skaber gensidige påvirkninger. Kvinden med stylet hår og make-up sammen med de to store snegle, laboratoriearbejdet med pipette og petriskåle, fårene ved Brædstrup solvarmeanlæg og den monokulturelle skov med myretuen i forgrunden udgør forskellige knudepunkter for kultur, ikke-menneskelige arter og teknologiske elementer. Et nærmere blik på sådanne knudepunkter kan give et dybere indblik i hvordan menneskelig aktivitet, dyreliv og teknologiske artefakter er sammenvævet i komplekse relationer og processer.*

og italesætte de æstetiske processer for at gøre det klart for eleverne at der er andre formål med undersøgelsen end den naturvidenskabelige undersøgelse eleverne kender fra deres hidtidige undervisning. Den naturvidenskabelige journal eller rapport kunne udskiftes med en aflevering af elevernes logbog, og eleverne kunne modtage formativ feedback på illustrationer og observationer, som i dette tilfælde

ville være elevernes data. Det vil være muligt at inddrage den historiske kontekst og diskutere hvilke teknologier der var i spil mens Darwin levede, og hermed er vi allerede inde i en videnskabsteoretisk diskussion af hvordan Darwins resultater er fremkommet, og hvor valide de er, og man kan diskutere hvordan man i dag med vores nuværende teknologier ville kunne undersøge lokationen. De medierende teknologier medkonstituerer resultaterne.

Som Haraway skriver, nytter det ikke at romantisere og ønske sig hverken frem eller tilbage til en tid hvor vores liv ikke er sammenfiltret med både videnskab og teknologi, men med æstetiske processer kan vi forholde os til netop videnskabens historie og teknologier. Det kunne perspektiveres til nutiden, herunder genteknologi, og så er vi inde på at diskutere etiske problemstillinger med eleverne. Her er altså tale om et forløb som udspringer af æstetiske oplevelser i naturen og lander i etik. Vi er ikke sikre på hvor kønt det bliver, for naturen er selvfølgelig i nogle henseender bjergtagende og smuk, men når man zoomer ind, er den som regel knap så køn, men stadigvæk fascinerende.

Afslutningsvis, for at konkretisere endnu mere, vil vi nævne et par eksempler fra FNUG – Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling – hvor vi arbejder med æstetiske læreprocesser i naturfag, matematik og bæredygtighedsundervisning.

Hvordan arbejder fællesskabet FNUG med æstetik i naturfag?

Flere af kollegerne på FNUG arbejder med æstetiske læreprocesser og tilrettelæggelse af undervisning og pædagogiske situationer så de bliver fantasifulde, vedkommende og sjove at deltage i. Forskningen er en del af en nyorientering mod design, materialitet, visualitet og æstetik i naturfagene (Wickman et al., 2022; Svabo & Borch, 2020; Svabo, 2023; Bønnelycke, Mariegaard & Zhou, 2022; Mariegaard, 2023; Ellebæk, 2020; Bergkvist et al., 2024; Auning, 2021, Achiam, 2021, Vitting-Seerup & Achiam, 2023, Hoppe & Holmegaard, 2022).

Hvordan kan man gøre det taktilt og vedkommende for matematikstuderende på universitetet at lære noget om matematikkens historie? Det spørgsmål stillede ph.d.-stipendiat Amalie Thorup sig selv, og ud fra dette udviklede hun et sæt spillekort hvor de studerende ved hjælp af taktile virkemidler kunne arbejde med at forstå og begribe tidslinjen over matematikkens historie. Hvordan kan vi gøre undervisningen for naturfagsdidaktiske studerende mere fantasifuld og praksisnær at deltage i? Adjunkt Dorte Moeskær Larsen eksperimenterer sammen med de studerende med katapulter, Barbie-bungeejumping og vertikale flader i STEM- og matematikdidaktikken. Og som det sidste eksempel kan vi nævne hvordan ph.d.-stipendiat Katrine Bergkvist Borch stillede sig selv spørgsmålet om hvordan man kunne formidle forskningsresultater

inden for biologi- og bæredygtighedsdidaktik på en sjovere og mere autentisk måde. Det kom der en kompostkrone og en istidslandskabskappe ud af – i den kreative proces med at arbejde med beklædning og scenarier. Ud fra ovenstående erfaringer oplever vi at det at arbejde pædagogisk eller didaktisk med æstetik bringer deltagernes oplevelser i forgrunden og giver en emotionel forbindelse mellem den lærende og indholdet. Æstetik er engagerende – derfor er det vigtigt.

Referencer

Achiam, M., Dillon, J., & Glackin, M. (red.) (2021). *Addressing wicked problems through science education: The role of out-of-school experiences.* (1 udg.) Springer. Contributions from Science Education Research Bind 8

Auning, C. (2021). *Styrkelse af folkeskoleelevers modelleringskompetencer gennem et tværfagligt samarbejde mellem naturfag og matematik*.

Berleant, A. (2012). *Aesthetics Beyond The Arts*. Ashgate.

Bergkvist, K.B., Svabo, C., Mariegaard, S., Bennedsen, K., Gammeltoft, J. & Abrantes, E. (2024, Accepted/In press). *Wicked Heritage in Informal Learning: Early Childhood Sensory Science Exhibitions*. Paper præsenteret på Conference of the European Science Education Research Association, Tyrkiet.

Bønnelycke, J., Mariegaard, S. & Zhou, C. (2022). *Børns bæredygtige visioner for fremtiden: Samskabelse gennem kreative metoder*.

Carlson, R. (2001). Therapeutic Use of Story in Therapy with Children. *Guidance & Counseling*, 16, 92-99.

Dissanayake, E. (1982). Aesthetic Experience and Human Evolution. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism, 41*(2), 145-155. https://doi.org/10.2307/430265

Ehrlich, P. & Reed, J. (instruktører). (2020). *My Octopus Teacher* [film]. Off the Fence, Netflix.

Eisner, E.W. (2003). Artistry in Education. *Scandinavian Journal of Educational Research, 47*(3), 373-384. https://doi.org/10.1080/00313830308603

Ellebæk, J.J. (2020). PCK som "materialefaglighed" – videns og handlingsstrukturer i naturfagslokalet. *Nordina: Nordic Studies in Science Education, 16*(2), 124-137. https://doi.org/10.5617/nordina.6556

Haraway, D.J. (2016). *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Duke University Press.

Haraway, D.J. (2021). *At blive i besværet – om at skabe slægt i chthulucæn*. Mindspace.

Hoppe, E. E., & Holmegaard, H. T. (2022). Art-based methods in science education research: A systematic review of their prevalence and an analysis of their potentials in addressing complex questions. NORDINA, 18(3), 323-336. https://doi.org/10.5617/nordina.9242

Kimmerer, R.W. (2013). *Braiding Sweetgrass: Indigenous Wisdom, Scientific Knowledge, and the Teachings of Plants*. Milkweed Editions.

Kjørup, S. (1999). Baumgarten og den sensitive erkendelse. I: J. Holmgaard (red.), *Æstetik og logik* (s. 41-60). Medusa.

Mariegaard, S. (2023). Pædagogiske science-forholdemåder – om hvordan pædagoger kan mødes med børn om science. *Forskning i Pædagogers Profession og Uddannelse, 7*(1), 82-90. https://doi.org/10.7146/fppu.v7i1.136713

Rose, G. (2016). *Visual Methodologies: An Introduction to Researching with Visual Materials* (4. udg.). Sage Publications.

Saito, Y. (2007). *Everyday Aesthetics*. Oxford University Press.

Saito, Y. (2010). Future Directions for Environmental Aesthetics. *Environmental Values, 19*(3), 373-391. https://doi.org/10.3197/096327110x519880

Svabo, C. (2023). Production Pedagogy: Exploring the Potential of Aesthetic Production in Project Work – Getting Started on Thesis Writing. I: C. Nørgård & D. Hurford (red.), *Teaching for Active Learning – proceedings fra konferencen TAL2022* (s. 11-15).

Svabo, C. & Borch, M.M. (2020). Oplevelseslæring og BioFabLab. *MONA, 2020*(1), 45-61. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/118892

Tsing, A.L. (2015). *The Mushroom at the End of the World: On the Possibility of Life in Capitalist Ruins*. Princeton University Press.

Uhrmacher, P.B. (2009). Toward a Theory of Aesthetic Learning Experiences. *Curriculum Inquiry, 39*(5), 613-636. https://doi.org/10.1111/j.1467-873X.2009.00462.x

Vitting-Seerup, S., & Achiam, M. (2023). *Sense and sensibility in science communication*. Abstract fra ECSITE 2023, Valletta, Malta.

Welsch, W. (1997). Aesthetics Beyond Aesthetics. I: M. Honkanen (red.), *Practical Aesthetics in Practice and Theory* (s. 18-37). University of Helsinki.

Wickman, P.-O., Prain, V. & Tytler, R. (2022). Aesthetics, Affect, and Making Meaning in Science Education: An Introduction. *International Journal of Science Education, 44*(5), 717-734. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1912434

Wohlleben, P. (2016). *The Hidden Life of Trees: What They Feel, How They Communicate – Discoveries from a Secret World*. Greystone Books.

Zinkernagel, H. (2023). Æstetik i naturfag – en vej til mere omsorg for naturen. *MONA*, *2023*(4).

Fotoreferencer

Jørgensen, K. B. (Årstal ikke tilgængeligt). *Solar collectors and sheep at Brædstrup District Heating* [Fotografi]. Colourbox. Image #56468278, https://www.colourbox.com, tilgået 28. januar 2024.

Kurinchuk, O. (Årstal ikke tilgængeligt). *[Motivated woman with disability using prosthetic arm working notebook computer, typing text, disabled cyborg girl normal life artificial prosthetic limb, people with ...]* [Fotografi]. Colourbox Image #59983205. https://www.colourbox.com, tilgået 28. januar 2024.

Pidgorna, I. (Årstal ikke tilgængeligt). *Girl with fashion hairstyle and bright stylish makeup and two big snails* [Fotografi]. Colourbox Image #10654393, https://www.colourbox.com, tilgået 28. januar 2024.

Prusaczyk, M. (Årstal ikke tilgængeligt). Mining from above. Industrial terraces on open pit mineral mine [Fotografi]. Colourbox Image #45518732, https://www.colourbox.com, tilgået 23 januar 2024.

Quintus, L. (Årstal ikke tilgængeligt). *Upholstered wood with anthill* [Fotografi]. Colourbox Image #47513330, https://www.colourbox.com, tilgået 28. januar 2024.

Ryzhov, S. (Årstal ikke tilgængeligt). *Industrial centrifuge for plastic granules* [Fotografi]. Colourbox Image #62707660, https://www.colourbox.com, tilgået 23. januar 2024.

#221861. (Årstal ikke tilgængeligt). *Scientist working in the corona virus vaccine development laboratory research with a highest degree of protection gear. Coronavirus pandemic concept. Development of ...* [Fotografi]. Colourbox image Image: #47536539, https://www.colourbox.com, tilgået 28. januar 2024.

#69. Colorbox. (Årstal ikke tilgængeligt). *Laboratorierotte* [Fotografi]. Colourbox #1002489, https://www.colourbox.com, tilgået 17. januar 2024.

Sonjachnyj. (Årstal ikke tilgængeligt). *Beautiful old tree roots with moss and fern leaves in woods* [Fotografi]. Colourbox image #33845698, https://www.colourbox.com, tilgået 22. januar 2024.

Vladyslav. (Årstal ikke tilgængeligt). *Octopus* [Fotografi]. Colourbox #6199906. https://www.colourbox.com, tilgået 28. januar 2024.



Litteratur

I denne sektion bringes anmeldelser af og notitser om nye bøger, rapporter og andre væsentlige ressourcer inden for det matematik- og naturfagsdidaktiske felt. Læsere opfordres til at kontakte redaktionen med henblik på at få bragt anmeldelser og notitser. Indlæg er ikke genstand for peer-review.

Ny antologi giver et udvidet sprog til at undersøge og forstå science i dagtilbud



Karen Bollingberg,
Københavns
Professionshøjskole og
Syddansk Universitet

Anmeldelse af "Sciencepraksisser og legekvaliteter – redskaber til legende og undersøgende tilgange til science i dagtilbud" af Linda Ahrenkiel, Helle Hovgaard Jørgensen og Morten Rask Petersen. Udgivet af UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole 2023.



Vi har brug for mange flere bøger, antologier og artikler som handler om science i dagtilbud i Danmark. Det er derfor med stor nysgerrighed og interesse at jeg har læst det sidste nye skud på stammen, skrevet af Linda Ahrenkiel, Helle Hovgaard Jørgensen og Morten Rask Petersen. Det er en antologi som er blevet til på baggrund af et treårigt forsknings- og udviklingsprojekt, Science og leg, støttet af Novo Nordisk Fonden. Her har forskere fra UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole og pædagoger og børn i dagtilbud i Odense, Kerteminde og Vejle Kommuner samarbejdet om at undersøge og finde metoder til at skabe "en god og meningsfuld kobling mellem science og leg" (s. 3).

Og de har gjort det godt! I det følgende har jeg uddraget særlige opmærksomhedspunkter og direkte citater som jeg mener er interessante for praksisfeltets pædagoger, indskolingslærere, undervisere og studerende på professionshøjskolerne, kommunernes sciencekonsulenter

og andre som interesserer sig for leg og science i dagtilbud.

Antologien tager udgangspunkt i det legende. Den er funderet på etablerede begreber som stemningsperspektiv på leg, legekvaliteter, legemedier og legepraksisser (Skovbjerg, 2021; Skovbjerg & Jørgensen, 2021) og kobler begreberne til science i dagtilbud. Men antologien introducerer og udfolder også flere nye begreber som fx sciencepraksisser. Antologien tilbyder derfor læseren et nyt sprog som kan bruges til at beskrive, planlægge, kvalificere og evaluere pædagogisk praksis relateret til science i dagtilbud.

Forfatterne formulerer deres forståelse og udgangspunkt for såvel forskningsprojektet som antologien på følgende måde:

> "Både leg og science kan åbne verden på nye måder, hvor børns mod og nysgerrighed styrkes. Legens eksperimenterende og kreative kraft kan betegnes som en forudsætning for hypotetisk tænkning, kreativitet og videnskab. Uden en legende forestillingskraft og opfindsomhed – hva' nu hvis ...? – ingen nye ideer og opfindelser. Og uden mod til at afprøve ideer og se, hvad der sker, ingen videnskab" (s. 3).

Det tætte samarbejde der har været mellem praksisfeltet og forskerne på UCL, er dokumenteret via cases fra praksis gennem hele antologien. Det er netop en af antologiens styrker at de mange cases bruges aktivt til at forklare, udfolde og belyse de begreber som præsenteres, og derved nuancere forståelsen. Der refereres også løbende til centrale begreber fra den styrkede pædagogiske læreplan som fx leg, børneperspektiv, sprog og fællesskaber og hvordan disse kan indgå naturligt i arbejdet med science i dagtilbud (fx s. 16 og 31).

Antologien er inddelt i tre dele med tilhørende kapitler. Hvert kapitel er teoretisk underbygget, med referencer til relevant forskning og teori. Det tilbyder læseren en mulighed for at fordybe sig i bagvedliggende og supplerende forskning. Hvert kapitel afsluttes med refleksionsspørgsmål som kan udfordre såvel praksisfeltets pædagoger, engagerede forældre, kommunernes sciencekonsulenter som undervisere og studerende på pædagoguddannelsen.

En anden styrke i antologien er at den forholder sig til etablerede naturfagsdidaktiske begreber som fx emergent science og inquiry-based science education (IBSE) og diskuterer begrebernes relevans i en dagtilbudskontekst (s. 19). Det har vi nemlig brug for meget mere forskning om og mange flere relaterede videnskabelige diskussioner om.

I den første del af antologien er der fokus på at udfolde begreber som legekvaliteter, sciencepraksisser, naturfænomener og sprog og hvordan disse begreber kan bruges til at rammesætte science og leg. Ud over begrebet "det legende" udfoldes begrebet "sciencepraksisser". Forfatterne definerer begrebet som de handlinger som er kendetegnet af en undersøgende tilgang, og som udøves i forbindelse med en sciencesituation:

> "Sciencepraksisser er et redskab til at få blik for, hvilke handlinger der kan styrke en undersøgende tilgang til natur og naturfænomener. Handlingerne kan øge vores bevidsthed om, hvilke handlinger en undersøgende tilgang er kendetegnet ved" (s. 17).

Forfatterne har på baggrund af deres empiriske materiale identificeret elleve sciencepraksisser som de inddeler i tre overordnede kategorier: en undersøgende dimension, en (krops)sproglig dimension og en dimension med matematisk opmærksomhed. De elleve sciencepraksisser er beskrevet med et begreb relateret til handling, fx "sanseren", "spørgeren", "argumentøren" og "sortereren" (s. 17-19). Det er en ny og interessant tilgang til forståelsen af hvad science i dagtilbud er: at skabe opmærksomhed på børns ageren i hverdagen gennem handlebegreber. På den måde får pædagogen sproglige redskaber til at undersøge om en pædagogisk praksis har sciencekvaliteter. Om vi er enige i de tre kategorier og de relaterede handlebegreber, glæder jeg mig til at diskutere ved senere lejligheder.

De to sidste kapitler i første del handler om naturfænomener, begreber, sprog og kommunikation. Forfatterne lægger vægt på at der er samspil mellem fænomener og begreber, og at sprog er vigtigt i sciencelæringsmiljøer. De viser dermed hvordan didaktikken relateret til sciencelæringsmiljøer samtidig kan understøtte arbejdet med andre temaer i den styrkede pædagogiske læreplan:

> "Her er det vigtigt at huske, at begreber uden fænomener tit bliver uforståelige og abstrakte, mens fænomener uden begreber bliver til rene oplevelser uden forklaringer. Det er således vigtigt, at fænomener og begreber knyttes sammen. For det er i samspillet mellem fænomener og begreber, at science opstår"(s. 29).

De argumenterer endvidere for at "gennem sproget kan du bl.a. være med til at understøtte børnenes nysgerrighed, ideer og kreativitet, samtidig med at du understøtter en undersøgende tilgang" (s. 39).

I anden del af antologien præsenteres tre helt nye begreber inden for science, nemlig sciencetyperne "show", "slow" og "spontan" science samt to supplerende sciencetyper, "stille" og "skæv" science (s. 48). De tre første sciencetyper er beskrevet i antologien med praksiseksempler og introducerer hermed nye sciencedidaktiske begreber som giver pædagogen en mulighed for sprogligt at undersøge og analysere egen rolle i en sciencepædagogisk praksis. Begreberne show, slow og spontan science er samtidig et fint supplement til Stine Mariegaards artikel om scienceforholdemåder, hvor hun definerer tre forskellige scienceforholdemåder: dirigenten, samspilleren og improvisatoren (Mariegaard, 2022). De to sidste typer, stille og skæv science, beskriver forfatterne som "det, som ikke er science". De får ikke meget plads i antologien selvom de måske faktisk fortjener en hel antologi. Forfatterne argumenterer for at børns tavse science-

forståelse ikke er science før der er koblet begreber på: "Konsekvensen er, at børnene ikke har et sprog om science, de kan bringe i spil i lignende situationer eller lege". Og det kan man så være enig eller uenig i, men interessant er det i alle fald.

I den tredje del beskrives og udfoldes forskellige eksempler på sciencelæringsmiljøer. Det er i denne del af antologien at leg og science særligt knyttes sammen med udgangspunkt i de materialer som har haft særlig betydning for børnenes scienceaktiviteter i forskningsprojektet Science og leg.

> "Vi er særligt optaget af tilstedeværelsen af materialer med potentialer i børnehøjde [...] Det vil sige fysiske genstande som f.eks. lygter, rør, magneter, rutsjebaner, forstørrelsesglas etc. Ideen er, at det pædagogiske personale kan skabe fysiske rammer, som kan understøtte børns interaktion og leg med natur og naturfænomener ved at lade ovennævnte materialer være tilgængelige i børns fysiske omgivelser og opfordre dem til interaktion og leg med dem. Det er en sciencetilgang, som vægter en undersøgende tilgang, der åbner for en aktiv inddragelse af naturen og naturfænomener" (s. 79).

Læseren bliver på den måde præsenteret for en bred vifte af relevante og mulige sciencelæringsmiljøer som er hentet fra forskningsprojektet Science og lef, fx kuglebaner, sandkassen, et træstykke fra legepladsen og hverdagsteknologi. Disse praksiseksempler giver læseren et indblik i og konkrete idéer til hvordan institutionens hverdag, tilgængelige materialer og nærområde kan bruges når man arbejder med science i dagtilbud. Samtidig bruges praksiseksemplerne som udgangspunkt for at analysere praksiscases med antologiens nye begreber, fx spontan science, legekvaliteter og sciencepraksisser. Der gives endvidere eksempler på hvordan pædagogen kan understøtte barnets læreprocesser gennem spørgsmål (s. 125). Man kan jo altid diskutere om de præsenterede spørgsmål er åbne, undersøgende spørgsmål som støtter barnets egen nysgerrige udforskning af verden.

Jeg kan anbefale at læse antologien *Sciencepraksisser og legekvaliteter*. Den har stor teoretisk tyngde, med spændende, relevante henvisninger til forskning fra feltet, præsenterer nye sciencedidaktiske begreber og kobler forskning inden for leg og science sammen på en velargumenteret måde. Den tilbyder feltet et udvidet sprog til at undersøge, opdage, analysere og forstå hvad science i dagtilbud er. Antologiens force er at dens nye indsigter og begreber er udkrystalliseret gennem et tæt samarbejde med praksis, og at den helt systematisk anvender velvalgte praksiseksempler og cases til af udfolde begreberne med.

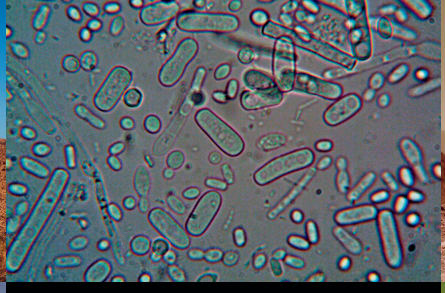
Det at begrebet legestemninger er koblet sammen med begrebet sciencepraksisser, åbner op for inkluderende sciencelæringsmiljøer hvor der er plads til børns skiftende stemninger, fra det hengivne, over det højspændte, opspændte til det euforiske (s. 89-90), og tager dermed børns leg alvorligt – også når det handler om science.

Referencer

Mariegaard, S. (2022). Pædagogiske science-forholdemåder – om hvordan pædagoger kan mødes med børn om science. *Forskning i Pædagogers Profession og Uddannelse, 7*(1), 82-90.

Skovbjerg, H. M. (2021). Perspektiver på læring i "didaktiske designs med legekvaliteter". I Playbook 2 (s. 78-88)

Skovbjerg, H. M., & Jørgensen, H. H. (2021). Legekvaliteter: Udvikling af et begreb om det legende i lærer- og pædagoguddannelsen. Tidsskriftet Læring Og Medier (LOM), 14(24). https://doi.org/10.7146/lom.v14i24.127125





Byg videre på din læreruddannelse

BLIV EKSPERT I STEM-UNDERVISNING

Kandidatuddannelsen i STEM-undervisning (Science, Technology, Engineering & Mathematics) gør dig i stand til at bringe den nyeste naturvidenskabelige forskning i øjenhøjde med børn og unge.

Du kan tage uddannelsen uanset hvor i landet du bor. Uddannelsen er gratis, SU-berettiget og kan læses både som kandidat og erhvervskanditat.

Find mere information på studier.ku.dk/stem og ansøg mellem 1. maj og 15. maj.

Er du uddannet lærer?
Tag uddannelsen som en erhvervskandidat og få fornyet din faglighed og din undervisning fra dag et. Som erhvervskandidat kan du undervise ved siden af uddannelsen og afprøve dine nye værktøjer med det samme. Du har et kursus per semester i fire år.

Er du lærerstuderende?
Byg videre på din professionsbachelor og giv dig selv flere karrieremuligheder. Hvis du læser kandidaten på fuld tid over to år, har du to kurser per semester.

Kandidaten har givet mig en helt anden åben tilgang til fagene. Jeg har lært at se ting på andre måder og prøve nye ting af.
- Simon, færdiguddannet i 2022

Det har givet mig venskaber og netværk på tværs af landet, og det kan jeg helt sikkert bruge.
- Anja, færdiguddannet i 2022

Jeg har fået rigtig meget med mig, som jeg kan bruge i praksis og som beriger min professionelle hverdag.
- Pia, færdiguddannet i 2022

AARHUS UNIVERSITET · RUC · AALBORG UNIVERSITET · DANSKE PROFESSIONS-HØJSKOLER · SDU · KØBENHAVNS UNIVERSITET



Vil du udvikle din undervisning?

TAG KURSUS I SCIENCEUNDERVISNING

Kursus efteråret 2024: Evaluering og feedback

Kom i dybden med evalueringsfeltet i teori og praksis. På dette kursus kommer du til at arbejde med at designe og afprøve forskellige formater til formativ og summativ evaluering, som har rod i moderne naturfagsdidaktisk forskning.

Vi kommer både omkring evaluering af elevers læring samt evaluering af din og andres undervisning. Vi tager udgangspunkt i deltagernes forudsætninger og ønsker, og vores ambition er, at de opgaver du skal lave i løbet af kurset, bliver relevante for din undervisningspraksis.

Pris: 10.000 kr.
Tilmeldingsfrist: 1. juni 2024

Har du spørgsmål til uddannelsen?
Kontakt Christine Holm på
cholm@ind.ku.dk eller på tlf. 35320537

Læs mere på www.ind.ku.dk/misu

Master i scienceundervisning

Vores kurser kan læses hver for sig eller indgå i et samlet masterforløb. Uanset hvordan du vil efteruddanne dig, får du nye vinkler på din undervisning og bliver samtidig til en del af et inspirerende netværk af engagerede medstuderende og undervisere.

Kurserne er målrettet undervisere i naturvidenskabelige fag på gymnasialt niveau eller tilsvarende og designet til at gøre erfarne undervisere endnu bedre.

Der udbydes 1 eller 2 kurser hvert semester, og der er undervisning ca. hver anden mandag.

Prisen er 20.000 kr. for et semester eller 110.000 kr. for hele uddannelsen.

KØBENHAVNS UNIVERSITET

Har du en ide til en artikel i MONA?

Tag med på MONAs Skriveworkshop for forfattere. Du får tre timers kickoff og individuel sparring på dine artikeludkast de næste tre måneder.

To erfarne kapaciteter inden for artikel-, opgave- og lærebogsskrivning, Lotte Rienecker og Peter Stray Jørgensen, guider dig igennem fra artikelidé til aflevering til MONA. Få redskaber til strukturering af artiklen, og få feedback på udkast - alt sammen skræddersyet til MONA's profil for udgivne artikler.

Workshop og feedback forudsætter blot at du har en idé - eller et halvt manuskript - til en artikel som du gerne vil i gang med, eller vil have afsluttet, til netop MONA.

Efter workshoppen er der mulighed for i tre måneder at få individuel feedback og vejledning på dine artikeludkast.



Tilmeld dig på ind.ku.dk/mona/skriveworkshop

Det er gratis at deltage, men du betaler selv transport.

Skriveworkshoppen er gjort mulig via en bevilling fra Novo Nordisk Fonden til MONAs arbejde med kvalitetsudvikling.

22. april 2024
13:30-16:30
Institut for Naturfagenes Didaktik
Rådmandsgade 64, 2200 København N

22. oktober 2024
13:30-16:30
VIA, Campus Ceres
Ceresbyen 24, 8000 Aarhus.