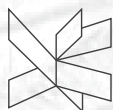


# MONIA

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



VIA University  
College



PROFESSIONS-  
HØJSKOLEN  
ABSALON



SYDDANSK UNIVERSITET



AARHUS  
UNIVERSITET



Danske Science Gymnasier

KØBENHAVNS  
PROFESSIONS  
HØJSKOLE **KP**



: Erhvervsakademi og  
: Professionshøjskole



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET  
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2022-2

# 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 Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)  
Ole Goldbeck, Københavns Professionshøjskole  
Sebastian Horst, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet  
Magnus Boye, Institut for Naturfagernes 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  
Martin Niss, Institut for Natur, Systemer og Modeller, 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](http://www.science.ku.dk/mona).

### **Manuskripter**

Manuskripter indsendes per mail, se [www.science.ku.dk/mona](http://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](http://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](http://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](mailto: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.

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU  
Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2022

Citat kun med tydelig kildeangivelse



# Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Adaptivitet og fleksibilitet: Regnestrategier i de yngste klasser  
*Pernille Bødtker Sunde*
- 24 De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt  
*Lars Brian Krogh, Jens Dolin og Morten Rask Petersen*
- 43 **Aktuel analyse**
- 44 Hvilke muligheder er der for at arbejde med science på pædagoguddannelsen?  
*Linda Ahrenkiel og Morten Rask Petersen*
- 58 **Kommentarer**
- 59 En STEM-didaktik er nødvendig hvis STEM skal være mere end et slogan  
*Maria Møller*
- 65 Øhh, hvor er jeres leder?  
*Maria Aarestrup Frandsen og Mette Visti Larsen*
- 70 Bedre praktik: Vi skal gentænke samarbejdet mellem skoler og læreruddannelser  
*Mette Strandgård Christensen*
- 73 **Litteratur**
- 74 Halleløj – her kommer jeg!  
*Trine Hyllested*
- 77 Pædagogik for bæredygtighed og science i dagtilbud  
*Linda Ahrenkiel og Morten Rask Petersen*
- 80 Hvordan kan STEM-undervisning håndteres?  
*Sebastian Horst og Kjeld Bagger Laursen*

# Fra redaktionen

Så nærmer sommerferien sig med hastige skridt, og årets andet nummer af MONA når lige at sendes ud inden da. Foråret har budt på en – set med vores briller – velgennemført BigBang-konference præget af begejstring og engagement. Og også et MONA-konferencetema om *Matematik i STEM* som ser ud til at lede til et godt tema-nummer til december baseret på de mange bidrag på MONA-sporet på konferencen. Man kan i øvrigt finde materialer fra konferencen på [www.bigbangkonferencen.dk](http://www.bigbangkonferencen.dk) – og omkring 1. september åbnes for indsendelse af forslag til programpunkter til 2023-konferencen.

Dette nummer af MONA bringer to artikler og en aktuel analyse. Kommentarsektionen indeholder tre bidrag, og der er også tre tekster i litteratursektionen.

Den første artikel er udarbejdet af Pernille Bødtker Sunde og har titlen *Adaptivitet og fleksibilitet: Regnestrategier i de yngste klasser*. Regnestrategier har betydning for et barns udvikling i matematik. Regnestrategier er en indikator for tal- og regneforståelse, og der er en veldokumenteret sammenhæng mellem udpræget brug af tællestrategier og risiko for senere matematikvanskeligheder. Artiklen afdækker begrebet regnestrategier og kommer med eksempler fra forfatterens forskning om elevers brug af regnestrategier til etcifret addition fra første til fjerde klasse. Perspektiverne til undervisningen er at den bør fokusere på tal- og regneforståelse og sigte mod at udvikle adaptiv ekspertise hos eleven, dvs. beherskelse af et bredt udsnit af strategier og anvendelsen af dem adaptivt og fleksibelt.

Den næste artikel har overskriften *De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt*. Den er lavet af Lars Brian Krogh, Jens Dolin og Morten Rask Petersen og er kommet til verden fordi det er vigtigt – navnlig i en tid hvor megen naturfagsdidaktisk forskning og udviklingsarbejde er påvirket af udenlandske trends og private aktørers egne interesser – at få afdækket behovene for forskning og for udvikling af feltets egne aktører. I DASERA, en organisation der repræsenterer danske naturfagsdidaktiske forskere, gennemførtes i foråret 2021 en såkaldt Delphi-undersøgelse af spørgsmålet: *Hvor er behovene for udvikling i relation til naturfagene i Danmark – hvor er det vigtigt med mere forskning, udvikling og/eller efteruddannelse?* Artiklen gennemgår undersøgelsens metode og dens resultater, og specielt de 17 vigtigste temaer bliver fremlagt og diskuteret.

Den aktuelle analyse dykker ned i science-begrebet for dagtilbud med udgangspunkt i den nye pædagogiske læreplan. Under titlen *Hvilke muligheder er der for at arbejde med science på pædagoguddannelsen?* kortlægger Linda Ahrenkiel og Morten Rask Petersen de muligheder i læreplanen som kommende dagtilbudspædagoger har for at møde science på uddannelsen. Analysen indikerer at der i den eksisterende

bekendtgørelse for pædagoguddannelsen findes adskillige sådanne muligheder, men at det kræver et blik for science at få øje på dette potentiale.

Tre af artiklerne i sidste nummer af MONA får et par ord med på vejen i dette. Det drejer sig først om *En STEM-didaktik er nødvendig hvis STEM skal være mere end et slogan* hvor Maria Møller kommenterer Dorte Larsen, Mette Kristensen, Michael Hjort og Lars Seidelins *STEM-didaktik – et internationalt, systematisk review om STEM-undervisningens didaktik*. Dernæst har Maria Aarestrup Frandsen og Mette Visti Larsen i *Øhh, hvor er jeres leder?* en beretning om forholdene på deres skole som et interessant perspektiv til Birgitte Lund Nielsen, Elzabeth Wøhlk og Ole Kronvalds *Ledelse af naturfaglig kulturudvikling*. Afsnittet rundes af med Mette Strandgård Christensens kommentar til Jens Aarbys *Praktik og praksiskontakt i ny læreruddannelse med fokus på naturfagene*, og den har overskriften *Vi skal gentænke samarbejdet mellem skoler og læreruddannelser*.

Litteratursektionen bringer denne gang hele tre tekster. I den første har Trine Hyllested i *Halleløj – Her kommer jeg!* set nærmere på Sigurd Barretts bog, *Sigurd fortæller om naturvidenskaben* og dens tilhørende aktivitetsbog og brætspil – og er blevet ret begejstret. Knap så begejstret er Morten Rask Petersen og Linda Ahrenkiel i deres anmeldelse af *Pædagogik for bæredygtighed og science i dagtilbud* af Stig Broström og Thorleif Frøkjær.

Det sidste bidrag til litteratursektionen er ikke en egentlig anmeldelse, men har til hensigt at formidle pointerne fra en videnskabelig artikel. Sebastian Horst og Kjeld Bagger Laursen ser i *Hvordan kan STEM-undervisning håndteres?* nærmere på artiklen *Inquiring into the Nature of STEM Problems – Implications for Pre-college Education* af Jacob Pleasants som blev bragt i *Science & Education* (2020). Pleasants' artikel undersøger karakteren af STEM-problemer i den forhåbning at kunne bidrage til forbedringer af STEM-undervisningen, fx på folkeskolens udgangsniveau. Han introducerer en såkaldt typologi der placerer STEM-problemer inden for en bredere problemkreds omfattende både STEM- og ikke-STEM-felter, og som også identificerer og beskriver STEM-problemernes karakteristika. Vi håber teksten kan inspirere til fortsat dialog om hvordan vi bruger akronymet STEM på en meningsfuld og konstruktiv måde.

Til slut vil MONA-redaktionen gerne sende en stor tak til Kjeld Bagger Laursen der nu gennem mere end ti år har ydet en utrættelig indsats for MONA's liv og leved – både i forhold til den tekniske produktion af tidsskriftet og i forhold til dialogen med alle forfattere og artikelbedømmere. Vi er meget taknemmelige for den gode tilgang Kjeld har haft til arbejdet! Kjeld er stoppet pr. 30. april i MONA-redaktionen, og fremover varetages opgaverne af Magnus Boye Bang der også er ansat på Institut for Naturfagenes Didaktik på KU. Man kommer stadig lettest i kontakt med MONA gennem [mona@ind.ku.dk](mailto:mona@ind.ku.dk).

Vi ønsker alle vores læsere en god sommer!

# Artikler

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

Artiklerne ligger inden for følgende kategorier:

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

# Adaptivitet og fleksibilitet: Regnestrategier i de yngste klasser



Pernille Bødtker Sunde,  
Katholieke Universiteit Leuven  
(Belgien) og VIA University  
College

**Abstract:** *Regnestrategier har betydning for elevens udvikling i matematik gennem hele skoleforløbet. Regnestrategier er en indikator for tal- og regneforståelse, og der er en veldokumenteret sammenhæng mellem udpræget brug af tællestrategier og risiko for senere matematikvanskeligheder. I denne artikel afdækker jeg begrebet regnestrategier og kommer med eksempler fra min egen forskning om elevers brug af regnestrategier til etcifret addition fra første til fjerde klasse. Perspektiverne til undervisningen er at den bør fokusere på tal- og regneforståelse og sigte mod at udvikle adaptiv ekspertise, dvs. at eleven behersker et bredt udsnit af strategier og kan anvende disse adaptivt og fleksibelt.*

## Regnestrategier

Regnestrategier er kommet markant mere i fokus de seneste år. Personligt blev jeg for alvor opmærksom på regnestrategierne og deres betydning i forbindelse med mit eget arbejde med elever med matematikvanskeligheder. Det førte omkring 2010 til et samarbejde med Pernille Pind og et større udviklingsprojekt som i 2014 mandede ud i publiceringen af både test- og interventionsmaterialer med fokus på regnestrategiudvikling hos især indskolingselever (Sunde & Pind, 2014a, 2014b). Dette skabte grundlaget for et egentligt forskningsprojekt om danske elevers brug og udvikling af regnestrategier til etcifret addition og sammenhængene med deres senere matematiklæring<sup>1</sup>. Det er disse ca. ti års arbejde som ligger til grund for denne artikel.

I Faghæftet for matematik (2019) har regnestrategier en fremtrædende plads. I Fælles Mål er det et selvstændigt færdigheds- og vidensområde under tal og algebra, og i

<sup>1</sup> Det projekt resulterede i en ph.d.-afhandling i 2019 (Sunde, 2019) og er fortsat som en del af min nuværende internationale DFF-postdocstilling ved Katholieke Universiteit Leuven i Belgien hos professor Lieven Verschaffel og professor Bert De Smedt (Danmarks Frie Forskningsfonds bevilling nr. 0127-00022B).

både læseplanen og undervisningsvejledningen nævnes regnestrategier og arbejdet med disse adskillige gange. I læseplanen står bl.a.:

“Det er centralt, at læreren udfordrer og støtter de enkelte elever på en måde, så eleverne udvikler deres regnestrategier på baggrund af deres talforståelse frem for at lære procedurer for opstilling og udregning. Der sigtes ikke mod opøvelsen af standardiserede algoritmer” (Faghæftet for matematik 2019, s. 37).

Det fremhæves også i undervisningsvejledningen at arbejdet med regnestrategier ikke kun handler om at eleverne får metoder til udregning, men arbejdet skal bygge på udvikling af tal- og regneforståelse:

“[A]mbitionen er noget andet og mere, end at eleverne får præsenteret beregningsmetoder, som de efterfølgende øver sig på. Formuleringen hænger sammen med, at eleverne skal lære med forståelse. Det er med andre ord ikke hensigten, at eleverne reproducerer beregningsmetoder, men at de udvikler metoder, fordi en sådan udvikling kun kan foregå, når den er forbundet med forståelse af tallenes og regningsarternes egenskaber” (Faghæftet for matematik 2019, s. 93).

Regnestrategier er eller bør altså være et centralt element i matematikundervisningen i skolen. Målet med denne artikel er at give et overblik over hvad regnestrategier er, hvilke faktorer der påvirker elevens valg af regnestrategier, samt hvilke sammenhænge der er mellem regnestrategier og elevens videre udvikling i matematik. Derudover vil jeg give eksempler på resultater fra mit ph.d.-projekt om regnestrategier til addition med etcifrede tal i første til fjerde klasse (Sunde, 2019). Til slut gives eksempler på hvordan denne forskningsbaserede viden kan bruges i forbindelse med undervisning.

Regnestrategier til etcifret addition kan måske ved første øjekast synes som et noget snævert felt, men forskning viser at det er udvikling af gode strategier til den etcifrede regning som lægger fundamentet for den dybere regneforståelse og arbejdet med bl.a. flercifret regning. Det viser sig ofte at elever som er udfordret i udskoling, har problemer med den helt grundlæggende talforståelse, og de er i stor udstrækning afhængige af tællestrategier som fx at finde resultatet af  $3 + 8$  ved at tælle 8, 9-10-11, et mønster som bl.a. Ostads (2010) og min egen forskning (Sunde, 2019) bekræfter.

### *Hvad er regnestrategier?*

Begrebet strategi kender vi fra hverdagssammenhænge som en (langsigtet) plan for at opnå et specifikt mål. Der findes ikke en entydig definition af hvad en strategi er i matematiksammenhænge (Ostad, 1997b), men i relation til regning med tal er der



generel konsensus om at en regnestrategi består af en række mulige handlinger som til enhver tid kan ændres og tilpasses den aktuelle situation (fx Ostad, 1997b; Siegler & Jenkins, 1989; Verschaffel et al., 2007). En regnestrategi adskiller sig således fra en procedure eller algoritme ved at disse består af fastlåste og ufravigelige trin-for-trin-handlinger (Siegler & Jenkins, 1989; Verschaffel et al., 2007). Hvor procedurer og algoritmer ikke kræver konceptuel forståelse, så er netop dette, altså forståelse af tal og regnearter, en forudsætning for at kunne udvikle og anvende regnestrategier (Verschaffel et al., 2007).

I det følgende vil jeg udelukkende beskæftige mig med regnestrategier relateret til arbejdet med positive heltal – og primært etcifret addition. Men principperne kan overføres til andre talområder og regnearter som fx subtraktion (Sunde & Pind, 2018) og multiplikation (Pind, 2016; Sunde & Pind, 2016b).

Regnestrategier opdeles typisk i simple tællestrategier, automatisering og mere sofistikerede regrupperingsstrategier. Tællestrategier (eng.: backup strategies) er sikre, men langsomme strategier, fx at tælle på fingrene hvilket kræver en mindre grad af konceptuel forståelse. Automatisering (eng.: direct retrieval) er når resultatet kan huskes udenad og blot hentes direkte fra hukommelsen. Regrupperingsstrategier (eng.: fact-based, retrieval-based eller decomposition strategies), også kaldet opdelings- eller hukommelsesstrategier, bygger på en god talforståelse da man opdeler regnestykket i andre regnestykker som man nemmere kan regne ud, fx fordi man har automatiseret dem.

### **Regnestrategier, overordnede kategorier:**

*Tælling:* Resultatet findes ved forskellige former for tælling.

*Automatisering:* Resultatet hentes direkte frem fra hukommelsen.

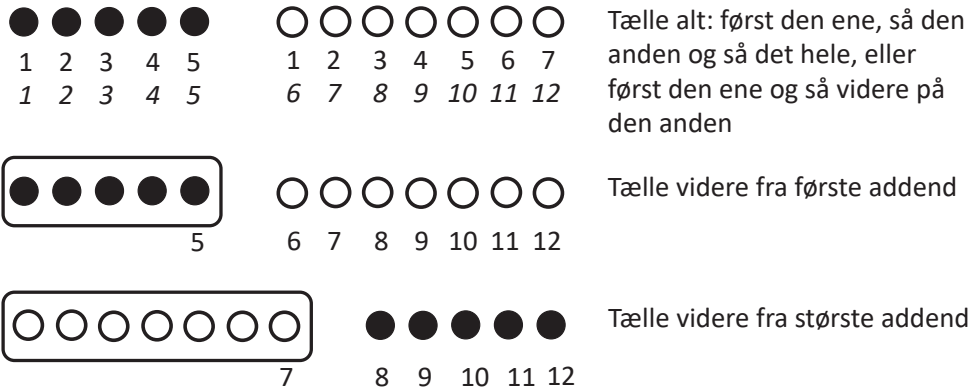
*Regruppering:* Regnestykket deles op i nye regnestykker som er nemmere at regne da de er helt eller delvist automatiserede.

Tællestrategier er de første strategier børn tilegner sig, og børn lærer ofte disse strategier til antalsbestemmelse før de starter i skole (Clements & Sarama, 2007). Der skelnes mellem tælling med konkrete materialer, herunder fingre, og mundtlig tælling som kan være enten at tælle højt eller at tælle “inde i hovedet” (Carpenter & Moser, 1984; De Corte & Verschaffel, 1987). Begge typer af tælling kan inddeles i adskillige kategorier (for en grundig gennemgang, se Baroody, 1989), men typisk anvendes de to kategorier *tælle alt* og *tælle videre* (se figur 1). Ved *tælle alt* tælles begge addender. Ved  $2 + 3$  tælles først 1-2, derefter 1-2-3 og til slut 1-2-3-4-5 eller alternativt først 1-2 og så videre 3-4-5. Ved *tælle videre*-strategien tælles direkte videre fra en af addenderne,



typisk den største, men elever der ikke er helt fortrolige med denne strategi, tæller også fra den første addend.

### Tællestrategier til regnestykket $5 + 7$

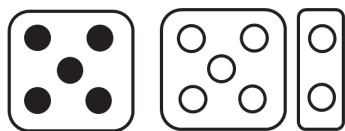


Figur 1. Eksempler på forskellige tællestrategier til løsning af regnestykket  $5 + 7$ .

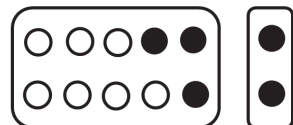
Regruppering tager udgangspunkt i at opdele regnestykket i nye regnestykker som man nemmere kan regne ud (se figur 2). Det forudsætter at man har automatiseret nogle regnestykker. Ved fx regnestykket  $5 + 7$  kan man tage udgangspunkt i en regruppering til 10 ved at opdele i  $5 + 5 + 2$  eller  $7 + 3 + 2$ . Man kan også anvende talpar ved i dette tilfælde at regruppere til  $6 + 6$ . Disse eksempler viser regruppering baseret på efterfølgende addition, dvs. at delsummer holder sig under den endelige sum, men strategierne kan også indeholde efterfølgende subtraktion hvor delsummer er over den endelige sum, fx kan  $7 + 8$  også løses som  $8 + 8 - 1$ .

## Regrupperingsstrategier til regnestykket 5 + 7

Regruppering til 10



$$5 + 5 + 2 = 12$$



$$7 + 3 + 2 = 12$$

Regruppering til andre automatiserede regnestykker



$$(5 + 3) + 4 = 12$$

Regruppering til talpar



$$6 + 6 = 12$$



$$(7 + 7) - 2 = 12$$

**Figur 2.** Eksempler på forskellige regrupperingsstrategier til løsning af regnestykket 5 + 7. De to addender opdeles og sammensættes så der konstrueres nye regnestykker som er nemmere for eleven at regne ud, fx fordi eleven har automatiseret disse.

### Forudsætninger og udvikling

Som det fremgår af ovenstående, kræver strategierne meget forskellige niveauer af talforståelse. For at kunne anvende tællestrategier forudsættes blot at man har en grundlæggende forståelse af principperne om en-til-en-korrespondance og kardinalitet, dvs. at antallet af elementer i en mængde kan bestemmes ved tælling, og at det tal som kobles til det sidste element, angiver det samlede antal elementer (se fx Kristiansen, 2021; Sunde, 2021). Man behøver altså blot at forstå tal som en række af selvstændige enheder på en talrække, fx at seks kommer før syv (Fuson, 1992).

Regrupperingsstrategier forudsætter derimod en dybere konceptuel forståelse af tal. De bygger dels på at man har automatiseret enkelte regnestykker (Gray, 1991; Threlfall, 2002), men især at man har en forståelse af del-helhed (Canobi, 2004) og opdeling af tal (Ambrose et al., 2003; Gray & Tall, 1994; Verschaffel et al., 2007), dvs. at man forstår at seks ikke blot kommer før syv, men også er en del af syv, altså at mængden syv også indeholder mængden seks, eller  $7 = 6 + 1$ , og at seks også er tre

toere osv. At kunne opdele i enere, tiere osv. er selvsagt også centralt i arbejdet med flercifrede tal. Internationale undersøgelser har således vist at børnehavebørns brug af regrupperingsstrategier baseret på opdeling i tiere og enere afhæng af deres viden om strukturerne i talsystemet (Laski et al., 2014). Elever i første klasse som var gode til subitizing (at kunne genkende helt små mængder uden at tælle), anvendte i højere grad regrupperingsstrategier end børn som ikke var gode til subitizing (Gaidoschik, 2012). Og for elever i anden og tredje klasse var der en sammenhæng mellem deres brug af regrupperingsstrategier og deres forståelse af matematisk ækvivalens, fx det at kunne løse ligninger som  $4 + 4 = \_ + 3$  og forståelsen af lighedstegnet (Chesney et al., 2014).

Den generelle udvikling i strategibrug til etcifret addition går fra tælling til automatisering og regruppering. Hastigheden hvormed denne udvikling sker, er dog meget forskellig fra elev til elev. Nogle elever anvender i lang tid overvejende tælling for derefter langsomt at skifte til også at anvende automatisering og regruppering. Andre elever bevæger sig hurtigere fra tælling til at anvende andre strategier. Så der er stor individuel variation, både i hastigheden af ændringen og i den forholdsmæssige brug, eller frekvensen, af de enkelte strategier. Der er ikke som sådan tale om at en strategi *afløses* af en anden, men at dette sker som en gradvis ændring i frekvensen af de enkelte strategier (Carpenter & Moser, 1984; Siegler, 1996). Siegler (1996) beskriver således i sin *overlapping waves*-teori at flere strategier er til rådighed og i brug på samme tid, men at den relative brug af strategierne ændres over tid.

En analyse af 147 danske elevers strategiudvikling fra første til fjerde klasse bekræfter dette billede (Sunde et al., 2020). Elevernes strategibrug blev undersøgt i enten ét, to eller tre efterfølgende skoleår. Dette foregik ved en-til-en-interview hvor eleven fik vist et kort med et etcifret additionsstykke. Eleven blev bedt om at løse opgaven og forklare hvordan han/hun fandt svaret. Dette blev gentaget med i alt 36 regnestykkekort med de additionsstykker som kan dannes af tallene 2 til 9. Elevens strategibrug til hvert regnestykke blev kategoriseret i giver op/regner fejl, tælle alt, tælle videre, automatisering og regruppering (for detaljeret beskrivelse, se Sunde, 2019). Analysen viste at i første klasse bruger eleverne i høj grad forskellige former for tælling, og i løbet af de næste klassetrin sker et skift mod større brug af automatisering og regrupperingsstrategier. Der er dog betydelig individuel variation idet nogle elever fx anvender tælling over længere tid end andre.

En efterfølgende mikroanalyse af 83 andre elevers udvikling over fem måneder i første klasse viste således at de elever som primært foretrak tælling i starten af første klasse, i højere grad holdt fast i tælling fem måneder senere sammenlignet med elever der havde et mere varieret strategivalg i starten af første klasse (Sunde & Sunde, 2019). Dette billede var uafhængigt af hvilken klasse eleverne gik i (Sunde & Sunde, 2019), på trods af at undervisningen i tal og regning i de seks klasser var meget forskellig (Sunde

& Sayers, 2017). Udviklingen i strategibrug sker altså for de fleste elever langsomt, og de elever som tæller meget, ser ud til at vedblive med at tælle. Det er et mønster som bekræftes af Bailey et al. (2012). De beskriver et feedback-loop hvor den strategi eleven er god til, også er den strategi eleven foretrækker. Dermed får eleven mere træning i denne specifikke strategi og vil derfor med større sandsynlighed vælge denne i fremtiden. Dette sammenholdt med mine resultater indikerer således at det kan kræve en særlig opmærksomhed og målrettet undervisning at støtte elever i at udvikle et større strategirepertoire hvilket er centralt for et adaptivt, fleksibelt strategivalg.

## Adaptivt, fleksibelt strategivalg

Valget af strategi afhænger, som også beskrevet ovenfor, af både selve opgavens karakteristika og elevens viden og færdigheder. Ser vi fx på opgaven  $7 + 8$  ud fra et opgaveperspektiv, kan man argumentere for at den simpleste og mest effektive strategi (hvis man ikke har automatiseret summen) er at anvende talpar  $+/- 1$ , altså  $7 + 7 + 1$  eller  $8 + 8 - 1$ . Men ser vi det fra et elevperspektiv, er dette ikke nødvendigvis den mest effektive tilgang hvis eleven ikke er sikker i og hurtig til talparrene. En elev der i stedet er sikker i og hurtig til tiervenner, vil regne opgaven ved fx at regruppere til  $7 + 3 + 5$  eller  $8 + 2 + 5$ . En elev som ikke har automatiseret disse summer med sikkerhed, eller som ikke har den fornødne talforståelse til at opdele tallene, vil med større sikkerhed regne opgaven ved brug af tælling. Så at kunne vælge den bedste strategi til at løse en opgave afhænger ikke kun af selve opgaven, men også af den pågældende elevs repertoire af tilgængelige strategier og elevens sikkerhed i strategierne, herunder hvilke summer eleven har automatiseret, og elevens generelle tal- og regneforståelse.

Der er generel enighed om at det at kunne vælge den mest hensigtsmæssige strategi til en given opgave er centralt, og man taler i den sammenhæng om adaptivitet og fleksibilitet (Bailey et al., 2012; Rechtsteiner-Merz & Rathgeb-Schnierer, 2015; Torbeyns et al., 2002). Selvom definitionen og brugen af disse begreber er noget inkonsistent og overlappende (Nunes et al., 2016), så bidrager de til forståelsen af hvorfor nogle elever udvikler adaptiv ekspertise og andre ikke gør. Hatano (2003) definerer adaptiv ekspertise som "evnen til at anvende meningsfuldt lærte procedurer fleksibelt og adaptivt" (s. xi, min oversættelse). Adaptivt strategivalg betyder således at kunne vælge en strategi under hensyntagen til hvor effektiv og hensigtsmæssig den pågældende strategi er til løsning af det specifikke problem (Siegler & Lemaire, 1997; Torbeyns et al., 2005).

Hatano og kolleger (Hatano, 2003; Hatano & Inagaki, 1986; Hatano & Oura, 2003) skelner imellem adaptive eksperter og rutineeksperter. Rutineeksperter er, som navnet antyder, eksperter i at anvende bestemte rutiner til bestemte typer opgaver og ikke nødvendigvis med forståelse. I regnestrategisammenhænge kan det være elever som er sikre i og hurtige til at anvende tællestrategier, men også elever som fx altid

anvender tiervenner (en sum til ti-strategi) til etcifret addition, men ikke er i stand til at tænke fleksibelt og anvende fx talpar når det måske er nemmere. Rutineeksperter har ikke nødvendigvis forståelse for de forskellige processer og sammenhænge der ligger bag de procedurer de anvender, som fx sammenhængen mellem regnearterne. De er, modsat adaptive eksperter, derfor heller ikke så gode til at overføre viden og strategier til nye kontekster. Det kan fx være at anvende tiervenner til at løse  $10 - 3$  ved at tænke  $3 + 7$  er 10, så  $10 - 3$  må være 7. I forhold til flercifret regning kan rutineeksperter fx være rigtig gode til at anvende en standardalgoritme ved subtraktion uden tierovergang, men have udfordringer ved fx  $200 - 199$ , hvor adaptive eksperter vil skifte strategi og anvende en tælle-op-strategi som er både nemmere og mere sikker i dette tilfælde. Adaptive eksperter har netop den grundlæggende forståelse som gør dem i stand til at tilpasse metoder og strategier til den aktuelle situation og overføre og tilpasse kendte metoder til nye situationer.

Verschaffel og kolleger (Verschaffel et al., 2009) påpeger at også den sociokulturelle kontekst har betydning for strategivalget, og de definerer adaptivt strategivalg som:

“Det bevidste eller ubevidste valg og brug af den mest hensigtsmæssige løsningsstrategi til et givet matematisk problem, for et givet individ, i en given sociokulturel kontekst” (s. 343, min oversættelse).

Der er flere eksempler på hvordan konteksten kan påvirke elevernes valg af strategier. Bjorklund & Rosenblum (2002) fandt fx at 6-7-årige børn anvendte langt mere sofistikerede strategier når de spillede slanger og stiger med deres forældre end når de løste de samme additionsopgaver i en skolekontekst. Også selve klasserumskulturen og hvordan eleverne oplever lærerens forventninger, kan påvirke elevernes strategivalg. Særligt højt præsterende elever kan blive påvirket af eksplicit undervisning i “regler” for strategivalg (Torbeys et al., 2005).

En række forskellige faktorer påvirker altså valget af regnestrategi (Verschaffel et al., 2009). De kan opsummerende kategoriseres i (se figur 3): 1) faktorer som knytter sig til selve opgaven, fx regnear, talområde og opgavetype med eller uden kontekst, 2) faktorer knyttet til individet, såsom alder, køn, viden og færdigheder, motivation og selvtillid, samt 3) den sociokulturelle kontekst, dvs. den sammenhæng strategien skal udføres i – er det i en hverdagssituation, i skolen, sammen med forældrene? – men også den undervisningspraksis eleven påvirkes af, og hvad der bliver værdsat i den kulturelle kontekst.



**Figur 3.** Eksempler på faktorer der påvirker elevens strategivalg. De enkelte faktorer er ikke prioriteret og påvirker ikke nødvendigvis i lige høj grad strategivalget (efter Sunde, 2019).

## Regnestrategier og matematikvanskeligheder

Der er en veldokumenteret sammenhæng mellem de regnestrategier eleverne foretrækker, og hvordan de præsterer i matematik generelt, samt risikoen for senere matematikvanskeligheder (fx Dowker, 2014; Ostad, 1997a; Vanbinst et al., 2014). Både højt og lavt præsterende elever kan anvende hele repertoiret af strategier (Torbejns et al., 2004), men der er stor forskel på i hvor høj grad de bruger de forskellige strategier. Generelt anvender højt præsterende elever oftere regrupperingsstrategier, hvor lavt præsterende primært anvender tællestrategier (Dowker, 2014; Torbejns et al., 2004). Over tid ses ligeledes at højt præsterende gradvist skifter til mere brug af automatisering og regruppering, hvor lavt præsterende i højere grad fastholder en stor grad af tælling (Ostad, 1997a; Vanbinst et al., 2014).

Denne sammenhæng mellem strategibrug og senere præstation i matematik har jeg haft mulighed for at undersøge blandt 61 elever fra seks forskellige klasser hvor jeg har information om både deres strategibrug i første klasse og deres præstation i matematik i fjerde klasse (for detaljeret beskrivelse, se Sunde, 2019). En foreløbig statistisk analyse viser at man ud fra elevernes strategibrug til etcifret addition tidligt i første klasse i høj grad kan forudsige deres præstationer i matematik i fjerde klasse. Dette gælder i emner som tal og regning, brøker, ligninger og løsning af tekstopgaver. Elevernes strategibrug til etcifret addition blev undersøgt i starten af første klasse. Andelen af de forskellige strategier blev så sammenholdt med elevernes resultater i en matematiktest i starten af fjerde klasse. Statistisk set kan man ud fra børnenes strategibrug i første klasse forklare 30 % af variationen i deres testscore i fjerde klasse. Det er især brugen af strategien tælle alt i første klasse som indikerer præstationen i fjerde klasse: jo højere grad af brug af tælle alt, jo lavere score i fjerde klasse. Omvendt er der en stærk positiv sammenhæng mellem høj grad af brug af regrupperingsstrategier og scoren i fjerde klasse. Man kan anføre at en stikprøve på 61 elever er forholds-

vis lille, men denne type data baseret på individuelle interviews er tidskrævende at indsamle. Det er derfor relevant at forholde sig til at på trods af den lille stikprøve er resultaterne entydige og signifikante.

De beskrevne mønstre bundet formodentlig i at regnestrategierne, som beskrevet tidligere, forudsætter vidt forskellig konceptuel forståelse af tal og mængder. Elever som anvender regrupperingsstrategier allerede i starten af første klasse, må formodes at have en forståelse af del-helhed (Canobi, 2004) og opdeling af tal (fx Verschaffel et al., 2007). At kunne arbejde med del-helhed og opdeling og regruppering af tal og mængder er fx vigtigt i udvikling af brøkforståelse (Pedersen & Bjerre, 2021) og arbejdet med ligninger (Chesney et al., 2014). Det er derfor ikke overraskende at elever der tidligt anvender regrupperingsstrategier, scorer relativt højere i en matematiktest i fjerde klasse som netop indeholder den type opgaver, end elever der primært anvender tællestrategier. Det er således ikke regnestrategierne i sig selv, men den talforståelse som de repræsenterer, der ligger til grund for sammenhængen.

Det mest interessante ved undersøgelsen er dog at børnenes strategibrug i første klasse bidrager med information om hvor godt de klarer sig i fjerde klasse, hvilket ikke opfanges af de matematiktest som vi normalt bruger til at evaluere børns matematikfærdigheder i første klasse. Selv når der i analysen tages højde for elevernes færdighedsniveau målt med en matematiktest, MAT-testen (Jensen & Jørgensen, 2007), som i sig selv kan forklare 28 % af variationen i præstationerne i fjerde klasse, bidrager strategibrugen med yderligere statistisk signifikant forklaringskraft på 12 %. I kombination forklarer resultaterne fra MAT-testen og strategitesten i første klasse altså 40 % af variationen i børnenes matematikpræstationer i fjerde klasse.

At regnestrategibrug har større forklaringskraft end en matematiktest, som her MAT-testen, skyldes formodentlig at de fleste af opgaverne i denne type test ligger inden for et talområde hvor tællestrategier kan bruges uden større besvær. Det betyder at elever som ikke har en dybere forståelse for tal og regnearterne addition og subtraktion, godt kan score middel eller måske højt i testen. Der kan fx være tale om rutineeksperter (Hatano, 2003) som klarer sig godt i de simple regnestykker i matematiktesten i første klasse (dvs. de regner rigtigt), men som får sværere ved at løse opgaverne når talområdet udvides og kompleksiteten og kravet til konceptuel forståelse øges i opgaverne i fjerde klasse. De rutinestrategier som var gode i første klasse, fx tælling, er ikke længere hensigtsmæssige i fjerde klasse.

Resultaterne, som er i overensstemmelse med en tidligere undersøgelse ud fra andre data (Sunde & Pind, 2016a), tyder på at regnestrategier med fordel kan anvendes som en tidlig indikator for mulige senere matematikvanskeligheder. Dette giver mulighed for at opdage elever i risikogruppen langt tidligere end hvis man blot anvender standardiserede, generelle matematiktest.

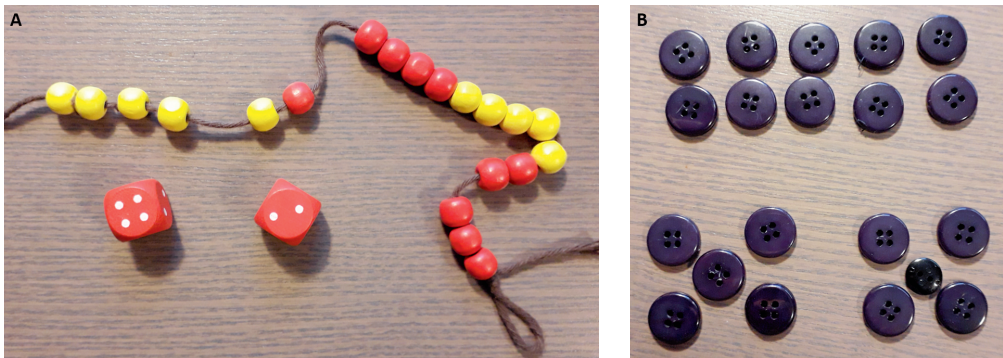


## Undervisning og regnestrategier

Forskningen viser altså at regnestrategier er en vigtig faktor i børns udvikling i matematik, og at det især er knyttet til adaptivitet og fleksibilitet, altså det at kunne vælge hensigtsmæssige strategier. Flere studier af undervisningens effekt sammenligner børns strategibrug på tværs af lande, og her ses bl.a. at elevernes strategirepertoire og brug er influeret af den type af undervisning de har modtaget (Geary et al., 1996; Hickendorff et al., 2018; Shen et al., 2016). Så hvordan kan undervisningen støtte denne udvikling? Det centrale her er at de færreste elever udvikler fleksible regnestrategier helt af sig selv og undervisningen har stor indflydelse på elevernes udvikling og valg af strategier.

Både højt og lavt præsterende elever kan udvikle forskellige regnestrategier og opnå adaptiv ekspertise. Det kræver dog at eleverne præsenteres for forskellige strategier, og at der er fokus på udvikling af adaptivitet, altså at eleverne lærer at tilpasse valget af strategi til regnestykkets karakteristika og deres egne færdigheder (Torbeys et al., 2005). Fx har Clements et al. (2020) dokumenteret at selv særligt dygtige børnehavebørn udvikler fleksible regnestrategier bedre hvis undervisningen tager udgangspunkt i elevernes faglige niveau og undervisningen foregår i veltilrettelagte trin. Hvis undervisningen går for hurtigt frem ved fx at springe vigtige udviklingstrin over, så har eleverne sværere ved at tilegne sig regrupperingsstrategier og den vigtige fleksibilitet selvom den samlede undervisningstid er den samme. Sarama & Clements (2009) beskriver denne form for trin eller læringsstier (learning trajectories) med udgangspunkt i forskningsbaseret viden. Et eksempel kan være at man arbejder med at opdele fx ti centicubes i forskellige grupper. Dermed støttes udviklingen af en automatisering og genkendelse af tiervenner, og dette er første skridt til at udvikle regnestrategier der tager udgangspunkt i regruppering til tiervenner.

I praksis skal undervisningen således centreres omkring udvikling af elevens talforståelse og især forståelsen af at tal kan deles op på forskellige måder (Sarama & Clements, 2009; Verschaffel et al., 2007), hvilket også er vist i figur 2. Som tidligere beskrevet er tællestrategierne de første strategier børn udvikler. Selvom der er en vel-dokumenteret sammenhæng mellem stor brug af tælling og matematikvanskeligheder, er det vigtigt at forstå at tælling er et vigtigt skridt på vejen i udviklingen af gode strategier. Det er ikke *forbudt* at tælle, men elever der næsten udelukkende tæller, bør støttes i at udvikle talforståelse der gør dem i stand til at udvikle og anvende andre strategier. Man bør allerede i midten af første klasse overveje om en særlig indsats er påkrævet for disse elever.



**Figur 4.** *Forskellige konkrete repræsentationer til understøttelse af udvikling af talforståelse og regnestrategier. A: talperlekæde og terningeprikmønstre. B: konkrete, her knapper, som kan manipuleres enkeltvis og uafhængigt af hinanden.*

Udviklingen af regnestrategierne skal understøttes med brug af mange forskellige repræsentationer i form af både mængde- og tallinjerepræsentationer og abstrakte repræsentationer, og der skal skabes sammenhæng imellem disse repræsentationer (Sarama & Clements, 2009). Eksempler på konkrete materialer og repræsentationer som kan støtte udviklingen af fleksible strategier, kan inddeles i tallinjerepræsentationer og enkeltelementmodeller. Tallinjerepræsentationer kan være enten en tegnet tallinje eller en lineal. Disse repræsentationer vil ofte støtte en udvikling af tællestrategier når vi arbejder med etcifret regning, men de er gode til at se strategier som  $+1$  og  $+2$ . En overgangsrepræsentation imellem enkeltelementmodeller og tallinjer er talperlekæder (figur 4A). Enkeltlementmodeller som fx centicubes er gode til at støtte forståelsen af opdeling af tal og til at skabe forskellige talbilleder eller mønstre. I figur 4B ses to forskellige modeller eller billeder af 10 som kan støtte forskellige måder at regruppere på (se også eksemplerne i figur 2).

Det er vigtigt at pointere at der i princippet om adaptiv fleksibilitet ligger at man ikke som sådan kan *automatisere* valget af strategi. I det øjeblik man målretter undervisningen mod specifikke strategier og automatisering af strategivalget ved fx at fokusere på altid at bruge tiervenner, så risikerer man at strategierne får karakter af algoritmer eller procedurer: Når man møder denne type opgaver, så skal de løses på denne specifikke måde. Man risikerer en instrumentel læring og at strategivalget bliver en slags “default”-metode (Blöte et al., 2000; Threlfall, 2002), hvilket kan resultere i udvikling af rutineeksptise.

## Afsluttende bemærkninger

Opsummerende viser forskningen at elever som tidligt foretrækker tællestrategier, scorer lavere end deres klassekammerater i matematiktest senere i skoleforløbet. Dette bundes formodentlig i sammenhængen mellem udvikling af regnestrategier og talforståelse. Elevernes tidlige strategibrug har således vist sig at være et godt redskab til at opdage elever i risiko for matematikvanskeligheder så tidligt som i starten af første klasse.

International såvel som min egen forskning i dansk kontekst dokumenterer at talforståelse og regnestrategier er centrale for god udvikling i matematik. Dette er kædet sammen med udvikling af adaptiv ekspertise, altså det at man har et bredt udvalg af strategier og kan anvende dem fleksibelt og adaptivt, også i nye situationer (Hatano, 2003; Verschaffel et al., 2009). Undervisning bør tilstræbe udvikling af adaptiv fleksibilitet med udgangspunkt i tal- og regneforståelse.

I denne artikel har jeg taget udgangspunkt i regnestrategier til etcifret addition, men principper og tilgange kan overføres til andre områder af arbejdet med tal- og regneforståelse. Endelig skal jeg pointere at principperne om adaptiv fleksibilitet ikke kun er knyttet til tal og regning, men er et generelt princip som bør efterstræbes i alle grene af matematikken (Hatano & Oura, 2003).

## Referencer

- Ambrose, R., Baek, J.-M. & Carpenter, T.P. (2003). Children's invention of multidigit multiplication and division algorithms. I: A.J. Baroody & A. Dowker (red.), *The development of arithmetic concepts and skills: Constructive adaptive expertise* (s. 305-336). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Bailey, D.H., Littlefield, A. & Geary, D.C. (2012). The codevelopment of skill at and preference for use of retrieval-based processes for solving addition problems: Individual and sex differences from first to sixth grades. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113(1), s. 78-92. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.04.014>.
- Baroody, A.J. (1989). Kindergartners' mental addition with single-digit combinations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(2), s. 159-172. <https://doi.org/10.2307/749280>.
- Bjorklund, D.F. & Rosenblum, K.E. (2002). Context effects in children's selection and use of simple arithmetic strategies. *Journal of Cognition and Development*, 3(2), s. 225-242. [https://doi.org/10.1207/S15327647JCD0302\\_5](https://doi.org/10.1207/S15327647JCD0302_5).
- Blöte, A.W., Klein, A.S. & Beishuizen, M. (2000). Mental computation and conceptual understanding. *Learning and Instruction*, 10(3), s. 221-247. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(99)00028-6).
- Canobi, K.H. (2004). Individual differences in children's addition and subtraction knowledge. *Cognitive Development*, 19(1), s. 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2003.10.001>.

- Carpenter, T.P. & Moser, J.M. (1984). The acquisition of addition and subtraction concepts in grades one through three. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(3), s. 179-202. <https://doi.org/10.2307/748348>.
- Chesney, D.L., McNeil, N.M., Matthews, P.G., Byrd, C.E., Petersen, L.A., Wheeler, M.C., Fyfe, E.R. & Dunwiddie, A.E. (2014). Organization matters: Mental organization of addition knowledge relates to understanding math equivalence in symbolic form. *Cognitive Development*, 30(1), s. 30-46. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2014.01.001>.
- Clements, D.H. & Sarama, J. (2007). Early childhood mathematics learning. I: F.K. Lester (red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (vol. 1, s. 461-555). Information Age Publishing.
- Clements, D.H., Sarama, J., Baroody, A.J. & Joswick, C. (2020). Efficacy of a learning trajectory approach compared to a teach-to-target approach for addition and subtraction. *ZDM – Mathematics Education*, 52(4), s. 637-648. <https://doi.org/10.1007/S11858-019-01122-Z/FIGURES/2>.
- De Corte, E. & Verschaffel, L. (1987). The effect of semantic structure on first graders' strategies for solving addition and subtraction word problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18(5), s. 363-381. <https://doi.org/10.2307/749085>.
- Dowker, A. (2014). Young children's use of derived fact strategies for addition and subtraction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, s. 924. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00924>.
- Faghæftet for matematik (2019). <https://emu.dk/grundskole/matematik/faghaefte-faellesmaal-laeseplan-og-vejledning>.
- Fuson, K.C. (1992). Research on whole number addition and subtraction. I: D.A. Grouws (red.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (s. 243-275). Macmillan Publishing Co, Inc.
- Gaidoschik, M. (2012). First-graders' development of calculation strategies: How deriving facts helps automatize facts. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, 33(2), s. 287-315. <https://doi.org/10.1007/s13138-012-0038-6>.
- Geary, D.C., Bow-Thomas, C.C., Liu, F. & Siegler, R.S. (1996). Development of arithmetical competencies in Chinese and American children: Influence of age, language, and schooling. *Child Development*, 67(5), s. 2022-2044. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1996.tb01841.x>.
- Gray, E.M. (1991). An analysis of diverging approaches to simple arithmetic: Preference and its consequences. *Educational Studies in Mathematics*, 22(6), s. 551-574. <https://doi.org/10.1007/BF00312715>.
- Gray, E.M. & Tall, D.G. (1994). Duality, ambiguity, and flexibility: A "proceptual" view of simple arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(2), s. 116-140. <https://doi.org/10.2307/749505>.
- Hatano, G. (2003). Foreword. I: A.J. Baroody & A. Dowker (red.), *The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adapting expertise* (s. xi-xiii). Lawrence Erlbaum Associates.

- Hatano, G. & Inagaki, K. (1986). Two courses of expertise. I: H.W. Stevenson, H. Azuma & K. Hakuta (red.), *Child development and education in Japan* (s. 262-272). W.H. Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.
- Hatano, G. & Oura, Y. (2003). Commentary: Reconceptualizing school learning using insight from expertise research. *Educational Researcher*, 32(8), s.26-29. <https://doi.org/10.3102/0013189X032008026>.
- Hickendorff, M., Torbeyns, J. & Verschaffel, L. (2018). Grade-related differences in strategy use in multidigit division in two instructional settings. *British Journal of Developmental Psychology*, 36(2), s. 169-187. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12223>.
- Jensen, P.E. & Jørgensen, I.-L. (2007). *Vejledning til mat-prøver: Pædagogisk analyse af matematik*. Dansk Psykologisk Forlag.
- Kristiansen, H. (2021). *Kan børn tælle når de kan talremsen | Dagtilbud*. <https://matematikdidaktik.dk/temaer/at-taelle/kan-boern-taelle-naar-de-kan-talremsen>.
- Laski, E.V., Ermakova, A. & Vasilyeva, M. (2014). Early use of decomposition for addition and its relation to base-10 knowledge. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 35(5), s. 444-454. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2014.07.002>.
- Nunes, T., Dorneles, B.V., Lin, P.-J. & Rathgeb-Schnierer, E. (2016). *Teaching and learning about whole numbers in primary school*. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45113-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45113-8_1).
- Ostad, S.A. (1997a). Developmental differences in addition strategies: A comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. *British Journal of Educational Psychology*, 67(3), s. 345-357. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1997.tb01249.x>.
- Ostad, S.A. (1997b). Strategic competence: Issues of task-specific strategies in arithmetic. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 3, s. 7-32.
- Pedersen, P.L. & Bjerre, M. (2021). Two conceptions of fraction equivalence. *Educational Studies in Mathematics*, 107(1), s. 135-157. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10030-7>.
- Pind, P. (2016). *RoS – den lille tabel* (1. udgave). Pind og Bjerre.
- Rechtsteiner-Merz, C. & Rathgeb-Schnierer, E. (2015). Flexible mental calculation and “Zahlenblickschulung”. I: K. Krainer & N. Vondrová (red.), *CERME 9 – Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (s. 354-360). Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01281864/>.
- Sarama, J. & Clements, D.H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Routledge.
- Shen, C., Vasilyeva, M. & Laski, E.V. (2016). Here, but not there: Cross-national variability of gender effects in arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 146, s. 50-65. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.016>.
- Siegler, R.S. (1996). *Emerging minds: The process of change in children's thinking*. Oxford University Press.

- Siegler, R.S. & Jenkins, E. (1989). *How children discover new strategies*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Siegler, R.S. & Lemaire, P. (1997). Older and younger adults' strategy choices in multiplication: Testing predictions of ASCM using the choice/no-choice method. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126(1), s. 71-92. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.126.1.71>.
- Sunde, P.B. (2019). *Strategies in single-digit addition: Patterns and perspectives* [Aarhus Universitet]. <https://doi.org/10.7146/aul.349>.
- Sunde, P.B. (2021). *Tælling som svar på hvor mange* | Dagtilbud. <https://matematikdidaktik.dk/temaer/at-taelle/taelling-som-svar-paa-hvor-mange>.
- Sunde, P.B. & Pind, P. (2014a). *RoS – kuffert*. Pind og Bjerre.
- Sunde, P.B. & Pind, P. (2014b). *RoS – test*. Pind og Bjerre.
- Sunde, P.B. & Pind, P. (2016a). Comparison of two test approaches for detecting mathematical difficulties. I: L. Lindenskov (red.), *Special needs in mathematics education* (s. 141-156). DPU, Aarhus Universitet.
- Sunde, P.B. & Pind, P. (2016b). *RoS – test gange*. Pind og Bjerre.
- Sunde, P.B. & Pind, P. (2018). *RoS – minus*. Pind og Bjerre.
- Sunde, P.B. & Sayers, J. (2017). Danish teachers' expectations of year one pupils' additive competence. Artikel præsenteret ved The Eighth Nordic Conference on Mathematics Education, Norma 17, Stockholm, Sverige.
- Sunde, P.B. & Sunde, P. (2019). Development and variance components in single-digit addition strategies in year one. I: U.T. Jankvist, M. van den Heuvel-Panhuizen & M. Veldhuis (red.), *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (vol. TWG02, issue 22). Freudenthal Group. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02401094>.
- Sunde, P.B., Sunde, P. & Sayers, J. (2020). Sex differences in mental strategies for single-digit addition in the first years of school. *Educational Psychology*, 40(1), s. 82-102. <https://doi.org/10.1080/01443410.2019.1622652>.
- Threlfall, J. (2002). Flexible mental calculation. *Educational Studies in Mathematics*, 50(1), s. 29-47. <https://doi.org/10.1023/A:1020572803437>.
- Torbeyns, J., Verschaffel, L. & Ghesquière, P. (2002). Strategic competence: Applying Siegler's theoretical and methodological framework to the domain of simple addition. *European Journal of Psychology of Education*, 17(3), s. 275. <https://doi.org/10.1007/BF03173537>.
- Torbeyns, J., Verschaffel, L. & Ghesquière, P. (2004). Strategy development in children with mathematical disabilities: Insights from the choice/no-choice method and the chronological-age/ability-level-match design. *Journal of Learning Disabilities*, 37(2), s. 119-131. <https://doi.org/10.1177/00222194040370020301>.
- Torbeyns, J., Verschaffel, L. & Ghesquière, P. (2005). Simple addition strategies in a first-grade class with multiple strategy instruction. *Cognition and Instruction*, 23(1), s. 1-21. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci2301\\_1](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2301_1).

- Vanbinst, K., Ghesquière, P. & De Smedt, B. (2014). Arithmetic strategy development and its domain-specific and domain-general cognitive correlates: A longitudinal study in children with persistent mathematical learning difficulties. *Research in Developmental Disabilities*, 35, s. 3001-3013. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.06.023>.
- Verschaffel, L., Greer, B. & De Corte, E. (2007). Whole number concepts and operations. I: F.K. Lester (red.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 557-628). Information Age Publishing.
- Verschaffel, L., Luwel, K., Torbeyns, J. & Van Dooren, W. (2009). Conceptualizing, investigating, and enhancing adaptive expertise in elementary mathematics education. *European Journal of Psychology of Education*, 24(3), s. 335-359. <https://doi.org/10.1007/BF03174765>.

### English abstract

*Strategies in arithmetic are important in a student's development in mathematics throughout school. Strategies are related to understanding of number and arithmetic operations and excessive use of counting strategies early in school has been linked to risk of later mathematics difficulties. In this paper, I outline the different aspects of strategies in arithmetic and present example from my own research on grade 1 to 4 students' use of strategies for single-digit addition. Results indicate, that teaching should focus on understanding of number and arithmetic and aim towards adaptive expertise, i.e. the ability to apply strategies flexibly and adaptively.*



# De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt



Lars Brian  
Krogh,  
VIA UC



Jens Dolin,  
IND, KU



Morten Rask  
Petersen,  
UCL

**Abstract:** *I en tid hvor meget naturfagsdidaktisk forskning og udviklingsarbejde er påvirket af udenlandske trends og private aktørers egne interesser, er det vigtigt at få afdækket behovene udtrykt af feltet selv. Som en organisation der repræsenterer danske naturfagsdidaktiske forskere, gennemførte DASERA (Danish Science Education Research Association) i foråret 2021 en såkaldt Delphi-undersøgelse af spørgsmålet: Hvor er behovene for udvikling i relation til naturfagene i Danmark – hvor er det vigtigt med mere forskning, udvikling og/eller efteruddannelse? Undersøgelsens metode bliver gennemgået, og resultaterne, herunder de 17 vigtigste temaer, bliver fremlagt og diskuteret.*

## Baggrund

Naturfagsdidaktikken og den naturfagsdidaktiske forskning i Danmark har i de sidste årtier gennemgået et voldsomt skift indholdsmæssigt og hvad angår organisering og styring. Der er kommet et fokus på at undervisningen skal være *undersøgelserbaseret* og have som mål at elever tilegner sig *kompetencer*, der er indført en *testagenda*, og *teknologi* og *engineering* er blevet en større del af naturfagene. Finansieringen sker ikke udelukkende via offentlige midler, men i vid udstrækning via *private fonde*, ligesom forskning og efteruddannelse ikke kun varetages af universiteter, professionshøjskoler og faglige foreninger, men i stor udstrækning af private *konsulentfirmaer*. For blot at nævne nogle markante udviklingstræk.

Det er en udvikling som følger den internationale tendens, med vægt på new public management (Greve, 2002) hvor den offentlige sektor, herunder uddannelse, skal ledes på samme måde som den private sektor gennem konkurrence på et opbygget "uddannelsesmarked". Det er også en udvikling hvor udefrakommende og til dels tilfældige påvirkninger får stor indflydelse på den danske naturfagsundervisning, de naturfagsdidaktiske udviklingsprojekter og den naturfagsdidaktiske forskning. Man kan med en vis ret sige at den tidligere offentlige og overvejende centrale styring af hele feltet nu udfordres af private interessers store indflydelse.

Jette Reuss Schmidt (2019) italesætter en række frustrationer over denne udvikling i sin artikel *Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning?* Her argumenterer hun for hvordan Dansk Industri og fonde har gode muligheder for at få deres mærkesager gennemført ved hjælp af stærke netværk, direkte kontakt til politikerne, økonomi til at bestille og udfærdige rapporter m.m., og hun citerer Rebsdorfs (2014) undersøgelse af de private fondes indflydelse: "Magten er i højere grad end tidligere flyttet fra Folketinget og ud til pengestærke fonde" (Schmidt, 2019, s. 79).

Den pointe som vi vil fremhæve som baggrund for denne artikel, er ikke en generel kritik af hvorledes beslutninger træffes i den danske uddannelsesverden. Derimod mener vi at den danske naturfagsdidaktiske forskning og udvikling mangler et samlende overblik baseret på afdækkede behov i feltet selv. Det er et sådant overblik der her forsøges tilvejebragt.

Der har været sådanne tiltag tidligere, fx blev Forum for Koordination af Uddannelsesforskning<sup>1</sup> nedsat i 2013, men af den oprindelige bemanding fremgår det, at naturfaglige forskningsinteresser ikke blev synderlig tilgodeset.

Et nyere og meget omfattende initiativ var arbejdet med udformningen af en national naturvidenskabsstrategi. Som en del af gymnasieforliget fra 2015 blev det vedtaget at der skulle udformes en strategi for de naturvidenskabelige uddannelser gældende for alle uddannelsesstrin til og med ungdomsuddannelserne. Ekspertgruppen var bred og talte et formandskab på fem og en tilhørende strategigruppe på 42 personer med universitetsforskere på området og repræsentanter for alle relevante uddannelsesinstitutioner, faglige organisationer og arbejdsgiverorganisationer m.m.

Der blev udarbejdet en række baggrundsrapporter, og resultaterne blev sammenfattet i rapporten *Sammenfatning af udfordringer* (Bohm, 2017). Her blev udfordringerne for den naturfagsdidaktiske forskning beskrevet således (s. 19, uddrag):

"De naturfagsdidaktiske miljøer er spredte og små, og forskningen foregår kun i begrænset omfang i et samarbejde mellem universiteter og professionshøjskoler.

De naturfagsdidaktiske miljøer har ikke stærke traditioner for samarbejde omkring udvikling af praksis. Dermed bliver vigtig viden ikke omsat til praksis i forbindelse med nye tiltag, der måtte udspringe af samfundsmæssige eller politiske ændringer. Dertil er der brug for at arbejde målrettet på at opbygge professionelle læringsfællesskaber i forskningsmiljøerne såvel som på skolerne (Sølberg, 2016), så viden kan indgå i lærernes faglige diskussioner på en konstruktiv måde.

Volumen i dansk naturfagsdidaktisk forskning ligger markant under de lande, vi normalt sammenlignes med."

1 <https://ufm.dk/aktuelt/pressemeddelelser/2013/nyt-forum-for-forskning-i-folkeskolen>.

Men dette arbejde blev i store træk fejlet af bordet af den daværende undervisningsminister, Merete Riisager, som i stedet lod et par fysikere fra Niels Bohr Institutet og et par udvalgte lærere udforme strategien (Villesen, 2018).

Desto vigtigere er det jo at nogen tager på sig at tilvejebringe et overblik over de oplevede udfordringer og udviklingsbehov i det brede naturfagsdidaktiske felt. Omfattende både udvikling, forskning og efteruddannelse – på langs af uddannelseskæden fra førskole til og med ungdomsuddannelser og i relation til brug af uformelle læringsmiljøer i naturfaglig undervisning.

Det var naturligt at den i 2018 stiftede forening DASERA (Danish Science Education Research Association) påtog sig denne opgave. DASERA blev etableret af en bred kreds af forskere og forskningsinteresserede inden for hele det danske naturfagsdidaktiske felt med formålet:

- at øge omfang og kvalitet af naturfagsdidaktisk forskning og forskningsaktiviteter i Danmark
- at udgøre et forum og et netværk for naturfagsdidaktisk forskningssamarbejde mellem danske institutioner og forskere
- at repræsentere naturfagsdidaktiske forskeres professionelle interesser i Danmark
- at relatere forskningen til såvel uddannelser som policy i Danmark.

Gennem diskussioner af hvorledes disse mål bedst kunne forfølges, blev det på DASERA-konferencen i Aarhus i november 2019 besluttet at forsøge at få etableret en seminarække med centrale, aktuelle temaer inden for det naturfagsdidaktiske felt, hvorfor der blev lavet en ansøgning til Novo Nordisk Fonden. I ansøgningen indgik en Delphi-undersøgelse af behovene i feltet:

“Det er selvsagt afgørende, at de temaer, som seminarrækken dækker, omhandler problematikker, som er vigtige for det danske naturfagsdidaktiske uddannelses- og forskningsmiljø. En internationalt anerkendt metode til at afdække og beskrive aktuelle emner og problemer er den såkaldte Delphiteknik (Green, 2014). Denne metode er desuden nyttig i forhold til at finde de områder, hvor der er særligt behov for udviklingsorienteret forskning” (Dolin, 2020, s. 9).

DASERAs ansøgning blev bevilget af Novo Nordisk Fonden i december 2020 med DASERAs bestyrelse som styregruppe. I ansøgningen blev Delphi-metodens forskellige elementer beskrevet, og dens anvendelighed til at prioritere forskning og policy inden for et omskifteligt felt fremhævet.

Sideløbende med DASERAs ansøgning blev der fra Danske Professionshøjskoler i samarbejde med fire universiteter og det nationale naturfagscenter, Astra, arbejdet

på at etablere et stort nationalt program for naturfagsdidaktik – Naturfagsakademiet (NAFA). Programmet blev realiseret mindre end et halvt år efter at DASERAs ansøgning blev bevilget. En central del af NAFA er at undervisere på landets læreruddannelser skal arbejde med et antal aktuelle temaer fra naturfagsdidaktikken. I ansøgningen for NAFA var det således skrevet ind at disse temaer skulle identificeres gennem et Delphi-studie.

Der var dermed lagt op til at gennemføre to Delphi-studier med væsentlige overlap mht. både undersøgelsesområde og informanter. Den oplagte løsning var derfor at udføre et samlet studie der kunne informere både DASERA og NAFA om relevante temaer for deres aktiviteter.

## Metodiske overvejelser

### *Delphi-studiet som generel undersøgelsesmetode*

Delphi-teknikken blev oprindeligt udviklet og brugt af RAND-projektet i USA i 1950-1960'erne til at lave forudsigelser og opbygge en konsensusforståelse af hvilke komplekse (koldkrigs)scenarier der var de mest sandsynlige. Men både sigtet og den epistemologiske tilgang har udviklet sig så Delphi-studier i dag "tilgodeser et meget bredere spektrum af anvendelser og formål" (Maxey & Kezar, 2016, s. 7). Linstone & Turoff (1975) citeres således hyppigt for deres ganske brede definition af Delphi-metoden som:

"En metode til at strukturere en gruppe-kommunikationsproces således at processen på effektiv vis tillader gruppen af personer i fællesskab at håndtere et komplekst problem" (s. 3, vores oversættelse).

Relevant for nærværende artikel ser Green (2014) i særdeleshed Delphi-teknikken som et nyttigt redskab til at afdække og udvikle et problemfelt:

"Delphi-teknikken er en brugbar tilgang til at udforske og beskrive aktuelle problemstillinger, og den er nyttig til udviklingsorienteret forskning" (s. 3, vores oversættelse).

De grundlæggende træk ved den strukturerede Delphi-proces er at den inddrager en fast gruppe af eksperter på et område i et iterativt forløb hvor de i hver runde leverer viden/vurderinger/holdninger til Delphi-processens moderatorgruppe – og forud for næste runde får feedback i form af information om de øvrige eksperters bidrag. I de fleste tilgange til Delphi-studier er ekspertgruppen anonym mhp. at minimere "kobbelt-effekt", altså at undgå at deltageres svar bliver farvede af hvad andre mere prominente/dominerende deltagere måtte mene. Ved at tilbageføre data på anonymiseret form opnår man alligevel at den enkelte deltagers synspunkter udfordres,

nuanceres og perspektiveres, mens gruppen arbejder sig hen mod en *fælles* forståelse. Det er metodens styrke at den kan etablere en *konsensus* blandt eksperter om hvorledes et givent problem bør behandles, en konsensus baseret på både en forståelse og en formulering af forskelle i forhold til undersøgelsens problemstilling.

### Om ekspertgruppen og dens sammensætning

Som omtalt baseres Delphi-processen på en gruppe af eksperter inden for det aktuelle problemfelt eller spørgsmål. Dvs. at ekspertudvælgelsen først kan foregå efter at man har ekspliciteret hvad der er Delphi-undersøgelsens fokus. Derudover bør udvælgelsen ske på basis af specificerede kriterier for hvad der gør én til ekspert på det givne område.

Maxey & Kezar (2015, s. 8) redegør for at sigtet med Delphi-studiet er afgørende for om man foretrækker en relativt homogen eller en mere heterogen ekspertgruppe. Med et bredt og mere policyorienteret sigte vil man oftest gå efter en mere heterogen gruppe. Hvad angår størrelsen af ekspertgruppen, så anfører Maxey & Kezar gruppestørrelser på 30-60, men samtidig også at den alt efter ressourcer kan være "meget større". Osborne et al. (2003) er mere moderate idet de fastslår:

"I almindelighed anses ti deltagere for at være minimumsantallet for et Delphi-panel, mens større gruppestørrelser alt andet lige minimerer fejl og øger pålideligheden. Imidlertid påpeger Delbecq et al. (1975) at der genereres få nye idéer i homogene grupper der udvides ud over 30 velvalgte deltagere" (s. 698, vores oversættelse).

### Om den strukturerede Delphi-proces

Stewart & Shamdasani (1980) anfører følgende trin i den typiske Delphi-proces:

Trin	Uddybende kommentarer
1. Udvikling af Delphi-fokus og hovedspørgsmål	Kan godt være <i>flere</i> beslægtede spørgsmål.
2. Udvælgelse og etablering af ekspertgruppe	Se uddybning ovenfor.
3. Design og distribution af første rundes spørgeskema	Formål: oftest eksplorativt, "to form issues". Hyppigt anvendes åbne spørgsmål.
4. Indsamling og analyse og syntese af første rundes responser	Fx analyse mhp. at identificere temaer og danne responskategorier, resumere og eksemplificere disse.

Trin	Uddybende kommentarer
5. <b>Tilbageføring</b> af (væsentlige dele af) data fra første runde og formulering samt udsendelse af spørgeskema 2	Fx tilbageføring af temaer, resuméer og eksempler m.m. Spørgeskema 2 oftest med både åbne kommentarfelter og lukkede Likert-skala-spørgsmål som muliggør at temaer både elaboreres, kommenteres og prioriteres.
6. <b>Gentagelse af trin 4 og 5</b> – indsamling, analyse/syntese af spørgeskema 2-data som tilbageføres og danner grundlag for formulering og distribution af spørgeskema 3	Typisk afsluttes Delphi-studiet efter tre runder (Green, 2014, s. 3). Alternativt efter andre forud fastlagte kriterier, fx om grad af konsensus. Udvidede tematiseringer m.m. samt foreløbige prioriteringer fra runde 2 tilbageføres. Spørgeskema 3 vil typisk efterspørge en endelig prioritering og give en sidste mulighed for at justere eller kommentere tematiseringerne.
7. <b>Endelig analyse</b>	Analysen opsamler prioriteringer, tematiseringer, summaries og eksempler. Analysen triangulerer også konsensusbilledet mod en baggrund af relevant forsknings-litteratur. Kvalitets-sikring.
8. <b>Tilbageføring af resultater</b> til deltagerne i ekspertpanelet	Rapportering med størst mulig eksplicitering og transparens.

Flere generelle metodiske guidelines findes fx i (Hasson, Keeney & McKenna, 2000) som også angiver områder der bør berøres i rapportering af de endelige resultater. Et systematisk review af den ret udbredte brug og rapportering af Delphi-studier i sundhedsstudier ("health care") påviser tilsvarende metodologiske svagheder i de rapporterede studier, først og fremmest at de ikke indeholder relevant information af betydning for vurderingen af pålideligheden af resultaterne (Boulkedid et al., 2011, s.1). Som en del af kvalitetssikringen beskæftiger flere studier sig med statistisk at beskrive/dokumentere stabilitet og konsensus i Delphi-processen (Holey et al., 2007).

### *Anvendelsen af Delphi-studier i forbindelse med naturfag og naturfagsdidaktik*

Et af de tidligst publicerede Delphi-studier inden for det naturfaglige område er af Butts et al. (1978). Interessant nok er det forskningskomitéen i det amerikanske National Association for Research in Science Teaching (NARST) som har iværksat arbejdet mhp. at indkredse "the research tasks, the members of the organization believed to be important". Både som modsvar på en ekstern forespørgsel og begrundet i at uddannere, forskere og organisationer i det naturfagsdidaktiske felt har behov for at prioritere deres indsats og ressourcer (s. 109). Baggrunden for og intentionen med dette tidlige studie overlapper således påfaldende med de tilsvarende for DASERA-

Delphi-studiet, blot har det sidste et bredere fokus idet det i tilgift til forskningsindsatser også beskæftiger sig med udviklings- og efteruddannelsesindsatser i feltet.

Et af de væsentligste nyere Delphi-studier bruger en meget bredt sammensat ekspertgruppe til at identificere hvilke centrale pointer om naturvidenskab (“ideas-about-science”) elever bør lære i naturfagsundervisningen (Osborne et al., 2003). Der er tale om et konventionelt Delphi-studie over tre runder – med betydelig konsensuskabelse gennem processen. De fleste senere Delphi-studier handler også grundlæggende om curriculumudvikling, fx er Delphi-metoden brugt på meget tilsvarende vis i en række nationale curriculumudviklinger hvor heterogene ekspertgrupper over tre rundgange har bidraget til at indkredse hvorledes naturfagsundervisningen skal udvikles mhp. at fremme naturfaglig dannelse (“civic scientific literacy”) i hhv. Spanien, Georgien og Sverige (Charro, 2021; Kapanadze & Slovinsky, 2014; Rundgren & Rundgren, 2017). Man finder dog også studier hvor Delphi-metoden bruges til at indkredse hvilke naturfaglige lærerkompetencer man bør fremme, både generelt (fx Sever & Bostanci, 2020) og med fokus på fremme af undersøgelsesbaseret (Alake-Tuenter et al., 2013).

### *DASERA-Delphi-studiet – den konkrete implementering og analyse*

Fokus for Delphi-undersøgelsen var at afdække behovene for udvikling i “det brede fagdidaktiske felt”, hvilket i optakten til første spørgeskema blev præciseret til følgende spørgsmål: *Hvor er behovene for udvikling i relation til naturfagene i Danmark – hvor er det vigtigt med mere forskning, udvikling og/eller efteruddannelse?* Både i udgangspunktet og i den videre proces opererer vi således med at behov kan beskrives og prioriteres inden for hvert af udviklingsdomænerne forskning, udvikling og efteruddannelse.

Validiteten af et Delphi-studie er i høj grad betinget af at de valgte eksperter udgør en dækkende repræsentation af det undersøgte felt. Vi overvejede at lade udvælgelsen ske gennem en velbeskrevet procedure, nemlig en social netværksanalyse, som fx beskrevet i Bruun et al. (2015). Det fravalgte vi dog, dels fordi metoden fortsat indebærer valg når et sample etableres med afsæt i netværket, og dels fordi det valgte sample var så stort at det udgjorde en væsentlig del af feltet.

Samplingen foregik i to tempi. Først blev der etableret et del-sample (“DASERA-sample”) i overensstemmelse med DASERAs ansøgning, og da NAFA-projektet opererede med et helt parallelt Delphi-tiltag, blev det, som nævnt, besluttet at slå de to Delphi-studier sammen, og derfor blev der tilføjet yderligere et antal informanter (“NAFA-sample”).

I DASERA-undersøgelsens sample inddelte vi det naturfagsdidaktiske forskningsfelt i seks områder som vi ønskede at give ligelig repræsentation:

- Universitetsforskere
- Lærerundervisere



- Gymnasierepræsentanter med forskningsinteresser
- Folkeskolerepræsentanter med forskningsinteresser
- Repræsentanter for Børne- og Undervisningsministeriet
- Skoleeksterne miljøer (museer, science-centre, omfattende udviklingsprojekter o.l.).

Inden for hvert af disse områder valgte vi – efter at have rådført os med nøglepersoner på området – fire-seks eksperter der blev anset for rimelige repræsentanter for feltet. Hver kandidat blev vejret ud fra kriterierne faglig tyngde og bredde, køn, forskningserfaring og geografisk spredning. Det foreløbige sample blev yderligere drøftet i DA-SERAs bestyrelse. I alt 32 personer blev kontaktet, og heraf accepterede 27 at deltage i hele undersøgelsen. Manglende tid var den væsentligste begrundelse for at afslå.

Den særlige NAFA-tilføjelse til samplet blev udvalgt ud fra kriterier om størst mulig faglig og geografisk spredning. Ved at tre docenter fra professionshøjskolerne lavede lister uafhængigt af hinanden, fandt man således ud fra kriterierne:

- Fem (ekstra) undervisere/forskere ved læreruddannelserne
- Fem kommunale naturfagskonsulenter
- Fem praktiserende lærere med et stort overblik over praksisfeltet.

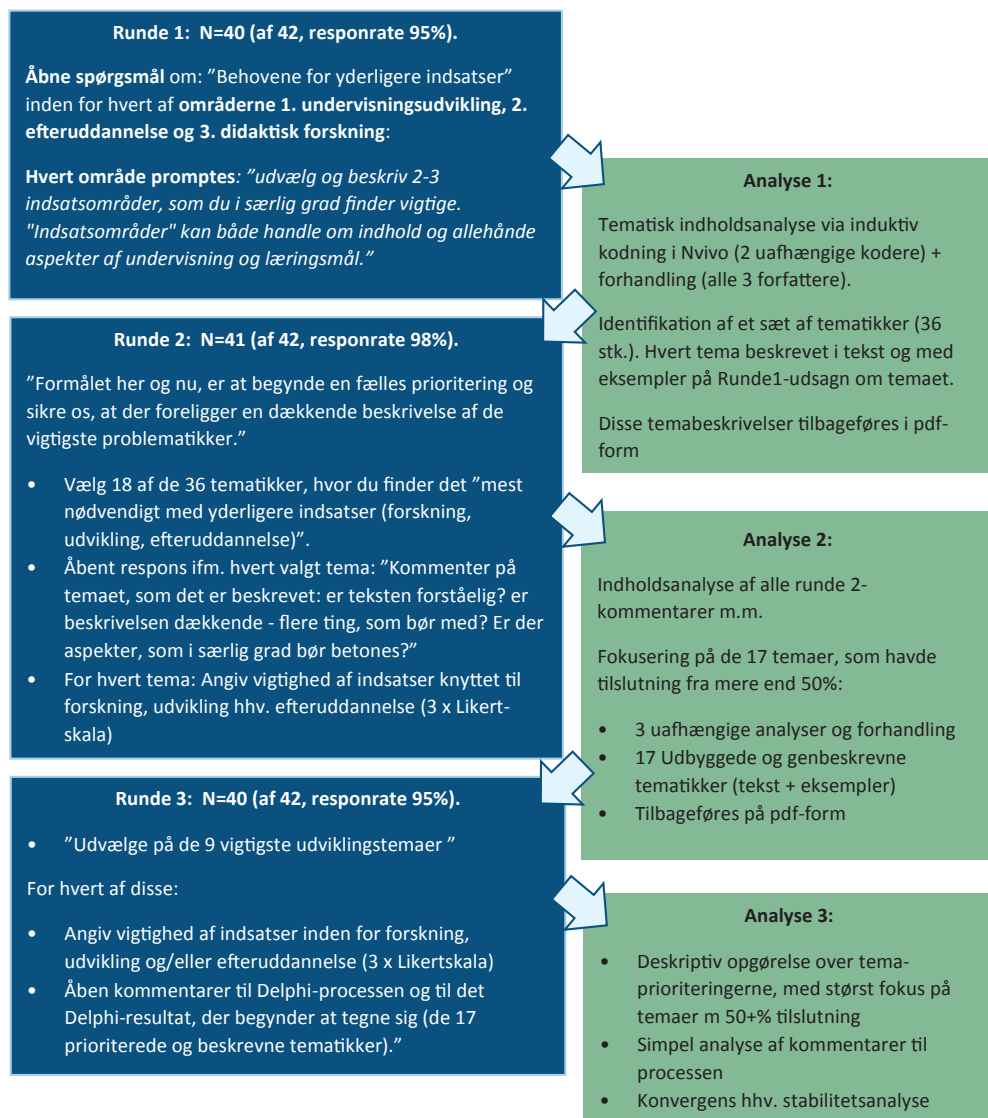
Alt i alt endte vi således med 42 eksperter, hvilket må anses for et relativt stort antal, både i forhold til de internationalt beskrevne Delphi-studier og i forhold til størrelsen af det danske naturfagsdidaktiske (forsknings)felt. Heraf var 20 fra læreruddannelsessektoren, hvilket giver en overvægt af denne sektor i de indsamlede data. Man vil kunne argumentere for at det kan give en bias i undersøgelsen, men professionshøjskolerne fylder meget i det brede naturfagsdidaktiske felt i Danmark (hvad angår både forskning, efteruddannelse og udvikling).

### *Delphi-processen*

Al dataindsamling foregik via SurveyXact – med personlige links til deltagerne.

Af figur 1 fremgår de væsentligste aspekter af Delphi-processen. Af figurens blå venstreside fremgår det hvorledes data er blevet samlet ind og tilbageført i forskellige trin af processen. Tilsvarende specificerer den grønne højreside de analytiske procedurer i forlængelse af hver Delphi-runde. Tilsammen svarer forløbet til tre gennemløb af punkterne 3-6 i Stewart & Shamdasanis beskrivelse af den typiske Delphi-proces.

Det er værd at fremhæve at det er lykkedes at fastholde alle ekspertpanelets 42 medlemmer igennem processen. Personlige årsager har dog gjort at en-to personer er udgået i hvert trin. Fastholdelsen og responsraten på 95% er usædvanlig høj i forhold til andre Delphi-studier.



**Figur 1.** Delphi-processen trin for trin. Den blå venstreside beskriver dataindsamling og tilbageførsel til eksperter, den grønne højreside de analytiske procedurer i forlængelse af hver Delphi-runde.

### Nedslag i centrale dele af processen

*Identifikation af de 36 udviklingstemaer (analyse 1):* Udgangspunktet var informanternes 114 beskrivelser af behov for udviklingstiltag, 98 beskrivelser af behov for efteruddannelsestiltag og 98 beskrivelser af relevante forskningsindsatser. Med udgangspunkt i en tematisk indholdsanalyse (Braun & Clarke, 2006) blev disse induktivt kodet i NVivo (version 12) af to uafhængige forskere – på lidt forskellig vis. Forsker

1 foretog en in vivo-kodning hvor signifikante ord og formuleringer i første omgang blev kodet og efterfølgende tematiseret. Forsker 2 læste hele den enkelte behovsbeskrivelse igennem som afsæt for at knytte temakoder til større eller mindre dele af teksten. Der er således en vis metodetriangulering i analysen. På et daglangt møde blev temaerne forhandlet under forsæde af forsker 3, som også havde gennemlæst hele materialet. De individuelt fremkomne temaer blev på dette møde gennemgået for at opnå en konsensus om temaernes indhold og dækningen af det samlede materiale. Ud fra dette blev eksempelvis 39 temaer fundet af forsker 2 forhandlet ned til 20. Resten blev refokuseret, slået sammen eller rekategoriseret til 17 temaer der dermed blev nye konsensuskoder. Fx blev koder for "fællesfaglig prøvevejledning" hhv. "teaching to the test" lagt ind under koden "evaluering". Omvendt valgte vi at opretholde forskellige temaer om behov for udvikling af kompetenceorienteret undervisning generelt hhv. en specifik omtale af behov for at udvikle undersøgelseskompetence. I den efterfølgende systematiske genkodning af materialet efter konsensuskoderne viste koden "stilladsering" sig ikke at optræde selvstændigt, men i kobling til andre temaer, såsom elevers undersøgelser eller problembaseret arbejde. Derfor sløjfede vi "stilladsering" som selvstændig kode – og endte således med 36 koder som udtryk for tematiserede indsatsbehov.

*Den trinvis udvikling af temabeskrivelserne:* For hvert af de 36 temaer blev samtlige tekstbidder fra Delphi-runde 1 kodet igen ved hjælp af NVivo. Da vi havde iagttaget at mange informanter udtrykte behov for bred udvikling inden for et givent tema, med udviklingstiltag og efteruddannelsestiltag og forskningsstudier, så valgte vi at samle disse bidrag i vores temabeskrivelse. Der var fra 2 til 14 kodede tekstuddrag til de enkelte temaer, dvs. at der var betydelig variabilitet i grundlaget for at lave den første overordnede temabeskrivelse. Med afsæt i prototypiske eksempler på temasammenskrivning blev der etableret fælles retningslinjer for dette arbejde, herunder at sammenskrivningen skulle efterfølges af informantcitater – mhp. at tilføre "en personlig stemme" samt øge transparensen i behandlingen af Delphi-dataene. Sammenskrivningsarbejdet blev herefter uddelegeret, men udkast blev udvekslet og forhandlet af alle tre artikelskrivere.

Som et typisk eksempel viser boksen på næste side temabeskrivelsen efter Delphi-runde 1.

I Delphi-runde 2 beder vi informanterne forholde sig til beskrivelserne fra runde 1: Er de forståelige og dækkende? Er der behov som i særlig grad bør betones? Mens runde 1 var eksplorativ mhp. at identificere tematiserede udviklingsbehov i det åbne felt, så havde runde 2 et dobbelt sigte: dels at udbrede, udfordre og måske afstemme synet på udviklingsbehovene og dels at sikre dækningsgraden og kvaliteten af temabeskrivelserne. Alle informant-kommentarer er ekstraheret, og nye temabeskrivelser er lavet i en forhandling hvor alle tre forskere har været inde over hver enkelt beskrivelse.

## Motivation, interesse, engagement

Udgangspunktet for bidragene her er, at der er behov for at forbedre elevernes interesse, motivation og engagement ift. den naturfaglige undervisning, og i nogle tilfælde også ift. naturvidenskaben som sådan. I den sammenhæng efterlyses forskningsindsatser mhp at afdække elevens opfattelse af og holdning til naturvidenskab, i hvordan scienceforløb for de yngste bidrager til deres oplevelse af naturfagene og deres naturfaglige interesse, eller i hvordan samspil med matematik og/eller inddragelse af IT påvirker elevernes motivation og interesse. Dertil kommer behovet for viden om, hvorledes man engagerer og åbner for forskellige elevgrupper (socio-økonomi, køn ...). Andre bidrag peger på behovet for at udbrede og kvalificere bestemte tilgange til at motivere eleverne, såsom: arbejde med autentiske og personligt relevante problemstillinger, mere og bedre udeundervisning, eller øget fokus på innovation, kreativitet og playful learning.

### Udvalgte citater:

- Hvordan motiverer man eleverne i naturvidenskab? Og herunder: hvordan skabes interessen og nysgerrigheden? Forskning i elevernes opfattelse af naturvidenskab, deres holdning til naturvidenskab
- Der er ikke gennemført forskning der undersøger hvordan børn i alderen 0-6 år opfatter pædagogisk arbejde med science, hvilke former for scienceforløb der styrker børns opfattelse af naturfagene eller om pædagogisk arbejde med science støtter børns tidlige naturfaglige interesse
- Mange elever mister interessen til naturfagene i løbet af deres skolegang. Hvad skal ændres? Arbejds måden i undervisningen? Synligheden på skolerne? Samarbejde med eksterne ...?

### Temabeskrivelse efter runde 1.

Den følgende boks viser hvorledes temaet *Motivation, interesse, engagement* blev beskrevet efter runde 2. Når man sammenligner med den foregående boks, så ser man tydeligt at visse dele går igen mere eller mindre ordret, men også at der er føjet nye komponenter til, både i den overordnede tekst og på citatsiden.

*Induceret konvergens og stabilitet i processen:* De 36 temabeskrivelser fra første runde blev udsendt til informanterne som blev bedt om at prioritere de 18 hvor det er "mest nødvendigt med yderligere indsatser (forskning, udvikling, efteruddannelse)". Dette valg blev truffet for at gøre processen mere overskuelig for informanterne, men var samtidig tiltænkt at fokusere det videre arbejde i retning af en fælles prioritering. Antallet 18 er stort nok til at den enkelte har rigelig mulighed for at tilgodese alle sine prioriteter. Kun tematiseringer med mere end 50% tilslutning blev derfor videreført til den endelige prioritering i runde 3. I praksis betød det at 17 tematiseringer indgik i Delphi-processens sidste prioriteringsfase.

## Motivation, interesse, engagement

Udgangspunktet for bidragene her er, at man gerne vil styrke elevernes interesse, motivation og engagement ift. den naturfaglige undervisning, og i nogle tilfælde også ift. naturvidenskaben som sådan. Der efterlyses forskningsmæssig viden om, hvordan det står til med nysgerrighed, undren og naturfaglig interesse hos børn i førskolealderen, er den fx medfødt eller skal den skabes? Hvad former den tidlige opfattelse af fag og interesse for naturfag? Hvordan ændres interessen over tid i skolesystemet – hvordan fastholdes og styrkes hhv. ødelægges den? Hvilken rolle spiller fx hjemmet i denne sammenhæng? Dertil kommer behovet for viden om, hvorledes man engagerer og åbner for forskellige elevgrupper (socio- økonomi, køn ...). Der er også brug for viden om, hvorledes samspil mellem naturfagene og It, matematik og STEM mere generelt påvirker elevernes motivation. Der foreligger allerede mange udviklingsarbejder, som prøver at tilgodese forskellige aspekter af elevmotivation, men disse vil med fordel kunne baseres på et mere solidt grundlag af viden om motivation og evidensen for motiverende virkemidler. Der bør derfor være en væsentlig indsats ift. at bringe denne viden ud til de der designer udviklingsprojekterne, tillige med de praktiske naturfaglige undervisere og læreruddannere – på måder som hjælper dem med at omsætte mere generel viden til praksis. Blandt de konkrete virkemidler, som man anbefaler at udbrede og kvalificere er arbejde med autentiske og personligt relevante problemstillinger, udeundervisning, innovation, playfulness, videnskabshistoriske narrativer m.m. Som follow-up vil det være relevant at dokumentere og dele best-practice-eksempler, ligesom det kunne være interessant at afdække samspillet mellem elevinteresse og lærerinteresse for at undervise i faget.

### Udvalgte citater:

- Er interesse og motivation iboende, så vi bare skal fastholde den? Eller skal den skabes? Kan vi skabe den -kan den fastholdes ...?
- Hvordan motiverer man eleverne i naturvidenskab? Og herunder: hvordan skabes interessen og nysgerrigheden?
- Forskning i elevernes opfattelse af naturvidenskab, deres holdning til naturvidenskab – ændring i motivation henover tid (klassesetning) er også vigtig
- Der er ikke gennemført forskning der undersøger hvordan børn i alderen 0-6 år opfatter pædagogisk arbejde med science, hvilke former for scienceforløb der styrker børns opfattelse af naturfagene eller om pædagogisk arbejde med science støtter børns tidlige naturfaglige interesse
- Mange elever mister interessen til naturfagene i løbet af deres skolegang. Hvad skal ændres? Arbejds måden i undervisningen?
- vigtigt der også kommer mere viden omkring arbejde med autentiske og personligt relevante problemstillinger, mere og bedre udeundervisning, eller øget fokus på innovation, kreativitet og playful learning: hvordan det påvirker elevernes motivation og interesse og om det ændrer noget hos lærernes motivation og interesse ift. fx planlægningen af undervisningen eller lyst til at undervise i fx naturfagene.

*Temabeskrivelse efter runde 2.*

I Delphi-runde 3 skulle deltagerne prioritere 9 af de 17 temaer, dvs. særlig prioriterede temaer burde også her have 50% tilslutning eller mere. Der er imidlertid ikke konsensus, i den forstand at alle er enige om at prioritere de samme ni temaer. Tværtimod ser vi at ingen temaer opnår mere end 73% tilslutning, og ingen mindre end 40% tilslutning. Hvis det overhovedet giver mening at tale om konsensus, så handler det tilsyneladende om at alle temaer anses for ret vigtige.

*Temaprioriteringer og signifikans:* Umiddelbart er tilslutningen til et tema opgjort i % af informanterne. Signifikante forskelle i tilslutningen til to temaer findes i princippet ved at sammenligne kontingens-tabeller af typen "antal ikke-tilslutning, antal tilslutning" for de to temaer. Med binære kontingenstabeller kræver en sådan sammenligning at man bruger McNemars test som er en standard i SPSS. Når man laver sådanne parvise tests på prioriteringerne fra runde 3, så ser man fx at der er signifikant forskel ( $p < 0,05$ ) på top og bund i top-10-prioriteringslisten, mens der ikke er signifikant forskel på naboer på listen. Især i området omkring 50% tilslutning ligger adskillige temaer så tæt at de relative placeringer statistisk set vil kunne ændres adskillige trin op eller ned på ranglisten. Man skal derfor kun betragte den afsluttende temaprioritering som vejledende. Dertil kommer at man kan diskutere cut-off-proceduren efter 2. runde: Den reducerer kompleksitet og fokuserer arbejdet på transparent vis, men kan have gjort uret mod temaer med knap 50% tilslutning.

## Resultater

Delphi-studiet har involveret et bredt sammensat ekspertpanel af kyndige aktører i en struktureret proces mhp. at afdække hvor der er behov for yderligere indsatser i det naturfagsdidaktiske felt i Danmark. Der foreligger tre slags resultater af processen:

1) en uprioriteret, men ganske dækkende liste med identificerede udviklingsbehov i feltet, 2) en vejledende prioritering af behovene og nødvendige indsatstyper samt 3) en udfoldet beskrivelse af den halvdel af udviklingstemaerne som flest anser for vigtige.

Hvad angår det første, så førte analysen af eksperternes åbne tilbagemeldinger i første Delphi-runde til at *36 tematiserede behovsområder blev identificeret*. Da intet blev udeladt af den induktive analyse, er der grund til at mene at de 36 temaer tilsammen udspænder de oplevede udviklingsbehov i feltet. Vi vil ikke gå nærmere i detaljer med denne fuldstændige liste, men blot henvise interesserede til at finde såvel listen som 1. runde-beskrivelsen af hvert af de 36 temaer på DASERAs hjemmeside: <https://www.dasera.dk/forside/moeder-og-seminarer/seminarraekken/delphistudiet-for-naturfagsdidaktiske-temaer/>.

Tabel 1 viser den vejledende prioritering af de tematiserede behovsområder ved Delphi-processens afslutning.

**Tabel 1.** *Tematiserede behovsområder og deres tilslutning samt vægtningen af forskellige indsatsstyper. Indsatsstyper markerer hvor vigtigt det er med forskning, udvikling eller efteruddannelse inden for området. Denne vigtighed er angivet på en skala fra 1 til 6 hvor 1 er "ikke vigtigt overhovedet" og 6 er "allerstørste vigtighed".*

Tema (Delphi-runde 3)	Tilslutning (%)	Indsatsstype		
		Forskning	Udvikling	TPD
Evaluering	73	4,7	5,3	5,3
Afdækning af praksis	65	5,7	3,5	3,2
Natur/teknologi – i indskoling og mellemtrin	63	4,6	5,3	5,8
Fagligt samspil	60	4,4	5,0	4,9
Motivation, interesse, engagement	58	5,1	4,7	4,6
Lærerkompetencer m.m.	55	4,2	4,7	5,2
Progression og sammenhæng på langs	55	4,9	5,3	4,5
IBSE, undersøgelser og undersøgelseskompetence	53	4,0	4,9	5,4
Problembaseret arbejde	53	4,0	5,1	5,0
Naturfaglig kultur	50	4,6	5,1	4,1
Inkluderende naturfag	48	5,0	5,4	5,1
Bæredygtighed	45	4,8	5,6	5,1
Lærersamarbejde	45	4,5	5,3	5,0
Naturfaglig dannelse	45	4,9	4,6	4,4
Åben skole	43	4,8	5,3	4,1
Hvilken undervisning virker & hvorfor?	40	5,5	3,9	3,3
Sprog og læring	40	5,3	5,1	5,4

Som omtalt ovenfor er rankingen mht. tilslutning kun vejledende idet man skal op i nærheden af en forskel på 20 procentpoint før forskellen bliver signifikant. Alligevel er der grund til at fremhæve de to højest prioriterede temaer: *Evaluering* og *Afdækning af praksis*, som stabilt ligger i top efter både 2. og 3. runde. *Natur/teknologi – i indskoling og mellemtrin* er omvendt en højdespringer på listen idet området er sprunget otte pladser opad fra runde 2 til 3. Det er fristende at tage dette som udtryk for at mange af Delphi-deltagerne ikke i udgangspunktet har været opmærksomme



på de udtalte behov for udvikling på dette område, men har ladet sig overbevise af de tilbageførte beskrivelser. Det er interessant at af de naturfaglige kompetencer optræder kun undersøgelseskompetence på listen (som en del af *IBSE, undersøgelser og undersøgelseskompetence*). Den mere generelle tematisering om *Kompetencer og læring* havde kun 44% tilslutning i runde 2 og blev derfor skåret bort.

Tabellen er lavet på basis af samtlige deltagere, dvs. på tværs af de to subsamples fra hhv. DASERA og NAFA som omtaltes ovenfor. For de fleste temaer finder man ikke statistisk signifikante forskelle på prioriteringerne fra disse subsamples, hvilket jo også er svært ved så moderate samplestørrelser. Derfor er det da også interessant at de få signifikante forskelle faktisk findes netop i prioriteringen af disse tre tematikker. Sammenlignes fordelingerne af tilslutning hos de to grupper med Fishers eksakte test i SPSS, så finder man således at *Afdækning af praksis* ( $p < 0,04$ ) og *Natur/teknologi – i indskoling og mellemtrin* ( $p < 0,02$ ) begge er signifikant vigtigere i NAFA-samplet end i det bredere sammensatte DASERA-sample. Omvendt prioriteres *Evaluering* næsten ( $p < 0,06$ ) højere i DASERA-samplet end i NAFA-samplet. Det naturfagsdidaktiske felt er i udgangspunktet ikke aldeles homogent, og selvom der sker en vis afstemning af vurderingen af behov via Delphi-processen, så “overlever” særinteresser og prioriteringer altså i nogen grad. Det skal man selvfølgelig tage bestik af hvis man ønsker at udvikle (dele af) feltet med afsæt i listen.

Højredelen af tabel 1 angiver for hvert tema hvorledes informanterne vægter indsatser i forhold til forskning, udvikling eller efteruddannelse. Tallene viser hvor vigtig den pågældende type indsats i gennemsnit anses at være på en skala fra 1 til 6 hvor 1 er “ikke vigtigt overhovedet” og 6 er “allerstørste vigtighed”. Da langt størstedelen af værdierne er større end gennemsnitsværdien 3,5, så er den mest påfaldende pointe at der efterspørges indsatser på noget nær alle fronter. Forskelle på ca. 0,5 er statistisk signifikante her, så det er meget udtalt at *Praksisafdækning* primært ses som et forskningsmæssigt anliggende, mens fx behov og indsatser i forhold til *Natur/teknologi – i indskoling og mellemtrin* ses som mere bredspektrede, men dog med størst fokus på efteruddannelse.

Resultater i form af de 17 højtprioriterede, udfoldede temabeskrivelser kan findes på DASERAs hjemmeside via linket <https://usercontent.one/wp/www.dasera.dk/wp-content/uploads/2021/11/DASERA-Delphi-Prioriterede-temaer.pdf>.

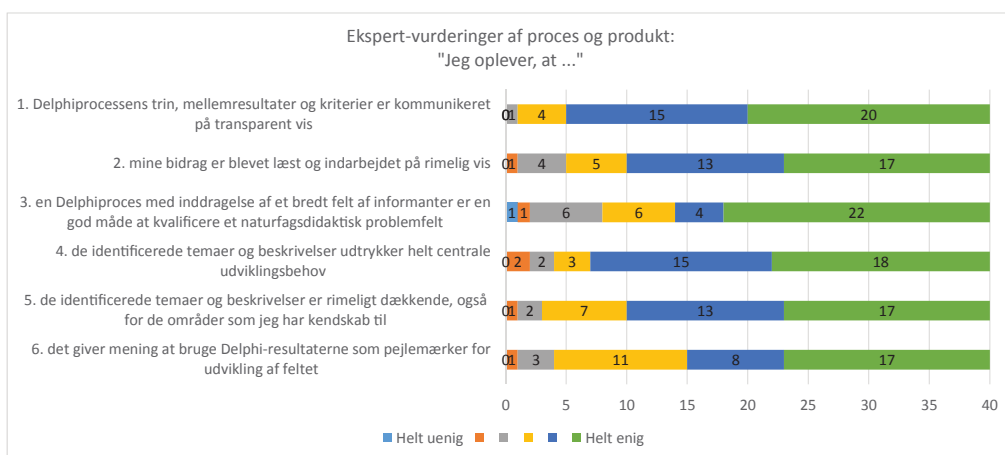
Vi vurderer at de er umiddelbart læselige og ikke behøver yderligere deklaration.

## Ekspertpanelets oplevelse af Delphi-processen og dens resultat

I afrundingen på sidste Delphi-runde stillede vi både lukkede og åbne spørgsmål til eksperterne i panelet – for at få deres vurdering af Delphi-processen og dens resultater. Responserne på de lukkede spørgsmål fremgår af figur 2. For en Delphi-proces er det

vigtigt at informanterne oplever at blive hørt, at der er transparens omkring bearbejdninger af informationen, og at tilbageføringen af data fungerer. Som det fremgår af svarene på spørgsmål 1 og 2 i figuren, så får processen generelt gode skudsmål – med det forbehold at 5 (af 40) informanter gerne havde set deres bidrag træde tydeligere frem af sammenskrivningerne (spørgsmål 2).

Spørgsmål 4 og 5 er reelt et internt validitetstjek med deltagerne: Er de identificerede temaer centrale og dækkende for problemerne i feltet? Igen må man sige at den generelle tilslutning er stor. Og igen er der en mindre gruppe, på fire eksperter, som ikke positivt tilslutter sig at temabeskrivelserne udtrykker helt centrale udviklingsbehov. Det store flertal er også enige i at temabeskrivelserne dækker de områder de har forstand på, på rimelig vis, og at det alt i alt giver mening at bruge Delphi-resultaterne som pejlemærker for udvikling af feltet.



**Figur 2.** Ekspertpanelets vurdering af Delphi-processen og dens resultater (besvaret ved afslutningen af sidste Delphi-runde).

Gennem de åbne responser får man et indtryk af hvorfor nogle er mindre tilfredse med Delphi-processen. Fx sætter én fingeren på en indlysende (men også uomgængelig) begrænsning: "Det giver bestemt mening at bruge Delphi-resultaterne, men det er også vigtigt at udvikle områder som undersøgelsen ikke har fundet, sikkert pga. udvælgelse af informanter." Med et endeligt sample vil man uundgåeligt komme til at underrepræsentere visse områder, konkret her science på førskoleområdet. Behov relateret til førskole-science er skrevet ind i udviklingstemaet *Progression og sammenhæng på langs* – men med flere informanter fra netop dette område ville det sikkert have optrådt som et selvstændigt udviklingsområde. Andre problematiserer at processen fører til for få nye problemfelter, og at resultatet måske i for høj grad udtrykker hvad informanterne nu engang er optagede af i perioden. Det er ikke overraskende at

det er sådan, med et undersøgelsesformat som prøver at afdække konsensus. Eksempler fra de mange positive tilkendegivelser kunne være: "Jeg synes den indledende identifikation af de 36 temaer gav god mening, ligesom den efterfølgende skærpe af disse". Eller: "Det har været megafedt at deltage og læse de andres synspunkter". Mange – også i den positive gruppe – skriver dog samtidig at det har været svært at få overblik over og prioritere de mange temaer i runde 2. Hvilket jo i hvert fald taler til fordel for det cut-off som vi valgte at lægge ind over temaerne for runde 3.

## Diskussion og perspektivering

Målet med Delphi-studiet var som nævnt at lave en kortlægning over forsknings- og udviklingsproblematikker i hele det naturfagsdidaktiske felt. Et så stort spænd er ikke tidligere undersøgt i en dansk kontekst, men på grundskoleområdet har der de seneste år været lavet flere kortlægninger. Gennem den nationale naturvidenskabsstrategi (Undervisningsministeriet, 2018) blev der udarbejdet en kortlægning af kompetencebehov for grundskolen (Rambøll & Københavns Professionshøjskole, 2019). Ligeledes er der i projektet Stærke Naturfaglige Læringsfællesskaber lavet en kortlægning af anvendelsen af e-læring i naturfag (Madsen et al., 2020). Begge disse kortlægninger danner baggrund for skoleindsatsen i NAFA, men afgrænses også ved netop at fokusere på læreres kompetenceudvikling og dermed et væsentlig mere snævert felt end Delphi-studiet dækker. Der er dog tydelige overlap som viser at i hvert fald inden for dette underfelt afdækker Delphi-studiet feltets behov.

Det skal dog overvejes, som det også fremgår af informanternes tilbagemeldinger, at en indbygget svaghed i en kortlægning som denne er at de mindre områder af det naturfagsdidaktiske felt kan blive overhørt i udvælgelsen af temaer gennem hele studiet. Naturfagsdidaktiske problemstillinger, der eksempelvis retter sig specifikt mod dagtilbud eller eksterne læringsmiljøer, optræder ikke på den reducerede liste efter undersøgelsens runde 3 som selvstændige tematikker. Nogle stemmer kan derved fremstå mindre tydelige i de endelige resultater. Men der er mulighed for at arbejde videre med sådanne specifikke temaer ved at tage udgangspunkt i den samlede tematiske beskrivelse efter runde 1, som findes på DASERAs hjemmeside. Disse beskrivelser har naturligvis ikke samme bearbejdning som de endelige tematikker, men giver dog flere nuancer af det naturfagsdidaktiske felt. En beskrivelse af det naturfagsdidaktiske forskningsfelt må naturligvis også afspejle den ujævne fordeling der kan være i forhold til et fokus på grundskolen.

Det kan netop være en givtig måde at anvende resultaterne fra dette studie på. Der findes for hver af tematikkerne en uddybende beskrivelse af hvorledes feltet opfattes bredt, idet alle informanter, uanset hvor i feltet de arbejder til daglig, har bidraget til den endelige beskrivelse. Ligeledes er der i disse uddybende beskrivelser

en række overlap mellem de forskellige tematikker. Når eksempelvis DASERA og NAFA udvælger tematikker til hhv. seminarække og professionelle læringsfællesskaber er det væsentligt at påpege at disse temaer kan udfoldes i samspil med andre temaer der er identificeret i Delphi-studiet. Med denne kortlægning er der derved lavet et grundlag for at fokusere på enkelte tematikker, samtidig med at der kan fokuseres på samspillet med andre tematikker.

## Referencer

- Alake-Tuenter, E., Biemans, H.J.A., Tobi, H. & Mulder, M. (2013). Inquiry-based science teaching competence of primary school teachers: A Delphi study. *Teaching and Teacher Education*, 35, s. 13-24.
- Bohm, M. (2017). *Sammenfatning af udfordringer*. <https://astra.dk/viden-fokus/naturvidenskabsstrategi/> (lokaliseret 26.03.2022).
- Boulkedid, R., Abdoul, H., Loustau, M., Sibony, O. & Alberti, C. (2011). Using and Reporting the Delphi Method for Selecting Healthcare Quality Indicators: A Systematic Review. *PLoS ONE*, 6(6), e20476.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), s. 77-101.
- Bruun, J., Dolin, J. & Evans, R. (2015). *At the policy-research interface: Usefulness of social network analysis in identifying and selecting key stakeholders*. NARST2015.
- Butts, D., Capie, W., Fuller, E., May, D., Okey, J. & Yeane, R. (1978). Priorities for Research in Science Education: A Delphi Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), s. 109-114.
- Charro, E. (2021). A curricular Delphi study to improve the science education of secondary school students in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(2), s. 282-304. <https://doi.org/10.1002/tea.21655>.
- Dolin, J. (2020). NOVO-ansøgning: *Seminarrække for naturfagsdidaktisk forskning*. <https://www.dasera.dk/forside/moeder-og-seminarer/seminarraekken/>.
- Green, R.A. (2014). The Delphi Technique in Educational Research. *SAGE Open*, 4, s. 1-8. <https://doi.org/10.1177/2158244014529773>.
- Greve, C. (2002). *New public management*. København: Nordisk Kultur Institut.
- Hasson, F., Keeney, S. & McKenna, H. (2000). Research guidelines for the Delphi survey technique. *Journal of Advanced Nursing*, 32(4), s. 1008-1015.
- Holey, E.A., Feeley, J.L., Dixon, J. & Whittaker, V.J. (2007). An exploration of the use of simple statistics to measure consensus and stability in Delphi studies. *BMC Medical Research Methodology*, 7:52.
- Kapanadze, M. & Slovinsky, E. (2014). *Inquiry-based Science Education within the Project PROFILES in Georgia*. August 2014, s. 112-118.

- Linstone, H.A. & Turoff, M. (1975). *The Delphi method: Techniques and applications*. Addison-Wesley.
- Madsen, C.D., Buus, L., Petersen, M.R. & Staadsen-Boesen, M. (2020). *Kortlægning af erfaringer med kompetenceudvikling med naturfag gennem e-læring*. VIA University College.
- Maxey, D. & Kezar, A. (2016). Leveraging the Delphi Technique to Enrich Knowledge and Engage Educational Policy Problems. *Educational Policy*, 30(7), s. 1042-1070. <https://doi.org/10.1177/0895904815586856>.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? – A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), s. 692-720.
- Rambøll & Københavns Professionshøjskole (2019). *Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen*. Styrelsen for Undervisning og Kvalitet.
- Rebsdorf, G. (2014). Private fonde styrer mere og mere. *Djøfbladet*. Lokaliseret 26.03.2022 på <https://www.djoefbladet.dk/artikler/2014/8/private-fonde-styrer-mere-og-mere.aspx>.
- Rundgren, S.C. & Rundgren, C.-J. (2017). What are we aiming for? – A Delphi study on the development of civic scientific literacy in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 61(2), s. 224-239.
- Schmidt, J.R. (2019). Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning? *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, 2019(2), s. 70-88.
- Sever, D. & Bostanci, K.T. (2020). The Competencies of Science Teacher: A Delphi Study. *European Journal of Education Studies*, 7(6), s. 87-112.
- Stewart, D. & Shamdasani, P. (1980). *Focus Groups: Theory and Practice*. Applied Social Research Methods 20. Sage.
- Undervisningsministeriet. (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. Undervisningsministeriet. <https://uvm.dk/publikationer/folkeskolen/2018-national-naturvidenskabsstrategi>. Lokaliseret 22.4.2022.
- Villesen, K. (2018). Merete Riisager vil have mere faglighed, men ikke høre på fageksperter. *Dagbladet Information* (20. januar). <https://www.information.dk/moti/2018/01/merete-riisager-mere-faglighed-hoere-paa-fageksperter>. Lokaliseret 26.03.2022.

## English abstract

*In an era where foreign trends and private interests are influencing the Danish science education environment, it is important to reveal the needs for research and development as expressed by the field itself. In 2021, DASERA (Danish Science Education Research Association) carried out a so-called Delphi survey of the need for development in relation to the science subjects in Denmark – in which areas are more research, development and in-service training important? The Delphi method used will be described and the results – among these the 17 most important themes – will be presented and analyzed.*

# 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](mailto:mona@ind.ku.dk).



# Hvilke muligheder er der for at arbejde med science på pædagoguddannelsen?



Linda Ahrenkiel,  
UCL Erhvervs-  
akademi og  
Professionshøjskole



Morten Rask  
Petersen,  
UCL Erhvervs-  
akademi og  
Professionshøjskole

**Abstract:** I denne aktuelle analyse dykker vi ned i sciencebegrebet for dagtilbud med udgangspunkt i den styrkede pædagogiske læreplan. Sciencebegrebet er for mange pædagoger svært at håndtere i virkeligheden. Analysens formål er at kortlægge og undersøge hvilke potentialer der er til at arbejde med science på pædagoguddannelsen. Analysen omfatter områder hvor kommende dagtilbudspædagoger har muligheden for at møde science på uddannelsen. Analysen indikerer at der i den eksisterende bekendtgørelse for pædagoguddannelsen findes flere muligheder for at arbejde med science på pædagoguddannelsen. Dog kræver det et blik for science at få øje på dette potentiale.

## Indledning

Den nylige evaluering af pædagoguddannelsen (Uddannelses- og Forskningsstyrelsen, 2021) har til formål at give et aktuelt billede af pædagoguddannelsens styrker og potentialer og er en del af grundlaget for regeringens ambition om at løfte pædagoguddannelsen. Evalueringen af pædagoguddannelsen er centreret omkring fire temaer: læringskultur og studiemiljø, vidensgrundlag, praktik og nyuddannedes kompetencer på det pædagogiske arbejdsmarked. Vidensgrundlaget handler om at pædagoger skal have relevant og aktuel viden som sætter dem i stand til at løfte de opgaver og udvikle den praksis de møder efter uddannelsen.

I nærværende aktuelle analyse fokuserer vi på hvordan science kan komme til udtryk i vidensgrundlaget for den nuværende pædagoguddannelse (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017), og hvorledes dette spiller sammen med læreplanstemaet natur, udeliv og science (Børne- og Socialministeriet, 2018). Vi vil således se på hvilke muligheder der findes for at give kommende pædagoger den bedst mulige ballast til at håndtere læreplanstemaet natur, udeliv og science i den praksis de skal ud at virke i.



Undersøgelser peger på at pædagogers kompetencer i relation til science og sciencebegrebet er udfordret i praksis (Danmarks Evalueringsinstitut, 2015; Howes, 2002; Nilsson, 2015). Der er behov for at styrke vidensgrundlaget på pædagoguddannelsen inden for science for derved at styrke nyuddannedes kompetencer til den pædagogiske praksis. Vi har analyseret den eksisterende bekendtgørelse for pædagoguddannelsen inden for områderne grundfaglighed og dagtilbudsspecialisering samt det valgfrie område natur og udeliv for at kunne pege på muligheder for at styrke vidensgrundlaget inden for science. Disse områder er valgt da det må forventes at det i særlig grad er pædagoger inden for disse specialiseringer der vil komme til at arbejde med science i relation til den pædagogiske læreplan. Vi perspektiverer løbende til det fællespædagogiske grundlag og læreplanerne for natur, udeliv og science i de pædagogiske læreplaner for at demonstrere hvorledes science kan komme til udtryk i pædagoguddannelsens kompetence-, videns- og færdighedsmål.

## Den virkelighed de studerende skal virke i

Pædagogiske læreplaner er en fælles lovgivningsmæssig ramme som bl.a. indeholder et fællespædagogisk grundlag og seks læreplanstemaer hvoraf det ene er natur, udeliv og science. Det pædagogiske personale skal altså arbejde med science som en del af det pædagogiske læringsmiljø i dagtilbud.

Pædagogiske læreplaner på dagtilbudsområdet blev vedtaget i 2004 (Social- og Indenrigsministeriet, 2004) og rummede bl.a. læreplanstemaet natur og naturfænomener. Med revisionen af den pædagogiske læreplan i 2018 kom den lovgivningsmæssige ramme til at bestå af et fællespædagogisk grundlag og seks læreplanstemaer (Børne- og Socialministeriet, 2018). Nogle af de centrale elementer i den reviderede pædagogiske læreplan er at børnenes egen nysgerrighed, børnefællesskaber og leg skal være styrende i det pædagogiske arbejde, og at der er et potentiale til pædagogik og læring i alle typer af situationer. Det tidligere læreplanstema natur og naturfænomener er blevet ændret og hedder nu natur, udeliv og science. Science er således blevet en del af læreplanstemaerne (Børne- og Socialministeriet, 2018; Børne- og Undervisningsministeriet, 2020). I både det tidligere og det nuværende læreplanstema er der fokus på børns naturlige nysgerrighed, undren og aktive deltagelse. Sciencetilgangen i den pædagogiske læreplan knytter desuden an til natur og naturfænomener idet "Sciencetilgangen vægter en undersøgende tilgang, som åbner for en aktiv inddragelse af naturen og naturfænomener" (Børne- og Socialministeriet, 2018).

Frem mod revisionen af den pædagogiske læreplan i 2018 blev der foretaget en række undersøgelser af læreplanstemaet natur og naturfænomener. Undersøgelserne viste at temaet overvejende havde inspireret personalet i dagtilbud til at arbejde med naturens dyr og planter (biologi) hvorimod naturvidenskabelige fænomener som har

relation til den fysisk-kemiske del af verden, var stærkt underrepræsenteret (Ejbye-Ernst, 2011; Danmarks Evalueringsinstitut, 2015; Østergaard, 2008). Resultaterne af undersøgelserne, som blev lavet før revisionen af den pædagogiske læreplan, pegede således på at det var svært for det pædagogiske personale i dagtilbud at få hul på læreplanstemaet natur og naturfænomener. Undersøgelserne pegede på at en del af udfordringerne lå i at det for pædagogerne var utydeligt hvad naturfænomener betød, og at de følgelig fandt det vanskeligt at planlægge forløb der opfyldte læreplanen (Danmarks Evalueringsinstitut, 2015). Danmarks Evalueringsinstitut viste i forlængelse heraf at arbejdet med lærerplanstemaet natur og naturfænomener med fordel kunne styrkes (Danmarks Evalueringsinstitut, 2015). Forskning peger endvidere på at pædagogisk personale bremses af en opfattelse af at de selv skal være eksperter der kender alle svar om fx årsagssammenhænge eller naturfænomener på forhånd før de kan arbejde med science i det pædagogiske læringsmiljø (Nilsson, 2015). Det til trods for at ændringerne i læreplanstemaet fra natur og naturfænomener til natur, udeliv og science har et fokus på børns naturlige nysgerrighed, undren og aktive deltagelse hvor sciencetilgangen knytter an til natur og naturfænomener. Der er derfor ikke brug for faglige eksperter, men derimod voksne der tør være nysgerrige og undrende sammen med børnene.

Vi besidder ikke meget empirisk viden fra Danmark om hvorledes pædagoger opfatter og arbejder med science inden for dagtilbud. Men der er grund til at tro at problemerne nævnt i tidligere afsnit er uforandrede idet intentionerne i læreplanernes temaer natur og naturfænomener samt natur, udeliv og science minder om hinanden. Et igangværende forsknings- og udviklingsprojekt, Science og leg, peger på at problemerne fortsat er der i dag hvor læreplanstemaet hedder natur, udeliv og science (Petersen, Ahrenkiel & Jørgensen, in prep.). Undersøgelserne tyder endvidere på at problemkredsen omfatter såvel pædagogers som pædagogstuderendes tilgang til læreplanstemaet. De danske fund ses også i internationale sammenhænge, hvor litteraturen peger på at personalet typisk ikke besidder hvad der skal til for at arbejde med børn og science (Howes, 2002; Nilsson, 2015), og ofte har en negativ tilgang til arbejdet med science i børnehøjde (Eshach, 2006; Fleer, 2006).

Dét er et paradoks når der samtidig eksisterer en lovgivningsmæssig ramme der adresserer et tidligt fokus på at arbejde med børns interesse og motivation for det naturvidenskabelige område via læreplanstemaet natur, udeliv og science.

I næste afsnit undersøger vi hvilke muligheder der eksisterer inden for rammerne af bekendtgørelsen om uddannelsen til professionsbachelor som pædagog for at arbejde med science gennem pædagoguddannelsen således at den giver kompetence til at agere i den virkelighed de studerende skal virke i.

## Uddannelsen til professionsbachelor som pædagog

Uddannelsen til professionsbachelor som pædagog er kompetencemålsopbygget. Uddannelsens kompetencemål beskriver den viden, de færdigheder og den refleksion den studerende skal kunne demonstrere ved de afsluttende prøver for at have opfyldt målene. Uddannelsen til pædagog er opbygget i en fælles grundfaglighed hvorefter studerende ønsker sig ind på en af tre specialiseringer inden for dagtilbudspædagogik, skole- og fritidspædagogik eller social- og specialpædagogik. I løbet af specialiseringen kan den studerende vælge et af syv valgfrie områder som en del af specialiseringsfagene. Se mere om uddannelsens opbygning i figur 1.

Grundfaglighed (70 ECTS)		Specialiseringsdel (140 ECTS)			
Grundfaglighedsmoduler (60 ECTS)	Praktik (10 ECTS)	Specialiseringsfag, herunder også valgmoduler, fx natur og udeliv (60 ECTS)	Tværfprofessionelt element (er indeholdt i specialiseringsfag)	Praktik (30+30+5 ECTS)	Bachelorprojekt (15 ECTS)

**Figur 1.** Et skematisk overblik over opbygningen af pædagoguddannelsen.

Nærværende analyse – som metodisk er inspireret af tematisk indholdsanalyse (Braun & Clarke, 2006) – beskæftiger sig med at kortlægge og undersøge hvilke muligheder der er for at arbejde med science på pædagoguddannelsen på grundfagligheden og i specialiseringerne dagtilbudspædagogik og skole- og fritidspædagogik samt det valgfrie område natur og udeliv. Vi valgte disse idet det er pædagoger med sådanne profiler der forventeligt vil komme til at arbejde med den pædagogiske læreplan på dagtilbudsområdet eller skole-fritids-området. Specialiseringen social- og specialpædagogik indgår ikke i vores analyse idet der netop er tale om specialpædagogik og dermed på flere måder en anden tilgang til læreplanstemaet. Vi perspektiverer løbende til den pædagogiske læreplan for at tydeliggøre samspillet med bekendtgørelsen om uddannelsen til professionsbachelor som pædagog.

### Grundfagligheden

Grundfagligheden på pædagoguddannelsen giver de studerende kompetencer til professionelt at støtte og facilitere børns, unges og voksnes udvikling, læring, trivsel, medborgerskab og dannelse. Grundfagligheden beskæftiger sig med tre områder:

1) pædagogiske miljøer og aktiviteter, 2) profession og samfund og 3) pædagogens praksis (1. praktikperiode).

Det er i området **pædagogiske miljøer og aktiviteter** at den tematiske indholds-analyse afdækker begreber der knytter an til science: "Den studerende har viden om (...) natur, miljø og matematik samt pædagogisk-didaktiske aktiviteter inden for disse områder" og "Den studerende kan (...) tilrettelægge, gennemføre og evaluere natur- og miljøpædagogiske aktiviteter" (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017).

Viden om pædagogisk-didaktiske aktiviteter inden for natur, miljø og matematik giver en oplagt mulighed for at trække på det der i læreplanerne kaldes en science-tilgang. Inden for det naturfagsdidaktiske område eksisterer der en tradition for det undersøgende (inquiry-based science education, IBSE). IBSE bygger på et konstruktivistisk læringssyn og læring i fællesskaber. Tilgangen er dialogisk og deltagercentreret, og en aktiv udforskning er central. Den voksnes rolle er spørgende og vejledende (Harlen, 2011). Den pædagogiske læreplan siger at "børn lærer ved at udforske med krop og sanser, ved at undre sig og stille spørgsmål, ved at blive mødt af spørgsmål og udfordringer samt ved at eksperimentere med fx materialer og gøre opdagelser", og at "sciencetilgangen vægter en undersøgende tilgang, som åbner for en aktiv inddragelse af naturen og naturfænomener" (Børne- og Socialministeriet, 2018). Således peges der på at børnene skal begribe science gennem kropslige aktiviteter, og at det pædagogiske personale skal understøtte dette gennem spørgsmål og undren. Der eksisterer således fællestræk mellem IBSE og den pædagogiske læreplan som de lærende må have viden og handlekompetence til at understøtte i deres (kom-mende) praksis.

Natur og matematik adresseres under beskrivelsen af science i de pædagogiske læreplaner (Børne- og Socialministeriet, 2018) således: "I sciencetilgangen er der fokus på børns begyndende forståelse for lovmæssigheder i naturen, børns medfødte talfornemmelse og fornemmelse for størrelser og dermed en begyndende matematisk opmærksomhed" (Børne- og Socialministeriet, 2018). Natur og matematik kan indgå i pædagogisk-didaktiske aktiviteter med en sciencetilgang som vi fx har set i form af undersøgelse af hvilket miljø en bænkebidder bedst kan lide.

Lignende muligheder, omend ikke så eksplicite, for at styrke vidensgrundlaget findes også andre steder i grundfaglighedens områder:

I området profession og samfund: "Den studerende kan identificere pædagogiske opgaver og udfordringer givet af eksisterende rammer og vilkår samt udpege handle-muligheder inden for disse rammer." Da science kan være en pædagogisk udfordring, kunne området være et oplagt tema at fokusere på.

I området pædagogens praksis: "Den studerende kan målsætte, tilrettelægge, gen-nemføre og evaluere pædagogisk praksis med inddragelse af viden om effekten af forskellige pædagogiske metoder". Netop et fokus på de pædagogiske metoder giver

en oplagt mulighed for at arbejde med den undersøgende tilgang fra sciencebeskrivelsen i læreplanstemaet.

Samlet set indikerer analysen af grundfagligheden således at der eksisterer muligheder i den nuværende bekendtgørelse om uddannelsen til professionsbachelor som pædagog for at arbejde med science i løbet af grundfagligheden og dermed for at adressere science allerede inden de studerende påbegynder en specialisering.

### *Dagtilbudsspecialisering*

I dette afsnit ser vi på samspillet mellem science i de pædagogiske læreplanstemaer for dagtilbud og pædagoguddannelsens muligheder for at ruste kommende pædagoger til den praksis de skal agere i.

Pædagogstuderende med dagtilbudsspecialisering opnår ifølge bekendtgørelsen "særlige kompetencer til at arbejde inden for den del af det pædagogiske arbejdsområde, der retter sig mod 0-5-årige. De vil i særlig grad have kompetencer til at skabe og udvikle pædagogiske miljøer og aktiviteter, hvor der på et pædagogisk fagligt grundlag skabes optimale betingelser for et stimulerende og trygt børneliv" (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017). Specialiseringen er struktureret omkring fire områder: 1) barndom, kultur og læring, 2) profession og organisation, 3) relation og kommunikation (2. praktikperiode) og 4) samarbejde og udvikling (3. praktikperiode). I det følgende vil vi se nærmere på de områder hvor vi i den tematiske indholdsanalyse finder begreber der knytter an til science. Desuden peges der på samspilsmuligheder mellem science i de pædagogiske læreplanstemaer for dagtilbud og pædagoguddannelsens dagtilbudsspecialisering.

### *Barndom, kultur og læring*

Kompetencemålet for området barndom, kultur og læring handler om at "Den studerende kan anvende natur samt kulturelle medier og udtryksformer til at skabe udviklings- og læreprocesser for 0-5 årige børn samt inddrage børns perspektiv, deres kreativitet og leg i pædagogiske aktiviteter" (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017). Til området er der videns- og færdighedsmål der peger ind i læreplanstemaet natur, udeliv og science. Det drejer sig fx om: "Den studerende har viden om (...) pædagogiske læreplaner, herunder pædagogiske og didaktiske overvejelser knyttet til børns leg, udvikling og læring," og "Den studerende kan (...) udarbejde pædagogiske læreplaner og på baggrund heraf tilrettelægge, gennemføre og evaluere pædagogiske aktiviteter" (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017).

Der er således et krav om at de studerende skal arbejde med læreplanstemaerne, herunder natur, udeliv og science. I lyset af både dansk og international litteratur som peger på at personalet typisk ikke besidder hvad der skal til for at arbejde med børn og science (Howes, 2002), og ofte har en negativ tilgang til arbejdet med science

i børnehøjde (Eshach, 2006; Fleer, 2006), er det vores vurdering at det er særlig vigtigt at uddannelsen bidrager til at styrke de studerendes self-efficacy, viden og færdigheder til at arbejde kvalificeret med science. Vi peger således på en mulighed for at det prioriteres at de studerende via videns- og færdighedsmål opøver flere handlekompetencer inden for en sciencetilgang.

I området barndom, kultur og læring i dagtilbudsspecialiseringen arbejdes der endvidere med at "Den studerende har viden om (...) natur, matematisk opmærksomhed og teknik samt pædagogiske aktiviteter inden for dette område målrettet 0-5 årige børn." og "Den studerende kan (...) udvikle, gennemføre og evaluere pædagogiske aktiviteter inden for natur, matematisk opmærksomhed og teknik, herunder inddrage barnets perspektiv og relevant pædagogisk viden" (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017).

Videns- og færdighedsmålet bygger videre på videns- og færdighedsmål fra grundfagligheden. Matematik er ændret til matematisk opmærksomhed i overensstemmelse med begrebet anvendt i den pædagogiske læreplan. Både natur og matematisk opmærksomhed, som det hedder på dagtilbudsområdet, er placeret under beskrivelsen af science i den pædagogiske læreplan. Begrebet teknik anvendes i uddannelsesbekendtgørelsen mens termen teknologi anvendes i beskrivelsen af science i den pædagogiske læreplan. Intentionerne i brugen af de forskellige begreber beskrives ikke nærmere og kan problematiseres på samme måde som at der i en skolekontekst bruges meget forskellige begrebsforståelser af teknik og teknologi (Nielsen & Sillasen, 2020).

I dagtilbudsspecialiseringen findes desuden videns- og færdighedsmål der er centrale i arbejdet med science. Det drejer sig bl.a. om inddragelse af børns perspektiver, sprog og det 0-5-årige barns trivsel, dannelse, leg, læring og udvikling. En undersøgelsesbaseret tilgang er kendetegnet ved at tage udgangspunkt i børnenes perspektiv og nysgerrighed. Dette kræver en legende tilgang idet børn i børnehavealderen har leg som deres primære praksisform og tilegner sig verden gennem deres leg (Karoff, 2013; Skovbjerg, 2016; Øksnes, 2012). Dét at leg er børnenes primære praksisform, kalder på at vi både i praksis og i uddannelseskontekst lader science og leg få mere omgang med hinanden. Ligeledes er det væsentligt at det science der foregår, er tilpasset netop den yngste målgruppe. Arbejdet med science må altså være inspireret af begrebet emergent (gryende, tidlig) science (Johnston, 2014), altså den tidlige, gryende forståelse for de store lovmæssigheder i naturen. Med begrebet emergent science gøres det tydeligt at science i dagtilbud er noget andet end det der kaldes science i fx skolesammenhænge.

### *De øvrige områder*

Ligeledes kan man inden for nogle af de øvrige områder af dagtilbudsspecialiseringen, uden problemer, adressere en undersøgende sciencetilgang inden for de eksisterende rammer. Det er eksempelvis:

I området profession og organisation: "Den studerende kan forholde sig vurderende til opgaver og udfordringer inden for pædagogisk arbejde med 0-5 årige samt kvalificere pædagogisk praksis på den baggrund". I området relation og kommunikation (2. praktikperiode): "Den studerende kan skabe nærværende relationer og understøtte det enkelte barns udfoldelses- og deltagelsesmuligheder i fællesskabet" og "... målsætte, tilrettelægge og evaluere pædagogiske aktiviteter og generelt motivere og understøtte børns leg og æstetiske, musiske og kropslige udfoldelse". I området samarbejde og udvikling (3. praktikperiode): "Den studerende har viden om leg, bevægelse, natur- og kulturoplevelser, digitale medier samt skabende aktiviteterets betydning for 0-5 åriges dannelse, trivsel, læring og udvikling."

### *Valgfrie områder: natur og udeliv*

Som en del af specialiseringsfagene og på tværs af specialiseringer har studerende mulighed for at vælge et af syv valgfrie områder. Der udbydes jf. bekendtgørelsen om uddannelsen til professionsbachelor som pædagog disse syv områder: 1) kreative udtryksformer, 2) natur og udeliv, 3) sundhedsfremme og bevægelse, 4) medier og digital kultur, 5) kulturprojekter og kulturelt iværksætteri, 6) social innovation og entreprenørskab og 7) kulturmøde og interkulturalitet. Det er umiddelbart det valgfrie område natur og udeliv der lægger sig tættest op ad science, hvorfor det er dette valgfrie område vi behandler i dette afsnit.

Kompetencemålet for natur og udeliv handler om at "Den studerende kan skabe rammer for, lede og udvikle pædagogiske forløb med et naturvidenskabeligt udgangspunkt og med fokus på børn, unge og voksnes kulturoplevelser, naturforståelse med udgangspunkt som læringsmiljø" (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017). Et naturvidenskabeligt udgangspunkt kan i fx dagtilbudsregi rimeligvis opfattes som det der i den pædagogiske læreplan kaldes en sciencetilgang. På den måde kan der identificeres en mulighed for samspil mellem pædagoguddannelsens videns- og færdighedsmål og læreplanstemaet natur, udeliv og science. Her nævner vi igen at sciencetilgangen kalder på at de studerende får naturfagsdidaktisk indsigt i det område vi kender som IBSE.

Videns- og færdighedsmålene for det valgfrie område peger på at "Den studerende har viden om (...) globale miljøudfordringer, natur, naturfænomener og udepædagogiske oplevelses- og læringsmuligheder", og at "Den studerende kan (...) tilrettelægge, gennemføre og evaluere pædagogiske aktiviteter i udvalgte områder" (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2017). At kunne tilrettelægge, gennemføre og evaluere aktiviteter kalder på en didaktisk opmærksomhed.

I videns- og færdighedsmålene for natur og udeliv står også at den studerende har viden om naturdidaktik. Begrebet naturdidaktik er dog ikke et kendt begreb. Der er ikke et etableret forskningsfelt omkring begrebet naturdidaktik, og det er ikke



muligt at søge bøger frem på bibliotek.dk der omhandler eller er taget med søgeordet naturdidaktik. Det er således uvist hvad intentionen og indholdet skal være i naturdidaktik. I forbindelse med udarbejdelsen af den nuværende bekendtgørelse om uddannelsen til professionsbachelor som pædagog blev der nedsat en arbejdsgruppe som havde til formål at formulere kompetence-, videns- og færdighedsmål. I arbejdet blev de praktisk-musiske fagområder stærkt repræsenteret i forbindelse med de valgfrie kompetencemål i form af deltagelse i arbejdsgruppen. Det kan således undre hvorfor der står naturdidaktik i videns- og færdighedsmålene, og hvad intentionen er med netop dette begreb. I forbindelse med denne analyse har vi talt med kolleger der i dag underviser på pædagoguddannelser. Nogle læser videns- og færdighedsmålet som naturfagsdidaktik hvor ordet fag blot er taget væk da pædagoger ikke arbejder med fag, men hvor intentionen er den samme. Andre mener intentionen handler om naturdannelse. Andre er usikre på hvad der overhovedet menes. Således står et af videns- og færdighedsmålene i det valgfrie område natur og udeliv næsten ti år efter den seneste revision af pædagoguddannelsen tilbage som et lidt uvist videns- og færdighedsmål. Det kalder på en fremadrettet opmærksomhed.

Overordnet peger videns- og færdighedsmålene derved mere i en natur og udelivsretning end mod science i læreplanstemaet natur, udeliv og science. Hvis pædagoguddannelsen skal bibringe de studerende kompetencer til at arbejde med børn og science i praksis samt øge de studerendes self-efficacy på området, er det valgfrie område et sted at rette opmærksomheden mod for i en kommende revision af pædagoguddannelsen at tydeliggøre dette potentiale/sigte. Som det fremstår på nuværende tidspunkt, skal der være en sciencetolkning af læreplanstemaerne for at give science et rum i undervisningen. En eksplicitering af læreplanen vil kunne inddrage science mere aktivt i dette valgfrie modul.

Den tematiske analyse af det valgfrie område natur og udeliv indikerer ikke desto mindre at der eksisterer en række muligheder for at adressere science i den eksisterende beskrivelse – særligt hvad angår kompetencemålet.

**Tabel 1.** Udvalgte videns- og færdighedsmål fra pædagoguddannelsen der kan spille sammen med læreplanstemaet natur, udeliv og science.

Grundfaglighed	Dagtilbudsspecialisering	Valgmodul: natur og udeliv	Den styrkede pædagogiske læreplan – natur, udeliv og science
Den studerende har viden om natur, miljø og matematik samt pædagogisk-didaktiske aktiviteter inden for disse områder, og den studerende kan tilrettelægge, gennemføre og evaluere natur- og miljøpædagogiske aktiviteter.	Den studerende har viden om natur, matematisk opmærksomhed og teknik samt pædagogiske aktiviteter inden for dette område målrettet mod 0-5-årige børn, og den studerende kan udvikle, gennemføre og evaluere pædagogiske aktiviteter inden for natur, matematisk opmærksomhed og teknik, herunder inddrage barnets perspektiv og relevant pædagogisk viden.	Den studerende har viden om globale miljøudfordringer, natur, naturfænomener og udepædagogiske oplevelses- og læringsmuligheder.  Den studerende kan tilrettelægge, gennemføre og evaluere pædagogiske aktiviteter i uderummet.	I sciencetilgangen er der fokus på børns begyndende forståelse for lovmæssigheder i naturen, børns medfødte talfor-nemmelse og for-nemmelse for stør-relser og dermed en begyndende ma-tematisk opmærk-somhed.  Viden om naturen omhandler også menneskets påvirk-ning af og samspil med naturen, fx i forbindelse med miljøspørgsmål og spørgsmål om bæredygtighed og anvendelse af natu-rens ressourcer.

## Diskussion og perspektivering

Analysen af grundfagligheden, dagtilbudsspecialiseringen og det valgfrie område natur og udeliv indikerer at der er en række muligheder i den eksisterende bekendtgørelse om uddannelsen til professionsbachelor som pædagog for at arbejde med science gennem uddannelsen. Det er analysens pointe at det altså ikke er den eksisterende bekendtgørelse der begrænser mulighederne for at arbejde med science i løbet af uddannelsen til professionsbachelor som pædagog. Der er dog på pædagoguddannelsen oftest en opfattelse af at arbejdet med science udelukkende ligger i valgmodulet natur og udeliv (Storgaard, 2021). Der er brug for og muligheder for at få et bredere perspektiv på hvor og hvornår i uddannelsen man kan arbejde med science.

Vægtningen af de forskellige videns- og færdighedsmål der er i uddannelsen til professionsbachelor som pædagog, er ikke defineret i bekendtgørelsen. Det er således op til det enkelte uddannelsessted at vægte hvor mange timer de enkelte videns- og færdighedsmål udgør. Denne analyse fortæller os altså ikke hvor meget sciencetilgange reelt fylder i løbet af en studerendes uddannelse. Det er en interessant og relevant undersøgelse som ligger uden for denne aktuelle analyses rammer, men som kan laves på tværs af professionshøjskoler i forlængelse af denne analyse.

I en empirisk undersøgelse pegede Bollingberg & Damgaard (2013) på at der dannes pædagoger som på meget få timer på uddannelsen skal tilegne sig en grundlæggende viden om science, et fagsprog og en (science)didaktisk forståelse som kan anvendes til målgrupper fra vuggestue til skole. Bollingberg & Damgaard (2013) konkluderede desuden at deres undersøgelse viser at studerende på pædagoguddannelsen undervises inden for et relativt snævert naturvidenskabeligt område med hovedvægt på biologiske emner. Der synes altså at udspille sig et paradoks mellem hvad der reelt er af (gode) muligheder i bekendtgørelsen for at arbejde med science på pædagoguddannelsen, og hvad det reelt får lov til at fylde i de studerendes uddannelse for at bibringe de studerende et vidensgrundlag og handlekompetencer til at agere i den virkelighed de studerende skal virke i.

Som led i denne analyse er der blevet set på grundbøger til pædagogens grundfaglighed og dagtilbudsspecialisering (Gravesen, 2015; Gravesen & Iversen, 2016). Bøgerne er på ingen måde fuldt dækkende for området, men repræsenterer en stemme fra den litteratur der er tilgængelig på området. Heri genfindes billedet af at sciencetilgangen ikke fylder meget. Kapitlerne handler om pædagogers arbejde med børn, unge og voksne i naturen (Gravesen, 2015) eller natur og naturfaglig dannelse i dagtilbud (Gravesen & Iversen, 2016). Disse bøger er udkommet før vedtagelsen af den styrkede pædagogiske læreplan hvilket kan være forklarende.

Grundbogen *Tæt på pædagogik – grundfaglighed på pædagoguddannelsen* (Jensen, Jæger & Bollerup-Jensen, 2020) er udkommet efter vedtagelsen af den styrkede pædagogiske læreplan. Heri findes kapitlet 'Natur, miljø og matematik' som i sin titel umiddelbart afspejler videns- og færdighedsmålet i grundfagligheden. Ingen af kapitlets underafsnit har overskrifter der indeholder ordene matematik eller miljø, og læsning af kapitlet efterlader ingen tegn på en sciencetilgang. Det betyder reelt at der mangler litteratur målrettet mod pædagogstuderende omhandlende en sciencetilgang i pædagogisk praksis, herunder matematisk opmærksomhed. Det kan problematiseres at grundbøgerne på pædagoguddannelsen ikke adresserer science når science er en del af den pædagogiske læreplan. Det pædagogiske personale besidder typisk ikke hvad der skal til for at arbejde med science med børn, og grundbøgerne på uddannelsen tilbyder ikke de studerende mulighed for at fokusere på science undervejs i studiet.

På professionshøjskolerne uddannes naturligvis pædagoger, ikke naturvidenskabsmænd eller -kvinder, men altså pædagoger som bl.a. skal favne hele den pædagogiske læreplan, og derfor er det også vigtigt at de studerende møder repræsentationer af hele den pædagogiske læreplan gennem deres uddannelse. Men i lyset af de undersøgelser (Eshach, 2006; Danmarks Evalueringsinstitut, 2015; Fleer, 2006; Howes, 2002) der påpeger at både pædagogstuderende og pædagoger mangler naturvidenskabelig viden, naturvidenskabelig selvtillid og handlekompetence og evnen til at 'gribe det naturvidenskabelige nu', kunne scienceområdet med fordel opprioriteres for at gøre studerende kompetente til at tænke, tale og handle i den virkelighed de skal agere i. Ydermere vil en pædagogisk praksisudvikling i daginstitutionerne og på skole-fritidsområdet formentlig kunne understøttes af et større fokus på science i pædagoguddannelsen. Sidst, men ikke mindst ville mere science på pædagoguddannelsen være et initiativ der understøttes af den nationale naturvidenskabsstrategi, STEM-strategien (ASTRA, 2017).

Denne analyse peger på at der inden for bekendtgørelsens rammer er muligheder for at arbejde (mere) med science, men det kræver at det enkelte uddannelsessted opprioriterer science således at de kommende pædagogers kompetencer inden for scienceområdet forøges. Man kan således sige at der allerede er en vej hvis der er en vilje. Pædagoguddannelsen er under revidering, og vi må håbe at nogle af betragtningerne fra denne analyse medtages deri.

## Referencer

- Ahrenkiel, L. & Petersen, M.R. (2016). *Bør science stå på egne ben i dagtilbuddene?*, MONA (2), s. 91- 95.
- ASTRA. (2017). *Sammen om naturvidenskab*. Lokaliseret den 6. juli 2021 på [https://astra.dk/sites/default/files/nns\\_rapport\\_anbefalinger\\_final\\_web.pdf](https://astra.dk/sites/default/files/nns_rapport_anbefalinger_final_web.pdf)
- Bollingberg, K. & Damgaard, B. (2013). Hvordan ser pædagogstuderendes naturfaglige kompetenceprofil ud?, *MONA*, 2013(4), s. 68-74
- Broström, S. (2013). Science i børnehaven. *MONA*, 2013(4), s. 75-79.
- Børne- og Socialministeriet. (2018). *Den styrkede pædagogiske læreplan – rammer og indhold*. Lokaliseret den 30. marts 2021 på <https://emu.dk/dagtilbud/forskning-og-viden/den-styrkede-paedagogiske-laereplan/den-styrkede-paedagogiske>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2019). *Børnehaveklassen, faghæfte 2019*. Lokaliseret den 6. april 2022 på [https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK\\_fagh%C3%A6fte\\_b%C3%B8rnehaveklassen\\_2020.pdf](https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_fagh%C3%A6fte_b%C3%B8rnehaveklassen_2020.pdf).
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2020). *Bekendtgørelse af lov om dag-, fritids- og klubtilbud m.v. til børn og unge (dagtilbudsloven) (LBK nr 1326 af 09/09/2020)*. Lokaliseret den 8. april 2022 på <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2020/1326>

- Danmarks Evalueringsinstitut. (2005). *Skolefritidsordninger – mellem skole- og fritidspædagogik*. Lokaliseret 8. april 2022 på [https://www.eva.dk/sites/eva/files/2017-09/Skolefritidsordninger\\_Mellem\\_skole-\\_og\\_fritidspdagogik.pdf](https://www.eva.dk/sites/eva/files/2017-09/Skolefritidsordninger_Mellem_skole-_og_fritidspdagogik.pdf)
- Danmarks Evalueringsinstitut. (2015). *Natur og naturfænomener i dagtilbud – stærke rødder og nye skud*.
- Danmarks Evalueringsinstitut. (2016). *Styrkede overgange – erfaringsopsamling fra syv projekter om overgangen fra børnehave til SFO og skole*.
- Ejbye-Ernst, N. (2011). *Pædagogers formidling af naturen i naturbørnehaver*. Aarhus Universitet, Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU).
- Eshach, H. (2006). *Science Literacy in Primary Schools and Pre-Schools* (vol. 1). Springer Science & Business Media.
- Eshach, H. & Fried, M.N. (2005). Should Science be Taught in Early Childhood?. *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), s. 315-336.
- Fleer, M. (2006). "Meaning-Making Science": Exploring the Sociocultural Dimensions of Early Childhood Teacher Education. I: K. Appleton (red.), *Elementary Science Teacher Education. International Perspectives on Contemporary Issues and Practice* (s. 107-124).
- Frøkjær, T. & Broström, S. (2013). *Science didaktik i Hillerød – pædagoger og børn i aktiv læring: Aktionslæring i 12 vuggestuer og børnehaver i 2011-2012*.
- Gravesen, D.T. (2015). *Pædagogik – introduktion til pædagogens grundfaglighed*. Systime.
- Gravesen, D.T. & Iversen, K.S. (red.). (2016). *Pædagogik i dagtilbud*. Hans Reitzel.
- Harlen, W. (2011). Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning. *MONA-Matematik-Og Naturfagsdidaktik*, (3)
- Howes, E.V. (2002). Learning to Teach Science for All in the Elementary Grades: What Do Pre-service Teachers Bring?. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), s. 845-869.
- Jensen, N.E., Jæger, H. & Bollerup-Jensen, T. (2020). *Tæt på pædagogik – grundfaglighed på pædagoguddannelsen*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Johnston, J. (2014). *Emergent Science: Teaching Science from Birth to 8*. Routledge.
- Karoff, H.S. (2013). Play Practices and Play Moods. *International Journal of Play*, 2(2), s. 76-86.
- Nielsen, K. & Sillasen, M.K. (2020). Teknologiforstyrrelse: Hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver "teknologi"?. *MONA* (3), s. 63-73.
- Nilsson, P. (2015). Catching the Moments – Coteaching to Stimulate Science in the Preschool Context. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 43(4), s. 296-308.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections* (vol. 13). London: The Nuffield Foundation.
- Petersen, M.R., Ahrenkiel, L. & Jørgensen, H.H. (in prep.). *Hvad er en sciencepædagog?* (arbejdstitel).
- Skovbjerg, H.M. (2016). *Perspektiver på leg*. Turbine Akademisk

- Social- og Indenrigsministeriet. (2004). *Bekendtgørelse om temaer og mål i pædagogiske læreplaner (BEK nr 684 af 25/06/2004)*. Lokaliseret den 30. marts 2021 på <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2004/684>.
- Storgaard, F. (2021). Har valgfaget Natur og udeliv en fremtid i pædagoguddannelsen?. I: S. Elmose (red.), *Naturfag i et spændingsfelt – kritiske perspektiver på aktuelle tendenser*. Dafolo.
- Uddannelses- og Forskningsministeriet. (2017). *Bekendtgørelse om uddannelsen til professionsbachelor som pædagog (BEK nr 354 af 07/04/2017)*. Lokaliseret den 6. april 2022 på <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2017/354>.
- Øksnes, M. (2012). *Legens flertydighed – børns leg i en institutionaliseret barndom*. København: Hans Reitzel.
- Østergaard, L. (2008). Naturfag for de yngste – et aktionsforskningsprojekt i Nordjylland. *MONA*, 2008(2), s. 7-27.



# 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.



# En STEM-didaktik er nødvendig hvis STEM skal være mere end et slogan



Maria Møller,  
Aarhus Universitet,  
Arts, Didaktik

*Kommentar til Dorte Larsen, Mette Kristensen, Michael Hjort, Lars Seidelin: "STEM-didaktik – et internationalt, systematisk review om STEM-undervisningens didaktik". MONA, 2022(1).*

Artiklen "STEM- didaktik – et internationalt, systematisk review om STEM-undervisningens didaktik" er et vigtigt bidrag til perspektiver på en STEM-didaktik som kan danne udgangspunkt for STEM-undervisning i Danmark.

Begrundelsen for artiklen er at STEM-akronymet har gjort sit indtog i uddannelses-sammenhæng, men at det ikke er klart defineret hvordan og af hvem STEM-undervisning skal begrebsættes, og hvad det indebærer for STEM-undervisning i praksis i klasserummet.

Artiklen Larsen et al. (2022) præsenterer en model af fire elementer i en STEM-didaktik: 1) begrundelser for STEM, 2) indholdsområder/kontekster, 3) metoder, rammer og elevdeltagelse og 4) integrationselementer. Modellen er overskuelig og letlæselig og giver et godt overblik over fund fra review.

Jeg finder modellen og karakteriseringer af de fire elementer nyttig når formålet er at skabe et overblik over hvad der er på spil i nyeste internationale litteratur af definitioner af STEM i pædagogisk praksis i jagten på at finde en eventuel STEM-didaktik. Og jeg kan også se modellen anvendt som et redskab til at *analysere* en given STEM-undervisning. Jeg synes dog at modellen har nogle udfordringer i forhold til at den kan "*tænkes anvendt i planlægningen af nye STEM-forløb ... og kvalificere en STEM-undervisning*" (Larsen et al., 2022, p.17). Jeg vil i det følgende adressere disse udfordringer ved at sætte *integreret STEM-undervisning* som en præmis for STEM-undervisning.

## Integreret STEM-undervisning: Vi må specificere begrebet inden vi kan tale om en didaktik

Artiklens grundlæggende projekt, LabSTEM, omhandler integreret STEM-undervisning og læring, og det vil derfor være relevant at zoome ind på begrebet *integreret STEM-undervisning*. Forfatterne spørger sig selv om de kan sætte et minimum op for at kunne anvende begrebet integreret STEM-undervisning: “*Skal vi som minimum have tre bogstaver med? Eller skal matematik være med som et minimum? Eller er det muligt at opretholde en vis diversitet i akronymets definition for at skabe forskellige og flere muligheder for STEM i skolen?*” (Larsen et al., 2022, p. 18).

Forfatterne er ikke alene om at stille disse spørgsmål til begrebsætning af integreret STEM-undervisning. Moore, Johnston og Glancy (2020) anerkender at der er mange forskellige tilgange til hvordan forskere og undervisere ser på integreret STEM-undervisning. Det mest almindelige tema er at integreret STEM-undervisning er centreret omkring “real-world” problemer eller realistiske kontekster, og at der er en eller anden form for tværfaglighed. Tværfaglighed relaterer både til kontekst og indhold (Moore et al., 2014) og kan indbefatte to eller flere discipliner (Sanders, 2008).

Efter min vurdering er det ikke et mål at blive enige om eller finde én entydig definition af integreret STEM-undervisning. Men det vil være nyttigt at specificere hvad man *forstår* ved integreret STEM-undervisning, inden man forsøger at *identificere* en didaktik derfor. Det er derfor centralt at diskutere forståelsen af integreret STEM-undervisning i relation til tilrettelæggelse af STEM-undervisning og planlægning af STEM-forløb. Jeg vil i det følgende uddybe 1) *fagintegration*, 2) *kontekst, indhold og begrebsintegration* samt 3) *problemintegration*. Uddybningen viser at didaktikken for integreret STEM-undervisning afhænger af hvordan integreret STEM-undervisning forstås. Jeg vil afslutningsvis præsentere en fjerde definition af integreret STEM-undervisning som rummer mange af de elementer i en STEM-didaktik fundet i artiklen fra Larsen et al. (2022).

## Integreret STEM-undervisning som fagintegration

Specificeres integreret STEM-undervisning som *fagintegration* (Vasquez et al., 2013), forstås integreret STEM-undervisning som et rammeværk bestående af et kontinuum af stigende grader af sammenkobling mellem STEM-fag. Med denne tilgang repræsenterer de fire bogstaver, STEM, hvert sit fagområde eller “fagsilo” (Sillasen et al., 2017). Ud fra en silotænkning kan forskellige grader af integration illustreres som fx S-M, S-T, S-T-M eller E-M. Ifølge White (2014) er E’et og T’et særlig problematiske. Det skyldes ikke mindst at der helt fundamentalt er uklarhed om hvad man *fagligt* i en undervisningsmæssig sammenhæng skal lægge i udtrykkene “Engineering” og

“Technology”. Der er ikke den samme udfordring med Matematik og Science selvom “science” i en dansk kontekst dækker over flere fagområder: natur/teknologi, fysik/kemi, biologi og geografi. Både matematik og naturfagene har i Danmark en velbeskrevet fagdidaktik i de respektive faghæfter, hvorimod engineering og teknologi ikke på samme måde er rammesat i nogen styredokumenter.

Integreret STEM-undervisning forstået som fagintegration giver anledning til at der i en dansk grundskolekontekst indtænkes hvordan “Engineering” og “Technology” som *fagområder* kan integreres med naturfag og/eller matematik. Larsen et al. (2022) påpeger at særligt engineering-udfordringer kan være et godt udgangspunkt for integration. Auner et al. (2018) har udarbejdet en engineering-didaktik som beskriver spørgsmålene *hvad, hvorfor og hvordan* engineering i skolen. En engineering-didaktik er relevant når undervisere ønsker at tilrettelægge integreret STEM-undervisning hvor engineering er integreret med enten naturfag og/eller matematik.

Et bud på “Technology” som *fagområde* er *Teknologiforståelse i folkeskolen* (Tekforsøget.dk, 2018) som i tre år har arbejdet med teknologiforståelse som en alment dannende, kreativ og skabende faglighed. Forsøget afprøvede to modeller for arbejdet med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning: dels som selvstændigt fag på samme klassetrin, dels som integreret i eksisterende fag i 1. til 9. klasse. Den sidste model, hvor teknologiforståelse bl.a. var integreret i matematik og natur/teknologi på mellemtrinnet og i matematik og fysik/kemi i udskolingen, kan opfattes som eksempler på integration af T-M og T-N. Rammeværket for prototypeforløb til Tekforsøget kan ses som form og indhold som kan bidrage til en teknologiforståelsesdidaktik.

Udfordringer ved STEM-undervisning som *fagintegration* er ifølge Larsen et al. flere. Dels er det en udfordring for lærerne at undervise i fag der ikke nødvendigvis er deres undervisningsfag, og dels skal lærernes mindset *ændres så de kan være mere opmærksomme på sammenhængen mellem fagområderne*.

En særlig udfordring for matematikfaget integreret med andre fag er at matematik oftere anvendes som et redskab end som mål (Walker III, 2017), og at effektstørrelsen for elevers præstationer i matematik er mindre når matematik integreres med de andre fagområder, sammenlignet med fx præstationer i naturfag ved integration af science og technology (Becker & Park, 2011).

## Integreret STEM-undervisning som kontekst, indhold eller begrebsintegration

Specificeres integreret STEM-undervisning som *kontekst, indhold eller begrebsintegration* (Moore et al., 2014), ligger det integrerede i den givne kontekst, indhold eller begreb. Det kan fx være *inden* for konteksten miljø og energi eller indholdet

funktioner, mønstre eller modellering med dertilhørende begreber. Denne tilgang kræver kontekster og indhold der spænder over flere fagområder, og som kræver viden og kompetencer på tværs af fag (Nadelson & Seifert, 2017). Integreret STEM-undervisning med denne tilgang kan ofte beskrives som projektbaseret undervisning som fokuserer på produktion af et bestemt slutprodukt hvor de ønskede specifikationer angives fra starten (Asghar et al., 2012). Eksempelvis har LEAPS-skoler valgt en projektbaseret undervisningstilgang. LEAPS står for Læring og Engagement gennem projekter med fokus på Science (LEAPSSkoler.dk). Formålet med LEAPS er at øge læring og engagement hos elever i grundskolen generelt og med særligt fokus på STEM-fagene. Denne tilgang til STEM-undervisning kan bidrage til en didaktik for projektbaseret læring.

Både fagintegration og kontekst, indhold eller begrebsintegration er repræsenteret som integrationselementer i modellen af Larsen et al. I *næste afsnit* beskriver jeg en specificering af integreret STEM-undervisning som ikke fremkommer som integrationselement i modellen af Larsen et al., nemlig “real-world”-problemer.

## Integreret STEM-undervisning som problemintegration

Begrebsættes integreret STEM-undervisning som *STEM-problemintegration* (Bybee, 2013; Guzey et al., 2016; Moore et al., 2014), forstås integreret STEM-undervisning som aktiviteter der fokuserer på ‘real-world’ problemer, er styrende for elevernes engagement i et givent indhold, er autentiske og relevante og kan være med til at koble undervisningen til elevernes omverden. Praktiseres STEM-undervisning ud fra en problembaseret læringstilgang (PBL), er det nærliggende at identificere STEM-didaktik gennem en PBL-didaktik (Pedersen & Bitsch Olsen, 2018).

Larsen et al. (2022) finder artikler der omtaler komplekse problemstillinger, problemkontekst, problemorienteret undervisning indenfor elementerne henholdsvis STEM-definitioner, indholdsområder/kontekst og metode, men problemintegration forekommer ikke som et element i modellen. Jeg mener derfor at det er værd at være opmærksom på at “real-world” problemer også kan være en indgang til at planlægge integreret STEM-undervisning.

## Integreret STEM-undervisning som et bredt samspil mellem naturfag og matematik

Ifølge Johnson (2013) kan integreret STEM-undervisning defineres som en tilgang der integrerer undervisning i naturfag og matematik gennem praksisserne i naturvidenskabelig undersøgelse, teknologisk og ingeniørfagligt design, matematisk analyse og det 21. århundredes tværdisciplinære kompetencer.

Denne definition af integreret STEM-undervisning lægger op til et bredt samarbejde mellem naturfag og matematik og kan for mig at se rumme mange af de elementer i en STEM-didaktik Larsen et al. (2022) finder i deres review.

Jeg vil med nærværende kommentar slå et slag for at STEM-undervisere og STEM-interessenter diskuterer hvordan de forstår integreret STEM-undervisning, og på den baggrund går i gang med at planlægge deres STEM-undervisningsforløb. Er man som underviser bevidst om hvilken forståelse man har på integreret STEM-undervisning, vil det i min optik blive mere konkret at gennemtænke dels STEM-undervisningens formål, indhold og kriterier for indholdsudvælgelse og dels at forholde sig til undervisningens metode, rammer og elevdeltagelse. Jeg mener at en specificeret beskrivelse af integreret STEM-undervisning må danne udgangspunkt for at definere en STEM-didaktik. Undervisere må og skal forholde sig til en STEM-didaktik i forbindelse med planlægning og gennemførelse af kvalificeret STEM-undervisning i Danmark.

## Referencer

- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F. & Prime, G.M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 4.
- Auner, S., Daugbjerg, P. & Nielsen, K. (2018). *Engineering i skolen: Hvad, hvordan, hvorfor*. VIA University College.
- Becker, K. & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12.
- Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Guzey, S.S., Moore, T.J. & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1), 2.
- Johnson, C.C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education. *School Science and Mathematics*, 113(8), 367-368.
- Larsen, D., Kristensen, M., Hjort, M. & Seidelin, L. (2022). STEM-didaktik – et internationalt, systematisk review om STEMundervisningens didaktik. *MONA – Matematik Og Naturfagsdidaktik*.
- Moore, T.J., Johnston, A.C. & Glancy, A.W. (2020). STEM integration: A synthesis of conceptual frameworks and definitions. In *Handbook of research on STEM education* (pp. 3-16). Routledge.
- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.H., Tank, K.M., Glancy, A.W. & Roehrig, G.H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 35-60). Purdue University Press.

- Nadelson, L.S. & Seifert, A.L. (2017). *Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future*. Taylor & Francis.
- Pedersen, K. & Bitsch Olsen, P. (2018). *Problemløst projektarbejde: en værktøjsbog* (5th ed.). Samfundslitteratur.
- Sanders, M.E. (2008). *Stem, stem education, stemmania*.
- Sillasen, M., Daugbjerg, P. & Nielsen, K. (2017). Engineering-svaret på naturfagernes udfordringer? *MONA – Matematik Og Naturfagsdidaktik*, 2.
- Tekforsøget.dk. (2018). *Teknologiforståelse i folkeskolen*. <https://tekforsøget.dk/>.
- Vasquez, A., Comer, M. & Sneider, C. (2013). STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Teacher Education and Practice*, 26(2), 358-364.
- Walker III, W.S. (2017). Integrated STEm or integrated STEM? In *School Science and Mathematics* (Vol. 117, Issue 6, pp. 225-227). Wiley Online Library.
- White, D.W. (2014). What is STEM education and why is it important. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.

# Øhh, hvor er jeres leder?



Maria Aarestrup  
Frandsen,  
Stengård Skole,  
Gladsaxe



Mette Visti Larsen,  
Stengård Skole,  
Gladsaxe

*Kommentar til Birgitte Lund Nielsen, Elzebeth Wøhlk og Ole Kronvald: "Ledelse af naturfaglig kulturudvikling", MONA, 2022(1).*

I "Ledelse af naturfaglig kulturudvikling" behandles udviklingen af en lokal naturfagskultur ud fra tre perspektiver: det organisatoriske niveau, det kollegiale samarbejde og undervisningen. Artiklens datagrundlag stammer fra arrangementerne "Ledelse der løfter naturfagsundervisningen", LDLN, og er baseret på evaluering og fokusgruppinterview med "trioer", vejledere, ledere og naturfagskoordinatorer fra to kommuner. Artiklen konkluderer på baggrund af data at der er store forskelle mellem de enkelte skoler og kommuner, og at der mange steder mangler uddannelse til naturfagsvejlederne. Data viser også at LDLN-arrangementerne italesættes positivt i forhold til rammesætning af handleplan og samarbejde, og diskussionen fremhæver blandt andet modstridende diskurser om ledelse og samarbejde.

I november 2020 deltog vi begge i et LDLN-arrangementet faciliteret af Astra i samarbejde med UVM og Skolelederforeningen. Dette gjorde vi i kraft af vores funktion som naturfagsvejledere i folkeskolen. Vi er ansat på Stengård Skole i Gladsaxe, hvor Maria primært varetager vejlederrollen i indskoling/på mellemtrin, mens Mette tager sig af mellemtrin/udskoling. I samarbejde med skolens naturfagslærere driver vi skolens fagudvalg bestående af 14 lærere fra indskoling til udskoling.

Når vi i vores kommentar beskriver vores vejlederrolle, så henviser vi til definitionen af Eva Kragh, Vibeke Petersen og Britta Vejen (Kragh, Petersen & Vejen, 2021) hvor vejlederrollen indeholder fire områder: *den faglige formidler*, med inspiration til kollegerne, *proceskonsulenten*, med implementering af nyere tiltag i pædagogisk praksis, *proceslederen*, som støtter, leder og guider i faggruppen i større og indre udviklingsopgaver, og *vejledningskulturen* på skolen.

"Øhh, hvor er jeres leder?" I november 2020 ankommer vi til morgenmaden ved LDLN-arrangementet, og vi skal have vores navneskilte på. Der står navn og titel. Der kigges ned i papirerne, og vi bliver mødt med netop dette spørgsmål, og vi kan svare



at det er da også os. Vi har det ledelsesmæssige ansvar for den naturfaglige kultur på vores arbejdsplads i kraft af vores rolle som vejledere og *teamansvarlige*, TA.

Stengård Skole arbejder med distribueret ledelse hvor ti af skolens lærere og pædagoger i samarbejde med skolens formelle ledelse, vores skoleleder og faglige leder, sikrer skolens udvikling og drift. De ti lærere og pædagoger kaldes i daglig tale for TA'ere og har formelt set 20 % ledelse i deres samlede arbejdstid.

Artiklen taler om at "lade top-down mødes med bottom-up". Har vi på Stengård en situation hvor top-down møder bottom-up? Det vil vi sige at vi har, og det handler netop om at få flyttet fokus til organisatorisk udvikling i stedet for top-down-implemtering og medfølgende kontrol, som artiklen så fint kalder det. På Stengård Skole er ledelse fordelt på flere spillere. I vores daglige liv oplever vi derfor at der kan handles ret hurtigt på praktiske foranstaltninger. Hvis der mangler vatpinde eller bestemmelsesduge eller der er knækket en dims, så kan vi bestille det med det samme. Vi skal ikke omkring en ledelse først. Ofte peges der på at ledelsen skal skabe en struktur for at den naturfaglige kultur kan udvikles. Vi oplever at vi selv er medspillere i denne struktur.

Når spørgsmål som "Kan vi ikke i den kommende fagfordeling få flere FF-møder på skemaet?" eller "Kan vi få adgang til Gyldendal?" eller "Kan vi komme på kurser?" melder sig på fagudvalgsmøderne, så kan vi ofte tage stilling til dem med det samme, for vi har mandat til det. Og ikke kun som naturfagsvejledere, men som naturfagsudvalg på Stengård. Distribueret ledelse betyder at ledelsen er på gulvet hele tiden. Der leges ikke gemmeleg bag et kontormøbel hvor der skal bankes på for at spørge om vatpinde.

"Man kan let blive klemt i sandwich mellem skoleledelse og kolleger" (artiklens s. 35, linje 9). Føler vi os klemt mellem kolleger og ledelse? Nej, det gør vi ikke. Vi er en del af begge dele. Vi er kollegerne på gulvet som kommer med faglig sparring, opretter undervisningsforløb til sparring, modtager nyt materiale og inspirerer vores kolleger, mens vi sikrer at der er styr på det praktiske, som kan være alt fra bestilling af materialer til en kærlig reminder om at booke den lokale naturskole. "Det beskrives som at lade top-down mødes med bottom-up" (artiklens s. 27, linje 28). I Gladsaxe skal undervisningsforløb placeres i "skoleportalen" hvor kolleger i kommunen kan se dem. Her er der eksempelvis oprettet forløb om skolehaven, fælles faglige forløb eller forløb om "undersøgelseskompetence".

Når artiklen fremhæver den store forskel på kommunerne og skolerne, så er det noget som vi kan nikke genkendende til fra vores praksis. Mette skriver p.t. afgangspjekt på PD på Københavns Professionshøjskole, og her fortæller andre naturfagsvejledere ofte at det langt fra er alle skoler som har en naturfagsvejleder tilknyttet eller naturfagsuddannede kolleger. Præcis som artiklen fremhæver det.

Vi vil i det kommende afsnit komme med vores bud på hvorfor Stengård Skole ikke står i den situation, samt give et par input til samfundsmæssige løsninger.

På Stengård Skole er alle vores kolleger naturfagligt uddannede eller har tilsvarende kompetencer, og vi har ofte spurgt os selv hvorfor. Svaret er klokkeklart når vi taler med vores kolleger: Naturfag er prioriteret højt på Stengård, og der er masser af sparring at hente både blandt kollegerne og i lokalområdet. Skolen arbejder systematisk med professionelle læringsfællesskaber, PLF, og naturfagsundervisningen bliver ofte planlagt sammen med kollega. Når der fagfordeles, så vælger de enkelte teams ofte at anvende erfaringer fra co-teaching hvor den ene af lærerne er naturfagligt uddannet mens kollegaen måske har matematik og idræt. Dette har været en del af den lokale naturfaglige kultur i de sidste mange år. I starten undrede det en smule at lærere bare vandrede ind i ens klasselokale når man havde undervisning. I dag er det helt naturligt for mange at dørene står åbne og man "kommer forbi".

Derudover kan undervisningen planlægges i fællesskab. Der er strukturelt, skemateknisk lagt møder i lærernes skemaer hvor der ugentligt er mulighed for at mødes. Dette har primært været for dansk- og matematiklærerne, men da de ofte også er naturfagslærere, så har møderne kunnet anvendes til planlægning af naturfag også. Dog ikke alle steder på skolen. Til sidste fagudvalgsmøde kom det op at man i fagudvalget gerne ville have sikret *fælles-forberedelse* til særligt naturfagslærerne i kommende skoleår.

Vi har kolleger som fortæller at de i starten ofte følte sig usikre på naturfag, men i samarbejdet med den anden kollega blev der skabt trykthed: "I begyndelsen var jeg rigtig usikker, men det ændrede sig med tiden. Efter et par år med naturfag, ja, så var det blevet ret fedt: Jeg bar fiskenettene og bestemmelsesdugene og trissede med". Det betyder at der sker en naturlig kapacitetsopbygning lokalt på skolen.

Mette er ikke selv uddannet i linjefaget biologi, men har varetaget biologiundervisningen i knap 15 år. I samarbejde med en kollega blev undervisningen planlagt, og proteinsyntesen skulle formidles for eleverne. Og nej, det stod da ikke knivskarpt i første omgang, men gør noget undervisning egentlig det? Både elever, lærere, pædagoger og ledere skal turde tage chancen og arbejde innovativt og undersøgende.

## Samfundsmæssige diskurser

De samfundsmæssige diskurser præger helt klart de kommunale og lokale forhold, og både manglen på naturfagsvejledere og naturfagligt uddannede lærere og andelen af elever som ikke læser naturfag, er en del af vilkårene i Danmark.

Det er også blandt vilkårene at eleverne igen i sommeren 2022 ikke skal til afgangsprøve i den fællesfaglige naturfagsprøve mens de to andre obligatoriske prøver gennemføres. Det må da siges at være et spark i ansigtet til landets naturfagslærere fra politisk hold. Der laves en national naturfagsstrategi for at sætte gang i STEM-fagene i Danmark, men de store ord bliver til besynderlig handling, når man vælger at

aflyse prøven endnu et år i Danmark. Derudover er den fællesfaglige naturfagsprøve den eneste obligatoriske prøve i den danske folkeskole hvor elever ikke modtager en standpunktskarakter. Den politiske diskurs er klar: Naturfagene er mindre værd end engelsk og dansk i den danske folkeskole, så det politiske Danmark kan kigge på sig selv når de spørger hvorfor danske elever og studerende ikke vælger naturfag til. Hvem har lyst til at undervise i et fag hvor ord er store, men handling lille?

På Stengård, verdens navle, vil vi gerne undervise i naturfag, og faget er tæt besat til fagfordelingen hver sommer. Dette på trods af at skolen ikke har et naturfagslokale.

Forestil jer idrætslærere uden idrætsanlæg eller gymnastiksale, musik uden musiklokale eller for den sags skyld en skoleleder eller skolechef uden et kontor. På Stengård har vi intet naturfagslokale, men alligevel er naturfagslærerne glade og engagerede, og de prioriterer deres naturfagsundervisning højt. Det viser vores egen undersøgelse på skolen, som Mette lavede i 2020 i forbindelse med PD-studiet.

Vi ved det godt! Det er en dejlig arbejdsplads med et godt klima. Lærerne og pædagogerne på Stengård føler generelt at de har tid til deres planlægning og møder med kollegerne.

## Distribueret ledelse og PLF åbner andre muligheder for undervisningsudvikling

På LDLN havde vi ikke artiklens omtalte trio med. Vi var repræsenteret af skolens to vejledere og ledelse. Begge dele er os selv. Kunne det have været fedt hvis Gladsaxe havde haft naturfagskoordinatoren med? Ja, helt sikkert, for kommunen ville stå langt stærkere hvis der blev samarbejdet om den naturfaglige kultur på tværs af skolerne kommunalt. På kurset fik Stengård Skole udformet en naturfaglig handleplan, men skal Gladsaxe ikke have en sådan?

Naturfag, og ledelse af naturfaglig kultur, kræver at alle spiller med. Naturfagsvejlederne, den lokale ledelse og naturfagskoordinatorerne i kommunerne. Det er langt fra alle kommuner som har en naturfagskoordinator, og som artiklen fremhæver, på baggrund af data fra to kommuner, er der store regionale forskelle. UVM kan lave lige så mange nationale naturfagsstrategier som de har lyst til, men prioriteres ledelse af den naturfaglige kultur ikke, så er vi lige vidt.

Vores konklusion må være at distribueret ledelse på et fundament af PLF kan være en vej frem til at styrke naturfagene lokalt, men også i hele Danmark. Spørgsmålet er om lederne tør tage chancen og lade fx naturfagslærerne få indflydelse. Og tør lærerne tage chancen og være med til at drive skoleudvikling? På Stengård Skole turde vi tage chancen oven på reformen. Vi ser rigtig gerne at andre ledere tør følge trop og arbejde med distribueret ledelse, PLF og co-teaching i praksis.

## Referencer

Kragh, E., Petersen, V. & Vejen, B. (2021). Kollegial vejledning. I: P. Weng & M. Wahl Andersen (red.), *Håndbog om matematik i grundskolen – læring, undervisning og vejledning*, 2. udgave, pp. 534-572, København: Dansk Psykologisk Forlag. Lokaliseret 6.4.2022 på <https://dpf.dk/produkt/haandbog-om-matematik-i-grundskolen-2/>

# Bedre praktik: Vi skal gentænke samarbejdet mellem skoler og læreruddannelser



Mette Strandgård Christensen,  
Professionshøjskolen Absalon,  
Læreruddannelsen – Roskilde,  
Center for Skole og Læring

*Kommentar til Jens Aarby: "Praktik og praksiskontakt i ny læreruddannelse med fokus på naturfagene", MONA, 2022(1).*

I artiklen "Praktik og praksiskontakt i ny læreruddannelse med fokus på naturfagene" redegør Jens Aarby loyalt for udviklingsgruppens udmeldinger om hvordan praktik og praksissamarbejde kan gentænkes i udviklingen af den nye læreruddannelse. Jens Aabys bud på udfordringer og behov som følge af udviklingsgruppens forslag er her og nu lige så godt som andres – på nuværende tidspunkt er vi stadig efterladt med flere spørgsmål end svar. Det skal dog ikke forhindre os i at puste balloner op, vel vidende at nogen formentlig kommer til at holde, og at andre ikke gør, når først den nye læreruddannelse har været en tur igennem den politiske vridemaskine. Vi venter stadig i spænding på det politiske arbejde og dermed den endelige aftale.

I ventetiden er vi helt fælles om at ønske *en endnu bedre praktik*. Aarby fremhæver i sin redegørelse af udviklingsgruppens arbejde at der er et centralt ønske om "tydelig sammenhæng", en bedre sammenhæng mellem læreruddannelsen og skolerne og dermed en mulig løsning af det allestedsnærværende teori/praksis-dilemma. Sammenhæng og heraf følgende samarbejde er helt centrale begreber i forslaget fra udviklingsgruppen, men hvad ligger der mon bag?

Aarby analyserer *sammenhæng* ind i Lund & Nielsens (2018, s. 98) kategorier af sammenhænge idet han argumenterer for at vi i denne diskussion af sammenhænge ofte taler forbi hinanden fordi vi implicit refererer til forskellige kategorier. Det kan sagtens være tilfældet. Men hvis vi regner med at udviklingsgruppen er helt bekendt med Lund & Nielsens seks kategorier, så vil vi kunne tale om tydeligere sammenhæng i alle seks kategorier.

På Professionshøjskolen Absalon i Roskilde har vi i dette års førsteårspraktik haft gang i et lille pilotprojekt. Her har vi knyttet praktikken sammen med modulet Undersøgelse i skolens praksis (UISP) der indgår i Lærerens grundfaglighed, hvilket umiddelbart har været en succes i forhold til flere af Lund & Niensens kategorier. De studerende har til UISP således været tilknyttet den samme skole som de senere skulle i praktik i. Det har for de studerende været med til at skabe en sammenhæng "som et psykologisk og læringsmæssigt begreb", og samtidig har vi fra de deltagende skoler modtaget gode tilbagemeldinger. Det at skolerne tidligt kender de studerende og underviserne på campus, giver dem mulighed for i praksis at forstå sig som og agere som uddannelsessted. Det har givet os de første erfaringer med at skolerne virkelig gerne vil involveres mere, især når det samtidig virker meningssskabende – også for dem. Pilotprojektet har dermed også været med til at skabe en mere flydende vekselvirkning mellem de to arenaer hvilket øger muligheden for en mere nuanceret forståelse af forholdet mellem teori og praksis samtidig med at fx mikroafprøvninger også bliver en didaktisk mulighed – og dermed endnu et bidrag til sammenhæng som et epistemologisk begreb (som Aarby netop anfører hovedsageligt er knyttet til forholdet mellem teori og praksis i læreruddannelsen). Vi har helt sikkert været udfordret på struktur idet vi har igangsat en fremadskuende tilgang i en allerede fastsat ramme, men det er en udfordring som vi er klar til at løse i samarbejde med skolerne.

Betragter vi muligheder for at skabe øget sammenhæng, i den forstand som Aarby beskriver som ofte implicit knyttet an til didaktiske begreber som kontinuitet, progression og rækkefølge samt det engelske begreb alignment, får jeg lyst til at tage fat i to perspektiver: Det ene kommer fra egen erfaring, det andet er en ballon som jeg vælger at puste op. Udviklingsgruppen omtaler dels et separat arbejde forankret i Børne- og Undervisningsministeriet, med fokus på overgang mellem uddannelse og job, dels nævner den "Outro" på uddannelsens fjerde år. Dermed kan ord som mentor eller "ny i job"-muligheder komme i spil. Jeg var som nyuddannet lærer i mit første lærer-år selv med i en mentorordning koblet med en mindre tidsreduktion. Det oplevede jeg som en rigtig god "hånd i ryggen", at der var en dygtig, erfaren lærer som jeg – helt legitimt – havde fri adgang til. Jeg tænker at en god start er en yderst vigtig investering, både for den enkelte lærer, for eleverne, for skolerne og for vores samfund.

Samtidig tænker jeg, fra min nuværende position, at det kunne være spændende også at overveje muligheden for at der i løbet af første år i job afholdes seminarer på læreruddannelserne hvor de nyuddannede vender tilbage for, sammen med UC-undervisere og studiekammerater, at komme tættere på de udfordringer som nyuddannede støder på i deres hverdag. Det vil være til gavn for de nye lærere, men det vil også bringe ny praksisviden tilbage til læreruddannelserne.

Aarby afslutter sin analyse med at konkludere at alle sammenhængsforståelser er gyldige og vigtige når blot det er tydeligt hvilken sammenhæng vi refererer til i en gi-

ven situation. Men selv med ovenstående forsøg på at gøre opmærksom på mulige nye sammenhænge i forskellige kategorier er det for mig klart at der er et indlysende behov for en gennemgribende gentænkning af de organisatoriske, strukturelle og kulturelle rammer for samarbejder mellem professions- og campusarenaen. Skal intentionerne i udviklingsgruppens forslag indfries, så rækker det næppe med en række mindre justeringer af delområder. Der skal skabes en åben mulighed for ikke alene en *bedre praktik*, men også indirekte et udviklingsløft af skolens såvel som uddannelsens praksis.

I artiklen opbygger Aarby i flere omgange et argument om at de studerende ikke synes at de lærer noget på læreruddannelsen, men at det er i praktikken de lærer noget. Som eksempel nævnes 5E-modellen fra biologiundervisningen som de studerende lykkeligt benytter som analysemodel i forhold til undervisning – uden at foretage de fornødne refleksioner over modellens tilstrækkelighed. Hvilket illustrerer det uafvendeligt problematiske i relationen mellem teori og praksis.

Som underviser i matematik på læreruddannelsen vil jeg glæde mig til fx at få muligheden for et tættere samarbejde med kolleger fra LG-fagene på læreruddannelsen og en forhåbentlig øget adgang til uddannelsesskolerne, så vi sammen kan udvikle læreruddannelsen til gavn for de studerendes professionsrettede læring og udvikling. Tænk at få lov til at udvikle undervisning både i klasselokaler på skoler og i undervisningslokaler på campus i et tresidet fællesskab mellem lærere, undervisere og studerende. Det vil give mulighed for at udvikle undervisningen både på skolerne og på campus – samtidig med at det vil give de studerende erfaringer med at gøre forskellige typer af undervisning til genstand for analyser og refleksion på baggrund af den uddannelsesviden de har fået på campus. De vil hermed også lære at det at kunne videreudvikle undervisningen sammen med andre er en naturlig del af det at varetage undervisning, også efter endt uddannelse. Det er også vigtig læring for vores studerende. På den måde sikrer vi en dynamisk læreruddannelse.

Aarbys præcisering af de forskellige tilgange til teori-praksis-relationer samt konkrete eksempler fra naturfagsundervisningen giver et tydeligt billede af hvor kompleks en situation vi er i når vi vil udvikle læreruddannelsen og samarbejdet mellem de to arenaer den foregår i. Vi skal drøfte det og tænke os godt om når vi skal være med til at foreslå og implementere nye sammenhænge og samarbejdsformer. De må ikke ende som de "faste kasser til faste aktiviteter" der er vanskelige at vedligeholde, som Aarby så levende skriver at have set til naturfagsundervisning på skoler. Får vi en ægte mulighed for at tænke og agere nyt i nye sammenhænge og samarbejder med det mål at styrke dannelse og kompetencer hos de nye lærere, så de kan varetage alle de opgaver man har som lærer i folkeskolen – ja, så skal vi gribe chancen og med kritisk omhu udvikle dette nye i samarbejde med professionen. Dermed vil vi også udvikle et fælles og måske nyt sprog til brug i vores ... kan vi kalde det en tredje eller i hvert fald fælles læreruddannelsesarena?



# 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.

# Halleløj – her kommer jeg!



Trine Hyllested, KP

Anmeldelse af Sigurd fortæller om naturvidenskab, Politikens Forlag, 2021. Tekstbog, aktivitetsbog og brætspil.

Folk der kan formidle naturvidenskab til almindelige mennesker uden at bruge alt for mange svære ord og begreber, har altid fascineret mig, både i bøger og på film. Jeg har undervist lærer- og pædagogstuderende i naturfagene en stor del af mit erhvervsaktive liv. Det har været en evig udfordring at finde tekster til de voksne studerende der formidlede noget meget svært på en letforståelig måde uden at gå på kompromis med det faglige indhold. Jeg har brugt Eirik Newth: *Jagten på Sandheden*, Bill Bryson: *En kort historie om næsten alt* m.fl. Nu er der kommet en ny bog skrevet af en cand.phil. ... i musikvidenskab!

Naturvidenskabsfolks viden og ansættelsesposition bliver meget hurtigt, bevidst eller ubevidst, brugt som magtinstrument til at undertrykke andre der ikke ved det samme som en selv. Naturvidenskabens præcise sprog er i sig selv et magtinstrument der udelukker rigtig mange fra at gå med ind i diskussionen om naturvidenskab, og hvordan den skal bruges. Er man nødt til at forstå alting



i naturvidenskab helt til bunds før man kan være med til at diskutere? Hvad betyder det for demokratiet?

Heldigvis har vi i Danmark en Klods-Hans der nu også kaster sig ud i at formidle naturvidenskab uden ærefrygt og autoritetstro. En Klods-Hans der tror på at det kan han sagtens finde ud af, og gør det. Han synger så det skingrer efter, tager sin træsko og sin krage og går i lag med naturvidenskabsprinsessen. Han lærer selvfølgelig noget undervejs, konsulterer gode folk der forklarer og hjælper. Det har de gjort godt. Han indrømmer selv i sit forord at det har været et ubeskriveligt stort arbejde og en meget stor erkendelsesproces. Naturen har fx ingen hensigter, dyrene har ikke valgt at se ud som de gør, og forklaringerne gælder kun indtil noget andet er bevist. Men hatten af for en cand.phil. i musikvidenskab der formidler naturvidenskab med en så stor fascination og fortælleglæde at det smitter læserne – i hvert fald i vores familie fra en på ni år til en på 64 år!

Det er Sigurd Barrett der er vores Klods-Hans. Jeg må indrømme jeg var virkelig spændt da jeg fik tilsendt materialet til anmeldelsen: en tekstbog, en lille aktivitetsbog med naturfagsaktiviteter og et brætspil for hele familien i en pakke fra Politikens Forlag. I tekstbogen er der links til Sigurds sange og film til hvert af de 17 kapitler. De kan også findes på nettet. Materialet har en bred målgruppe fra fem til 100 år. Det er nok en umulig opgave, men der gøres et helhjertet forsøg.

Jeg blev så glad for tekstbogen at jeg ikke kunne slippe den. Jeg læste de

330 velillustrerede sider næsten ud i et. Bogen er inddelt i 17 kapitler der forsøger at tage udgangspunkt i almindelige menneskers måde at tænke naturvidenskab på. Fx "Vi måler og vejer", "Vejret", "Mennesket prøver at forstå verden". Den bog ville jeg gerne anbefale mine tidligere natur/teknologistuderende som en appetitvækker på naturvidenskab. Der er i bogen forklaringer på alt fra atomer til evolution, og der er næsten ingen fejl. Dog findes der vel strengt taget ikke tang i en græsplæne (s. 86), og man kan vel heller ikke forklare hvorfor planterne blomstrer (s. 280). Har de en hensigt med det? Selvfølgelig har Sigurd haft en klog oldermand i cand.scient., ph.d. Hans Buhl fra Steno Museet til at hjælpe sig. Han har også haft fx sin gode musikerven Eskild Dohn, der bl.a. er cand.mag. i eksakte videnskabers historie. Så ingen træer vokser ind i himlen alene.

Jeg blev rigtig glad. Glad for at man på en sprudlende og overskudsagtig måde kunne forklare så mange svære ting på så få sider: s. 24 "Da jorden blev dannet, var den så varm, at den var flydende. Ligesom flydende chokolade, der ikke er størknet endnu." Engagerede tekster om videnskabsmænd og kvinder der har viet deres liv til at undersøge og undre sig: s. 130 "Den eneste måde vi kan forstå himmelrummet, er ved at studere det hele tiden. Vi må måle nøjagtigt, skrive alting op og regne det hele sammen!" sagde Tycho Brahe. "På den måde var han med til at grundlægge det, man kalder den moderne naturvidenskab".



Tekstbogen er fint og fjollet illustreret, men der har åbenbart ikke været en faglig redaktør inde over illustrationerne, for på livets træ nedstammer pattedyrene fra fuglene (s. 81). En solfanger og en solcelle forveksles på s. 238, og genbrug betyder åbenbart at vi på samme tid sorterer affaldet, men også brænder det af for at få varme i vores huse (s. 323). Det er ikke genbrug i min optik. Vi har i Danmark gjort os alt for afhængige af at brænde affald af i stedet for at sortere og genanvende det.

Aktivitetsbogen er skrevet af en naturfagsdidaktiker og en retskemiker! Den er fyldt med velkendte, gennemprøvede småforsøg. Nogle af dem ser ud til at være fotograferet hjemme i egen have!

Spillet er lavet af Eskild og Sigurd med flere hjælpere og er for hele familien. Det handler om at samle vidensbrikker, det er spændende og velkomponeret. Da jeg spillede det med min nevø på ni år, vandt han over mig selvom jeg kunne svare på alle spørgsmål, så det handler som i så mange andre af livets spørgsmål ikke bare om at have faglig viden. Held, strategi og guldmønter har også betydning. Vi fandt faktisk ud af at det ville være godt at starte med at dele en guldmønt ud til hver deltager på forhånd, ellers kan de ikke agere efter kortene med "forsøg".

Imidlertid varede det lidt før jeg gik ind på YouTube og så filmene og hørte sangene der hører til hvert kapitel. Der er 17 film på hver ca. 25 minutter. Jeg blev skuffet. Forstår man ikke hvad oldermænd skriver, så læser Sigurd det op og synger det for dig! Så kan du lære det, ka' du! Sigurd besøger mange spændende steder på naturvidenskabelige museer med mikrofon og ternet jakke. For mig lignede det en krydsning mellem provinskomedie og dårlig undervisningsoplæsning af de ellers gode tekster. Det var fyldt med krydsklip, sorte tavler og løftede pegefingre. Jeg ville umiddelbart sige: Do not tell it, show it! Jeg så Sigurds Bjørnetime på DR med mine børn for 25 år siden, men ville børn i dag mon kunne lide det? Det viste sig mindst én kunne. Aske på ni år indvilgede i at se den første film på 25 minutter og give mig sin mening. Da vi var færdige med den, ville han se den næste og den næste. "De forklarer det jo så man kan forstå det, kan du høre det?" "Det er supersjovt at de voksne klæder sig ud og fjoller rundt!"

Kort sagt: Vi har brug for ukuelige Klods-Hanser der kaster sig over naturvidenskabsprinsessen. Jeg håber at flere vil gå i lag med hende! Tak skal du have, Sigurd!

# Pædagogik for bæredygtighed og science i dagtilbud



Linda Ahrenkiel,  
Pædagoguddannelsen, UCL



Morten Rask Petersen,  
Anvendt Forskning  
i Pædagogik og  
Samfund

*Anmeldelse af Pædagogik for bæredygtighed og science i dagtilbud af Stig Broström og Thorleif Frøkjær, Samfundslitteratur, ISBN 9788759339169*

Vi har med stor interesse læst *Pædagogik for bæredygtighed og science i dagtilbud* af Stig Broström og Thorleif Frøkjær. Bogen henvender sig primært til det pædagogiske personale i dagtilbud, men forfatterne adresserer, at bogen rækker langt videre og henvender sig også til studerende og undervisere på lærer- og pædagoguddannelsen, lærere, børns forældre og kommunale forvaltninger.

Bogen er et forsøg på at indkredse en pædagogik for bæredygtig udvikling koblet med en sciencepædagogik. Bogen har til hensigt at udfolde den del af det pædagogiske læreplanstema Natur, udeliv og science, som sætter bæredygtig udvikling på dagsordenen:

*“Det pædagogiske læringsmiljø skal understøtte, at alle børn får konkrete erfaringer med naturen, som udvikler deres nysgerrighed og lyst til at udforske naturen, som giver børnene mulighed for at opleve menneskets forbundethed med naturen, og som giver børnene en*

*begyndende forståelse for betydningen af en bæredygtig udvikling.” (§ 11 i bekendtgørelse om pædagogiske mål og indhold i seks læreplanstemaer. Citeret fra Børne- og Socialministeriet (2018): Den styrkede pædagogiske læreplan, Rammer og indhold, s. 45)*

Bogen har dermed en meget ambitiøs målsætning både i forhold til læserskare og i forhold til indhold. Bogens første kapitler tager fat på begrebet bæredygtig udvikling i et historisk perspektiv. Fra begrebet første gang optræder i Bruntlandrapporten via økopædagogik og miljøpædagogik til undervisning for bæredygtig udvikling. Særligt beskrives projektet ‘Bæredygtighed i børnehaven’, som er et globalt projekt iværksat af verdensorganisationen for småbørnspædagogik, OMEP. Her gives også en masse eksempler på, hvorledes der er blevet arbejdet med bæredygtighed i børnehaven. Det konkluderes på baggrund af eksemplerne, at “når man tager et nyt

*pædagogisk tema op (bæredygtighed), er man ofte lidt usikker, hvilket let medfører, at man er for styrende og i sin iver kommer til (...) at formidle det glade budskab til børnene. Det får børnene ikke meget ud af. Hele grundideen er, at børnene skal være undersøgende og udforskende og med pædagogens nysgerrige og medundersøgende støtte mere eller mindre selv opdager problemer og sammenhænge samt selv kommer med ideer til forandring” (Broström & Frøkjær, 2021, side 47).* Det er dog en af bogens udfordringer, at de eksempler som gives deri ikke giver læseren inspiration til en tilgang, der understøtter at børn får konkrete erfaringer, som udvikler deres nysgerrighed og lyst til at udforske. Eksemplerne understøtter ikke umiddelbart hvordan det pædagogiske personale i dagtilbud kan være baseret på en legende og eksperimenterende tilgang, for at læringens indhold og form giver mening for børnene. Der er dog ingen tvivl om at det ligger forfatterne på sinde, at en bæredygtighedspædagogik bør tage afsæt i børns nysgerrighed og undren. Et eksempel på at der stadig er meget der skal undersøges for at skabe forståelse for hvordan vi kan arbejde med en legende tilgang til pædagogik for bæredygtighed og science (i en legeverden).

Den pædagogiske læreplan adresserer, at *“når det pædagogiske personale i dagtilbud målrettet arbejder med børnenes læring inden for fx bæredygtighed, (...) skal den pædagogiske tilgang være baseret på en legende og eksperimenterende tilgang, for at læringens indhold og form giver mening for børnene”* (Den pæda-

gogiske læreplan – Rammer og indhold, 2018). Broström og Frøkjær henviser til tre andre tilgange til pædagogik i relation til bæredygtig udvikling: i, for og som bæredygtig udvikling. Pædagogik i bæredygtig udvikling handler om fokus på bæredygtighed som et tema, som studeres. Børnene præsenteres fx for betydningen af at spare på vandet. Pædagogik for bæredygtig udvikling handler om at leve et bæredygtigt liv sammen, hvor der træffes bæredygtige valg fx at institutionen affaldssorterer. Pædagogik som bæredygtig udvikling har fokus på det værdimæssige. Bogen eksemplificerer fx at der etableres en bytteboks for legetøj, som børnene ikke længere bruger. Den legende og eksperimenterende tilgang, som den styrkede pædagogiske læreplan adresserer udtrykker sig ikke tydeligt i forfatterens tre tilgange til en pædagogik for bæredygtighed i dagtilbud.

I bogens anden halvdel kobler forfatterne en science-tilgang med pædagogik for bæredygtig udvikling. De beskriver hvorledes de er inspireret af det engelske begreb emergent science, som begreb for den tidlige og gryende forståelse for de store lovmæssigheder i naturen, men med udgangspunkt i konkret erfaringsdannelse. Med begrebet emergent science gøres det tydeligt at science i dagtilbud er noget andet end det, der kaldes science i fx skolesammenhænge. Det til trods, er en række af de eksempler, der præsenteres taget fra en skolekontekst. På samme måde kunne det have været spændende hvis forfatterne prøvede at karakterisere begrebet emergent bære-

dygtighed og hvorledes det adskiller sig fra bæredygtighed frem for at lade en forståelse af begrebet i en skolesammenhæng flyde ned i dagtilbud.

Forfatterne af bogen argumenterer for koblingen mellem science og bæredygtighed ud fra læreplanstemaets beskrivelse. Men den manglende diskussion af bæredygtighedsbegrebet (som i bogen ofte dukker op i form af normative handlinger og af hvorvidt det kan favnes af eller rækker ud over sciencebegrebet der grundlæggende påberåber sig en objektivitet) gør, at man som læser let kan mangle den helt grundlæggende præmis for at koble bæredygtighed med sciencebegrebet,

Kapitel 10 adresserer leg og fantasi som omdrejningspunkt for en science- og bæredygtighedspædagogik. Det legeteoretiske blik, der præsenteres er meget bredt og understøtter forfatternes egen pointe om at leg er et meget komplekst begreb. Legebegrebet bliver også komplekst for læseren. Forfatterne henviser til Huizinga og Schiller, som bygger på en grundantagelse om, at leg ikke tjener et bestemt formål – men er et selvstændigt fænomen i vores kultur. Legebegrebet kommer til at stå i kontrast til bogens øvrige mange henvisninger til Dewey. For Dewey er leg og arbejde aktiviteter af samme art, nemlig måder, vi gør os erfaringer på. Det handler altså for Dewey om at lære via erfaringer (i legen) og ikke abstrakte fortællinger. I hele det spændingsfelt forfatterne skitserer fra leg som almindelig dannelse til leg som læring konkluderer forfatterne at legekarakteristika skal være omdrejningspunkt for en science- og bæ-

redygtighedspædagogik i dagtilbud. Forfatterne søger at indkredse begrebet guidet leg som et vigtigt legekarakteristika. I guidet leg støtter voksne børn i at nå et eller flere læringsmål i en legekontekst. Et sympatisk træk, som desværre ikke følges op med tilstrækkelige gode eksempler knyttet til science- og bæredygtighedspædagogik i dagtilbud. Endvidere peger forfatterne på at en sådan guidet leg i en playworld (legeverden, forestillet verden) kræver at børnene må have forkundskaber. Det gode spørgsmål, der står tilbage er så hvordan disse forkundskaber kan erfares med en legende tilgang?

Bogen er et forsøg på at samle teoretiske argumenter og praktiske eksempler, der kobler felter som leg, nysgerrighed, interesse, dannelse, fagpædagogik/didaktik, bæredygtighed og science sammen så det giver mening for en meget bred læserskare. Vi kan dog være bekymrede for om bogen ganske enkelt er for komprimeret dertil.

Vi medgiver forfatterne deres udsagn om at bogen og dens eksempler ikke er udfoldet tilstrækkeligt og at der stadig er meget der skal undersøges for at skabe forståelse for hvordan vi kan arbejde med en legende tilgang til pædagogik for bæredygtighed og science (i en legeverden).

Bogen bliver således mere et afsæt der kalder på yderligere undersøgelser og flere projekter end en egentlig inspirerende bog til at arbejde med pædagogisk for bæredygtighed og science i dagtilbud. Vi tror at praksisfeltet og vi som kollegaer på området havde forventet os lidt mere af bogen.



# Hvordan kan STEM-undervisning håndteres?



Sebastian Horst,  
MONAs redaktion  
og Institut for  
Naturfagenes  
Didaktik, Køben-  
havns Universitet



Kjeld Bagger Laursen,  
MONAs redaktion og  
Institut for Naturfagenes  
Didaktik, Københavns  
Universitet

**Abstract:** *STEM er en samlebetegnelse for områderne naturfag, teknologi, ingeniørvidenskab og matematik. I denne tekst laver vi en dansk introduktion til en forståelse af STEM-undervisning som Jacob Pleasants fra USA har beskrevet i sin artikel "Inquiring into the Nature of STEM Problems" fra 2020. Vi finder nemlig denne tilgang interessant og brugbar i danske sammenhænge. Pleasants' artikel undersøger karakteren af STEM-problemer med det mål at højne effekterne af STEM-undervisningen i grundskole og gymnasium. En nøglekonklusion er at mange integrerede STEM-undervisningsindsatser har en tendens til at fokusere på STEM-problemer som er rammesat ret snævert, og som ikke lægger nok vægt på sociale, kulturelle, politiske eller etiske aspekter. Artiklen giver adskillige eksempler, alt sammen ud fra en grundholdning om at hvis STEM-undervisning skal forberede eleverne til at forholde sig meningsfuldt til komplekse problemer i den virkelige verden, bør der lægges mere vægt på en tilgang der favner de ikke-STEM-dimensioner der ligger i disse problemer.*

## Indledning

Det er blevet ret almindeligt at bruge betegnelsen STEM som står for Science, Technology, Engineering & Mathematics. Blandt meningsdannere, politikere og andre beslutningstagere tales ofte om hvordan det er afgørende at få flere unge til at vælge STEM-uddannelser, dvs. kompetencegivende uddannelser inden for disse områder – fordi erhvervslivet efterspørger det, fordi vi ellers kommer til at mangle dem, og fordi man ser det som en forudsætning for vækst og fremgang i samfundet helt generelt at der bliver uddannet nok inden for disse felter.

Men STEM bruges også oftere i sammenhæng med ordet undervisning, dvs. STEM-undervisning. Fagbladet for naturfagsundervisere i grundskolen har lige skiftet navn til "STEM-undervisning". Der er lavet en ny kandidatuddannelse i STEM-undervisning som en overbygning til folkeskolelæreruddannelsen ([www.studier.ku.dk/stem](http://www.studier.ku.dk/stem)). På Big Bang-konferencen i april var der mange oplæg med fokus på STEM-undervisning. Og her i MONA har der efterhånden også været en del tekster om STEM-undervisning.

Denne artikels forfattere, som begge er i redaktionen for MONA, synes at det kunne være givtigt at vi får drøftet hvad vi egentlig forstår ved STEM-undervisning: Er det en særlig slags undervisning? Er det bare al undervisning med en eller anden kombination af S, T, E og M? Skal alle bogstaver indgå (i lige omfang) før det er STEM-undervisning?

Som et bud på svar på disse spørgsmål har vi fundet en artikel af Jacob Pleasants (Pleasants, 2020), og den tillader vi os her at formidle på dansk. Interesserede læsere opfordres naturligvis til at gå til kilden, dvs. selve artiklen – se referencelisten til sidst.

## Hvad er formålet med STEM-undervisning?

Den voksende interesse for STEM og for integreret STEM-undervisning bæres i høj grad frem af en tro på værdien af at eleverne giver sig i kast med komplekse STEM-problemer (“STEM problems”) der går på tværs af flere felter. Som Pleasants udtrykker det:

“Et ambitiøst og væsentligt mål for STEM-undervisning er at forberede elever på personligt og samfundsmæssigt relevante problemer som de sandsynligvis vil møde i en verden der er gennemgribende præget af STEM-områder. Når det nu er sådan, må STEM-undervisnings-’samfundet’ eftersøge større klarhed om disse problemers natur, såvel som hvilke slags problemer eleverne rimeligvis udsættes for i STEM-undervisning.” (Pleasants, s. 851, vores oversættelse)

Ordet “problem” har mange betydningsnuancer, også på dansk, men den væsentligste og mest relevante her er simpelthen “opgave”, som i fx matematikopgave. Også muligheden “projekt” er relevant. Vi har valgt her at bruge den samme glose som Pleasants, dvs. når vi skriver “problem”, skal det forstås i bred forstand som noget elever arbejder med i undervisningen.

Pleasants’ overordnede mål er altså at afklare arten af disse STEM-problemer og at differentiere STEM-problemer fra andre slags problemer. Han vil gerne højne effekterne af STEM-undervisningen på det primære og sekundære skoleniveau. Han opbygger et analyseapparat, en typologi, der placerer STEM-problemer inden for både STEM-felter og ikke-STEM-felter, og som også identificerer og beskriver STEM-problemernes karakteristika. Typologien og disse karakteristika anvendes derefter på forskellige tilgange til STEM-undervisning. En nøglekonklusion er at mange integrerede STEM-undervisningsforløb har en tendens til at fokusere på snævert indrammede STEM-problemer som ikke lægger vægt på sociale, kulturelle, politiske eller etiske aspekter. Der findes imidlertid andre undervisningstilgange som indbefatter disse udeladte aspekter. Artiklen giver adskillige eksempler, alt sammen ud fra en grundholdning om at hvis STEM-undervisning skal forberede eleverne til

at forholde sig meningsfuldt til komplekse problemer i den virkelige verden, så bør der lægges mere vægt på tilgange der favner de ikke-STEM-dimensioner der ligger i disse problemer.

I bund og grund er artiklen en begrebsafklaring om den del af problembaseret undervisning der kaldes *integreret STEM-undervisning*, altså undervisning hvor eleverne giver sig i kast med STEM-problemer der er *komplekse* i den forstand at de går på tværs af flere af de fagfelter som bogstaverne S, T, E og M står for. Ordet "kompleks" åbner også op for det der i virkeligheden er Pleasants' ærinde, nemlig som antydet ovenfor at muliggøre større vægt på sociale, kulturelle, politiske eller etiske aspekter.

Opgaven er at kaste lys over karaktertrækkene ved "STEM-problemer", og et første skridt er at beskrive hvad der karakteriserer selve akronymet STEM. Her når Pleasants den efterhånden lidet overraskende konklusion at det ikke er muligt at nå til enighed om en fuldt tilfredsstillende karakteristik af hvad akronymet egentlig står for. Det kan vi faktisk også genkende i den seneste tids artikler i MONA, fx (Schmidt, 2019) og (Sillasen et al., 2017). Men lad os lade den side af sagen ligge og gå videre til afdækningen af hvad STEM-problemer er. Hermed godtager vi altså Pleasants' argument for at koncentrere sig om STEM-problemer, altså ansue begrebsdannelsen på en slags "mikroniveau", nemlig ud fra de konkrete opgaver der dukker op inden for en STEM-undervisningssammenhæng.

Udgangspunktet er naturligt nok at der vitterlig er mange problemfelter i den virkelige verden som er større end det enkelte naturvidenskabelige område, ja endda større end hvad alle de naturvidenskabelige felter kan gabe over i fællesskab. For at kunne håndtere disse større udfordringer i undervisningssammenhænge må vi afdække karakteristika ved STEM-problemer der kan bruges af undervisere og undervisningsplanlæggere til at afgøre om et givet problem fortjener at blive opfattet som et STEM-problem.

Pleasants finder det nødvendigt og brugbart at opridse hvad der er karakteristisk for problemstillinger inden for de enkelte STEM-områder, altså for naturvidenskabelige problemstillinger og tilsvarende for matematiske, for teknologiske og til sidst for engineering-problemer. Det beskriver vi i næste afsnit.

I afsnittet herefter tager Pleasants fat på opbygning af en typologi hvis rammer specificeres ved en indkredsning af signifikante karaktertræk ved STEM-problemer, specielt med henblik på hvad disse karaktertræk betyder for STEM-undervisning. Efter således at være blevet udstyret med en forståelse af hvad STEM-problemer er, skal vi se på hvordan Pleasants bringer denne indsigt i spil i STEM-undervisning. Vi ønsker at dvæle mest ved denne del: Her er der nemlig pointer der er direkte relevante for STEM-undervisningens praksis – udtrykket af ganske få konkrete cases – og det er således vores teksts sidste afsnit.

## Hvad karakteriserer STEM-problemer?

Pleasants' beskrivelser er korte karakteristikkter som er formuleret så man kan se både forskellene og berøringsfladerne mellem de enkelte felter, og vi nøjes derfor her med at citere hans sammendrag i vores oversættelse. Det er med vilje at områderne ikke tages i S-T-E-M-rækkefølgen, men i stedet så lighedspunkter og forskellene mellem fagområderne illustreres bedst muligt. De fire beskrivelser diskuteres derefter under et, først med hovedvægt på fordele ved flerfaglighed, derefter med vægt på fordele ved fagspecifikke perspektiver.

- **Naturvidenskabelige problemer:** Naturvidenskab beskæftiger sig med problemfelter der angår viden om naturen. Viden omfatter grundlæggende idéer såvel som anvendelser af disse idéer i naturen.
- **Matematiske problemer:** Matematik beskæftiger sig med problemfelter der angår viden om matematiske størrelser (på engelsk *mathematical entities*). Viden omfatter grundlæggende idéer om egenskaber ved og forbindelser mellem disse matematiske størrelser såvel som spørgsmål om hvordan disse idéer kan anvendes.
- **Teknologiske problemer:** Teknologiske problemer handler om at muliggøre visse menneskehandlinger ved at skabe objekter, systemer og processer eller ved ny brug af disse.
- **Engineering-problemer:** Engineering-problemer udgør en delmængde af de teknologiske problemer hvor der fokuseres på funktionelt design, udvikling og analyse af teknologiske objekter og systemer.

Det er klart at de fire STEM-felter er markant forskellige. Men der er naturligvis utallige måder de interagerer med hinanden på, bl.a. fordi problemer på et af områderne ofte leder til problemer på et eller flere af de andre. Tænk bare på det klassiske samspil mellem fysik og matematik. Eller tænk på behovet for energi, som gennem hele menneskets historie (vandkraft, vindkraft, atomkraft) har afhængt af et spil mellem fysiske love og engineering og teknologi. Så man kan mene at STEM-betegnelsen dukker op nærmest af sig selv – og at S, T, E og M er helt oplagt at sætte sammen fordi felterne rent faktisk samarbejder så meget. Men det betyder naturligvis ikke at faggrænser og fagspecifik viden og færdighed er overflødige eller ikkeeksisterende, for det enkelte STEM-felt har jo gennemgået så rig en udvikling at det med sine teorier og metoder kan yde værdifulde bidrag til løsningen og forståelsen af også meget sammensatte problemer.

Pointen her er at selvom vi bruger STEM-betegnelsen, så må vi ikke glemme forskellene mellem de fire felter. Alle der er uddannet inden for dem, ved jo godt at der er forskelle. Det er måske nærmere ikke-STEM-uddannede (fx politikere, som jo sjældent har STEM-uddannelser bag sig) der kan have sværere ved at se forskellene.

## Typologi for STEM-problemer

Nu kan vi så gå til det konkrete. Tabel 1 giver en række eksempler på komplekse problemfelter som involverer mere end ét STEM-felt.

**Tabel 1.** *Eksempler på STEM-problemer.*

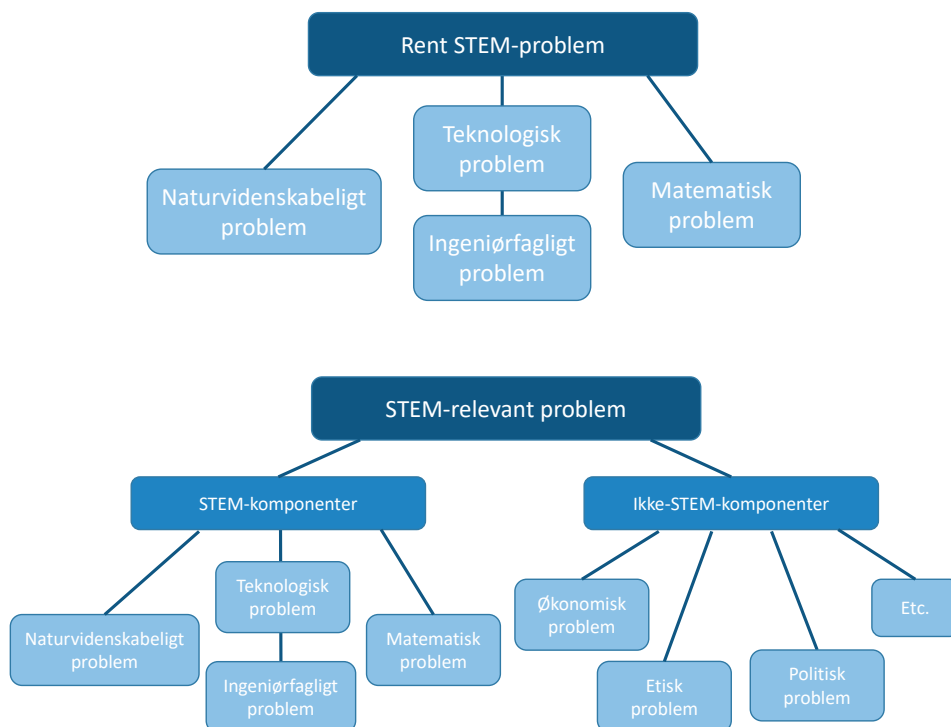
• Problemer om at designe vindmøllebaserede energisystemer
• Problemer om at sikre rent vand
• Problemer om at tage vare på sårbare økosystemer
• Problemer om at tage vare på miljøet
• Problemer om at udvikle infrastrukturen bredbånd, energiforsyning og transport
• Problemer om at tage vare på og forbedre folkesundheden
• Problemer om at fremme økonomisk vækst
• Problemer om national sikkerhed

For at kunne give substans til ordet *involvere* vælger Pleasants at tænke på det enkelte STEM-felts involvering ud fra en opdeling af det foreliggende komplekse problem som en “blanding” af overlappende delproblemer. Hvis et af disse delproblemer kan opfattes som et naturvidenskabeligt problem, et matematisk problem, et teknologisk problem eller et engineering-problem, så kan delproblemet tackles med det pågældende felts værktøjer. Anskuet på den måde kan det komplekse problem så placeres inden for et kompleksitetshierarki og opfattes som sammensat af delproblemer. Men den tilgang er vanskeliggjort af at der ofte dukker både STEM- og ikke-STEM-felter op ved delproblemopdelingen. Figur 1 forsøger at vise dette.

Tag fx problemet om at sikre rent vand: Det indeholder engineering-problemer, både hvad angår rensning af urent vand, og hvad angår beskyttelsen af vands renhed. Og det indeholder naturvidenskabelige problemer om forskellige kemikalier i vandet, om deres indbyrdes forbindelser med hinanden og med helbredsspørgsmål. Men der er også legitime problemer af politisk karakter, fx ang. kontrollen med vandforsyning, og af etisk karakter (såvel som af økonomisk karakter) ang. ansvaret for forurening.

Vi fortsætter opbygningen af Pleasants’ typologi ved at dvæle lidt ved et andet af problemerne i tabel 1, vindmøllebaserede energisystemer. Her er to forskellige måder at italesætte problemet:

1. Vi ønsker at udvikle en vindmølleteknologi som producerer store energimængder under lave omkostninger, og som gør det med minimal indvirkning på det lokale miljø.
2. Vi ønsker at udvikle en vindmølleteknologi som i økonomisk, miljømæssig og social velfærdshenseende er til gode for lokalsamfundet. Vi ønsker at benytte teknologier der bringer fremskridt for de lokale interessenter og samtidig minimerer negative effekter for dem.



**Figur 1.** Pleasants' måde at vise forskellen på STEM-problemer og STEM-relevante problemer. Delproblemer i de lyseblå kasser kan både være i ental og flertal.

Formulering 1) er et rent STEM-problem, ifølge Pleasants: Det kan dekomponeres fuldstændigt i delproblemer som tilhører et af STEM-felterne. Formulering 2) er et eksempel på et STEM-relevant problem, som Pleasants vælger at kalde det, fordi formuleringen indebærer at der er delproblemer i alle STEM-områderne, men der er adskillige aspekter som peger på ikke-STEM-problem-formuleringer – altså problemer der strengt taget ligger uden for STEM-felterne.

Det er værd at lægge mærke til at mange af tabel 1's virkelige-verdens problemer som er blevet brugt til at motivere selve STEM-undervisningens berettigelse, faktisk

snarere er STEM-relevante end rene STEM-problemer. Kategorien STEM-relevante problemer er lettest forståelig hvis læseren kaster et blik på figur 1.

I denne sammenhæng er det også værd at gøre opmærksom på at der også findes ikke-STEM-problemer. Her er et par eksempler som ikke er direkte forbundet til naturvidenskab, engineering eller matematik:

- Eksempel A: Fremstilling af keramik har foregået i tusindvis af år. Meget af det foregår i stor skala på højteknologisk maskineri, men meget foregår også som håndarbejde. For keramikeren eller pottemageren drejer det sig om at lave genstande som opfylder håndværkerens funktionelle og æstetiske krav. Færdiggørelsen kræver indgående kendskab til og brug af relevante teknologier (drejeskiver, ovne).
- Eksempel B: Boligmangel er mange steder et problem. En markant del af problemet har med lighedsprincipper at gøre fordi det ikke kun drejer sig om udbud og efterspørgsel: Forskellige etniske og økonomiske grupper har ikke samme adgangsmuligheder. Så problemet omfatter også hvordan ligelig adgang til en bolig defineres og administreres, og hvad lokalsamfundet kan gøre for at fremme ligeligheden.

## Karaktertræk ved STEM-problemer

Pleasants trækker på erfaringerne fra moderne videnskabsteori ved at være skeptisk over for mulighederne for at indkredse de nødvendige/tilstrækkelige betingelser for et problem for at det er et STEM-problem. I stedet eftersøger han et sæt "familieligheder" eller "familietræk" ud fra en erkendelse af at en bestemt familielighed kan identificere et væsentligt træk ved et STEM-problem uden nødvendigvis at være til stede i ethvert STEM-problem. Og tilsvarende kan et problem have et bestemt STEM-familietræk og alligevel være et ikke-STEM-problem. Hans udpegede familietræk fremgår af tabel 2. Brugen af familietræk-beskrivelsen betyder så at et foreliggende problem er et STEM-problem hvis det opfylder hver af de fem kriterier i tabel 2, men graden af det enkelte kriteries opfyldelse er lidt uspecificeret, som bl.a. tilstedeværelsen af "i forgrund" angiver.

**Tabel 2.** *Karaktertræk ved STEM-problemer.*

1. Ny teknologi i forgrund
2. Viden om S-T-E-M i forgrund
3. S-T-E-M-metoder i forgrund
4. Kontekstspecifitet
5. Reduktivitet



Lidt ordforklaring er på sin plads her. “Ny” teknologi er valgt i stedet for “innovativ” for også at kunne inkludere teknologier der er nye uden nødvendigvis at være decideret radikalt nyskabende. Vendingen “i forgrund” skal forstås som “fremtrædende” på samme måde som familiefotos kan være domineret af de personer der sidder forrest. Pleasants anfører som eksempel på et problem som kriterium 1 udelukker fra at være et STEM-problem, det keramiske eksempel A ovenfor: Den keramiske industri og håndværket er ikke domineret af anvendelse af *ny* teknologi.

Bemærk dernæst også at der står S-T-E-M, ikke STEM. Det skal forstås på den måde at kriteriet er at der på fremtrædende plads skal indgå viden, henholdsvis metoder fra *både* S, T, E og M. Dermed er både 2) og 3) forståelige. Det kan umiddelbart virke som kriterier der udelukker en hel masse problemer, og det er også muligt, men Pleasants finder det mere konstruktivt at tænke på STEM-problemer på denne lidt eksklusive måde, bl.a. for at huske på at de fire felter er forskellige. Og bare fordi noget er et S-problem (altså fx handler om at opnå viden om naturen), så er det ikke formålstjenligt at tale om det problem som om det også er et STEM-problem. Det forhindrer jo ikke at man samtidig kunne tale om ST-problemer eller SM-problemer osv. Vi kan sammenligne med mængdelære på den måde at STEM-problemer ikke er foreningsmængden, men fællesmængden for S, T, E, og M, ifølge Pleasants.

Kriterium 4) skal opfattes således: Håndteringen af problemet kan kræve generelle metoder og viden fra S-T-E-M, men problemet har et konkret indhold, som fx eksemplificeret i vindmølleproblemet nævnt tidligere. Det kommer af at teknologiske og ingeniørfaglige problemer altid er (bør være?) følsomme over for økonomiske, teknologiske og sociale omstændigheder.

Og endelig er der kriteriet om reduktivitet. Dets tilstedeværelse på listen har at gøre med behovet for at kunne operere på undervisnings- og læringsmæssigt overskueligt niveau. Kast blot et blik på de to vindmølleproblemsrammesætninger 1) og 2). De udgør hver sin anvendelse af reduktivitetskravet. Mere generelt, så er STEM-aktiviteter der involverer matematisk modellering, altid nødt til at anvende reduktivitet eftersom det ligger i selve idéen i modellering: Man oversætter og reducerer virkeligheden til en model der fokuserer på bestemte aspekter af virkeligheden.

## Eksempler og implikationer for undervisning

Pleasants’ mål med det præsenterede analytiske værktøj er at sætte lærere og lærebogsforfattere i stand til at udvikle og bruge konkrete forløb indeholdende gode og relevante rene STEM-problemer såvel som STEM-relevante problemer.

For at give inspiration har Pleasants samlet eksemplerne i tabel 3, som han betragter som rene STEM-problemer – bortset fra at der i nogle eksempler er en vis opmærksomhed på sociale aspekter af problemet, men denne opmærksomhed er ikke i forgrunden.

**Tabel 3.** *Eksempler på engineering design-problemer i amerikanske lærebøger og i faglitteraturen.*

Cook et al. (2015)	Lav en kunstig hånd til en person der ikke kan skrive på maskine
Ewalt et al. (2015)	Design en måde at bruge en gammel losseplads på så den ikke bliver overfyldt med måger Lav en Storm P.-maskine der kan gøre noget Lav en vandraket der skyder længst Lav en modelbil der kører hurtigt Byg en bro
Moore & Tank (2014)	Lav et hjem til en hamster Design en måde at organisere en legetøjskasse på
Siverling et al. (2019)	Design en kølebeholder som en lystfisker kan bruge til at holde sin fangst kold i Find på en metode til at udtrække mest mulig DNA af jordbær

Når det så handler om beskrivelsen af STEM-relevante problemer, dukker de såkaldte socio-scientific issues, socio-naturvidenskabelige problemer, op. Den problemkreds har på dansk fået det lidt mere mundrette, men egentlig misvisende navn socio-vi-  
denskabelige problemer, jf fx (Nielsen, 2013). I tabel 4 er Pleasants' eksempler på disse.

Pleasants diskuterer også den dybere spænding der ligger i om elever først og frem-  
mest skal møde rene STEM-problemer eller snarere mere komplekse STEM-relevante  
problemer. Det handler også om hvad man forstår ved naturfaglig dannelse (*scientific  
literacy*), som man kan have forskellige visioner for. Nogle vil mene at man skal foku-  
sere på en "indenfor fagene"-forståelse af naturfaglig dannelse. Andre lægger vægt  
på at elever kan engagere sig i komplekse problemer der også inddrager ikke-STEM-  
felter, fx politiske, økonomiske eller etiske. Pleasants mener at kunne iagttage en  
tendens til fokus på rene STEM-problemer med især det ingeniørfaglige i forgrunden  
*samtidig* med at man begrunder vigtigheden af STEM-undervisning med problemer  
der tydeligvis involverer ikke-STEM-felter. Hvis man begrunder STEM-undervisning  
med argumenter om at eleverne skal arbejde med problemer der viser det komplekse  
samspil mellem STEM-felter og ikke-STEM-felter, så er det jo ikke nok rent faktisk  
udelukkende at lave undervisning om rene STEM-problemer.

**Tabel 4.** *Eksempler på socio-videnskabelige problemer der kan bruges som STEM-relevante problemer.*

Sadler, T.D. & Zeidler, D.L. (2005)	Bør man bruge genterapi til at udrydde Huntingtons sygdom i fostre? Hvad med at rette nærsynethed? Bør kloning være tilladt som en reproduktiv mulighed? Hvad med produktion af transplanterbare organer?
Kolstø, S.D. (2006)	Risici og fordele i forbindelse med udbygning af det elektriske forsyningsnet
Fowler, S.R., Zeidler, D.L. & Sadler, T.D. (2009)	Udfordringer ved brug af stamcelleforskning og sygdomsbehandling Spørgsmål om dyrerettigheder i forhold til farmaceutiske test og medicinsk forskning Risici og fordele ved brugen af vaccine til forebyggelse af sygdomme
Dawson, V.M. & Venville, G. (2010)	Må der dyrkes og sælges genmodificerede tomater? Hvordan skal en rådgiver håndtere en situation hvor faderen til fosteret er ukendt?

## Tre måder at opstille et problem på

Pleasants går herefter over til at illustrere hvordan lærere kan gå til arbejdet med at lave forskellige udgaver af undervisningen på. En lærer i udskolingen skal planlægge et forløb om vands kredsløb, erosion og oversvømmelse. Skolen ligger i en by med en flod som af og til går over sine bredder med ret store ødelæggelser til følge, så læreren tænker at det kunne være et godt udgangspunkt for eleverne, og skal nu rammesætte forløbet. De tre afsnit nedenfor illustrerer en ikke-STEM-tilgang, en ren STEM-tilgang og en STEM-relevant tilgang. Figur 2 illustrerer hvordan han tackler dette.

STEM-problem	
Teknologi	Hvilke nye teknologier fokuserer problemet på?
Kontekst	Hvilke aspekter af konteksten er væsentlige? Hvilke aspekter af konteksten kan forenkles?
Vidensgrundlag	Hvilket kendskab til naturvidenskab, teknologi, engineering og matematik skal eleverne have eller kunne få?
Metoder	Hvilke metoder fra naturvidenskab, teknologi, engineering og matematik trækkes der på?
Ikke-STEM-dimensioner	Hvilke ikke-STEM-dimensioner af problemet findes der? I hvor høj grad vil der blive lagt vægt på disse dimensioner?

**Figur 2.** *Analytisk rammesætning for STEM-problemer.*

## En ikke-STEM-udgave

Eleverne ser en video der viser digerne i og nær byen. Opgaven er at designe en model for et effektivt dige. En række forskellige digebygningsmaterialer oplystes, hvad de hver især koster, og hvilke afprøvninger den designede model skal udsættes for. Eleverne skal så designe, bygge og teste deres model. Efter elevernes afprøvning af deres model gentages hele processen. Til sidst laver eleverne en rapport med det valgte design, og hvorfor de mener det er effektivt.

Dette problem er et ikke-STEM-problem, ifølge Pleasants. Ganske vist er det en undersøgelse af et teknologisk problem, og der er en kontekst i det, men det rejser ingen klare naturvidenskabelige eller matematiske problemer. Ej heller står det klart om det er et engineering-problem eller simpelthen noget der bliver flikket sammen.

## En ren STEM-udgave

Eleverne ser en video der viser digerne i og nær byen. Læreren minder eleverne om at det for nylig har vist sig at digerne ikke er gode nok, og opgaven er nu at bestemme hvad der skal gøres ved digerne for at hindre fremtidige oversvømmelser. Læreren nævner også at det vil være særdeles dyrt at hæve digerne tilstrækkeligt, men måske kan man hæve dem blot så meget at risikoen bliver meget lav – og nøjes med at gøre det de steder hvor oversvømmelserne har ramt hårdest. Denne tilgang betyder at eleverne skal undersøge årsagerne til samt mønstrene i tidligere oversvømmelsesforløb, og at også flodens niveau historisk set skal kortlægges. De indsamlede data skal analyseres statistisk, og estimater for højde og hyppighed af fremtidige vandniveauer skal angives. Til sidst laver eleverne en rapport med argumenter for et design af et højere digesystem.

Denne udgave mener Pleasants kan give klare svar til alle spørgsmålene i figur 2's første fire kategorier. Den opstiller klart et teknologisk problem, og der er konkrete S, E og M-problemer i den. Den er reduktionistisk fordi der kun spørges til digehøjden. Ingen ikke-STEM-aspekter nævnes, så der er tale om ren STEM.

## En STEM-relevant udgave

Læreren fortæller eleverne om hvad oversvømmelsers indvirkninger har været på byen historisk, og spørger om hvad byen egentlig bør gøre. Et naturligt spørgsmål kommer straks frem: Hvorfor sker der overhovedet oversvømmelser her? Og hvad slags oversvømmelser har byen været udsat for i tidens løb? Det kan belyses via historiske data. Næste skridt er at undersøge hvilke teknologier der hidtil har været anvendt for at afværge oversvømmelser og afhjælpe deres effekter, herunder også forsikringer, politiske beslutninger om byggezoner og digebygning. Disse tiltag skal

vurderes. Endvidere skal det undersøges hvad der er blevet gjort når oversvømmelser rammer: reparationer og udbygninger, byggevedtægter, støtteordninger osv. Hvordan og af hvem er omkostningerne blevet fordelt og betalt? Er disse tilgange optimale; hvem *burde* betale? Til sidst laver eleverne en rapport indeholdende en oversvømmelseskontrolplan som også afspejler elevernes holdninger til de undersøgte aspekter.

Denne udgave omfatter alt det der er i den rene STEM-udgave ovenfor. Dertil kommer at den eksplicit inkluderer de ikke-STEM-aspekter som vitterlig ligger i det generelle oversvømmelsesproblem. Det gør udgaven STEM-relevant.

## Afrunding

Pleasants afslutter sin artikel med at opfordre til at afprøve værdien af figur 2 i praksis: Hjælper den tilgang faktisk lærere med at analysere eksisterende læremateriale og udvikle nyt? Bliver det tydeligere hvad man er ude på når man laver "STEM-undervisning"? Og hvad bliver elevernes udbytte? Pleasants mener selv at når vi helt berettiget argumenterer for at STEM-undervisning bidrager til at forberede børn og unge til et liv hvor STEM-felterne spiller kraftigt ind flere og flere steder, så må vi også være klare i mælet om hvad vi egentlig forstår ved STEM-undervisning. Vi håber ligesom Pleasants at den typologi og fremgangsmåde som her er præsenteret, kan bruges som samtaleværktøj, også blandt undervisere i Danmark.

## Referencer

- Cook, K.L., Bush, S.B. & Cox, R. (2015). Engineering encounters: creating a prosthetic hand. *Science and Children*, 53(4), 80-86.
- Dawson, V.M. & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133-148.
- Ewalt, K., Dortch, B. & Russell, V. (2015). See less sea-less seagulls: planning for an interdisciplinary STEM unit. *Science Scope*, 39(2), 18.
- Fowler, S.R., Zeidler, D.L. & Sadler, T.D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high schools science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279-296.
- Kolstø, S.D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716.
- Moore, T.J. & Tank, K.M. (2014). Nature-inspired design: a PictureSTEM curriculum for elementary STEM learning. In *Annual Meeting of the Association of Science Teacher Educators*, San Antonio, TX.
- Museum of Science, Boston. (2007). *Engineering is elementary*. Boston, MA: Museum of Science.

- Nielsen, J.A. (2013). Gymnasieelevers sociovidenskabelige argumentation. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (3). Hentet 24. april 2022 fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/35968>
- Pleasants, J. (2020). Inquiring into the Nature of STEM Problems. *Sci & Educ* 29, 831-855. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5>
- Sadler, T.D. & Zeidler, D.L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Schmidt, J.R. (2019). Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning? *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 2019(2), 19. Hentet fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/114698>
- Sillasen, M.K., Daugbjerg, P.S. & Nielsen, K. (2017). Engineering – svaret på naturfagenes udfordringer?. *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (2). Hentet fra <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36656>
- Siverling, E.A., Suazo-Flores, E., Mathis, C.A. & Moore, T.A. (2019). Students' use of STEM content in design justifications during engineering design-based STEM integration. *School Science and Mathematics*, 119(8), 457-474.