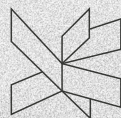


# MONA

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



SYDDANSK UNIVERSITET



VIA University  
College



PROFESSIONS-  
HØJSKOLEN  
ABSALON



AARHUS  
UNIVERSITET

KØBENHAVNS  
PROFESSIONS  
HØJSKOLE **KP**



: Erhvervsakademi og  
: Professionshøjskole



KØBENHAVNS UNIVERSITET  
NATUR- OG BIOVIDENSKAB

# 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)  
Dorte Moeskær Larsen, Syddansk Universitet  
Ole Goldbeck, Københavns Professionshøjskole  
Magnus Boye, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

### **Redaktionskomité**

Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole  
Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier  
Charlotte Krog Skott, Professionshøjskolen Absalon  
Elzebeth Berg Wøhlk, Københavns Professionshøjskole  
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College  
Martin Niss, Institut for Naturvidenskab og Miljø, Roskilde Universitet  
Morten Rask Petersen, Anvendt Forskning i Pædagogik og Samfund, UCL

### **Manuskripter**

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

### **Produktionsplan og deadlines for indsendelse af bidrag til MONA**

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.

Layout og sats: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2025

Citat kun med tydelig kildeangivelse

# Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 CARTAGO som ramme om planlægning, udvikling og forskning  
med fokus på elevmotivation  
*Lars Brian Krogh og Hanne Møller Andersen*
- 28 Skole-virksomhedsforløb som praksisfaglighed i skolens naturfag:  
Hvad fanger elevers interesse?  
*Thomas Stuart Lindsay og Henrik Levinsen*
- 47 Lærerstuderendes deltagelses-mønstre i gruppearbejde i learning  
to notice-forløb  
*Mette Hjelmberg og Lene Junge*
- 62 Nyere trends i literacy i naturfagene – et internationalt review  
med inspiration fra fagspecifik literacy  
*Tine Ejdrup, Martin Krabbe Sillasen, Jesper Bremholm og  
Bettina Buch*

# Fra redaktionen

Velkommen til dette første rent digitale nummer af *MONA*. Hvis du da ikke selv skulle have forestået et print af tidsskriftet, så læser du lige nu *MONA* på en skærm – måske endda direkte på Tidsskrift.dk, hvor *MONA* nu og fremover har sit digitale hjem.

Som annonceret sidste år er *MONA* i år ophørt med at trykke og distribuere et fysisk tidsskrift, men formålet med tidsskriftet er det samme, som da *MONA* kom til verden for snart 20 år siden. Vi arbejder for at udbrede den nyeste didaktiske viden og skabe et forum for den konstruktive dialog i feltet – hvad end dette foregår på papir eller i digitale æter. Vi mener, at det vigtige ved *MONA* ikke er formatet, som tidsskriftet udkommer i. Det vigtige er, at *MONA* har et relevant indhold som bliver læst, diskuteret og brugt.

Allerede nu betyder vores digitale transformation, at *MONA*s artikler er åbne for alle med det samme – uden begrænsninger. Samtidig kan vi nu udgive artikler løbende på Tidsskrift.dk, som opmærksomme læsere allerede har bemærket. Større fleksibilitet for både læsere og forfattere er en af fordelene ved det nye format, og vi arbejder på flere tiltag, som vi glæder os til at introducere for jer.

Indtil da kan vi byde på fire artikler i dette marts-nummer. Husk som altid, at du kan kontakte *MONA* på [mona@ind.ku.dk](mailto:mona@ind.ku.dk).

## Motivation og praksisfaglighed

CARTAGO-motivationsrammen er et forskningsbaseret redskab til udvikling af motiverende undervisning i naturfag. I artiklen “CARTAGO som ramme om planlægning, udvikling og forskning med fokus på elevmotivation” giver Lars Brian Krogh og Hanne Møller Andersen konkrete eksempler på, hvorledes CARTAGO kan styrke læreres og skolers empiridrevne udvikling af praksis og tilføre motivationstænkning til lærernes undervisningsplanlægning. Derudover viser artiklen, hvordan CARTAGO kan bruges som analyseramme til at undersøge motivation. Der er på den måde rige muligheder for at lade CARTAGO kvalificere meget af det arbejde, som aktuelt foregår med elevmotivation som mål, skriver forfatterne.

På nogle elever virker det direkte demotiverende, når aktiviteter eller arbejdsprocesser ligner “traditionel undervisning”. Det gælder, uanset om det foregår på virksomheden eller i skolen, skriver Thomas Stuart Lindsay og Henrik Levinsen i artiklen “Skole-virksomhedsforløb som praksisfaglighed i skolens naturfag: Hvad fanger eleverns interesse?”. Artiklen fastslår, at situationel interesse opstår, når eleverne oplever: 1) et nyt og spændende autentisk miljø, der stimulerer deres sanser, 2) at deres

arbejdsproces understøttes af håndværksmæssige arbejdsformer, undersøgelser og/eller artefakter, samt 3) at problemstillingerne er genkendelige og rækker ud over undervisningen i klasselokalet.

## Lærerstuderendes deltagelsesmønstre og literacy i naturfag

Der er brug for forløb, der er designet, til at få lærerstuderende til at reflektere over bestemte rollers betydning for kvaliteten af gruppeprodukter. Sådan skriver Mette Hjelmberg og Lene Junge i artiklen "Lærerstuderendes deltagelsesmønstre i gruppearbejde i learning to notice-forløb". Forfatterne har undersøgt hvordan lærerstuderendes deltagelsesmønstre påvirker deres tilgang til at beskrive, genbeskrive og fortolke praksisvideoer. Med to cases, viser artiklen væsentlige forskelle i gruppeprodukter som følge af de roller, de studerende indtager. Forfatterne kalder på større fokus på og en bevidsthed om de roller, der understøtter dynamiske deltagelsesmønstre.

Vi runder nummeret af med et review, der fokuserer på nyere forståelser af literacy i naturfag. Bag artiklen "Nyere trends i literacy i naturfagene – et internationalt review med inspiration fra fagspecifik literacy" står forfatterne Tine Ejdrup, Martin Sillasen, Jesper Bremholm og Bettina Buch, som selv fremhæver tre interessante pointer fra reviewet: Der er i forskningen stort fokus på traditionelle literacyaktiviteter i form af læsning og produktion af verbalsproglig tekst, naturfagslærere ser ikke sig selv som sproglærere, og der er behov for at udvikle et literacyrelateret begrebshierarki i naturfagsdidaktik.

God læsning.



# Artikler

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

# CARTAGO som ramme om planlægning, udvikling og forskning med fokus på elevmotivation



Lars Brian Krogh, VIA



Hanne Møller Andersen,  
Aalborg Katedralskole

**Abstract:** *CARTAGO er en forskningsbaseret ramme for arbejdet med elevers motivation i diverse naturfaglige sammenhænge. I artiklen præsenteres CARTAGO-rammen og det grundlag, som den bygger på. Dernæst gives der eksempler på, hvorledes CARTAGO har været brugt til udvikling af læreres motivationspraksis i forbindelse med efteruddannelse, som redskab for undervisningsplanlægning hos lærerstuderende og til forskningsmæssig analyse af undervisningsvideoer. Artiklen indeholder yderligere et metodebidrag, idet der fremlægges en liste med internationalt validerede survey-items, som kan bruges til forskning og effektmåling i forlængelse af CARTAGO. Der er således rige muligheder for at lade CARTAGO kvalificere meget af det arbejde, som aktuelt pågår med elevmotivation som mål.*

## Introduktion

Elevers motivation og interesse for naturfag og naturvidenskab har i stigende grad fået opmærksomhed fra bekymrede aktører på alle niveauer igennem de seneste to årtier. Internationalt fremgår det bl.a. af en lang række policy-orienterede rapporter (OECD, 2016; Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007). Ofte handler bekymringen da om rekruttering til STEM-studier og -karrierer, idet “den relative andel af S- og T-studerende blandt den samlede studenterbefolkning er faldende” (Global Science Forum, 2008, s. 9, egen oversættelse). Iblandt har bekymringerne et bredere perspektiv og omhandler en bredere elevgruppe, idet man ser en grundlæggende elevinteresse for naturvidenskab som en forudsætning for at engagere sig i samfundsmæssige problemstillinger med et naturvidenskabeligt indhold (fx Jenkins, 2011, Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007).

Herhjemme er bekymringen for rekruttering til naturvidenskab udtalt i mange nyere uddannelsespolitiske beslutninger af betydning for naturfagene, fx begrundes forslaget om indførelse af den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi i grundskolen ved fremlæggelsen således:

“Det overordnede formål med forslaget er at understøtte, at flere elever bliver mere interesserede i og motiverede for at søge videre uddannelse med fokus på naturvidenskab.”  
(Undervisningsministeriet, 2015)

Tilsvarende fastslår *National naturvidenskabsstrategi* som den første og vigtigste del af “udfordringsbilledet” følgende: “Der er stadig en del børn og unge, der mangler motivation for naturvidenskab og for at vælge naturvidenskabelige uddannelser.” (Undervisningsministeriet, 2018, s. 6).

En række større fonds- og interessentdrevne udviklingsprojekter, såsom SCOPE (Novo Nordisk Fonden og Villum Fonden), Playful Learning (LEGO Fonden + UC-partnere) og Engineering i skolen (Engineer the Future), adresserer på forskellig vis og ud fra forskellige perspektiver spørgsmålet om elevmotivation, med hvert deres bud på, hvad der skal til for at motivere større eller mindre elevgrupper. Dertil kommer, at formålet med det store NAFA-udviklingsprojekt (Novo Nordisk Fonden og Villum Fonden) på læreruddannelsesniveau på projektets hjemmeside deklarerer på følgende måde: “Formålet med NAFA er at fremme *motiverende* og udbytterig naturfagsundervisning i grundskolen gennem styrket uddannelse af naturfagslærere.” (NAFA, 2024, vores fremhævelse).

Elevers motivation for naturfag burde vel nærmest være et overstået “issue”, når man betænker den politiske bevågenhed og de mange igangværende udviklingsprojekter med dette som omdrejningspunkt. Alligevel pegede en bredt sammensat ekspertgruppe fra det fagdidaktiske felt i en nylig Delphi-undersøgelse (Krogh et al., 2022) på, at der var stort behov for at udvikle netop området (*elevers*) *motivation, interesse og engagement*. Området var ratet i top 5 (56 % af eksperterne havde prioriteret det), og man så i næsten ligelig grad behov for mere forskning, mere udvikling og mere efteruddannelse i elevmotivation. I sammenskrivningen af ekspertbidrag blev det bl.a. pointeret:

“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 i forhold til at bringe denne viden ud til de der designer udviklingsprojekterne, tillige med de praktiske naturfaglige undervisere og lærerud-



dannere – på måder som hjælper dem med at omsætte mere generel viden til praksis.”

(Krogh et al., 2022, s. 35)

Formålet med denne artikel er præcis dette – at bringe evidensen for motiverende virkemidler på en form, så den bliver brugbar for projektledere, skoleudviklere, lærere og læreruddannere. Den forskningsbaserede motivationsramme CARTAGO er udviklet med netop dette sigte. I artiklen vil CARTAGO-rammens relevans og brugbarhed som afsæt for praksisudvikling, undervisningsplanlægning og motivationsforskning samtidig blive demonstreret med empiri fra projekter fra det seneste tiår. Anderledes formuleret er artiklens hovedærinde således at besvare FoU-spørgsmålene:

1. Hvad er motivationsrammen CARTAGO – og hvordan inkorporerer den motivationsteori og evidensen for motivation i praksis?
2. Hvordan har CARTAGO været brugt – og hvad er erfaringerne med at bruge den som afsæt for udvikling af praksis (på henholdsvis lærer- og skoleniveau), undervisningsplanlægning og forskningsanalyse af læreres motivationsmæssige praksis?

## CARTAGO-motivationsrammen

CARTAGO er ikke en ny “opfindelse”, idet motivationsrammen blev udviklet i den sidste fase af et større EU-FP7-projekt allerede i 2011 (Science Teacher Education Advanced Methods, S-TEAM, se fx Tsivitanidou et al., 2018). I regi af daværende Center for Science Education ved Aarhus Universitet indgik artiklens forfattere med et motivationsvinklet projekt, *Motivation i praksis*. Projektets grundidé var bl.a. inspireret af et internationalt review om “attitudes towards science” eller interesse for naturfag, som – helt i forlængelse af det tidligere omtalte Delphi-studie – påpegede: “naturfagsuddannere [“educators”] har meget at lære i den stadig voksende forskningslitteratur om motivation” (Osborne et al., 2003, s. 1073, egen oversættelse). I vores projekt blev idéen udmøntet i et workshopforløb med STX-undervisere, som selv havde meldt sig til projektet og fik et mindre antal timer for at deltage. På hver workshop introducerede vi forskellige motivationsteorier og fik deltagerne til at drøfte, hvordan de kunne bruges i praksis. Mellem workshopgangene skulle deltagerne så prøve noget af hjemme i egen praksis (inspireret af Clarke & Hollingsworth, 2002). Et par gange i hver lærers forløb overværede og filmede vi disse prøvehandlinger, som en del af følgeforskningen og ud fra en forestilling om, at vi kunne bruge valgte videoklip i andre efteruddannelsessammenhænge (det var før GDPR!). Der var bestemt opbyggelige situationer i videomaterialet, men som det vil fremgå nedenfor, så var der i høj grad også tale om “forspildte muligheder”. Altså situationer, hvor det blev åbenbart, at lærerne ikke i tilstrækkelig grad havde internaliseret motivationsteorien til, at de

kunne agere hensigtsmæssigt ud fra en motivationsoptik. Observationer og interviews med lærerne gjorde det tydeligt, at både omfanget, mangfoldigheden og selve naturen af den motivationsteori, som vi havde præsenteret dem for, havde udfordret dem mere, end godt var. Hos Anderman og Leake (2005) fandt vi en helt tilsvarende diagnose: at mangfoldigheden af motivationsteorier, de overlappende, men alligevel forskellige motivations-konstrukter og fraværet af sammenhængende syntese måske er frugtbar for motivationsforskere, men "gør, at feltet bliver tungt og uigennemtrængeligt for andre" (Anderman & Leake, 2005, s. 192, egen oversættelse). Anderman og Leake blev samtidig en første inspiration til udviklingen af CARTAGO-motivationsrammen, som først blev lanceret i forbindelse med MONA-konferencen i 2011. Siden 2013 har CARTAGO været en central del af kapitlet om elevmotivation i skiftende udgaver af værket *Gymnasiepædagogik* (Dolin et al., 2020), mens den internationalt er publiceret i Springer-bogen fra S-TEAM-projektet (Krogh & Andersen, 2020). Da disse publikationer imidlertid er ukendte eller svære at tilgå for store dele af det naturfagsdidaktiske felt, vil vi indledningsvis deklarerer væsentlige træk ved rammen og dens grundlag her – i en grad, så den forhåbentlig bliver både meningsfuld og brugbar. På det mere overordnede plan gælder det, at:

- *CARTAGO baserer sig på store mængder af motivationsteori* – med afsæt i et omfattende litteraturstudie. Mere end 75 bøger og artikler indgår således i videns- og evidensgrundlaget.
- *CARTAGO forholder sig pragmatisk til motivationsteori*, dvs. at der er stort fokus på anvendt og anvendelig motivationsteori. Dette kommer til udtryk på en række forskellige områder:
  - *I litteraturstudiet har der været stort fokus på forskningsbøger og artikler, hvor motivationsteoriene eksplicit kobles til anvendelse*, fx hvor motivationsteoretikere giver egne bud på praksis-implikationer af deres motivationsteorier (Ames, 1992; Pintrich, 2003). Forskningsbaserede interventioner med fokus på motivation i naturfag blev også inkluderet (Cherubini et al., 2002; Martin, 2008; Stipek et al., 1998), tillige med en række tidligere forsøg på at syntetisere motivationsteori(er) mhp. anvendelse i undervisningspraksis (fx Anderman & Leake, 2005; Palmer, 2005).
  - Resultatmæssigt identificerede litteraturstudiet en kerne af motivationsteorier, som blev omtalt eller anvendt i stort set alle bidrag: self-efficacy (den engelske betegnelse anvendes oftest også på dansk), selvbestemmelsesteori (*self-determination theory*), attributionsteori eller årsagstilskrivningsteori (*attribution theory*) og målorienteringsteori (*goal orientation theory*). Dertil nogle hyppigt omtalte og anvendte teorier i form af forventnings-værdi-teori (*expectancy-value theory*, hvortil *opgaveværdi (task value)* hører) og interes-

seteori (*interest theory*). Disse blev tilsammen et første bud på et sæt af motivationsteorier, som burde indgå i en syntese mhp. at håndtere den typiske kompleksitet i naturfaglig undervisning.







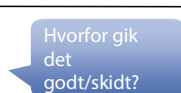

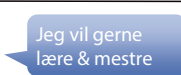
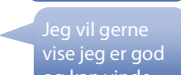

- *CARTAGO tænkes at dække alle gængse situationer i naturfagsundervisningen – med inddragelse af et minimumssæt af motivationsteorier.* En synteseramme må nødvendigvis kunne give pejlemærker i alle gængse klasserumssituationer for at opleves brugbar af brugeren. Her gav litteraturstudiet anledning til at tro, at ovenstående sæt af motivationsteorier langt hen ad vejen udgør *et dækkende sæt*. Denne hypotese blev også field-testet, idet vi samlede praksisbeskrivelser ind fra vores S-TEAM-lærere om deres bedste og værste elevmotivationsøjeblikke. Disse kunne alle diskuteres og adresseres i lyset af sættets teorier. Samtidig antydede disse case-vurderinger, at der meget vel kunne være tale om et minimalt sæt af motivationsteori. I hvert fald bidrog alle sættets teorier til forståelse eller håndtering af en eller flere cases. At minimere sættet af motivationsteorier gør det selvsagt mere overskueligt og anvendeligt i praksis.
- *CARTAGO inddrager ikke hele motivationsteorier, men ekstraherer centrale motivations-konstrukter og principper på en meningsfuld måde.*
- *CARTAGO skelner ikke mellem konstrukter fra forskellige motivationsteorier, hvis disse er nært beslægtede og leder til stort set samme anbefalinger for praksis.*
- *CARTAGO er holdt i et overskueligt ensides format – og selve akronymet CARTAGO understøtter, at de centrale konstrukter kan huskes (af engelsktalende).*
- *CARTAGO ekspliciterer en række konkrete anbefalinger for praksis – som formidler vigtige dele af evidensen på området.*

Den konkrete CARTAGO-udformning har undergået små layoutmæssige justeringer, men i den seneste udformning ser motivationsrammen ud som i figur 1.

Her bemærker man umiddelbart, at der er seks centrale motivations-konstrukter, og de engelske betegnelser for disse er angivet med røde forbogstaver. Det skulle gerne begrunde, hvorfor motivationsrammen har fået betegnelsen CARTAGO. Til trods for at den sproglige kobling mellem CARTAGO-rammen og de enkelte konstrukter bliver svagere derved, så vil vi i resten af artiklen bruge de danske konstrukt-betegnelser i skemaets venstrekolonne. I kortform vil vi dog blot henviser til konstrukterne med deres forbogstavelige bidrag til CARTAGO-akronymet, altså refererer C, A og T til *kompetencedrivkræfter, autonomi og opgaveværdi*.

Kendere af motivationsteori tænker formentlig, at de tre første konstrukter udelukkende refererer til selvbestemmelsesteori (self-determination theory, Ryan & Deci, 2000), men faktisk er det første konstrukt, *kompetencedrivkræfter*, en pragmatisk sammensmeltning af motivation med afsæt i opfyldelse af mestringsbehov (som i selvbestemmelsesteori) og fremadrettede mestringsforventninger som i A. Banduras

## CARTAGO

Motivationsbegreber	Essens af begrebet	Motivationsmæssigt fokus og centrale teoribaserede anbefalinger
<b>Kompetence-drivkræfter</b>  <b>(Competence/ Self-efficacy)</b>	 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tilpas de stillede opgaver til elevernes faglige niveau, så de alle jævnligt oplever sig selv som fagligt kompetente</li> <li>■ Formulér individuelle mål, der er moderat udfordrende, men opnåelige</li> <li>■ Opdel større opgaver i mindre og mere håndterbare elementer</li> <li>■ Giv formativ feedback</li> <li>■ Anvend forskellige evalueringsformer</li> <li>■ Modeller og lad kammeraterne modellere centrale kompetencer</li> </ul>
<b>Autonomi</b>  <b>(Autonomy)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Giv eleverne meningsfulde valg ift. opgaver, laboratoriearbejde, samarbejdspartnere, produktformer osv.</li> <li>■ Involver eleverne i beslutningsprocessen</li> <li>■ Stimuler elevernes selvstyring samt oplevelse af kontrol og indflydelse</li> </ul>
<b>Tilhørsforhold</b>  <b>(Relatedness)</b>	 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Anerkend og behandl eleverne som enkeltpersoner</li> <li>■ Skab et inkluderende læringsmiljø med gensidig respekt og anerkendelse af den enkeltes bidrag</li> <li>■ Formulér opgaver, der kræver interaktion og gensidig afhængighed</li> <li>■ Sammensæt grupper med øje for inklusion, relationer og mulighed for at den enkelte bliver hørt</li> </ul>
<b>Opgave-værdi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Attainment</li> <li>● Utility</li> <li>● Interest</li> <li>● (Cost)</li> </ul> <b>(Task Value)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Afdæk, hvilket indhold eleverne værdsætter og finder interessant</li> <li>■ Planlæg temaer og opgaver som inddrager elevernes livsverden og giver mulighed for, at eleverne oplever personlig relevans</li> <li>■ Stimuler elevernes nysgerrighed</li> <li>■ Introducer aktiverende/dynamiske elementer i undervisningen</li> <li>■ Planlæg med henblik på overraskelse og variation</li> </ul>
<b>Årsags-tilskrivning</b>  <b>(Attributions)</b>	 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tydeliggør at succes/fiasco i stor udstrækning afhænger af parametre, der kan kontrolleres af eleven f.eks. indsats og særlige teknikker</li> <li>■ Tydeliggør at læring er en trinvis proces og at viden i stor udstrækning er domænespecifik</li> <li>■ Giv eleverne feedback på opgaver og præstationer i erum – især overraskende og negativ feedback</li> </ul>
<b>Målorienteringer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● mestring,</li> <li>● performance-approach</li> <li>● performance-avoidance)</li> </ul> <b>(Goal Orientations)</b>	  	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Lad eleverne opstille selv-refererende mål</li> <li>■ Giv feedback på den personlige fremgang (kriteriebundet)</li> <li>■ Vær fleksibel med tid og opmærksomhed – nogle elever har behov for mere tid end andre for at lære tingene</li> <li>■ Etabler et læringsmiljø, hvor fejl opfattes som en naturlig del af læringsprocessen</li> <li>■ Undgå konkurrence og social sammenligning (undlad nødvendig karaktergivning)</li> </ul>

Figur 1. CARTAGO-motivationsrammen – med danske og engelske betegnelser for konstrukterne.

begreb self-efficacy (Bandura, 1997). Dette er et eksempel på to overlappende begreber, som viser sig at have beslægtede anbefalinger for praksis og derfor slås sammen i CARTAGO. Nærlæsere, som måtte fundere over, hvorvidt interesse-teorier har fundet plads, kan med fordel hæfte sig ved, at de naturligt indgår som en del af *opgaveværdi*-konstrukten.

I CARTAGOs midterkolonne ses talebobler med simple udsagn, som indfanger essensen af det pågældende konstrukt. Af pladshensyn er det umuligt her at gå i større detalje med de enkelte konstrukter, endside de mere omfattende motivationsteorier, de udspringer af. Interesserede henvises til en af de tidligere omtalte publikationer for større udfoldning. I denne sammenhæng er det vigtigt også at pointere, at CARTAGO som hjælpemiddel for lærere, læreruddannere/-efteruddannere eller forskere ikke er tiltænkt at skulle stå alene. Tanken er, at brugere af værktøjet får en introduktion til konstrukterne gennem workshopinput og bearbejdnings (og evt. tekstlæsning) – for først derefter at bruge CARTAGO-rammen til behovsafdækning, planlægning og analyse af undervisningssituationer.

CARTAGOs højrekolonne samler et udvalg af de vigtigste praksisanbefalinger, som er afdækket i litteraturstudiet. Udvalget er naturligt begrænset af ønsket om at holde CARTAGO i et overskueligt og håndterbart ensides format.

Denne lidt overordnede beskrivelse af CARTAGO-motivationsrammen og dens grundlag skulle gerne være nok til, at man som læser får et indtryk af dens teoretiske grundlag og kan se perspektivet i at have den til rådighed. Ellers skulle relevansen og nytteværdien af CARTAGO gerne fremgå af anvendelseseksemplerne i det følgende.

## CARTAGO-rammens relevans og brug til forskellige formål – eksempler og empiri fra forskellige FoU-projekter

I dette afsnit vil der blive givet eksempler på brug af CARTAGO som 1) diagnostisk redskab i forbindelse med praksisudvikling på lærer- og skoleniveau, 2) planlægningsredskab for læreren samt 3) analyseramme for forskning i læreres motivationsmæssige praksis. Eksemplerne kommer i den angivne rækkefølge.

### *CARTAGO – som redskab til at indkredse behov for praksisudvikling*

Projektet *Skolebaseret Udvikling i Naturfag (SUN)* er tidligere omtalt i en *MONA*-artikel (Krogh et al., 2019). I projektets andet år (2016-2017) var der et dobbelt sigte: dels at udvikle en mere motiverende undervisningspraksis hos de deltagende lærere, dels at udvikle kapacitet til at arbejde empiridrevet med undervisningsudvikling i fagteams på den enkelte skole.

For at komme i gang med begge perspektiver på eksemplarisk vis blev der udviklet en motivationssurvey, som blev givet til elever i de deltagende læreres klasser ved pro-

jektårets start. Surveyen var udarbejdet, så den indfangede C-A-R-T-aspekterne af CARTAGO, som nemmest lader sig afdække i spørgeskemaform. I tabel 1 nedenfor er vist eksempler på items knyttet til hver af C-A-R-T-dimensionerne. Eleverne skulle angive, hvor enige de var i hvert item på en skala fra 1 til 5 (fra *Helt uenig* til *Helt enig*). I alt 455 elever besvarede surveyen – og deres gennemsnitlige scorer fremgår også af tabellen.

De gennemsnitlige scorer på tværs af klasser og skoler var selvfølgelig af begrænset værdi for den enkelte lærer, så lærerne fik også tilbageleveret de sammentalte data for deres egne klasser – med mulighed for at sammenligne. Ud fra en motivationsbetragtning er gennemsnitstal for et item heller ikke det mest informative, fx fortæller et gennemsnit på 3,4 i ratingen af *Jeg lærer nemt nye ting i dette fag* jo intet om den underliggende fordeling af elevsvar, ikke mindst hvor mange som faktisk har svært ved at lære tingene. En nærmere analyse viser, at der i en klasse typisk vil sidde én elev, som erklærer sig *Helt uenig* i, at det er nemt, og tre-fire, som er *Ret uenige*. Så i datatilbageføringen fik lærerne svarfordelinger på enkeltspørgsmålene. I første omgang til egen brug og efterfølgende til sammenligning og drøftelse: Hvor ser I udfordringerne i jeres egen undervisning? Og hvor ser der ud til at være tværgående og fælles udfordringer, som I kan tackle i fællesskab? Mange nåede gennem fagteamdrøftelsen frem til en konklusion, som tydeligvis overraskede dem: at der selvfølgelig er forskelle på motivationssvar fra forskellige årgange og faglige niveauer – men lighederne er faktisk større. Fælles udviklingstiltag i forhold til elevmotivation er faktisk både relevante og mulige!

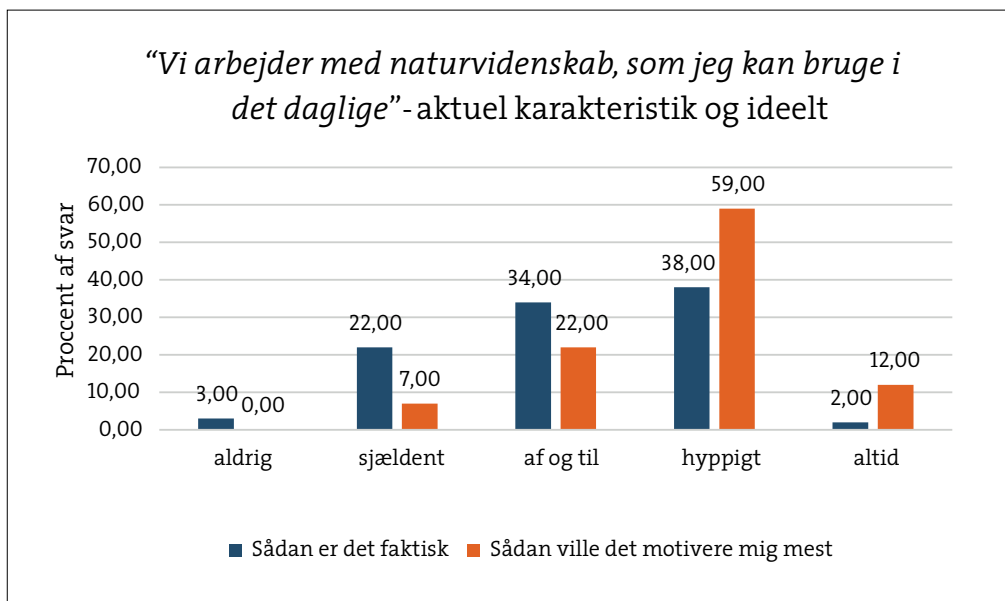
Mere generelt er det vanskeligt at identificere udviklingsbehov ud fra tal som dem i tabel 1, både fordi tallene er relativt ens, og fordi man kun har et svagt billede af, hvor små tallene skal være for at udtrykke et væsentligt udviklingsbehov. For at foregribe disse problemer blev der i surveyen også anvendt C-A-R-T-relaterede items med en dobbelt-struktur, hvor hvert item bedømmes henholdsvis faktisk-deskriptivt (“Sådan er det faktisk”) og efter præference (“Sådan ville det motivere (mig) mest”). Figur 2 viser et CARTAGO-T-eksempel med svarfordelinger fra to klasser med samme lærer.

Idealkurvens forskydning i forhold til den aktuelle oplevelse burde være en rigtig god indikator for et oplevet udviklingsbehov. I workshopsammenhængen med lærerne blev det en hurtig tommelfingerregel at kigge på “plus-minus”-balancen i forhold til midterkategorien. I eksemplet her er svarkategorierne hyppigt og altid tilsammen 15 procentpoint større end kategorierne aldrig og sjældent i beskrivelsen af de faktiske forhold. I elevernes idealforestilling om et naturfag, som de kan bruge til noget, er forskellen på 64 procentpoint. Der synes virkelig at være muligheder for at forbedre elevmotivationen i disse klasser ved at arbejde mere med ting, som eleverne kan opleve som brugbare og relevante i deres hverdag.

Det hører med til CARTAGO i SUN-historien, at én af skolerne valgte at lade alle deres 1. g'ere udfylde motivationssurveyen ved slutningen af naturvidenskabeligt

Tabel 1. Eksempler på items og gennemsnitlige elevratings.

CARTAGO- aspekt	Item-eksempler	Gennemsnitlig tilslutning (1-5)
C	Jeg klarer mig bedre end de fleste andre i dette fag	2,9
	Jeg lærer nemt nye ting i dette fag	3,4
A	I dette fag har man som elev indflydelse på, hvordan der arbejdes med tingene	3,0
	I dette fag undersøger vi idéer og spørgsmål, som vi selv er kommet med	2,8
R	Jeg kan mærke, at vores faglærer interesserer sig for, hvem jeg er som person	3,3
	Jeg føler mig som en del af elevfællesskabet i timerne i dette fag	4,0
T	Det er vigtigt for mig at klare mig godt i dette fag	4,2
	Det, jeg lærer i faget, kan jeg bruge i det daglige	3,1



Figur 2. Dobbelt T-item med elevsvar fra to klasser med samme lærer.

grundforløb (NV). Dataene blev efterfølgende brugt til empiridrevet udvikling af det kommende års NV-undervisning. Som et eksempel på, at man også på skoleniveau kan have gavn af et forskningsinformeret redskab til afdækning af motivationsbehov.

På nationalt niveau har (dele af) CARTAGO været indarbejdet i elevsurveys i følgeforskningen vedrørende den fælles prøve i naturfagene. Der blev CARTAGO-aspekterne C-A-T afdækket, tillige med elevernes o0erordnede indre motivation. Dele af resultaterne er rapporteret i *MONA* (Krogh et al., 2021). Elevernes responser udtrykker generelt pæn motivation, omend de ikke oplever den store *autonomi* i undervisningen, og indholdet ikke opleves vigtigt for dem i deres hverdag (*opgaveværdi*). Den kønsopdelte C-A-T-analyse viser bl.a., at drengene er *mindst* lige så motiverede for den fællesfaglige undervisning som pigerne. Når man ser pigerne rykke fra drengene karaktermæssigt til den afsluttende prøve, så er det i hvert fald *ikke*, fordi drengene demotiveres af den nuværende fællesfaglige undervisning.

### *CARTAGO som planlægningsredskab for lærere og lærerstuderende*

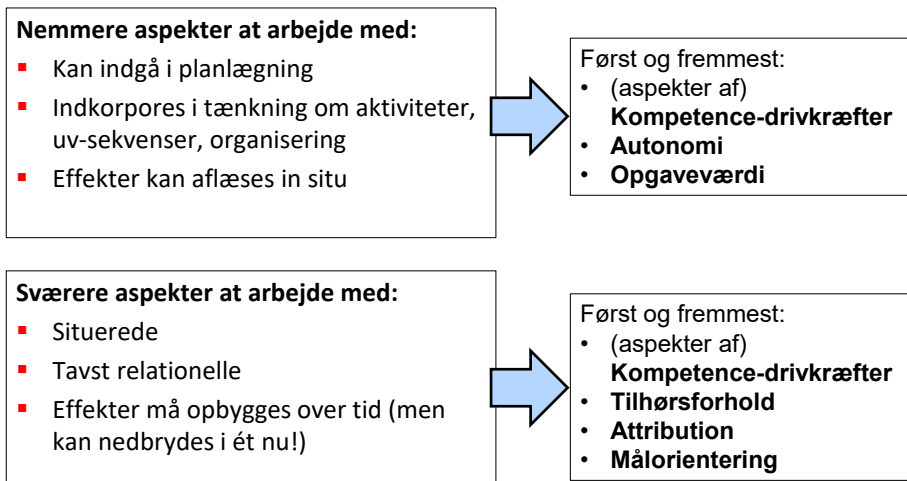
CARTAGO har været brugt både i efteruddannelsen af lærere og i uddannelsen af nye naturfaglærere. I efteruddannelsessammenhæng har lærerne på forhånd visse forestillinger om og strategier for at skabe elevmotivation, som kommer til udtryk i deres best case-narrativer fra opstarten. Tabel 2 viser en CARTAGO-analyse af 15 gymnasielæreres narrativer.

Af denne fremgår det, at lærernes erfaringsbaserede motivationstænkning i høj grad handler om, at de har oparbejdet et repertoire af emner, undersøgelser og akti-

**Tabel 2.** Læreres erfaringsbaserede motivationsstrategier.

Motivationsstrategi	Primært CARTAGO-konstrukt bag strategien	Pct. af lærerne
Velvalgte emner/temaer/indhold	Opgaveværdi	73 %
Undersøgelser og spændende aktiviteter	Opgaveværdi	73 %
Varierede arbejdsformer	Opgaveværdi	47 %
Brug af lærerrollen	Tilhørsforhold	33 %
Arbejde med klasserumsmiljøet	Tilhørsforhold	33 %
Særlige organiseringsformer, fx projektorganisering	Autonomi	33 %
Fremme elevernes self-efficacy	Kompetencedrivkræfter	20 %
Små konkurrencer	Målorientering	20 %





Figur 3. Motivationsaspekter, som det er nemmere henholdsvis sværere at arbejde med.

viteter, som “plejer at virke motiverende”. Disse spiller – bevidst eller ubevidst – på *opgaveværdi*.

I mødet med CARTAGOs udvidede perspektiv anerkender lærerne imidlertid relevansen og vigtigheden af samtlige konstrukter. Dette er tydeligt af de skrivninger, som de lavede om CARTAGO-konstrukterne og deres oplevede vigtighed, fx disse:

- “Autonomi og tilhørsforhold (Tilhørsforhold) er vigtigst – fordi der har jeg de største mangler i min undervisning”
- Attribution: “da der ligger en kæmpe indsats for at få elever fra folkeskolen omvendt til at forstå, at de faktisk kan flytte sig i matematik og naturvidenskab”
- Målorientering: “bare for at forstå elevtyper”.

En del lærerudsagn i skrivningerne pointerer, at et bestemt konstrukt er væsentligt, men samtidig også *vanskeligt* at arbejde med og udvikle. Det gælder især *opgaveværdi*, *attribution* og *målorientering*. Det er ikke overraskende, at visse CARTAGO-konstrukter er sværere at lære sig at bruge, først og fremmest når de ikke handler om afgrænsede aktiviteter, der kan planlægges, og hvor man hurtigt og relativt ubesværet kan afkode, om de virker. Når der i stedet skal handles i situationen, og når det er svært at aflæse effekten, fordi denne kun kan oparbejdes over tid. Efteruddannelses-erfaringerne med, hvor svære konstrukterne er at arbejde med, er indikeret i figur 3.

I alle sammenhænge, hvor CARTAGO er brugt til undervisningsplanlægning, er det sket i kombination med oplæg og drøftelser om elevmotivation. Efter et teoretisk oplæg og diverse drøftelser og bearbejdnings har lærere eller lærerstuderende fået til opgave at designe og evt. implementere undervisningssekvenser eller aktiviteter med fokus på

elevmotivation. For at gøre den enkelte opgave mere uoverskuelig har opgaven ofte været fokuseret på nogle få CARTAGO-konstrukter. En nylig opgave til lærerstuderende i fysik/kemi var således at designe et forløb om stofkredsløb med "sekvenser/aktiviteter m.m., hvor I prøver at fremme elevernes motivation ved at spille på tre af CARTAGO-modellens konstrukter: Kompetencedrivkræfter, Autonomi henholdsvis Opgaveværdi." En illustrativ gruppebesvarelse beskrev et ottetimers forløb om carbonkredsløbet og havde bl.a. indlagt en undersøgelse af CO<sub>2</sub> i dansk vand samt en "stormesterudfordring", hvor eleverne fik udleveret to isterninger, som de skulle smelte hurtigst henholdsvis langsomst muligt. Som det fremgår af gruppens uddybende tekst, så er det især disse to aktiviteter, som på godt og ondt tænkes at bære deres motivationsovervejelser:

**Kompetencedrivkræfter:** "kan først og fremmest beskrives gennem undervisningens elev-styrede fokus, med gode muligheder for differentiering. Eleverne vil have mulighed for i deres undersøgelser af CO<sub>2</sub> i dansk vand selv at arbejde ud fra deres eget faglige niveau og individuelle mål, i design af undersøgelsen. [Der] blev ligeledes indlagt formativ feedback af designprocessen af deres undersøgelse, både i ovenstående [CO<sub>2</sub>]-undersøgelse, men ligeledes under Stormester opgaven."

**Autonomi:** "eleverne skal modellere deres egen undersøgelse, og har styring over hvordan de netop vil lave forsøget, og ligeledes hvordan de vælger at løse ovenstående beskrevne stormester opgave. Denne tilgang giver i motivations sammenhæng eleverne meningsfulde valg i forhold til opgaver, med et stort fokus på samarbejde i grupperne, om løsning af opgaverne. Her er især fokus på træning af elevernes evne til selvstyring, samt beslutningstagen, om løsning af en opgave."

**Opgaveværdi:** "... ses især ved Stormester opgaven, hvor eleverne skal forsøge at smelte en isterning på kortest tid, og efterfølgende bevare den i længst tid, og eleverne engageres dermed gennem en opgave som skaber interesse hos dem. Dette ses ligeledes, da eleverne til sidst skal formidle carbonkredsløbet efter eget valg af medie (video, model forklaring, spil m.m.), og de skal her bruge deres egen forståelse til at videreformidle dette. Her ses indhold og opgaver som inddrager elevernes livsverden, og der opstår en form for personlig relevans, da eleverne netop skal videregive information, ud fra deres nuværende forståelse."

Uden at gå for meget i detaljer, så har de studerende her fat i centrale aspekter af alle tre konstrukter, men argumenterne for *opgaveværdi* er utilstrækkelige eller tvivlsomme. Feedbacken til de studerende gik på, at aktiviteten givetvis er sjov og kan fremme situeret *interesse* (et tilløb til *opgaveværdi*), men at den næppe opleves som personligt relevant, vigtig eller nyttig af eleverne. Det gælder typisk for lærerstillede opgaver, som er fagligt indrammede og uden kobling til elevernes hverdag. Så hjælper det næppe stort, at eleverne tildeles en smule autonomi ved at få lov til at fremlægge deres forståelse i et selvvalgt format. Når det kommer til lærerstuderendes motiva-

tionsplanlægning, så er det generelt et opmærksomhedspunkt at få dem til at koble motivationskonstrukter og deres aktivitetsdesign så konkret og tydeligt som muligt.

I længerevarende efteruddannelsesforløb eller i større opgaver om motivation i praksis vil man ofte kunne nå både længere og dybere. Der vil være mulighed for gentagne afprøvninger i praksis – med mulighed for både at skærpe motivationsblikket, at zoome ind og at optimere. For at anskueliggøre, hvor mange konkrete handlemuligheder man har i forhold til et enkelt konstrukt, er oversigten “25 tiltag til gavn for kompetencedrivkræfter i undervisningen” (se <https://bit.ly/3KPqX6r>) blevet brugt i forskellige sammenhænge.

Et andet værdifuldt workshop-tiltag, som kan hjælpe lærerne med at optimere deres motivationsplanlægning, er, at de faktisk *undersøger*, hvordan et bestemt aktivitetsdesign opleves af eleverne. Når eleverne har gennemført en aktivitet, får de mulighed for at vurdere denne ud fra et mindre antal CARTAGO-relevante motivationsspørgsmål (se bud på forskningsvaliderede spørgsmål nedenfor). Når man som lærer ændrer sit setup, så vurderer eleverne på ny og ud fra de samme spørgsmål. På denne måde får man skærpet lærerblikket for elevernes motivation og reelt motiverende faktorer i undervisningen.

### *CARTAGO anvendt som analyseramme*

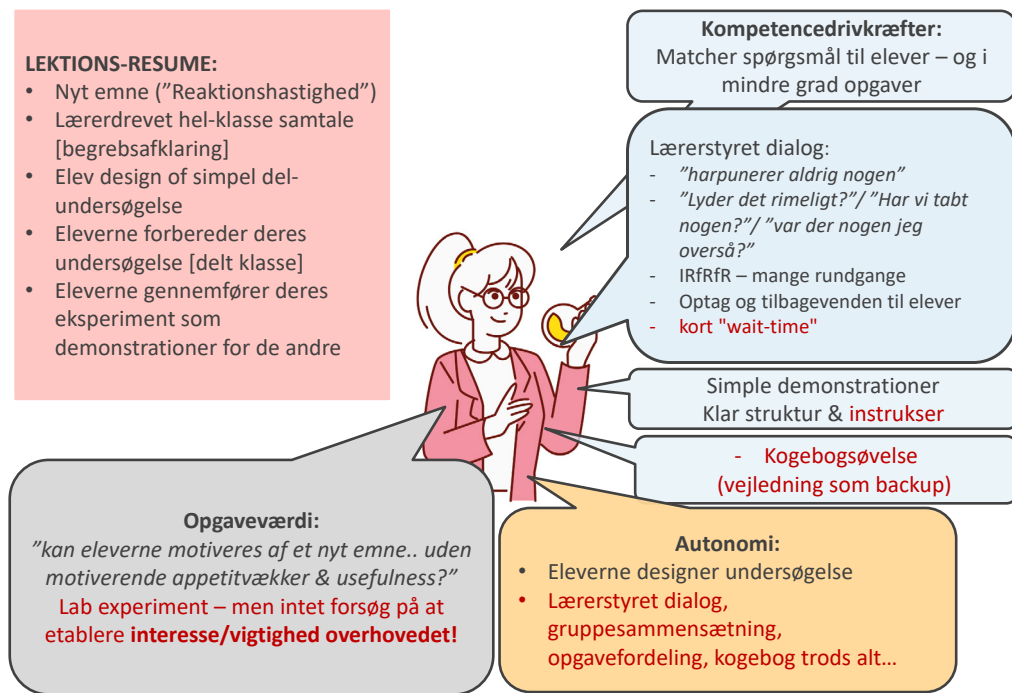
CARTAGO har været brugt som opmærksomhedsskaber og refleksionsværktøj i workshop- og praktiksammenhænge, hvor lærere eller lærerstuderende har medbragt videoklip fra deres praksisafprøvninger, fx ritualiseret i form af video clubs (Sherin, 2007). Reelt er der her tale om (indirekte) observation, og CARTAGO-refleksionerne og analysen foregik mere eller mindre on-the-spot.

CARTAGO er imidlertid også blevet brugt til mere forskningsmæssig analyse af videoer af undervisningslektioner, hvor gymnasielærere forsøger at bedrive motiverende undervisning. I det tidligere omtalte projekt *Motivation i praksis* valgte vi *ikke* at kode direkte i vores lektionsvideoer, hvad vi godt kunne have gjort i NVivo eller Atlas.ti. Før vi skred til kodning, valgte vi i stedet at lave en motivationel tekstlig genbeskrivelse af den enkelte lektion, på en måde som fastholder *motivationsmæssigt relevante dele* af kontekst og aktiviteter, lærerhandlinger samt elevhandlinger. Genbeskrivelsen er reelt en første dataprocesering, som letter den efterfølgende databehandling samt ikke mindst mulighederne for at formidle analysen og resultaterne på rimelig transparent vis. Tabel 3 nedenfor viser et udsnit af en genbeskrevet lektion.

I sammenhængen var videooptagelserne lavet med to kameraer og flere mikrofoner, så både lærer- og elevhandlinger kunne følges rimelig tæt. Genbeskrivelsens kvalitet blev sikret ved forskertrianglering, idet begge forskere uafhængigt gennemså og beskrev videoen, hvorefter den endelige version blev forhandlet på plads. CARTAGO blev derefter brugt som analyseramme, idet genbeskrivelsen blev holdt

**Tabel 3.** Uddrag af genbeskrivelse af undervisningsvideo med CARTAGO-analytiske kommentarer.

Tid	Aktivitet	Lærerhandlinger (observerede)	Elevhandlinger (observerede)	CARTAGO-relateret analysekommentar
8:21	Tænke-pause + skrivning	<p>L: "Hvilke faktorer har indflydelse på reaktionshastigheden?"</p> <p>Åbner opgave i PowerPoint: "Overvej, hvordan man kan tilrettelægge nogle eksperimenter, som viser, om de der faktorer har indflydelse."</p> <p>L resumerer – med lidt andre ord: "Hvis det er for abstrakt, så må I gerne bede om et eksempel, men hvis I kan tænke abstrakt, så fint ... ellers så bed om et eksempel ... fx metal, der reagerer med syre."</p> <p>L går rundt og stilladserer, men får også indført mere uformelle slagfærdige kommentarer.</p>	<p>Elev beder da også om at få opgaven genudlagt.</p> <p>Hørbart, at eleverne lynhurtigt har taget metal + syre-eksemplet til sig.</p> <p>Elev1 sidder yderst, ved siden af en dreng, som arbejder individuelt. Hun udstråler at savne medspil.</p> <p>Efter et par minutter får hun dog involveret sidemanden i en slags faglig samtale.</p> <p>Generelt er eleverne aktivt involveret i faglig samtale.</p> <p>Bagerste rækkes drenge ser i perioder fjerne ud.</p>	<p>C: Umiddelbart forekommer første punkt overkommeligt og matchet til elevgruppen. Det sidste spørgsmål er imidlertid svært.</p> <p>A: Til gengæld er der frihedsgrader nok at tage af.</p> <p>C: L er hurtig til at indse, at kravet er vel abstrakt – og udvikler (in situ?) en måde at håndtere det på: "bed om et eksempel."</p> <p>R: Læringsmiljøet kunne være mere inkluderende – gensidigt ansvar for fælles forståelse ikke en internaliseret norm.</p> <p>R: Hvor meget betyder denne type social-teacher-talk for elevernes tilhørsforhold?</p>
27:00	Opsamling på faktorer (lynhurtig omstilling)	<p>"Er I klar til at byde på et par faktorer?"</p> <p>"Er der andre, der har tænkt på den?"</p> <p>L skriver faktoren ind på computer, så det ses på projektor-skærm.</p>	<p>"Jeg tænker ... på temperatur."</p> <p>"Er dem, du skriver ... er det dem, der er rigtige?" Elev vil gerne sikre sig.</p>	<p>C: (L lyn-udpeger den første, der melder sig ...). Kun få får tid til at bidrage og føle sig kompetente.</p> <p>C: Opfølgningsspørgsmålet "Er der andre ...?" er mere retorisk end en reel åbning.</p>



Figur 4. Opsamling af CARTAGO-analysen for case-lektion.

op mod CARTAGO. I analysen var der opmærksomhed på både positivt udnyttede og tydeligt forspildte muligheder for at bringe CARTAGO-aspekter i spil. Tabel 3 viser et uddrag af analysen for en specifik lektion i kemi, hvor kolonnerne med tid, aktivitet, lærer- og elevhandlinger udgør den motivationsmæssigt relevante genbeskrivelse af lektionen. Analysen for forspildte muligheder fremgår af yderste kolonne til højre.

Resultaterne fra CARTAGO-analysen af *hele* den pågældende lektion er opsummeret i figur 4.

Den røde firkant oplister lektionens *aktiviteter*, overordnet og med en fremadskridende tidsudvikling nedad. Observationer, som kan relateres til hver af de tre vigtige C-A-T-dimensioner, vises med forskellig farve i talebobler (lyseblå, orange og grå for henholdsvis C-, A- og T-aspekter). Inden for den enkelte boble angiver sort tekst, at observationen i lyset af CARTAGO burde bidrage positivt til elevernes motivation. Rød tekst indikerer omvendt en observation, som indfanger en forspildt motivationsmæssig mulighed. Altså en *forspildt mulighed*. Læser man på tværs af de røde tekstbidder, så ser man, at de forspildte muligheder i denne specifikke case især kan henføres til, at elevernes forsøg på selv at designe en undersøgelse ultrahurtigt blev underkendt til fordel for en kogebogsvejledning, som allerede var kopieret og lå klar til udleve-

ring. Dette på bekostning af såvel *kompetencedrivkræfter* som oplevet *autonomi* hos eleverne. Autonomioplevelsen blev samtidig undergravet af den stærke lærerstyring af kommunikation, opgaver, gruppedannelse m.m. Endelig havde læreren på forhånd besluttet ikke at ville bruge tid på at fremme oplevelsen af nytte og vigtighed – hvilket især undergravede oplevelsen af *opgaveværdi* hos et par drengegrupper.

En analyse på tværs af de analyserede cases ledte til følgende konklusioner:

- Man behøver ikke have alle CARTAGO-konstrukter i spil i den samme lektion for at holde eleverne motiverede. Et veludnyttet under-sæt af konstrukter kan godt være tilstrækkeligt.
- Vi ser praktisk taget aldrig lærere forsøge at arbejde med *attributioner* og *målorienteringer*.
- Alle observerede lærere missede en række motivationsmuligheder ud fra en CARTAGO-optik.

*Hvad angår konstrukt-relaterede udfordringer, så pegede analysen på, at samplets (gymnasiale) undervisere i naturvidenskabelige fag havde uudnyttede motivationsmuligheder på følgende punkter:*

- **Kompetencedrivkræfter:** Især (men ikke kun) de yngre undervisere i samplet havde visse vanskeligheder ved at ramme elevernes niveau og udviklingszoner. I forlængelse af det sidste var der ingen differentierende tiltag. Der var meget lidt formativ feedback og feedback til støtte for selvregulering. Lærerne udnyttede ikke mulighederne for at fremme motivation gennem andenhåndserfaringer, hverken i form af selv at modellere opgaveløsning eller ved at lade eleverne fremvise for hinanden.
- **Autonomi:** Generelt var der få frihedsgrader til eleverne og meget lidt involvering af eleverne i beslutninger i klasserummet. Generelt ikke forsøg på at styrke elevernes evne til selvreguleret læring.
- **Tilhørsforhold:** Klasserne og klasserumskulturen var langt hen ad vejen velfungerende og almindeligvis også inkluderende. Formentlig som udtryk for, at lærerne jævnt hen har lært sig klasserumsledelse. Til gengæld kom de ofte til kort i forhold til at understøtte hensigtsmæssige gruppeprocesser. Det var også synligt, at nogle lærere nemmere relaterede sig til nogle elever end til andre.
- **Opgaveværdi:** Lærerne var sjældent opmærksomme på, hvad der var interessant og vigtigt for klassens elever – og de udnyttede det i hvert fald ikke i fastlæggelsen af undervisningens temaer og perspektiveringer. De prøvede heller ikke at etablere upfront engagement i forhold til timen eller bestemte aktiviteter i timen. Der var aktiverende elementer i mange lektioner (typisk i form af undersøgelsesindslag), men ellers var der ikke meget dynamik eller undren-skabelse.

## CARTAGO-relateret empiriindsamling

De forskningsmæssige studier af elevmotivation betjener sig langt overvejende af surveys, interviews og observationer. Umiddelbart forekommer surveys og interviews at være de bedst egnede metoder til at indkredse *elevernes indre motivation*, som kun vanskeligt lader sig observere. Generelt er interviews bedre til at belyse elevernes *motiver og begrundelser*, for at dette eller hint i undervisningen motiverer. Hvis man betjener sig af åbne spørgsmål i en motivationssurvey, vil man dog kunne få et vist indblik i disse ting også. Med rent kvantitative surveys vil man typisk kunne fastslå, *at* (bestemte grupper af) elever har en bestemt oplevelse af undervisningen, *hvad* der motiverer, og *at* der synes at være en (statistisk) sammenhæng mellem motivation og bestemte undervisningstræk. *På trods af disse relative styrker og begrænsninger er der ingen tvivl om, at den internationale forskningslitteratur om elevmotivation i naturfag først og fremmest betjener sig af kvantitative surveymetoder.* Positivt udlagt indebærer det bl.a., at der til hvert af CARTAGO-rammens konstrukter faktisk foreligger forskningsbaserede måder at spørge ind til konstruktet på, som kan sikre både validitet og reliabilitet i en motivationssurvey.

De surveys, som er omtalt i første eksempel-afsnit i artiklen her, har alle været inspireret af den internationale forskning, men uden at denne er brugt skarpt og systematisk. Imidlertid kunne tiden være inde til nu at skærpe den almindelige praksis i dansk naturfagsdidaktik og drage fordel af den internationale forskningsviden til gavn for både validiteten, reliabiliteten og kommunikerbarheden af de kvantitative motivationsundersøgelser. Hvis flere studier udmålte elevmotivation med de samme items, så ville det samtidig være nemmere at sammenligne studier og kumulere indsigter. For at inspirere til en metodisk styrkelse af de kvantitative motivationsstudier har vi nyligt lavet et større litteraturstudie mhp. at identificere forskningsvaliderede motivationsspørgsmål, som dækker alle CARTAGO-konstrukter og skønnes brugbare i en dansk naturfagskontekst. Tabel 4 viser et uddrag af resultaterne, hvor der gives konkrete forslag til danske items i tilknytning til hvert af CARTAGO-rammens konstrukter. Det fulde skema kan tilgås på <https://bit.ly/4cpXR9v>.

I henhold til forskningslitteraturen er de fleste CARTAGO-konstrukter multidimensionelle, hvorfor det ikke er givet, at man kan lave meningsfulde og mere pålidelige skala-scorer for det enkelte konstrukt ved blot at lægge scorer for de relaterede spørgsmål sammen. Det må komme an på en faktoranalyse af respondentsvar i den konkrete sammenhæng.

## Afsluttende bemærkninger

Det første formål med denne artikel har været at gøre opmærksom på CARTAGO-motivationsrammen som et forskningsbaseret redskab til udvikling af motiverende

**Table 4.** Uddrag af skema med validerede motivationsspørgsmål i forlængelse af CARTAGO.

Konstrukt	Forslag til danske items	Originale items	Reference til originale items
Kompetence-drivkræfter	Jeg er sikker på, at jeg nok skal klare de udfordringer og opgaver, som jeg møder i X-fag	Fra Motivated Learning Strategies Quest., item 29/44 I am sure I can do an excellent job on the problems and tasks assigned for this class	Pintrich, R. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance, <i>Journal of Educational Psychology</i> , 82, 33-40. Dette item perfekt i overensstemmelse m. Banduras guidelines (Bandura, 2006)
	Jeg er i stand til at forstå og forklare ting i hverdagen ved hjælp af min naturfaglige viden	Fra Science Learning Self-efficacy: I am able to explain everyday life using scientific theories.	Wang, Y., Liang, J.-C., & Tsai, C.-C. (2018). Cross-cultural comparisons of university students' science learning self-efficacy: Structural relationships among factors within science learning self-efficacy. <i>International Journal of Science Education</i> , 40(6), 579-594.
	Jeg kan forstå og belyse samfundsmæssige problemstillinger vha. naturfag/X-fag	Fra Science Learning Self-efficacy: I can understand and interpret social issues related to science (for example nuclear power usage and genetically modified foods) in a scientific manner	Som ovenfor
	Jeg har det fint med at diskutere et naturfagligt indhold med mine klassekammerater	Fra Science Learning Self-efficacy: I feel comfortable discussing science content with my classmates.	Som ovenfor
	Jeg synes, at jeg klarer mig godt i sammenligning med andre, når der er aktiviteter i naturfag	Fra Intrinsic motivation inventory (IMI) I think I did pretty well at this activity, compared to other students.	
Autonomi	Jeg oplever, at jeg har mulighed for at forfølge mine egne mål og ideer i X-fag	Fra students self-determination scale: I felt I was pursuing goals that were my own.	Reeve, J., Nix, G., & Hamm, D. (2003). Testing Models of the Experience of Self-Determination in Intrinsic Motivation and the Conundrum of Choice. <i>Journal of Educational Psychology</i> , 95(2), 375-392.



undervisning i naturfag. Et redskab, som er udviklet i samspil med naturfaglige undervisere og afprøvet i en række naturfaglige praksis kontekster. I forlængelse heraf har det været vigtigt at give konkrete eksempler på, hvorledes CARTAGO kan styrke læreres og skolars empiridrevne udvikling af praksis og tilføre motivationstænkning til lærernes undervisningsplanlægning samt bruges som analyseramme i klasserumsforskning. Som et ekstra element giver artiklen bud på forskningsmæssigt validerede måder at spørge ind til samtlige CARTAGO-konstrukter på – hvilket anses for et vigtigt selvstændigt bidrag til dansk motivationsforskning og til interventioner, hvor man gerne vil dokumentere motivationseffekter.

Det ultimative mål må være, at eleverne gennem naturfagsundervisningen motiveres til at beskæftige sig med naturvidenskabelige spørgsmål, hvor som helst det er relevant for dem (i hverdagen, på samfundsniveau og evt. professionelt). Rocard-rapporten peger i den forbindelse på undervisningens kvalitet som det største båndspænd i forhold til at realisere målet: “årsagen til den faldende interesse blandt unge for naturfag skal i høj grad findes i den måde, der undervises i naturfag på i skolerne” (Rocard, 2007. s. 2, egen oversættelse). Undervisningen kan klart blive mere motiverende, men læreplanerne i naturfagene insisterer samtidig på, at eleverne skal udvikle naturfaglige kompetencer og begrebsforståelse. Den australske interesseforsker D. Palmer balancerer disse hensyn, når han formulerer: “ideale undervisningsstrategier vil være dem, som ikke udelukkende bidrager til udvikling af naturfaglig begrebsforståelse, men som tillige har motiverende potentiale” (Palmer, 2005, s. 1874). Han insisterer på, at elevmotivation skal fylde lige så meget som faglig læring, når undervisningen planlægges og afvikles (“dual purpose teaching”). For at realisere en sådan undervisning kræver det omfattende indsatser og kvalificerede redskaber rettet mod efteruddannelse, design af interventioner og følgeforskning udi motivation. CARTAGO byder sig til som et godt startsted i alle henseender. Så for at parafrasere Cato den Ældre lyder opfordringen: “I øvrigt mener vi, at CARTAGO bør *udnytt*es!”

## Referencer

- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84, 261-271. <https://psycnet.apa.org/buy/1993-03487-001>
- Anderman, L. & Leake, V. (2005). The ABCs of motivation: An alternative framework for teaching preservice teachers about motivation. *The Clearing House*, 78(5), 192-196. <https://www.jstor.org/stable/30189907>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.
- Cherubini, G., Zambelli, F. & Boscolo, P. (2002). Student motivation: An experience of inservice education as a context for professional development of teachers. *Teaching and Teacher Education*, 18(3), 273-288. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00069-5](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00069-5)

- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7)
- Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Jørgensen, H.S. (2020). *Gymnasiepædagogik – en grundbog* (4. udg.). Hans Reitzels Forlag.
- Global Science Forum. (2008). *Encouraging student interest in science and technology studies*. OECD.
- Guba, E. & Lincoln, Y. (1995). Emerging criteria for quality in qualitative and interpretive research. *Qualitative Inquiry*, 1(3), 275-289. <https://doi.org/10.1177/107780049500100301>
- Jenkins, L. (2011). Using citizen science beyond teaching science content: A strategy for making science relevant to students' lives. *Cultural Studies of Science Education*, 6, 501-508. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9304-4>
- Krogh, L.B. & Andersen, H.M. (2020). Motivation. I J. Dolin, G.H. Ingerslev & H.S. Jørgensen (red.), *Gymnasiepædagogik – en grundbog* (4. udg., s. 250-267). Hans Reitzels Forlag.
- Krogh, L.B., Dolin, J. & Petersen, M.R. (2022). De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt. *MONA*, 2022(2), 24-42. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/132756/177878>
- Krogh, L.B., Elgaard, J.F., Secher, A. & Daugbjerg, P. (2021). Pigerne stikker af fra drengene i karakterer til den fællesfaglige prøve. *MONA*, 2021(1), 6-26. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/125070/171870>
- Krogh, L.B., Waadegaard, N. & Nielsen, K. (2019). SUN-projektet: Skolebaseret udvikling af naturfag og kapacitet i gymnasiet. *MONA*, 2019(3), 47-67. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/115582/163891>
- Martin, A.J. (2008). Enhancing student motivation and engagement: The effects of a multidimensional intervention. *Contemporary Educational Psychology*, 33(2), 239-269. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.11.003>
- NAFA. (2024). Om NAFA. Lokaliseret d. 11.12.2024 fra <https://nafa.nu/om-nafa/>
- OECD. (2016). *PISA 2015 results (volume II): Policies and practices for successful schools*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264267510-en>
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. King's College London.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Palmer, D. (2005). A motivational view of constructivist-informed teaching. *International Journal of Science Education*, 27(15), 1853-1881. <https://doi.org/10.1080/09500690500339654>
- Pintrich, P.R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667-686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Sherin, M.G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. I R. Goldman, R. Pea, B. Barron & S. Derry (red.), *Video research in the learning sciences* (s. 383-395). Erlbaum.
- Stipek, D., Givvin, K.B., Salmon, J.M. & Macgyvers, V.L. (1998). Can a teacher intervention improve classroom practices and student motivation in mathematics? *The Journal of Experimental Education*, 66(4), 319-337. <https://doi.org/10.1080/00220979809601404>
- Tsivitanidou, O.E., Gray, P., Rybska, E., Louca, L. & Constantinou, C. (red.). (2018). *Professional development for inquiry-based science teaching and learning*. Contributions from science education research, volume 5. Springer.
- Undervisningsministeriet. (2015). Forslag til Lov om ændring af lov om folkeskolen (Indførelse af fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi, ændring af bedømmelsesordning ved folkeskolens skriftlige prøver m.v.). <https://www.retsinformation.dk/api/pdf/169127>
- Undervisningsministeriet. (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/180313-national-naturvidenskabsstrategi.pdf>

## English abstract

CARTAGO is a research-based framework for enhancing students' motivation in a variety of science-related contexts. In this article, the framework is presented along with its evidence-base in motivational theories. We also exemplify how CARTAGO has been used as development tool in teacher professional development, as tool for pre-service teachers in planning tasks, and as research tool in analysis of classroom-videos. As a contribution to motivational survey-research in Denmark, we also provide a translated list of internationally validated items and scales for research along CARTAGO-dimensions. CARTAGO has rich potential to improve state-of-the-art in efforts to improve students' motivation in Denmark.

# Skole-virksomhedsforløb som praksisfaglighed i skolens naturfag: Hvad fanger eleveres interesse?



Thomas Stuart  
Lindsay, Københavns  
Professionshøjskole



Henrik Levinsen,  
Københavns  
Professionshøjskole

**Abstract:** Artiklen præsenterer et skole-virksomhedsforløb som et case-eksempel på praksisfaglig naturfagsundervisning målrettet grundskolens udskolingsklasser. Formålet er at afdekke, hvad der fanger eleveres interesse, dokumenteret vha. observationer af og interviews med både elever, lærere og formidlere ansat i virksomheden. Undersøgelsen viser, at situationel interesse opstår, når eleverne oplever: 1) et nyt og spændende autentisk miljø, der stimulerer deres sanser, 2) at deres arbejdsproces understøttes af håndværksmæssige arbejdsformer, undersøgelser og/eller artefakter, samt 3) at problemstillingerne er genkendelige og rækker ud over undervisningen i klasselokalet. Derimod viser vores resultater, at det virker direkte demotiverende på nogle elever, når aktiviteter og/eller arbejdsprocesser ligner "traditionel undervisning".

## Introduktion af praksisfaglighed i skolen

Nuværende børne- og undervisningsminister Mattias Tesfayes debatbog *Kloge hænder* fra 2013 kan ses som referencepunkt for introduktion af praksisfaglighed i skoletænkningen (Sillasen, 2023). I 2018 blev praksisfaglighed så omdrejningspunkt for en politisk aftale om folkeskolen (Regeringen, 2018). I aftalen peges på, at indførelse af praksisfaglighed kan bidrage til at fremme eleveres alsidige udvikling og gøre flere elever bevidste om erhvervsuddannelserne. Desuden at det kan øge interessen for teknologi og naturfag. Selve begrebet *praksisfaglighed* stod imidlertid svagt efter dets politiske introduktion, hvor der blev anvendt formuleringer som, at det ikke alene drejer sig om, at elever kan bruge "hammer og vinkelsliber". Og at det handler om at være kreativ i undervisningen og om at kunne omsætte teori til konkrete produkter

(Regeringen, 2018). Først i disse år er der ved at komme "krop" på begrebet blandt fagprofessionelle relateret til skolens fag, herunder naturfagene.

### *Læringspotentialer i forbindelse med praksisfaglighed*

Lærere vurderer selv, at større elevmotivation er det største potentiale ved praksisfaglighed, der kan komme til udtryk, når undervisningen kobles til elevernes hverdag, og når det, der kommer ud af undervisningen, fx løsningsforslag og produkter, kan bruges af eleverne selv eller andre (EVA, 2023). Dette synes i sig selv at være et godt argument for at undervise praksisfagligt, men der er flere argumenter for, hvorfor skolen bør skabe en mere praksisfaglig undervisning. Lise Tingleff Nielsen fremhæver, at der er mindst fire argumenter i spil (Nielsen, 2023):

- *Det læringspsykologiske argument* – elevernes læring stimuleres gennem praktiske og fysiske aktiviteter
- *Det erfaringspædagogiske argument* – eleverne lærer ved at undersøge, eksperimentere og reflektere i relation til deres hverdag
- *Det værkstedspædagogiske argument* – eleverne lærer færdigheder ved at skabe et produkt

*Det dannelsesmæssige argument* – eleverne gør sig konkrete erfaringer med den omkringliggende verden, herunder håndværk, kunst og kultur.

Praksisfaglighed kan således begrundes ud fra flere perspektiver og se forskellig ud i undervisningen. Den kan variere fra fag til fag, alt efter hvilke bagvedliggende argumenter der træder tydeligst frem. Og måske netop dette forhold gør opgaven med at formulere en præcis og stringent definition udfordrende.

### *Forståelser af praksisfaglighed*

To år efter aftalen om praksisfaglighed (Regeringen, 2018) konkretiseres begrebet praksisfaglighed yderligere af Børne- og Undervisningsministeriet. Ministeriet beskriver begrebet som undervisning, hvor elever arbejder med autentiske handlinger og udarbejder produkter i og uden for skolen. Desuden omfatter det læringsituationer, der skaber sanseindtryk, der knytter sig til teori, erfaring og fag (Børne- og Undervisningsministeriet, 2020). Andre styre- og policydokumenter fremhæver i lighed hermed, at styrket autenticitet i undervisningen kan opnås ved, at eleverne arbejder med virkelighedsnære problemstillinger, fx ved at deltage i et lokalt skolevirksomhedssamarbejde (Regeringen, 2019; Undervisningsministeriet, 2018a). I en nylig bogudgivelse (Rasch-Christensen, 2023) opsummeres praksisfaglighed i tre generelle didaktiske pejlemærker: "samspillet mellem teori og praksis, samspillet mel-

lem elevernes hverdagserfaringer og skolefagenes kundskaber og færdigheder samt undersøgelse af samfundsaktuelle problemstillinger i undervisningen.”

### *Praksisfaglighed i naturfagene*

Når det drejer sig om praksisfaglighed i naturfag, fremstår det i et bilag til den politiske aftale, at praksisfaglighed i naturfag er, når elever fx demonstrerer praktiske færdigheder og kreativitet på virksomheder eller demonstrerer værkstedsfærdigheder i eksperimenter og forsøg (Undervisningsministeriet, 2018b). Pointen er vel her, at dette ikke er nye, men derimod velkendte kendetegn ved god naturfagsundervisning. Dette får da også Sillasen (2023) til at hævde, at eksperimenterende-undersøgende undervisning peger i praksisfaglig retning. Især hvis undervisningen gør brug af problemløsende og produktfremstillende arbejdsformer med afsæt i autentiske problemstillinger, således at eleverne oplever, at det, de arbejder med, har et anvendelsesperspektiv. Motivationsforskning viser, at autenticitet endda kan have positiv betydning for både elevers holdninger til og elevers opfattelse af naturfag og -videnskab (Jarvis & Pell, 2005; Knapp, 2007; Braund & Reiss, 2006).

Man kan derfor med nogen ret hævde, at praksisfaglighed allerede kendetegner naturfagsundervisningen i Danmark, selvom kun få skoler har sat det i system som de såkaldte LEAPS-skoler (*læring og engagement gennem autentiske projekter med fokus på science*), der netop forsøger at engagere elever i naturfag gennem undervisningsformer, hvor eleverne skal løse “virkelige” problemstillinger. Tilsvarende har Naturvidenskabernes Hus under sloganet “virkelige udfordringer til din skole” fokus på praksisfaglighed og naturfag med undervisningsforløb til bl.a. grundskolen, der tager afsæt i skole-virksomhedssamarbejder (Naturvidenskabernes Hus, 2024).

### *Naturfaglige skole-virksomhedsforløb som en form for praksisfaglighed*

Når skole-virksomhedssamarbejde konkret nævnes i forbindelse med praksisfaglighed i naturfag, skyldes det ikke mindst, at skole-virksomhedsforløb kan gøre undervisning mere autentisk (EVA, 2018, 2023). Erhvervslivet kan også tilføre undervisningen variation og sanseindtryk (EVA, 2018). Virksomhedssamarbejde kan altså netop indeholde de forhold, som karakteriserer praksisfaglighed i naturfag: autentiske problemstillinger (virksomheder fungerer ved at løse virkelige problemstillinger), konkrete produkter (virksomheder arbejder ofte med at udvikle produkter) samt kropslige aktiviteter og sanseindtryk (elever bevæger sig rundt og kan interagere med konkrete artefakter på virksomhederne). Særligt når skole-virksomhedsforløbet også indeholder elevers kreative, eksperimenterende og praktiske arbejdsformer og understøtter, at elever udvikler produkter relateret til de problemstillinger, virksomheden beskæftiger sig med, understøtter samarbejdet elevers praksisfaglighed, jf. de fire argumenter i Nielsen (2023). Skole-virksomhedsforløb konkretiserer med andre ord sammenhængen

mellem naturfagligt skolearbejde og den virkelige verden, og dette er tydeligt for eleverne; de befinder sig jo lige der, hvor de naturfaglige kompetencer anvendes til at løse noget virkeligt.

Sidstnævnte er i praksis udfordrende, selvom mange lærere inddrager både emner og spørgsmål, der er relevante for elevernes hverdag og samfundet (Pedersen et al., 2023). Hvis det skal være muligt for eleverne at relatere til deres egen hverdag, skal de problemstillinger, eleverne arbejder med på virksomheden, derfor have særlig opmærksomhed.

Dette var netop fokus for skole-virksomhedsforløbet *NEXT:GrEeN*, som nærværende artikel tager udgangspunkt i, hvor de autentiske problemstillinger, eleverne arbejdede med, ikke kun skulle være relevante for virksomheden (Amager Ressource Center, ARC), men også skulle fremstå autentiske for eleverne selv, fx i forhold til deres nuværende liv, kommende uddannelse, karriere og liv som demokratisk bøger (Høiby et al., 2020). Det resulterede i problemstillinger vedrørende genanvendelse af plast, fastfoodemballage, sammensatte produkter, minielektronik og tøj. Derudover havde forløbet fokus på at øge elevers motivation for og engagement i naturfag vha. kreative, innovative og entreprenante arbejdsformer samt produktion af et konkret produkt (Høiby et al., 2020).

### *Eleversperspektivet – hvad fanger elevers interesse i denne form for praksisfaglighed?*

På tværs af de forskellige forståelser af praksisfaglighed hæfter vi os altså især ved autenticitetsaspektet, der fremstår gennemgående i de forskellige indkredsninger af begrebet. Autenticitet omfatter som nævnt ovenfor elevens arbejde med virkelighedsnære problemstillinger, koblinger til egen hverdag, udarbejdelse af konkrete produkter samt deltagelse i læringsituationer, der skaber sanseindtryk. Vi har argumenteret for, at skole-virksomhedsforløb kan understøtte praksisfaglighed, og at *NEXT:GrEeN*-forløbet indeholder centrale praksisfaglige aspekter, herunder autenticitet. I nærværende artikel ønsker vi målrettet at dokumentere, i hvilke (autentiske) situationer praksisfaglighed kan pirre elevers nysgerrighed og interesse. For præcis *hvilke* autentiske undervisningssituationer der kan fange elevers interesse, er kun i ringe grad dokumenteret empirisk (fx Dohn, 2007).

Vi fokuserer derfor specifikt på de autentiske, situationsbestemte forhold, der fanger elever i et skole-virksomhedsforløb, med bevidstheden om, at oplevelse af autenticitet er en tilstand, der ikke opleves samtidig og på samme måde af alle elever (Thomsen, 2016). Artiklen fungerer således både som et eksempel på praksisfaglig naturfagsundervisning og som et forsøg på at indkredse, hvilke forhold ved praksisfaglighed der rent faktisk *kan* fange elevers interesse. Dette er formuleret i spørgsmålet: Hvordan påvirker praksisfaglighed i skole-virksomhedsforløb i naturfag elevers situationelle interesse?

## Skole-virksomhedsforløbet

Artiklens undersøgelse udspringer som nævnt af det naturfaglige skole-virksomheds-samarbejde *NEXT:GrEeN*, hvor elever fra 7.-9. klassetrin fulgte et undervisningsforløb opdelt i syv faser svarende til syv uger. Forløbet er designet med afsæt i KIE-modellen, der kort kan beskrives som en struktur for undervisning, hvor eleverne skiftevis befinder sig i kreative (K), innovative (I) og entreprenante (E) faser (Kromann-Andersen & Jensen, 2009). Elevernes arbejde stilladseres på forskellig måde i de forskellige faser frem mod en løsning på en autentisk problemstilling, klassen har valgt i fællesskab. Processen afsluttes med gruppevise fremvisninger af løsningsforslag for hinanden i klassen samt en ARC-medarbejder. Eleverne besøgte ARC to gange, hvor de blev vist rundt og modtog feedback på deres problemstillinger. Eleverne deltog også i et kort undervisningsforløb om bæredygtighed. Endelig blev alle elevgrupper tildelt en ARC-formidler, der fungerede som kontaktperson, og som eleverne i hele forløbet kunne rette henvendelse til, hvis de havde spørgsmål vedrørende deres problemløsning. Forløbet er opsummeret i nedenstående tabel (tabel 1). En mere omfattende beskrivelse af forløbet kan findes i Levinsen og Lindsay (2022) og Høiby et al. (2020).

**Tabel 1.** Oversigt over NG-forløbets syv uger (NG1-NG7).

Fase	NG1	NG2	NG3	NG4	NG5	NG6	NG7
Beskrivelse (timer)	Kickoff (1,5)	K	Oplæg & rundvisning (2)	I	Pitch & feedback (4)	E	Præsentation (1,5)
Lokalitet	Skole	Skole	ARC	Skole	ARC	Skole	Skole
Ansvarlig	ARC	Lærer	ARC	Lærer	ARC	Lærer	Lærer/ARC
Lærerrolle	Pæd. støtte	Vejl.	Deltager og pæd. støtte	Vejl.	Pæd. støtte	Vejl.	Evaluator
ARC's rolle	Ekspert og formidler (ansigt til ansigt eller virtuelt)						Evaluator/ekspert
Evaluering	Løbende feedback fra lærer og ARC						Summativ evaluering

## Autenticitet og situationel interesse i naturfagsundervisning

Begreberne autenticitet og interesse har været behandlet indgående af mange andre, og da det hverken er denne artikels mål eller hensigt at udfolde disse teoretiske felter, henvises læseren til anden relevant litteratur, hvis disse begreber ønskes uddybet. Nedenfor præsenteres af pragmatiske grunde en kort beskrivelse af de definitioner af autenticitet og interesse, vi har valgt at anvende til at analysere vores data.



## Autenticitet

Autenticitet drejer sig grundlæggende om det u håndgribelige begreb "virkeligheden". I forhold til undervisning opdeler Dolin autenticitet i tre kategorier: *personlig autenticitet*, der omfatter undervisning, hvor elever oplever en kobling til deres hverdag eller en anden sammenhæng, der giver ejerskab i forhold til problemløsningen; *samfundsmæssig autenticitet*, der omfatter samfundsmæssigt relevant undervisning, hvor de problemstillinger, eleverne arbejder med, har betydning for aktuelle problemstillinger eller demokratiske beslutningsprocesser; samt *fagligt autentisk* undervisning, hvor arbejdsmetoderne afspejler den måde, man arbejder på uden for skolen, fx i forsknings- eller erhvervssammenhænge (Dolin, 2003). Shaffer og Resnick (1999) peger i lighed med Dolin på, at autenticitet i undervisningen omfatter meningsfulde problemstillinger fra verden udenfor, autentiske undersøgelsesmetoder og aktiviteter samt evaluering og vurdering, der er tilpasset de arbejdsprocesser, eleverne indgår i. De fremhæver, at alle disse forhold må supplere hinanden i undervisningen, hvis autenticiteten skal være "fyldig" ("thick" authenticity; Shaffer & Resnick, 1999).

På tværs af forskningslitteratur, som vedrører autenticitetsbegrebet i naturfagsundervisningen, lægges der som i ovenstående beskrivelser vægt på, at autentisk undervisning afspejler den praksis, naturvidenskabelige medarbejdere udfører, samt at den drejer sig om virkelige problemstillinger, som er meningsfulde (for eleverne): Eleverne involveres i arbejdet med at identificere et problem og i at designe en proces for løsningen af dette problem (Rowland et al., 2016).

Vi definerer autentisk undervisning som undervisning, hvor elever arbejder med autentiske problemstillinger gennem naturfaglige arbejdsprocesser i skolen og på virksomheden ARC, hvor de selv er involveret i at identificere problemet og skabe løsninger i form af et produkt.

## Situationel interesse

Når man er interesseret, er man altid interesseret i noget (Krapp & Fink, 1992; Hidi & Renninger, 2006). Når denne artikel har til hensigt at undersøge, under hvilke betingelser elevs interesse er til stede, er udgangspunktet derfor, at interesse altid er rettet imod et *objekt*. Objektet kan være enten konkrete artefakter, aktiviteter, det omgivende miljø eller mere overordnede emner (Krapp & Fink, 1992; Hidi & Renninger, 2006). Interesse har betydning for individets læring og udvikling: Hvis et individ oplever interesse, er det mere tilbøjeligt til at udvikle viden og kompetencer inden for interesseområdet (Krapp, 2007). Det objekt, interessen er rettet imod, indeholder nogle egenskaber, som medvirker til, at objektet netop opleves som interessant. Inden for interesseforskning er dette beskrevet som objektets *interestingness* (Patell, 2013; Swarat, 2008). I naturvidenskab kan noget opleves interessant (dvs. indeholde interestingness), når det opfattes som vigtigt for livet generelt og/eller

ens egen hverdag, samt når det forbindes med aktivitet, tempo og omskiftelighed (Swarat, 2008).

Inden for den empiriske forskning opdeles interesse ofte i en situationsbundet interesse (*situational interesse*) og en personlig og vedvarende interesse (*personlig interesse*). Situational interesse kan blive til en personlig og vedvarende interesse (Hidi & Renninger, 2006). Det afhænger af både individets bevidste ønsker om at interessere sig for noget og den emotionelle tilstand i forbindelse med det specifikke område – og sker sjældent (Krapp, 2007). Situational interesse kan beskrives på følgende måde:

“Situational interesse refererer til fokuseret opmærksomhed og den affektive reaktion, der udløses i øjeblikket af miljømæssige stimuli, som måske eller måske ikke varer ved over tid.” (Hidi & Renninger, 2006, s. 113, forfatterens egen oversættelse.)

Ifølge denne beskrivelse har situationel interesse både et affektivt element og et element af fokuseret opmærksomhed. Den indledende fase, hvor interessen pirres, kan føre til fastholdelse af interessen. Situational interesse kan også opdeles i et *catch*, hvor interessen fanges, og et *hold*, hvor interessen fastholdes (Dewey, 1913; Mitchell, 1993; Hidi & Renninger, 2006; Rotgans & Schmidt, 2011). Hvor *catch*'et kan igangsætte en flygtig interesse gennem påvirkninger fra et overraskende og intenst miljø, kan den situationelle interesse vedligeholdes i “*hold*'et” gennem opgaver, der opleves som meningsfulde, samt gennem individets personlige engagement (Hidi & Renninger, 2006).

Vi anvender situationel interesse med et “*catch*” og et “*hold*”. Her skal “*hold*” ikke opfattes som en vedvarende personlig interesse, den sidste fase i udviklingen af egentlig interesse, men som en fase, hvor “*catch*” strækkes, fx ind i elevernes efterfølgende arbejdsproces for deres projekt (Hidi & Renninger, 2006).

## Metode og analyseramme

For at styrke undersøgelsens validitet inddrager artiklens empiriske materiale både interviews og observationer: semistrukturerede fokusgruppeinterviews med fire elevgrupper a tre fra to skolers 9.-klasser og en gruppe a fire ARC-formidlere samt seks individuelle lærerinterviews med lærere fra seks forskellige skoler. Respondenterne blev udvalgt blandt 36 udskolingsklasser med sammenlagt ca. 850 elever, fordelt på 14 skoler beliggende i en af ARC's fem ejerkommuner, ud fra en pragmatisk tilgang samt med blik for, at flere stemmer kunne afdække flere perspektiver på forløbet. Fokusgruppeinterviews blev anvendt, først og fremmest fordi de kan producere koncentrede fælles fortolkninger (Halkier, 2015). Af praktiske grunde blev lærerinterviewene foretaget som enkeltmandsinterviews. Begge interviewtyper foregik med afsæt i en interviewguide og baserer sig på Brinkmann og Kvale (2014).

Ud over interviews indgår observationer, som blev foretaget med anvendelse af observationskemaer til feltnoter, der var tilrettet de konkrete faser (NG1-NG7). Der blev foretaget strukturerede observationer ud fra tegn på elevinteresse, herunder fx hvordan eleverne interagerer med eller taler om artefakter, maskiner og udstyr (NG3), eller hvorvidt og hvordan de udtrykker, at deres produkt har betydning og er interessant i forhold til deres fremtid (NG6). Derudover blev der suppleret med noteringer af dele af elevers, læreres og ARC-medarbejderes dialoger og elevernes arbejdsprocesser og adfærd. Observationerne fordeler sig på 17 lektioner, som rummer alle NG-faserne hos forskellige klasser fordelt på flere klassetrin.

Da vi fokuserer på, hvor i skole-virksomhedsforløbet elevernes situationelle interesse bliver vakt, har vi kun kodet de dele af forløbet, der ud fra vores definition kan karakteriseres som autentiske, og som passer med nedenstående kategorier (begrebsstyret kodning: Kvale & Brinkmann, 2009).

1. Elevernes arbejde med den autentiske problemstilling
2. Elevernes naturfaglige arbejdsproces, hvor de selv er involveret i at identificere et problem og skabe en løsning i form af et produkt
3. Elevernes møde med autentiske artefakter fra omverdenen.

For efterfølgende at udlede de autentiske aspekter af undervisningen, der var forbundet med elevernes situationelle interesse, har vi gennemført endnu en kodning af materialet fra første kodning ved at anvende seks kategorier inspireret af Rotgans og Schmidt (2014). Disse kategorier tager udgangspunkt i Hidi og Renningers (2006) beskrivelse af henholdsvis den affektive reaktion og den fokuserede opmærksomhed, der karakteriserer situationel interesse, som beskrevet ovenfor (Rotgans & Schmidt, 2011):

- Eleven udtrykker/udviser lyst til at arbejde.
- Eleven udtrykker/udviser videbegærlighed.
- Eleven udtrykker/udviser interesse for emnet/teamet.
- Eleven udtrykker/udviser lyst til at dygtiggøre sig.
- Eleven er fokuseret og bliver ikke distraheret.
- Eleven udtrykker/udviser kedsomhed.

I denne anden kodningsproces blev vi opmærksomme på, at der i materialet var udsagn, der ikke blev indfanget, selvom de skønnes at være centrale for udvikling af situationel interesse. Vi tilføjede derfor en kategori, der fanger udsagn, som handler om aspekter i omgivelserne, der opleves som overraskende eller særlig intense, og som derfor pirrer elevernes situationelle interesse:

- Eleven udviser et catch (korresponderende med Hidi og Renningers (2006) beskrivelse af pirret situationel interesse).

## Resultater og analyse

For empirisk at dokumentere skole-virksomhedsforløbets evne til at fange elevers interesse præsenterer vi nedenfor nogle eksempler kategoriseret analytisk ud fra de tre kodninger for autenticitet under "Metode og analyseramme": elevers 1) arbejde med autentiske problemstillinger, 2) autentiske naturfaglige arbejdsproces og 3) møde med autentiske artefakter.

### *1. Autentiske problemstillinger betydning for situationel interesse*

Autentiske problemstillinger virker appellerende på nogle elever, når de kan se en kobling mellem det problem, de arbejder med, og problemstillinger, de oplever i det omkringliggende samfund. Det kommer til udtryk, når de stiller spørgsmål, beredvilligt fortæller om de problemer, de er med til at løse, eller fortsætter deres drøftelser på gangene efter undervisningen. En elev siger fx:

"Jeg synes også det med, at man oplever, at det er noget samfundsmæssigt. At man får det lidt ud. Det gør, at man har en større interesse i det, end hvis man fx sidder og arbejder med stråling i klassen. Det der med, at det kan blive til noget, og der er nogle, der vil arbejde videre på det, måske [...]"

Eleven ekspliciterer her, at koblingen til samfundet skaber interesse, og lægger vægt på, at arbejdet kan få betydning. En anden elev lægger vægt på, at arbejdet med at løse et virkeligt problem er betydningsfuldt for den indsigt, eleven opnår under forløbet:

"Men i og med at vi skulle finde en løsning på et problem, så gav det bare en lidt anden indsigt i problemet, og man var ligesom med til at gøre noget i forhold til at lytte."

Koblingen til de virkelighedsnære problemstillinger fanger dog ikke alle elevers interesse. En elev fortæller fx, at temaet om genanvendelse er kedeligt samt en gentagelse af tidligere temaforløb.

Men at autentiske problemstillinger kan medvirke til at skabe interesse hos elever, bliver også tematiseret af elevernes lærere samt ARC-formidlerne. En ARC-formidler fortæller, at eleverne stiller mange spørgsmål, og vurderer, at årsagen kan være, at eleverne oplever, at undervisningen er spændende:

“[...] størstedelen [af eleverne], de synes, det virker rigtig spændende. I hvert fald når man fortæller om det og har mange spørgsmål til det.”

Observationer af undervisningen bekræfter, at eleverne stiller mange spørgsmål om de virkelighedsnære problemstillinger. Det kommer fx til udtryk under ARC-formidlernes introduktion på skolerne. Her spørger eleverne fx “Er det rigtigt, at I køber bioaffald fra udlandet?”, mens andre spørgsmål kobler sig til genstande og problematikker, eleverne genkender fra deres egen hverdag, fx: “Er det ikke dumt, at der i Matilde kakao fx både er plastik, pap og lim?”

En lærer fortæller, at eleverne snakker videre om de problematikker, de relaterer til deres hverdag, på skolens gange:

“Fordi det er jo noget, de virkelig kan forholde til i hverdagen. Og det kunne jeg også mærke [...]. Når der var pauser og sådan noget kunne de stadig finde på at snakke om det [...] de stadig kunne huske. [...] Det var det her med, hvor meget plast der er i havene, og fastfoodemballage.”

Observationer af elevernes løbende arbejde og deres fremlæggelser i slutningen af projektet viser, at nogle elever også ivrigt diskuterer deres løsninger af problemstillingen med hinanden i deres klasseundervisning på skolen, og at omdrejningspunktet bl.a. er problemstillingernes autenticitet. I uddraget fra feltnoterne herunder viser en gruppe elever deres produkt frem til deres fremlæggelse: en standardiseret skruetrækker og en skrue, som skal gøre det lettere at adskille og sortere elektronik. Produktet skaber en højlydt diskussion blandt eleverne. Omdrejningspunktet er, hvilket problem der i virkeligheden løses (bogstaveligt), og om produktet reelt virker:

“[Elevgruppen, der fremlægger] diskuterer lidt, hvilket problem det løser, og andre fra klassen byder ind, og der opstår højlydt diskussion om skruetrækkerne og skruen. Gruppen virker interesseret i at tale om det og går ikke i forsvarsposition.”

Der er altså en tendens til, at elever oplever situationel interesse, når de arbejder med autentiske problemstillinger. Tendensen kommer til udtryk, når de oplever lyst til at arbejde og taler videre om den problematik, de arbejder med. Den kommer også til udtryk, når de ønsker at vide mere om problematikkerne og vil forbedre deres produkter, så de potentielt set kan medvirke til at løse genkendelige problemstillinger. Eksemplerne viser, at problemstillingernes genkendelighed, dvs. elevernes kobling til samfundet og/eller deres egen hverdag, skaber situationel interesse.

## 2. Den naturfaglige arbejdsproces' betydning for situationel interesse

Hvor der er mange eksempler på, at autentiske problemstillinger kan fange elevernes interesse, er deres interesse under den naturfaglige arbejdsproces mere skrøbelig. Flere forhold spiller ind i forhold til, om eleverne oplever at være interesserede eller fx frustrerede eller ligefrem opgivende. En elev peger i det følgende på, at det forhold, at undervisningen tager udgangspunkt i egne idéer, gør den spændende:

“Det kom helt sikkert til at bekræfte, at normalt så får vi et papir, hvor der står en tekst om bum, bum, bum, og sådan fungerer det, og nu kan I lave et forsøg, som bare bekræfter det over for jer. Hvor vi her selv skal ud og bekræfte noget over for vores lærer. At vi siger: “Vi har fundet en idé, og for lige at forklare det for jer, så kan vi brænde det her af, så I faktisk kan se, at vores idé passer, og det er korrekt.” Vi byttede lidt roller. Og det synes jeg helt klart er spændende, men det ville formentlig også blive trættende i længden, hvis det var det eneste, vi lavede. Så lidt variation, det kan jeg virkelig godt lide.”

Denne elev lægger vægt på, at de selv skulle bevise, at deres idé var holdbar. De skal fx ikke blot bekræfte en hypotese med et forsøg, bestemt på forhånd af læreren. Netop sådan en klassisk arbejdsform observerer vi under det ene besøg på ARC, hvor eleverne ud fra en forsøgsbeskrivelse adskiller forskellige stoffer i nogle restprodukter fra ARC's affaldsforbrænding. I forbindelse med forsøget stiller ARC-formidleren flere spørgsmål, men må til sidst opgive at få eleverne til at svare. En elev siger efterfølgende: “Og så sad vi vitterlig inde i et eller andet, kedeligere end vores normale klasseværelse. Og så sad vi der, og så skulle vi lave de der opgaver.”

Eleven fra det tidligere citat peger også på, at projektarbejdsformen vil være trættende i længden. Netop det at miste interesse og fokus eller at gå i stå træder frem som et tema i interviews og observationer. En gruppe elever fortæller deres lærer, at det er gået fra at være sjovt til kedeligt i løbet af projektforløbet:

“To elever i hver sin gruppe spørger [læreren], hvorfor de skal bruge så lang tid på det, og siger, at det er blevet kedeligt, selvom det var sjovt i starten. Elever fra grupperne er gået i stå og begynder at rode rundt i lokalet med forskellige redskaber.”

Til tider gik eleverne fra at virke interesserede og fokuserede til hurtigt at opgive deres proces i frustration. En elev fortæller om at “ramme en mur” i processen, men at det lykkedes at komme videre:

“Men på et tidspunkt så tænker man lidt ud i nogle nye retninger, og så bygger man mere på den idé, man havde, eller måske finder på en helt ny idé. [...] Så kommer man hen på den anden side af den mur, som havde været svær at krydse. Så fortsætter det egentlig ligeud, og man kører godt, og det bliver spændende, at man selv har lavet det.”

Når eleverne udviser interesse i deres arbejdsproces, peger de bl.a. på deres produkters anvendelighed og formål. En elev fortæller med henvisning til et lignende projekt, hvor formålet var at lave en ungdomspark i kommunen:

“Så får man det ligesom taget [produktet] videre til noget andet. Og det gav en god følelse, at man havde lavet det her produkt og var kommet lidt videre i stedet for bare en løsning, og så stod man fast.”

En anden elev fremhæver, at det praktiske og håndværksmæssige arbejde medvirker til at gøre arbejdet sjovt og spændende:

“Og jeg tror, der er mange, der forbinder de her produkter med noget håndværksmæssigt, hvilket også gør det lidt mere spændende. Og sådan lidt sjovere.”

Eleven lægger desuden vægt på, at det håndværksmæssige arbejde opleves som et afbræk fra den normale undervisning, hvor de ofte skal læse og skrive på computer.

Opsummerende er der en tendens til, at eleverne finder en autentisk naturfaglig arbejdsproces interessant, når de kan se, at den kan medvirke til at løse virkelige problemstillinger. Resultaterne viser også, at interessen mistes hurtigt igen, hvis processen går i stå og eleverne ikke kan komme videre selv.

### *3. Autentiske artefakters betydning for situationel interesse*

Autentiske artefakter på ARC er sammen med intense og overraskende situationer centrale for elevernes interesse:

“Når vi står til en rundvisning i en park, og der er en (person), der bare går rundt og siger “der er et træ, det kom fra 1800-ble”. Men når vi går rundt med hjelme, vi går rundt med en vest. Vi går rundt i et kæmperum lavet af metal, og det larmer ad helvede til. Vi har ikke prøvet det før. Det er nyt, og derfor er det også spændende. Det tror jeg var det, der fangede mange. At det var noget helt anderledes, end hvad man ser normalt.”

Eleven oplever tilsyneladende, at rundvisningen er spændende, fordi den har en nyhedsværdi. Derudover peger eleven på en række artefakter, som knytter sig til ARC:

hjelme, veste, larm, metal og det store rum, som syntes at være årsag til, at situationen opleves som ny. Særligt sikkerhedsudstyret i form af gule hjelme og veste får plads på tværs af elevernes beskrivelser. Dette understøttes af observationer: "Eleverne virker meget overraskede over at skulle have sikkerhedsudstyr på. Flere griner, og de tager billeder af hinanden med tøjet på." En ARC-formidler peger i lighed med observationer af rundvisningen på, at eleverne også er optagede af lastbilerne, som læsser skrald i store bunker, som senere skal i forbrændingsovnen:

"[...] det virker at komme ud og se. Rigtig godt. Og det virker at se lastbilerne tømme de der. Enorme lastbiler. De [eleverne] kunne stå meget længe og se lastbilerne tømme. Det er fascinerende."

Når eleverne skal besøge forbrændingsovnen under deres rundvisning og efterfølgende turbinen, synes denne optagethed at fortsætte. Det observeres, at eleverne stiller sig i kø til det lille glasvindue ind til ovnen og virker overraskede over den varme luft, der blæser i turbinerummet:

"Alle skal se ind i ovnen gennem en lille glasluge, og eleverne stiller sig i kø. Alle kigger ind, og en spørger, hvorfor de skal have briller på, når de gør det. Senere skal de ind i et rum med varm luft fra dampen af det brændte affald. Mange udtrykker fx "wow" eller "ejjj", når de går ind i rummet."

Elevernes optagethed ses af deres reaktion, når de går ind i turbinerummet, samt af deres spørgsmål om, hvorfor de skal have sikkerhedsudstyr på, når de skal kigge ind i ovnen med brændende affald.

En ARC-formidler peger på, at elevernes mere direkte eller "hands-on"-interaktion med artefakterne giver anledning til at fange deres opmærksomhed:

"Da de fik lov til at begynde at skille ting ad herude, det syntes de også var enormt skægt. Men det er måske også, fordi vi ikke har værktøj til det, så de fik lov til at kaste telefonerne i gulvet [flere griner]. Det var skideskægt. Det er rigtigt nok, det fangede opmærksomhed, da de fik lov at smadre telefoner."

Samme opmærksomhed viser sig, når eleverne adskiller tungmetaller fra en brandalarm på ARC. Elevernes opmærksomhed gentages, når de adskiller mobiltelefoner på skolen – et artefakt, man må formode i høj grad er genkendeligt for eleverne fra deres hverdag:



“Drenge fra forskellige grupper samler sig omkring noget værktøj og arbejder på at adskille elektronik. De taler om, at det er vigtigt for at finde ud af, om det overhovedet er muligt. Drengene fortæller, at det er meget svært at adskille, og spørger mig, om jeg har hørt om en Fairphone.”

Gennemgående fanger autentiske artefakter elevernes opmærksomhed: Eleverne bliver fokuserede, når de fortsætter arbejdet med fx mobiltelefoner. Det er også tydeligt, at eleverne får en positiv oplevelse, når de møder det intense, autentiske miljø på ARC, der stimulerer deres sanser.

## Opsummering

I forhold til hvilke praksisfaglige undervisningssituationer der kan fange elevens interesse, har vi især hæftet os ved, at det sker, når:

- eleverne oplever et nyt og spændende autentisk miljø, der stimulerer deres sanser
- elevernes arbejdsproces understøttes af relevante arbejdsformer, fx håndværksmæssige, forsøg, eksperimenter og/eller artefakter
- problemstillingerne er genkendelige for eleverne, og de oplever, at deres arbejde rækker ud over undervisningen i klasselokalet.

Det ser med andre ord ud til, at elevernes interesse først og fremmest vækkes i undervisningssituationer, der er næsten identiske med ministeriets beskrivelse af praksisfaglighed (Børne- og Undervisningsministeriet, 2020). Det er samtidig undervisning, der, som Sillasen (2023) peger på, allerede i stor udstrækning varetages i det undersøgende arbejde i naturfag. I et skole-virksomhedsforløb kan praksisfaglighed blot være særlig tydeligt. På ARC fanges elevens *situationelle* interesse *alene*, fordi virksomheden tilbyder noget nyt og spændende (lastbiler, defekte mobiltelefoner, brændende affald og sikkerhedsudstyr) i form af autentiske sanseindtryk, som ikke kan opleves i skolens undervisning.

Et autentisk miljø fyldt med sanseindtryk var dog ikke nok til at *fastholde* eleverne hele vejen frem mod at løse deres naturfaglige problemstilling. Elevernes fortsatte interesse var afhængig af, at undervisningen forblev autentisk, og at forløbet fortsat blev oplevet som meningsfuldt, hvilket er i tråd med fx Dolin (2003), Hidi og Renninger (2006), Rowland et al. (2016) og Jensen (2019). Her var to elementer afgørende: *autentiske naturfaglige arbejdsprocesser* og *autentiske problemstillinger*, der rækker ud over klasselokalet – pointer, der fx understøttes af Braund og Reiss (2006). Som vores resultater viser, egner netop et skole-virksomhedsforløb sig som ramme for begge dele og dermed også for at skabe interesse hos eleverne. Og noget tyder på, at

praksisfaglighed i et skole-virksomhedsforløb også tydeliggør relevansen af naturfags betydning i vores samfund og ikke mindst i elevernes hverdag, noget, der som nævnt tidligere er særlig udfordrende (Pedersen et al., 2023).

I forhold til Børne- og Undervisningsministeriets lancering af praksisfaglighed bekræfter vores resultater således, at elevers arbejde med produkter i autentiske naturfaglige arbejdsprocesser centreret omkring problemstillinger, der rækker ud over skolen, har positiv betydning for deres interesse – når eleverne relaterer problemstillingerne til deres egen hverdag og/eller samfundet. En interesse, der naturligvis *kan* danne kimen til en mere vedvarende interesse for naturfag. Om elevernes situationelle interesse fortsætter, og eventuelt bliver til en personlig og vedvarende interesse, kan vores empiri ikke sige noget om. Det ville ellers være ønskværdigt i forhold til at adressere skole-virksomhedsforløbs evne til at fange elevernes interesse for naturfagsundervisning, jf. mål i folkeskolereformen og naturfagsstrategien (Regeringen, 2019; Undervisningsministeriet, 2018a).

Til gengæld dokumenterer vores resultater tydeligt, at det virker direkte demotiverende på nogle elever, når aktiviteter eller arbejdsprocesser ligner “traditionel undervisning”. Det gælder, uanset om det foregår på virksomheden eller i skolen. Så mister eleverne hurtigt interessen. Den samme form for demotivation så vi hos elever, der ikke (kontinuerligt) oplever, at deres arbejde med at løse problemstillingerne rækker ud over klasselokalet, hvilket blot bekræfter eksisterende forskning (Palmer, 2009).

Selvom nærværende artikel begrænser sig til at undersøge spørgsmålet om, hvorvidt praksisfaglighed øger elevers interesse, er det nærliggende at antage, at praksisfaglighed kan understøtte elevers *læring* gennem en kobling mellem teori og praksis, idet der er en positiv sammenhæng mellem interesse og læring (Krapp, 2007; Renninger & Hidi, 2019). For en diskussion af, hvordan praksisfaglighed i et skole-virksomhedsforløb kan understøtte denne teori-praksis-kobling, og derved udvikle elevers naturfaglige kompetencer, henvises til Levinsen og Lindsay (2022). Her peges der på, inspireret af Scott et al. (2011), at elever er afhængige af lærerens løbende og aktive understøttelse af koblingsdannelser i både deres arbejdsproces og deres tilegnelse af naturfaglige begreber. Meget tyder på, at koblinger er afgørende for at skabe fremdrift hos eleverne, så de ikke mister interessen og går i stå.

## Taksigelse

Tak til deltagerne i projektet NEXT:GrEeN: projektleder Nina Troelsgaard Jensen, tidligere forskningsansvarlig Anders V. Thomsen, deltager Rasmus Høiby samt Amager Ressourcecenter og skolerne, der bidrog med både elever og lærere.

## Referencer

- Braund, M. & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388. <https://doi.org/10.1080/09500690500498419>
- Brinkmann, S. & Kvale, S. (2014). *Interviews: Learning the craft of qualitative research interviewing* (3. udg.). Sage Publications.
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2020). *Praksisfaglighed i skolen – vidensopsamling*. <https://emu.dk/sites/default/files/2020-07/GSK.%20Praksisfaglighed.%20Vidensnotat.pdf>
- Dewey, J. (1913). *Interest and effort in education*. Riverside.
- Dohn, N.B. (2007). Elevers interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv. *MONA*, 2007(3), 7-24. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36556/37858>
- Dolin, J. (2003). *Fysikfaget i forandring – læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling*. Roskilde Universitet. <https://forskning.ruc.dk/da/publications/fysikfaget-i-forandring-1%C3%A6ring-og-undervisning-i-fysik-i-gymnasie>
- EVA. (2018). *Skolernes samarbejde med erhvervslivet – fokus på elevernes læring i den åbne skole*. Danmarks Evalueringsinstitut. <https://eva.dk/Media/638481691755706383/Skolernes%20samarbejde%20med%20erhvervslivet%20-%20Fokus%20pa%20elevernes%201%C3%A6ring%20i%20den%20abne%20skole.pdf>
- EVA. (2023). *Kortlægning af folkeskolers arbejde med praksisfaglighed*. Danmarks Evalueringsinstitut. <https://eva.dk/Media/638348648898075597/Kortl%C3%A6gning%20af%20praksisfaglighed.pdf>
- Halkier, B. (2015). Fokusgrupper. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (s. 121-135). Hans Reitzels Forlag.
- Hidi, S. & Renninger, A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4)
- Høiby, R., Jensen, N.T. & Andersen, M.F. (2020). *Naturfagligt projektarbejde med skole-virksomhedssamarbejde – undervisningsmateriale udviklet på baggrund af projekt NEXT:GrEeN*. Københavns Professionshøjskole. [https://ucviden.kp.dk/ws/portalfiles/portal/78205460/NEXT\\_GrEeN\\_UV\\_materiale.pdf](https://ucviden.kp.dk/ws/portalfiles/portal/78205460/NEXT_GrEeN_UV_materiale.pdf)
- Jarvis, T. & Pell, A. (2005). Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53-83. <https://doi.org/10.1002/tea.20045>
- Jensen, M.E. (2019). *Det kulturhistoriske museum som undervisningsressource – et casestudie af historieundervisning og pædagogiske koblingsdannelser mellem klasserum og museum*. Aarhus Universitet. [https://www.ucviden.dk/ws/portalfiles/portal/174596654/Hele\\_afhandling\\_til\\_offentliggelse\\_2.pdf](https://www.ucviden.dk/ws/portalfiles/portal/174596654/Hele_afhandling_til_offentliggelse_2.pdf)
- Kata Fonden. (2023). *Indsigter fra LEAPS-netværket – nye skoleløft. Årsrapport 2022*. [https://leaps-skoler.dk/wp-content/uploads/2023/08/LEAPS\\_Aarsrapport\\_Nye-skoleloeft\\_2022\\_lille-fil.pdf](https://leaps-skoler.dk/wp-content/uploads/2023/08/LEAPS_Aarsrapport_Nye-skoleloeft_2022_lille-fil.pdf)

- Knapp, D. (2007). A longitudinal analysis of an out-of-school science experience. *School Science and Mathematics*, 107(2), 44-51. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2007.tb17767.x>
- Krapp, A. (2007). An educational–psychological conceptualisation of interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 7, 5-21. <https://doi.org/10.1007/s10775-007-9113-9>
- Krapp, A. & Fink, B. (1992). The development and function of interests during the critical transition from home to preschool. I: K.A. Renninger, S. Hidi & A.
- Krapp (red.), *The role of interest in learning and development* (s. 397-429). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kromann-Andersen, E. & Jensen, I.F. (2009). *KIE-modellen – innovativ undervisning i videregående uddannelse*. Praxis.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Interview – introduktion til et håndværk*. Hans Reitzels Forlag.
- Levinsen, H. & Lindsay, T.S. (2022). Skole-virksomhedssamarbejde i naturfagene – erfaringer fra et projektbaseret innovativt undervisningsforløb. *NorDiNa*, 18(1), 82-97. <https://doi.org/10.5617/NORDINA.8337>
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 424-436. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.3.424>
- Naturvidenskabens Hus. (2024). *Virkelige udfordringer til din skole*. Lokaliseret d. 26.01.24 fra <https://nvhus.dk/virkelige-udfordringer-til-din-skole>
- Nielsen, L.T. (2023). Praksisfaglighed – det handler om skoleudvikling. I: A. Rasch-Christensen (red.), *Praksisfaglighed i skolen* (s. 23-44). Dafolo.
- Palmer, D.H. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147-165. <https://doi.org/10.1002/tea.20263>
- Patell, E.A. (2013). Constructing motivation through choice, interest, and interestingness. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 522-534. <https://doi.org/10.1037/a0030307>
- Pedersen, H.S., Hindsholm, M., Mikkelsen, M., Holmegaard, H.T., Nielsen, K.B., Ulriksen, L., Vixø, K., Hansen, M.F., Nielsen, S.S., Blomgreen, C., Christiansen, N. & Jakobsen, L.S. (2023). *Børn og unges science-kapital – baselinerapport*. VIVE – Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd. <https://www.vive.dk/media/pure/dx3jj29v/23998179>
- Rasch-Christensen, A. (2023). Introduktion – praksisfaglighed. I: A. Rasch-Christensen (red.), *Praksisfaglighed i skolen* (s. 7-22). Dafolo.
- Regeringen. (2018). *Aftale mellem regeringen (Venstre, Liberal Alliance og Det Konservative Folkeparti), Socialdemokratiet, Dansk Folkeparti, Radikale Venstre og Socialistisk Folkeparti om styrket praksisfaglighed i folkeskolen*. Børne- og Undervisningsministeriet. <https://www.regeringen.dk/media/5650/180612-aftale-om-styrket-praksisfaglighed-i-folkeskolen-ny.pdf>
- Regeringen. (2019). *Aftale mellem regeringen (Venstre, Liberal Alliance og Det Konservative Folkeparti), Socialdemokratiet, Dansk Folkeparti, Radikale Venstre og Socialistisk Folkeparti om Folkets skole: Faglighed, dannelse og frihed – justeringer af folkeskolen til en mere åben og fleksibel folkeskole*. <https://www.regeringen.dk/media/6327/190130-aftaletekst.pdf>

- Renninger A. & Hidi, S. (2019). Interest development and learning. I: K.A. Renninger & S. Hidi (red.), *The Cambridge handbook of motivation and learning* (s. 265-290). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316823279.013>
- Rotgans, J.I. & Schmidt, H.G. (2011). Situational interest and academic achievement in the active-learning classroom. *Learning and Instruction*, 21(1), 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.11.001>
- Rotgans, J.I. & Schmidt, H.G. (2014). Situational interest and learning: Thirst for knowledge. *Learning and Instruction*, 32, 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.01.002>
- Rowland, S., Pedwell, R., Lawrie, G., Lovie-Toon, J. & Hung, Y. (2016). Do we need to design course-based undergraduate research experiences for authenticity? *CBE: Life Sciences Education*, 15(4). <https://doi.org/10.1187/cbe.16-02-0102>
- Scott, P., Mortimer, E., & Ametller, J. (2011). Pedagogical link-making: a fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge. *Studies in Science Education*, 47(1), 3-36.
- Shaffer, D.W. & Resnick, M. (1999). "Thick" authenticity: New media and authentic learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 10(2), 195-215. <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/authenticity/authenticity.pdf>
- Sillasen, M.K. (2023). Praksisfaglighed i naturfagene. I: A. Rasch-Christensen (red.), *Praksisfaglighed i skolen* (s. 107-121). Dafolo.
- Swarat, S. (2008). What makes a topic interesting? A conceptual and methodological exploration of the underlying dimensions of topic interest. *Electronic Journal of Science Education*, 12(2). <https://ejrsme.icrsme.com/article/view/7773/5540>
- Thomsen, A.V. (2016). *Eksterne partnere i naturfagsundervisningen – skole-virksomhedssamarbejde*. DPU, Aarhus Universitet.
- Undervisningsministeriet. (2018a). *National naturvidenskabsstrategi*. [https://www.regeringen.dk/media/5007/national-naturvidenskabsstrategi\\_endelig.pdf](https://www.regeringen.dk/media/5007/national-naturvidenskabsstrategi_endelig.pdf)
- Undervisningsministeriet. (2018b). *Bilag 1: Praksisfaglighed i fag, emner og vejledning*. *Undervisningsministeriet*. [https://www.efterskolerne.dk/-/media/Efterskolerne/For\\_efterskoler/raadgivning/vejledning/Praksisfaglighed.pdf?la=da&hash=528AD6765AEE14CD06B8959214C69C84](https://www.efterskolerne.dk/-/media/Efterskolerne/For_efterskoler/raadgivning/vejledning/Praksisfaglighed.pdf?la=da&hash=528AD6765AEE14CD06B8959214C69C84)

## English abstract

*This article presents a school-industry partnership in upper primary school science education, which is used to illustrate the concept of practice-based teaching (Da: praksisfaglighed). The aim is to document in which situations the students exhibit interest based on observations and interviews with students, teachers, and mediators from the industry partner. Data shows that situational interest occurs when the students experience: 1) a new exciting and authentic environment that stimulates their senses, 2) activities that incorporates craftsmanship, inquiry-based learning and/or artefacts and 3) the issues on hand are recognizable and have significance that goes beyond teaching in the classroom. In contrast our results document how activities and/or work processes that resemble “traditional teaching” are demotivating for some students.*

# Lærerstuderendes deltagelsesmønstre i gruppearbejde i learning to notice-forløb



Mette Hjelmberg, UCL



Lene Junge, UCL

**Abstract:** I et forskningsprojekt på læreruddannelsen har vi designet og afprøvet et højstruktureret learning to notice-forløb med praksisvideo fra folkeskolens matematikundervisning. I denne artikel har vi fokus på, hvordan lærerstuderendes deltagelsesmønstre påvirker deres tilgang til at beskrive, genbeskrive og fortolke praksisvideoer. Vi har transskriberede lydoptagelser fra afprøvningen. Vi har ligeledes skriftlige produkter og transskriberede før- og efterinterviews med udvalgte studerende. Vi har udvalgt to cases, der viser væsentlige forskelle i gruppeprodukter som følge af de roller, de studerende indtager. Det kalder på videreudvikling af designs, der kan få de lærerstuderende til at reflektere over bestemte rollers betydning for kvaliteten af gruppeprodukter.

## Indledning

Matematikundervisning på læreruddannelsen med brug af videoklip fra grundskolens matematikundervisning giver mulighed for at indfange kompleksitet og autenticitet i klasseværelset på en fokuseret måde. Det at anvende videoer i matematiklæreruddannelsen er ikke nyt, men det kalder på læreruddannerens facilitering af de lærerstuderendes arbejde med videoer for at opnå substantielle analyser af læreres praksisser (van Es et al., 2014). Anbefalinger for læreruddanneren går i retningen af højstrukturerede og stærkt stilladsede forløb for at støtte de lærerstuderendes muligheder for at beskrive, analysere og vurdere undervisningssituationer (Gaudin & Chaliès, 2015). Noticing, eller selektiv opmærksomhed (Mason, 2021; Dindyal et al., 2021; van Es & Sherin, 2002), handler om, at lærere eller lærerstuderende opnår kompetencer til at identificere og selektare, hvad der er vigtigt i en specifik undervisningssituation, for herefter at rammesætte den eller de identificerede situationer ved kontekstbaseret at ræsonnere over de identificerede situationer og sluttelig at analysere sig frem til forståelser af sammenhænge mellem relevant fagdidaktisk teori og

den eller de identificerede situationer (van Es & Sherin, 2008). Seidel og Stürmer har til dette formål udviklet en struktureret observationsmodel (learning to notice, LTN). Modellen adresserer vigtigheden af at identificere og udvælge relevante aspekter i komplekse undervisningssituationer – at vise rettet mod centrale komponenter i lærerens undervisning. De studerende skal i grupper se, beskrive, gense og genbeskrive et videoklip med en intention om at opnå evidens for deres forklaringer ud fra deres beskrivelser og genbeskrivelser (Seidel & Stürmer, 2014). Denne artikel vedrører et forskningsprojekt, der er en del af et afsluttet toårigt projekt, "Learning to notice", på læreruddannelsen i Odense med deltagelse af tre fag: dansk, matematik og engelsk (L2). Der er foretaget fem interventioner i alle tre fag og gennemført før- og efterinterviews med fem studerende i hvert fag. I dette forskningsprojekt har vi benyttet den strukturerede LTN-model udarbejdet af Seidel og Stürmer (2014). Vi har benyttet korte, autentiske og uredigerede praksisvideoer (Dindyal, 2021) af folkeskolens matematikundervisning fra QUINT-projektet (Elf, 2022). På den måde kan man retrospektivt identificere og analysere uddannede læreres praksisser, men med mulighed for at distancere sig fra selv at gennemføre undervisning (Blomberg et al., 2014; Sherin, 2004). Selve videoerne giver de lærerstuderende muligheder for at udvikle forståelser for teorier om elevers læring og pædagogiske praksisser (Gaudin & Chaliès, 2015). Brugen af video som medie gør det også muligt at se hele eller dele af videoen gentagne gange, eventuelt i slowmotion, og det er også muligt at stoppe op og fokusere på et eller flere relevante stillbilleder (Gaudin & Chaliès, 2015). Miller (2009) anbefaler, at læreruddanneren stilladserer undersøgende og problembaserede samtaler ud fra en nedskrevet spørgeguide. Det understøtter de studerendes muligheder for at beskrive, analysere og vurdere undervisningssekvenser på videoer (van Es et al., 2014; Gaudin & Chaliès, 2015; Miller, 2009). Dette har vi bekræftet i et tidligere studie (Larsen et al., 2022).

Vi udvalgte to studerende til at deltage i individuelle interviews. Emnerne i interviewene var bl.a. deres begrundelser for at vælge læreruddannelsen, deres motivation samt deres opfattelse af deres engagement i LTN-forløbet. Udvælgelsen skete på baggrund af en survey, hvor de studerende angav deres motivation for at vælge læreruddannelsen som værende høj, da det antageligvis betyder høj deltagelse i LTN-gruppearbejdet.

Vi har undersøgt de studerendes produkter, hvor kernen er en beskrivelse, en grundig genbeskrivelse og en begrundet forklaring af en situation på video.

En sammenligning af de to studerendes gruppeprodukter medførte en opdagelse af forskellighed i produkterne fra umiddelbart sammenlignelige kompetente, forberedte, deltagende og motiverede studerende.

Dette har ført til en udforskning af studerendes deltagelsesmønstre i gruppearbejdet, med henblik på at undersøge, hvordan studerendes forskellige roller (van Es, 2009)



påvirker produktet med henblik på at få udarbejdet en meget grundig beskrivelse, som er grundlaget for en begrundet forklaring. Begrebet deltagelsesmønstre udfolder vi nedenfor. Fokus i artiklen ligger derfor på at analysere studerendes deltagelsesmønstre i gruppearbejde i et højt struktureret fagdidaktisk forløb og dermed på, hvilke påvirkninger de studerendes forskellige roller har på en gruppes produkt.

Først vil vi beskrive de teoretiske perspektiver på de studerendes deltagelsesmønstre og roller, der har betydning for, at de, dynamisk og undersøgende, kan udforske og tage stilling (adopt a stance of inquiry) i et højstruktureret LTN-forløb. Dernæst gennemgår vi vores metodiske tilgang, forløbets design og dataindsamlingen. Analysen foretages på to udvalgte cases, som illustrerer forskellige resultater af to gruppers arbejde med den samme strukturerede observationsmodel på den samme videosituation.

## Adopting a stance of inquiry

Van Es og Sherin har arbejdet med begrebet noticing i en årrække, og i deres tidlige arbejde fra 2002 forholder de sig til tre nøglebegreber for noticing, nemlig:

- “(a) identificere, hvad der er vigtigt og værd at bemærke i kontekst-situationer,
  - (b) skabe forbindelser mellem kontekst-situationer og de mulige principper for undervisning og læring, som de repræsenterer,
  - (c) ræsonnere over kontekst-situationer”
- (van Es & Sherin, 2002, s. 573, oversat af forfatterne).

De benytter begreberne identifikation (attending) om punkt (a) og fortolkning (interpreting) om punkt (b) og (c) (van Es & Sherin, 2002). I en senere artikel fra 2021 genbesøger van Es og Sherin deres empiri fra arbejdet i 2002 – også den del af empirien, som de har udeladt i 2002 (van Es & Sherin, 2002). De introducerer mere sofistikerede måder at identificere på: Man identificerer det betydningsfulde i situationen, men samtidig bliver man nødt til at forholde sig til, at man ser bort fra andre dele af situationen. Ligeledes forholder de sig til mere sofistikerede måder at fortolke på, når deltagerne, i vores tilfælde lærerstuderende, ikke blot forsøger at fortolke situationerne på en entydig og normativ måde, men søger flere (og sandsynligvis modstridende) mulige forklaringer. Det viser sig ved, at de lærerstuderende er opmærksomme på andre gruppemedlemmers fortolkninger af sammenhænge og indtager en mere spørgende tilgang til mulige fortolkninger (van Es & Sherin, 2021). Van Es og Sherin kalder det “adopting a stance of inquiry” (van Es & Sherin, 2021, s. 19).

## Deltagelsesmønstre

En persons opfattelser (beliefs) af faget matematik, matematikundervisning og -læring artikuleres sjældent direkte af personen, men påvirker og får betydning for personens holdninger til matematikundervisning og dermed også personens arbejde i og med matematik. Eftersom opfattelserne optræder implicit og personen oftest ikke selv sætter spørgsmålstejn ved dem, må de indirekte bringes frem, fx gennem interviews (Niss & Jankvist, 2020). Forskning i beliefs har dog betydelige konceptuelle og metodiske problemer, når man ønsker at afdække komplekse deltagelsesmønstre i sociale praksisser (Skott et al., 2011). Eftersom de lærerstuderende arbejder i grupper med at lægge mærke til og ræsonnere over bemærkelsesværdige træk ved de udvalgte situationer i videoerne, betragtes situationerne som sociale fænomener, og der lægges vægt på karakteren af de lærerstuderendes deltagelsesmønstre (patterns of participation), deres bidrag, deres engagement og de interne forhandlinger (Skott et al., 2011; Skott, 2013). Det muliggør, at man kan se tegn på både individuel og social skabelse af mening. De lærerstuderendes forklaringer betragtes som dynamiske, og de kan udvikle sig konstant, mens der arbejdes (Skott et al., 2011; Skott, 2013). Det er relevant at facilitere muligheden for at fastholde en mere undersøgende tilgang i diskussionerne af videosituationerne. Det kan bl.a. gøres ved at tilbyde spørgeguider til de lærerstuderende eller til læreruddanneren, som indeholder vigtige kommunikative træk, fx ved at identificere vigtige idéer, tilbyde alternative synspunkter og bede om belæg for fortolkninger (van Es et al., 2014).

## Lærerstuderendes roller

Personers deltagelsesmønstre er sjældent statiske, men dynamiske og kontekstbaserede (Skott et al., 2011; Skott, 2013) og kan bl.a. undersøges via de roller, som de enkelte lærerstuderende indtager i gruppearbejdet. Van Es har udarbejdet et empirisk understøttet skema over typer af roller, som deltagerne indtager, mens de arbejder med at beskrive og analysere video fra matematikundervisning, både når der organiseres, og når der diskuteres (van Es, 2009). Hendes analyser viser, at gruppen på sigt lærer, hvilke roller der er hensigtsmæssige og centrale for dybe analyser af komplekse undervisningssituationer i en videoklub (van Es, 2009).

Det leder os til følgende forskningsspørgsmål:

*Hvordan påvirker de to udvalgte lærerstuderendes specifikke roller og deltagelsesmønstre deres muligheder for dynamisk og undersøgende at udforske og tage stilling (adopt a stance of inquiry), når de i en gruppe beskriver, genbeskriver, analyserer og fortolker videoer fra folkeskolens matematikundervisning i et højstrukturert learning to notice-forløb?*

## Data, metode og databehandling

### *Data*

Vi fokuserer på data fra intervention 3. Intervention 3 er designet som et højt struktureret fagdidaktisk forløb med mulighed for at stoppe op og gense videoklip (Gaudin & Chaliès, 2015), hvor de studerende i grupper skal se, beskrive, gense og genbeskrive en video med en intention om at opnå evidens for deres forklaringer ud fra deres beskrivelser og genbeskrivelser (Seidel & Stürmer, 2014). Valget af video til interventionen er en fagdidaktisk situation, hvor elever arbejder undersøgende med måling (Lehrer et al., 1999). De studerende skal undersøge elevens udvikling af matematisk forståelse af begrebet måling i en undersøgelsesbaseret undervisning (Artigue & Blomhøj, 2013; Blomhøj, 2021; Hansen & Hansen, 2013). Læreruddanneren inviterer ligeledes grupperne til dialog ud fra en på forhånd nedskrevet spørgeguide (van Es et al., 2014).

Vores indsamlede data består for det første af studerendes beskrivelser og genbeskrivelser af en klasserumsvideo (n = 11 studerende, n = 3 grupper), for det andet af transskriberede lydoptagne gruppediskussioner af beskrivelser og forklaringer (transskriberede lydfiler, n = 15) og for det tredje af transskriberede lydoptagne interviews før og efter intervention 3 med to udvalgte studerende. Udvælgelsen af de to studerende er baseret på deres egen vurdering af høj motivation for læreruddannelsen.

### *Metode*

Vi har analyseret vores indsamlede data på et case-generaliseret niveau ved at betragte de to studerende, S08 og S22, som signifikant forskellige cases (Flyvbjerg, 2020). Vi har ønsket en detaljeret og dyb empirisk udforskning af de to studerendes deltagelse i gruppearbejdet, deres bidrag, den måde, de forhandler på, tegn på individuel og social meningsdannelse, de roller, de indtager, og deres muligheder for dynamisk og undersøgende at udforske og tage stilling til udvalgte situationer fra folkeskolens matematikundervisning. Derfor har vi valgt en mixed methods-tilgang til udvalgte fænomener i den specifikke kontekst, hvor fænomenerne finder sted (Johnson & Christensen, 2014), ud fra indsamlede skriftlige produkter, lydoptagelser og individuelle interviews. Mixed methods-tilgangen giver os mulighed for at komplementere de analytiske tilgange med mulighed for dybere empiriske udforskninger (Frederiksen, 2020).

### *Databehandling*

Vi udvalgte først to studerende (S22 og S08), som altid møder forberedte op og er deltagende i undervisningen. Ligeledes havde de begge angivet scoren 10 ved spørgsmålet "I hvor høj grad er du motiveret til at tage læreruddannelsen? (1-10)" i en indledende survey.

Vi gennemgik dernæst gruppernes beskrivelser og genbeskrivelser og blev overraskede over, at der var væsentlige forskelle på produkterne fra de to studerendes (S22 og S08) grupper (dette udfoldes senere).

Interviews før og efter interventionen er derefter systematisk behandlet ved tematisk at kode dem (fx i forhold til, hvordan de beskriver undervisningen og deres forberedelse til undervisningen) linje for linje (Creswell, 2008) med henblik på at få et billede af S22's og S08's opfattelser af matematik og matematikundervisning, samt hvordan de beskriver deres deltagelse som lærerstuderende (Tanggaard & Brinkmann, 2020).

Dette har vi benyttet til at vende tilbage til gruppernes beskrivelser og genbeskrivelser i form af både skrevne filer og transskriberede lydfiles, som er kodet efter, hvilke roller de studerende har indtaget, fx hvordan de initierer og indgår i diskussioner, og dermed få et indblik i, hvilke roller der influerer på de studerendes deltagelsesmuligheder (Tanggaard & Brinkmann, 2020).

## Cases

### S22

S22 er en ung kvinde, som begrundet sit valg af lærerstudiet på følgende måde: "Jeg kan godt lide at se andre udvikle sig og motivere andre til at gøre deres bedste. Og begge mine forældre er lærere, og min farmor er lærer, og min faster er lærer, så vi har rigtig mange lærere i familien, og jeg tror bare, det her miljø har altid virket meget trygt" (interview 1, 00:15). Hun har selv gået på en lille privatskole, hvor begge hendes forældre også arbejdede, og bruger ordet "tryk" gentagne gange om sin skolegang. Hun har i perioder overvejet andre karriereveje, men fæstner sig ved behovet for rådgivning af sine forældre: "(...) jeg vil faktisk gerne være lærer (...) at jeg kender det (...). Fordi min mor og min far netop kunne rådgive mig her, at hvis jeg havde valgt alt muligt andet, så havde de måske ikke kunnet rådgive mig på samme måde" (interview 1, 01:30). Hun er optaget af, at man i lærergerningen arbejder med mennesker, og glæder sig til at lære fra sig: "Men det er helt klart også en motivationsfaktor, det her med at arbejde med mennesker (...) og jeg har et ret højt fagligt niveau, så det der med at lære fra sig, det synes jeg selv er spændende, og det må man sige, det er jo ligesom det primære som lærer, ikke også? [griner]" (interview 1, 01:40).

### S08

S08 er en ung kvinde, der har foretaget et studieskift: Året før hun startede på læreruddannelsen læste hun biologi på universitetet. Hun begrundet sit skift med, at hun ønsker en uddannelse, der fører til en karriere, frem for en mere åben uddannelse: "Jo, men jeg læste faktisk biologi sidste år ude på universitetet, på første år på bacheloren,

og jeg savnede bare helt vildt meget, at jeg sådan kunne studere til noget, hvor jeg vidste, jeg kunne arbejde mig hen mod at blive *noget* [lægger tryk på noget]" (interview 1, 00:10). Hun er ifølge sit eget udsagn havnet på rette hylde: "(...) kan jeg bare mærke, det føles helt rigtigt nu i forhold til sidste år, hvor jeg bare gik og havde ondt i maven hver gang altså." (interview 1, 01:24). Hun trives på sit hold og fremhæver det sociale aspekt: "(...) været enormt godt socialt at komme ind i en klasse, hvor vi er så tætte, og man kan, ja, ytre sin mening og sådan noget, uden at man bliver set ned på" (interview 1, 02:59). "Jeg har, man er et hold nu. Man er sammen om det her, hvor man før, der var du bare alene." (interview 1, 03:25).

### *Opfattelser af matematikfaget i læreruddannelsen*

S22 giver udtryk for, at anvendelsen af matematikdidaktiske teorier er baseret på, at alle studerende "får den samme information", så "alle kan bruge de samme teorier i praksis" (interview 1, 03:05). S22 oplever sig selv som en studerende med et højt fagligt niveau. Hun oplever ofte, at det er kedeligt at få præsenteret teori, fordi hun i forvejen oplever at bruge teorien i praksis, dog uden at vide, at det er det, hun gør. Hun siger, at det at lære fra sig er spændende, og at kunne det er det primære som lærer (interview 1, 01:30). Hun opfatter læreruddannelsen som en overlevering af viden – det, hun lærer her, skal gøre hende dygtigere senere i skolen (interview 1, 03:05), hvilket også får betydning for hendes deltagelsesmønster. S22's udtalelser er med til at begrunde, at hun har et statisk deltagelsesmønster (Niss & Jankvist, 2020): "Det er megafedt at arbejde under en fast tidsramme, hvor muligheden for udenomssnak ikke er til stede", og hun kan "rigtig godt lide sådan en virkelig struktureret undervisning" (interview 2, 03:06). Strukturovervejelser fylder meget for S22 (interview 2, 00:15). Da hun bliver spurgt, hvad hun kan huske fra undervisningen dagen før, beskriver hun strukturen i forløbet i detaljer: "først skulle vi (...), så skulle vi (...), så var der en opsamling (...), så skulle vi (...)" (interview 2, 00:15). Ligeledes er hun optaget af struktur og har ikke fæstnet sig ved indholdet i en anden videosituation: "(...) så går han rundt og snakker (...) Ja, de sidder i sådan nogle bordgrupper (...) Årh, og hvad er det så, de laver? Det ved jeg ikke" (interview 1, 34:00).

S08 har oplevelsen af, at forståelsen af centrale matematikdidaktiske begreber bliver til i diskussioner i mødet med de andre studerende: "Jeg vil gerne have nogen at dele mine tanker med" (interview 1, 15:59), "det er sejt at høre, hvad andre synes er vigtigt (...). Der blev lagt op til en stor diskussion, som jo heller ikke er diskuteret færdig, kan man sige. Det bliver den nok aldrig" (interview 1, 07:00). Hun elsker interaktionen med sine medstuderende, og det må gerne være på bekostning af tidsledelse og struktur: "De der undervisningsgange, hvor vi bare diskuterer, og man er nødt til at stoppe, tiden er gået nu, så har det været godt" (interview 1, 14:05). Hun omtaler oplevelsen af at

cykle hjem og virkelig have lært noget. Hendes måde at udtale sig om sine foretrukne deltagelsesmønstre på må anses som værende dynamisk, og hun vægter den sociale skabelse af mening højt. (Skott et al., 2011; Skott, 2013): "(...) altså man lærer at arbejde sammen med andre, der også har den passion for at undervise" (interview 1, 04:02). S08 har fokus på det professionsrettede, og hun opfatter bl.a. det professionsrettede som en naturlig integration af viden i alle de fag, de har, inklusive praktik og praksistilknytninger, som learning to notice-forløbene kan opfattes som: "Man får nogle erfaringer. Man ved, hvordan man skal, ja, gribe forskellige situationer an. Det vil jeg nok sige var det vigtigste. Og det, det lærer vi jo i en sammenkobling af alle fag, vi har" (interview 1, 05:00). Hun er generelt optaget af det faglige fællesskab, og hun trives i faglige diskussioner. Hun er forberedt og engageret, og hun er "flytbar", idet hun er villig til at lære noget (andet) i samarbejdsituationer. Samtalerne og diskussionerne finder hun relevante for at få ny indsigt.

De to studerende er begge kompetente studerende, og de er enige om målet med matematikundervisning i læreruddannelsen, nemlig det professionsrettede og den dobbelte didaktiske dimension: De får kompetencer til at undervise elever og reflektere over elevers læring. De er bare ikke enige om vejen til målet. S22 har en regelbaseret og statisk opfattelse af matematikfaget. S08, derimod, har en mere dynamisk opfattelse af matematikfaget i samspil med andre fag.

### *Produkter*

I analysen af de to gruppers produkter er vi optaget af, om vi kan se, at de har forsøgt at beskrive og genbeskrive en video med intentionen om at opnå belæg for deres forklaringer ud fra deres (gen)beskrivelser. Samtidig er designet højt struktureret (Seidel & Stürmer, 2014), og vi undersøger, om de har fokus på forklaringer med specifikke fagdidaktiske begreber, nemlig brugen af Lehrers målingsbegreb (Lehrer et al., 1999) i undersøgende matematik (Blomhøj, 2021). Gruppen med S22 udarbejder en kortfattet kronologisk beskrivelse af situationen i videoen, hvor de holder sig til beskrivelser. Når de går til forklaringsfasen (Seidel & Stürmer, 2014), søger de ikke belæg i deres beskrivelser, som var en af dimensionerne i designet. I stedet tilføjer de fortolkninger af situationen i videoen, fx: "Der er altså sammenhæng mellem enhed og egenskab, der skal måles. Eleverne har en standardisering af enhederne. De er alle enige om, hvor meget en høne fylder" (beskrivelse, S22's gruppe). I disse fortolkninger kan vi se, at de forholder sig til Lehrers begreber: "1) At der skal være sammenhæng mellem enheden og den egenskab, der skal måles, og 5) at der er brug for en standardisering af enheder, således at forskellige mennesker bruger samme enheder for at lette kommunikation" (Hansen et al., 2013, s. 124-125). Men beskrivelsen ender med at blive en blanding af egentlige beskrivelser og fortolk-

ninger. De har ikke et egentligt forklaringsafsnit i deres produkt. Vi ser ingen specifikke beskrivelser af lærerens spørgeteknikker, jf. fagdidaktiske teorier om undersøgende arbejde i deres beskrivelse (Blomhøj, 2021).

Gruppen med S08 foretager en grundig beskrivelse af situationen i videoen, de holder sig til beskrivelser. I forklaringsfasen (Seidel & Stürmer, 2014) fokuserer de både på Lehrers målingsbegreb og på specifikke spørgsmål, der kan fastholde elevernes undersøgende tilgang. I forhold til Lehrers målingsbegreb finder de, ved at gense videoen (Gaudin & Chaliès, 2015; Miller, 2009), belæg for, at læreren sandsynligvis har medtænkt dette direkte eller indirekte i undervisningssituationen, fx 3) "At den genstand, der skal måles, skal fyldes ud med et antal enheder, så der ikke er nogen 'huller', men også så måleenhederne ikke breder sig ud over dens kanter" (Hansen et al., 2013, s. 125). De studerende skriver i deres genbeskrivelse: "Nikoline foreslår, at de kan klippe i arkene, for at de kan passe ind i hullerne. Eleverne begynder at klippe i arkene. Læreren spørger ind til, hvorfor de klipper dem, og om det er vigtigt: "Er I helt sikre på, om det er ligemeget, at I klipper postkortet over?" Clara svarer: "Ja, for det er det samme, hvis vi bare bruger begge dele"" (beskrivelse, S08's gruppe). I deres skriftlige forklaringsafsnit udfolder de dette ved at skrive, at ovenstående er et belæg for Lehrers målingsbegreb 3 (beskrivelse, S08's gruppe). På tilsvarende vis udtrykker de spørgsmål fra læreren, som fastholder eleverne i det undersøgende arbejde (Blomhøj, 2021) i deres forklaringsafsnit, fx: "Prøv lige at sige det igen, N, hvad var det, du fik øje på nu?" (beskrivelse, S08's gruppe). Spørgsmålene er hentet direkte fra deres grundige beskrivelser. De har dermed udarbejdet en så omfattende beskrivelse, at de har belæg for deres forklaringer, både i forhold til målingsbegrebet (Hansen et al., 2013, s. 124-125) og i forhold til spørgsmål i det undersøgende arbejde (Blomhøj, 2021).

Gruppen med S22 kan ikke skelne mellem beskrivelse og forklaring og finder dermed genbeskrivelser (Gaudin & Chaliès, 2015; Miller, 2009) unødvendige. Deres fagdidaktiske forklaringer af Lehrers målingsbegreb er dermed ikke underbygget med belæg fra (gen)beskrivelser, og de har slet ikke forholdt sig til undersøgende arbejde. Gruppen med S08 er omhyggelige med beskrivelser og genskrivelser, og de genser videoen adskillige gange (Gaudin & Chaliès, 2015; Miller, 2009) og finder dermed belæg for deres forklaringer af både Lehrers målingsbegreb og det undersøgende arbejde i deres (gen)beskrivelser.

### *Deltagelse i gruppearbejdet*

Gruppen med S22 består af fire studerende: S22, en kvinde (S10) og to mænd (S03 og S12). S22 er selvudnævnt referent og indleder arbejdet med at sige: "Godt. Jeg tænker, at vi måske bare starter med en eller anden beskrivelse, og så kan de andre sådan dumpe

ind, når de sådan, ej, nu er du kommet for langt, og nu har jeg noget beskrivelse, du ikke havde med” (trin 4, 00:00). S22 tager initiativet, og dermed tager hun også udgangspunkt i sin egen beskrivelse: “Så jeg har skrevet: En lærer forklarer to piger og to drenge, at de skal placere så mange burhøns på en flade som muligt. Har I noget, der kommer før det?” De andre i gruppen svarer benægtende. S22 deler sin beskrivelse med de andre i gruppen. Hun tager ansvar, og hun er den, der noterer, men vælger også at lave beskrivelsen ud fra sine egne noter. De andre reduceres til kun at supplere: “Jeg sletter mine stikord, når vi har skrevet dem sådan hen ad vejen” (trin 4, 08:00). Vi ser tegn på, at hun overfører det statiske syn på gruppearbejde, som hun giver udtryk for i interviewet, til samarbejdet i gruppen. Hun ønsker stram struktur og linearitet i beskrivelsen og åbner ikke op for nævneværdig refleksion (Niss & Jankvist, 2020). I interview 1 giver hun også udtryk for, at hun trives med faste fremgangsmåder, som læreruddanneren tilbyder: “at det er godt, at man ikke bare, nå, men nu fifler jeg mig lige frem (...) men at man har en eller anden fremgangsmåde” (interview 1, 05:44). Gentagne gange i lydfilerne fra gruppearbejdet ser vi tendenser til, at S22 fokuserer på slavisk at følge den tilbudte tidsramme for fremgangsmåden frem for at opnå belæg for deres fælles forklaringer, fx: “Vi har indtil kl. 10.40” (trin 4, 07:14), “Behøver vi have det der med, videre, videre, videre” (trin 5a, 02:00), “Men jeg synes ikke, at vi har overset noget” (trin 7b, 02:01). I interviews giver hun udtryk for: “Jeg er meget styrende (...) det er sådan meget mig, der styrer slagets gang, når der er gruppearbejde” (interview 2, 05:51). Ligeledes oplever hun, at hun ikke får det modspil, som hun egentlig ønsker, fra de øvrige gruppemedlemmer: “Øhh, nu var det ikke selvvalgte grupper (...) hvis jeg selv havde kunnet vælge en gruppe, så havde jeg nok valgt nogen, som jeg vidste ville skubbe endnu mere til mig (...) de andre var, følte jeg, sådan lidt mere nikkedukker” (interview 2, 05:51). Samtidig har hun en oplevelse af, at hun alene kan skabe et optimalt produkt: “Der var ikke noget, de andre sagde, som jeg ikke havde tænkt på eller havde haft med i vores [hun refererer til sin egen] beskrivelse” (interview 2, 07:00). Vi ser talrige eksempler på, at S22 forholder sig kritisk til de andre gruppemedlemmers forståelser og bidrag til produktet, fx: “S22: “Taler vi samme sprog?” S10: “Det tror jeg ikke.” S22: “Stadigvæk ikke?”” (trin 5a, 10:13). Når vi ser på gruppens beskrivelse, som S22 har taget ansvar for, kan vi se, at hun heller ikke skriver den anden studerendes perspektiv ind i beskrivelsen (beskrivelse, S22’s gruppe). S22 indtager tydeligvis rollen som organisator og koordinator (van Es, 2009, s. 112), men hun har ingen eksplorativ tilgang til forklaringerne og tilbyder heller ikke relevante udsagn, der skal diskuteres, dvs. der er totalt fravær af rollerne som prompter og proposer (van Es, 2009, s. 112). Til gengæld ser vi eksempler på, at hun indtager en kritisk rolle i forhold til de øvrige gruppemedlemmers bidrag til beskrivelser og forklaringer, og hun ender med direkte at afvise bidrag eller indirekte have en blokerende rolle for medlemmernes deltagelse. Hun er ligeledes mere optaget af sine egne påstande



og forklaringer, hvilket fører til, at hun slet ikke tilføjer deres perspektiv i det delte dokument (van Es, 2009, s. 112).

Gruppen med S08 består af fire studerende: S08, en kvinde (S09) og to mænd (S01 og S06). S08 inviterer de andre til at oplæse deres beskrivelser for at se ligheder og forskelle (trin 4, 00:01). Alle fire studerende har hver især nået at skrive meget omfattende, sammenhængende beskrivende tekster. S08 oplæser sin beskrivelse og får følgende respons: "S01: "Vilde stikord, altså." [griner]. S08: [griner] "Ja, det er bare sådan, jeg er (...) jeg har bare virkelig undgået at tolke på noget som helst. Fordi det stod der, at det skulle vi ikke. Så jeg har bare virkelig beskrevet det"" (trin 4, 03:18). Meget hurtigt begynder de at forholde sig konstruktivt til, hvorvidt det er egentlige beskrivelser, eller om de foretager fortolkninger: "S09: "Så har jeg skrevet, at Nikoline fører an." S08: "Ja, men det er en fortolkning"" (trin 4, 00:12). Efter ca. tre minutters konstruktiv diskussion finder der en afklaring sted, de vægter deres ord i beskrivelsen, fx ender de med at skrive: "Nicoline siger (...)" frem for "Nicoline fører an". S08 er tro mod designet, hun benytter gennemgående den udleverede spørgeguide (van Es et al., 2014), fx: "Okay, hvad kunne hun have spurgt om? Hvad synes vi, der måske mangler at blive spurgt ind til?" (trin 5b, 01:45). Det indebærer bl.a., at hun vægter den sociale skabelse af mening højt (Skott et al., 2011; Skott, 2013).

Ingen af gruppe-medlemmerne kan anses for at være den koordinerende part i forhold til referatet, de skriver alle i det delte dokument, og de kan sjældent identificere, hvem der har skrevet hvad, de udvikler beskrivelsen i et egentligt samarbejde: "S08: "Hvem var det, der lige var i gang med at kopiere det? Eller var det mig selv?"" (trin 5a, 15:00), "S08: "Ja, jeg skal lige" [griner]. "Det er dig, der står der."" (trin 5a, 03:00).

Vi ser mange tegn på, at S08 er eksplorativ og åben med de spørgsmål, hun stiller, fx: "Synes I, vi mangler mere?" (trin 7a, 05:00). De ender faktisk med at diskutere i seks minutter, på trods af at de forlods var enige om, at det var tilstrækkeligt.

Inden da har hun også stillet spørgsmålet "Hvad savner vi at få uddybet?" (trin 7a, 01:01). Vi ser også mange eksempler på, at S08 foreslår uddybninger eller tilføjelser uden at være bestemmende: "Det er, fordi jeg tænker lidt på, om der ikke skulle nogle citater ind i det sidste stykke" (trin 4, 25:05), "Godt, det kan uddybes lidt, ja" (trin 7a, 07:00). Samtidig er hun anerkendende over for de øvrige gruppe-medlemmers bidrag: "Ja, det er også rigtigt" (trin 4, 03:18). S08 inviterer til diskussion gentagne gange, hun indtager rollen som prompter og proposer (van Es, 2009, s. 112). Hun opfatter sig ikke som koordinator og mediator for gruppen (van Es, 2009, s. 112), det klarer de fælles. Vi ser også gentagne gange, at hun anerkender de andres bidrag, hun støtter deres tilgang (van Es, 2009, s. 112). Dermed bliver deres samarbejde et ægte kollaborativt samarbejde, og deres beskrivelse et fælles produkt.

## Diskussion og konklusion

På trods af at vi i designet har medtænkt de studerendes muligheder for dynamisk og udforskende at arbejde med beskrivelser og genbeskrivelser, og i særdeleshed forklaringer og fortolkninger, så viser det sig, at det kun for den ene gruppe bliver et ægte kollaborativt samarbejde. S08's gruppe skiftes til at stille åbne forslag, udforske sammenhænge og invitere til diskussion. I gruppens produkt skelner de mellem beskrivelser og forklaringer, og de arbejder grundigt med genbeskrivelser for at finde belæg for deres forhandlede forklaringer.

I den anden gruppe er det især S22's rolle som organisator og struktureret tidsleder og hendes fokus på entydige og normative svar, der påvirker gruppens produkt. I produktet fremkommer der beskrivelser og forklaringer side om side, og de finder det ikke nødvendigt at genbeskrive situationerne fra videoen. S22 skyder ansvaret fra sig, det var, hvad de kunne nå på den fastlagte tid. Analysen viser os, at muligheden for dynamisk og undersøgende at udforske og tage stilling til praksissituationer fremmes af specifikke roller, som de studerende ubevidst indtager, i særdeleshed prompteren, som inviterer til og initierer åbne diskussioner, og proposereren, som tilbyder specifikke situationer eller påstande til åben diskussion. At de studerende ligeledes støtter hinanden på en anerkendende måde, får også betydning. Noget, der direkte hæmmer en dynamisk og undersøgende udforskning, er, når studerende indtager en kritisk og blokerende rolle i forhold til bidrag, når bidrag afvises direkte eller indirekte, eller når gruppemedlemmer er mere optaget af egne påstande og forklaringer. De to cases kan bekræfte en tendens: Der er et samspil mellem de studerendes udtalte deltagelsesmønstre og de roller, de ubevidst indtager i gruppearbejdet. Vi anerkender, at deltagelsesmønstre og roller kan være kontekstbaserede. Vi ser, at gruppedynamikken hos S22 er mere anstrengt, S22 kalder endda sine gruppemedlemmer for nikkedukker. I S08's tilfælde ser vi masser af grin, fælles arbejde og dyb koncentration.

Van Es er nået frem til, at lærere/lærerstuderende på sigt lærer at indtage roller, der afføder dynamiske deltagelsesmønstre (van Es, 2009). Ligeledes vil de højstrukturerede forløb med udtrykte spørgeguider bidrage til dynamiske deltagelsesmønstre i et mere langsigtet perspektiv (Gaudin & Chaliès, 2015). Vores analyser kalder på et større fokus på og en bevidsthed om de roller, der understøtter dynamiske deltagelsesmønstre. Det kunne fx ske ved at arbejde analytisk på læreruddannelsen med de to cases ovenfor eller ved at tildele specifikke studerende centrale roller, mens de gennemfører et LTN-forløb og undersøger de deltagelsesmønstre, der kan opstå. Praksistilknytning i den nye læreruddannelse, hvor den udstrakte praktik forberedes, gennemføres og efterbehandles i et samarbejde mellem praktikskolen, undervisningsfagene og grundfagligheden, giver mulighed for at udvikle, designe og afprøve målrettede LTN-forløb,

hvor de studerende reflekterer over praksisnære situationer i grupper med bevidste dynamiske deltagelsesmønstre.

## Referencer

- Artigue, M. & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797-810. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0506-6>
- Blomberg, G., Sherin, M.G., Renkl, A., Glogger, I. & Seidel, T. (2014). Understanding video as a tool for teacher education: Investigating instructional strategies to promote reflection. *Instructional Science*, 42, 443-463. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9281-6>
- Blomhøj, M. (2021). Undersøgende matematikundervisning – fra teori til praksis. I M.W. Andersen & P. Weng (red.), *Håndbog om matematik i grundskolen: Læring, undervisning og vejledning* (2. udg., s. 283-310). Dansk Psykologisk Forlag.
- Creswell, J.W. (2008). Grounded theory designs. I J.W. Creswell (red.), *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (3. udg., s. 422-500). Pearson.
- Dindyal, J., Schack, E.O., Choy, B.H. & Sherin, M.G. (2021). Exploring the terrains of mathematics teacher noticing. *ZDM*, 53(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01249-y>
- Elf, N. (2022). The surplus of quality: How to study quality in teaching in three QUINT projects. I M. Blikstad-Balas, K. Klette & M. Tengberg (red.), *Ways of analyzing teaching quality: Potentials and pitfalls* (s. 53-88). Scandinavian University Press.
- Flyvbjerg, B. (2020). Fem misforståelser om casestudiet. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder: En grundbog* (3. udg., s. 621-655). Hans Reitzels Forlag.
- Frederiksen, M. (2020). Mixed methods-forskning. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder: En grundbog* (3. udg., s. 257-277). Hans Reitzels Forlag.
- Gaudin, C. & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational Research Review*, 16, 41-67. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.06.001>
- Hansen, H.C., Schou, J., Jess, K. & Skott, J. (2013). *Matematik for lærerstudende: Geometri, 4.-10. klasse*. Samfundslitteratur.
- Hansen, R. & Hansen, P. (2013). Undersøgelserbaseret matematikundervisning. *MONA*, 2013(4), 36-54. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36061/37413>
- Johnson, R.B. & Christensen, L. (2014). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches*. SAGE Publications.
- Lehrer, R., Jacobson, C., Kemeny, V. & Strom, D. (1999). Building on children's intuitions to develop mathematical understanding of space. I E. Fennema & T.A. Romberg (red.), *Mathematics classrooms that promote understanding* (s. 63-87). Routledge.
- Larsen, D., Hjelmberg, M., Junge, L., Schou, J., & Kørhnsen, L. (2022). Fagdidaktik i praksissituationer—Learning to notice i læreruddannelsens matematikundervisning. *MONA*, 2022(3).

- Mason, J. (2021). Learning about noticing, by, and through, noticing. *ZDM*, 53(1), 231-243. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01192-4>
- Miller, M.J. (2009). Talking about our troubles: Using video-based dialogue to build preservice teachers' professional knowledge. *The Teacher Educator*, 44(3), 143-163. <https://doi.org/10.1080/08878730902954167>
- Niss, M.A. & Jankvist, U.T. (2020). *Matematikvejledning i gymnasiet: Anvendelse af teori i praksis*. Frydenlund.
- Seidel, T. & Stürmer, K. (2014). Modeling and measuring the structure of professional vision in preservice teachers. *American Educational Research Journal*, 51(4), 739-771. <https://doi.org/10.3102/0002831214531321>
- Sherin, M.G. (2004). New perspectives on the role of video in teacher education. I J. Brophy (red.), *Using video in teacher education* (s. 1-27). Elsevier.
- Skott, J. (2013). Understanding the role of the teacher in emerging classroom practices: Searching for patterns of participation. *ZDM*, 45, 547-559. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0500-z>
- Skott, J., Larsen, D.M. & Østergaard, C.H. (2011). From beliefs to patterns of participation: Shifting the research perspective on teachers. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 16(1-2), 29-55. [https://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/16\\_12\\_029056\\_skott.pdf](https://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/16_12_029056_skott.pdf)
- Tanggaard, L. & Brinkmann, S. (2020). Interviewet: Samtalen som forskningsmetode. I S. Brinkmann & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative metoder: En grundbog* (3. udg., s. 33-63). Hans Reitzels Forlag.
- van Es, E.A. (2009). Participants' roles in the context of a video club. *The Journal of the Learning Sciences*, 18(1), 100-137. <https://doi.org/10.1080/10508400802581668>
- van Es, E.A. & Sherin, M.G. (2002). Learning to notice: Scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(4), 571-596. <https://www.learntechlib.org/primary/p/9171/>
- van Es, E.A. & Sherin, M.G. (2008). Mathematics teachers' "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 244-276. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.005>
- van Es, E.A. & Sherin, M.G. (2021). Expanding on prior conceptualizations of teacher noticing. *ZDM*, 53(1), 17-27. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01211-4>
- van Es, E.A., Tunney, J., Goldsmith, L.T. & Seago, N. (2014). A framework for the facilitation of teachers' analysis of video. *Journal of Teacher Education*, 65(4), 340-356. <https://doi.org/10.1177/0022487114534266>

## English abstract

*We have designed and implemented a highly structured Learning to Notice course with the use of video from mathematics classroom situations in primary school. We focus on how the patterns of participation influence student teachers' ways of interpreting classroom situations. We have written group products and transcribed pre- and post-interviews with selected students as well as transcribed audiofiles. Two cases show significant differences in products as a result of the roles the students play. This calls for further development of designs that makes the student teachers reflect on how certain roles affect the quality of group products.*

# Nyere trends i literacy i naturfagene – et internationalt review med inspiration fra fagspecifik literacy



Tine Ejdrup,  
VIA University College



Martin Krabbe Sillasen,  
VIA University College og  
NAFA



Jesper Bremholm,  
Nationalt Videncenter for  
Læsning



Bettina Buch,  
Professionshøjskolen  
Absalon

**Abstract:** Dette review fokuserer på nyere forståelser af literacy i naturfag. Reviewet baserer sig på et bredt tekstbegreb omfattende multimodale repræsentationsformer, som sætter en elev i stand til at læse og producere tekster, der er relevante og meningsfulde i en naturfaglig undervisningspraksis i grundskolen. Gennemgangen af studierne i reviewet afdækker overordnet tre interessante pointer: Der er i forskningen stort fokus på traditionelle literacyaktiviteter i form af læsning og produktion af verbalsproglig tekst, naturfagslærere ser ikke sig selv som sproglærere, og der er behov for at udvikle et literacyrelateret begrebshierarki i naturfagsdidaktik, som knytter an til både fagspecifik literacy og naturfaglige modeller og naturfaglig modellering.

## Introduktion

Denne artikel har til formål at præsentere resultater fra et review over forskning baseret på nyere kontekstafhængige og situerede forståelser af literacy inden for naturfagsundervisningen i grundskolen og på ungdomsuddannelserne. Dette formål kræver en nærmere forklaring i flere henseender. For det første, hvad vi i det hele taget forstår ved termen literacy. For det andet, hvad vi mener, når vi taler om nyere kontekstafhængige og situerede forståelser af literacy. Og for det tredje, hvorfor disse

nyere forståelser af literacy er relevante i forhold til naturfag og naturfagsundervisning og altså derfor kan begrunde udarbejdelsen af et review. Disse begrundelser vil vi give i det følgende, og vi starter med den første.

### *Hvordan skal literacybegrebet forstås?*

Hverken forskningsmæssigt eller i hverdags sproget er der konsensus om, hvordan begrebet literacy skal forstås, og der kan således identificeres flere forskellige måder, begrebet anvendes på (Bremholm, 2020). I denne artikel forstår vi begrebet på følgende måde: Med literacy forstås, at et individ er fortroligt med og behersker en række repræsentationsformer, der sætter vedkommende i stand til at tilegne sig, bruge og skabe betydningsprodukter, der er relevante og meningsfulde i de forskellige sammenhænge, individet indgår i. Med dens fokus på forskellige repræsentationsformer repræsenterer denne udlægning en bred forståelse af literacy til forskel fra en smal forståelse, der alene forbinder literacy med (læsning og skrivning af) skriftsproglige tekster (Bremholm, 2020). Denne brede forståelse er i dag udbredt inden for literacyforskningen (fx Lankshear & Knobel, 2011; Cazden et al., 1996; Skjelbred & Veum, 2013). Inden for den naturfagsdidaktiske forskning knytter den brede forståelse af literacy an til anvendelsen af multiple repræsentationer, visualiseringer, simuleringer og animationer samt modeller og modellering (Christiansen, 2020; Mork & Erlie, 2017; Ainsworth & Newton, 2014; Ringnes & Hannisdal, 2006). Et sekundært formål med dette review er at knytte et stærkere bånd mellem den literacydidaktiske forskning og det naturfagsdidaktiske begrebsdomæne vedrørende modeller og modellering. På det naturfagsdidaktiske felt bruges begrebet "scientific literacy" i betydningen at forberede individer på fremtidig stillingtagen til samfundsmæssige problemstillinger med et naturvidenskabeligt indhold (OECD, 2019; Sjöström et al., 2017). Det er derfor vigtigt at pointere, at vores brug af begrebet fagspecifik literacy inden for naturfag i denne artikel adskiller sig fra denne forståelse af literacybegrebet.

### *Nyere forståelser af literacy*

Hvad angår de nyere kontekstafhængige og situerede forståelser af literacy, henviser vi først og fremmest til den retning inden for literacyforskningen, der på engelsk har fået betegnelsen "disciplinary literacy". På dansk går denne retning under oversættelsen "fagspecifik literacy" (Bremholm, 2016). Teoretisk og forskningsmæssigt bygger fagspecifik literacy på den grundindsigt, at det at tilegne sig (læse), producere (skrive) og bruge tekster ganske vist bygger på nogle basale, generelle færdigheder, men samtidig at både teksterne selv og måden, de bruges på, i udpræget grad er bestemt af og specialiseret i forhold til det konkrete fag (eller faglige domæne), teksterne indgår i. Dette bliver stadig mere markant, jo længere man fagligt bevæger sig op i specialiseringsgrad og uddannelsesniveau (Shanahan & Shanahan, 2008).

Som teoretisk perspektiv har fagspecifik literacy en særlig relevans i forhold til naturfag og naturfagsdidaktik – såvel som til andre fagligheder og fagdidaktikker i øvrigt – fordi dette perspektiv for os at se har potentiale til at overskride den konflikt eller det modsætningsforhold, der i årtier har kunnet iagttages mellem det etablerede eller traditionelle literacyfelt og de fagspecifikke områder, herunder naturfagsområdet. Den etablerede forskning i literacy (med særligt fokus på læsning) relateret til fag er kendetegnet ved en bestræbelse på at undersøge og udvikle generiske didaktiske strategier og redskaber, der kan understøtte elever og studerendes forståelse af faglige tekster (Herber, 1970; Tierney & Readence, 2000). Denne tilgang til literacy har på engelsk betegnelsen “content area literacy”, og den svarer i vid udstrækning til det, vi i Danmark forstår som “faglig læsning (og skrivning)”. I dansk naturfagsdidaktik har Elisabeth Arnbaks bog *Faglig læsning – fra læseproces til læreproces* (2003) været en inspirationskilde til at undervise i “content area literacy” på læreruddannelsen. Når denne tilgang har skabt det nævnte modsætningsforhold, skyldes det, at content area literacy-tilgangen har tilskyndet til, at man i fagene indfører generiske didaktiske redskaber, der ikke er tilpasset fagenes egenart og arbejdsmåder. Man har inden for de faglige domæner så at sige oplevet, at fagene er blevet “koloniseret” af literacyfeltet (Bremholm, 2014; Moje, 2008). Desuden er der også ret solidt forskningsmæssigt belæg for, at brugen af de generiske didaktiske strategier i fagene reelt har begrænset effekt, bl.a. som konsekvens af modstanden mod “koloniseringen” fra fagene selv (bl.a. Baker, 2008; Conley, 2009; O’Brien et al., 1995).

Potentialet knyttet til fagspecifik literacy ligger i forlængelse heraf i, at denne tilgang i realiteten vender relationen om mellem literacy og fag i den didaktiske situation. Hvor det med content area literacy/faglig læsning handler om, at fagene skal tilpasse sig generiske literacydidaktiske modeller, er pointen med disciplinary literacy/fagspecifik literacy omvendt, at de enkelte fag har særlige kendetegn vedrørende både deres fagteksters udformning og måden, tekster læses og bruges på i faget. Literacydidaktikken skal derfor have blik for og tilpasse sig disse kendetegn (fx Moje, 2015; Shanahan & Shanahan, 2008, 2012). Med disciplinary/fagspecifik literacy som teoretisk perspektiv bliver literacydimensionen med andre ord en integreret del af fagene selv og ikke et udefrakommende “fremmedlegeme”, som det ofte vil være tilfældet med et content area literacy-perspektiv.

Heri ligger også begrundelsen for og interessen bag det reviewstudie, vi præsenterer her i artiklen. En yderligere begrundelse for at gennemføre dette reviewstudie er, at undersøgelser peger på, at en stor andel af naturfagslærere i grundskolen oplever, at deres kompetencer inden for faglig læsning og skrivning er utilstrækkelige (Bremholm et al., 2023; Rambøll og Københavns Professionshøjskole, 2019).

En afdækning af naturfagsdidaktisk forskning baseret på nyere teoretiske forståelser af literacy vil kunne bidrage med værdifuld og brugbar viden til naturfagsfeltet



i forhold til udfordringen med at sikre elevernes udbytte af arbejdet med sprog og tekster i naturfagsundervisningen.

### *Literacyforskningens udvikling*

Inden vi kan nå frem til selve reviewstudiet, er vi imidlertid nødt til at gå en kort omvej omkring nogle hovedlinjer i udviklingen inden for literacyforskningen både generelt og mere specifikt i forhold til fremkomsten af disciplinary literacy. Omvejen er nødvendig for at forklare den søgestrategi, vi har gjort brug af i reviewet.

I tiden før ca. 1990 var forskningen inden for literacy i altovervejende grad rettet mod læsning i traditionel forstand, dvs. læsning af skriftsproglig tekst. Forskningen var desuden psykologisk funderet og stærkt domineret af kognitive og eksperimentelle tilgange til studiet af læsning. Dvs. at forskningen primært interesserede sig for de mentale processer, der finder sted i ens kognitive system, når man læser, i forhold til de forskellige komponenter, der indgår i læsning. Content area literacy knytter sig til denne kognitive retning inden for literacyforskningen. Op gennem 1990'erne begyndte man i stigende grad at hente inspiration fra andre videnskabsteoretiske og metodologiske traditioner, ikke mindst sociokulturel teori og sociolingvistik samt etnografi og antropologi. Dette betød, at man udvidede fokuset på individets indre mentale processer i forbindelse med læsning til også at omfatte konteksten omkring læsningen, dvs. den situation, læsningen foregår i, og dermed den måde, læsningen bruges på, herunder de interaktioner og praksisser, læsningen indgår i. Literacyforskeren James Paul Gee har beskrevet denne udvikling inden for literacyforskningen med nedslag i en række banebrydende studier udført af forskere baseret på denne nye teoretiske orientering, og han har også givet denne nye retning inden for literacyforskningen det navn, den stadig er kendt under, nemlig "new literacy studies" (Gee, 2008), selvom man også hos nogle ser det forkortet til "new literacy" eller "new literacies" (fx Lankshear & Knobel, 2011; Tang, 2015). Parallelt med denne øgede interesse for læsningens situationelle aspekter ser man også en stærk optagethed af tekster og teksters udformning, hvor tekster skal forstås i bred forstand som dækkende en bred vifte af repræsentationsformer eller modaliteter. En central inspirationskilde for denne tekstinteresse er Michael Hallidays lingvistiske forskning, både hans socialesemiotik (Halliday, 1978) og hans systemfunktionelle lingvistik (fx Halliday & Matthiessen, 2004). Tekstinteressen manifesterer sig også i multimodalitetstænkningen, der udvikles i denne periode med hovedfigurer som Gunther Kress, Theo van Leeuwen og Carey Jewitt, og som netop retter sin opmærksomhed mod, hvordan vi skaber mening og betydning gennem brugen af og samspillet mellem en bred vifte af modaliteter eller repræsentationsformer (såsom bogstavskrift, grafer, symboler, billeder, lyd, animationer, modeller m.m.). I relation til naturfag har en lang række studier konkret undersøgt og påvist, hvorledes multimodale repræsentationer

spiller en afgørende rolle for konstruktion af naturfaglig viden (fx Danielsson, 2016; Kress et al., 2001; Lemke, 1998).

Hvad angår disciplinary literacy som retning inden for literacyforskningen, lader den sig for os at se bedst forstå som en form for specialiseret gren af new literacy studies. Grundidéen i disciplinary literacy om, at både sprog og tekster og måden, sprog og tekster bruges på, er bestemt af og specialiseret i forhold til det fag (eller faglige domæne), de indgår i, afspejler netop en kontekstafhængig og situeret forståelse af literacy, der som nævnt er kendetegnende for new literacy studies. Denne forbindelse påpeges også af Elizabeth Moje, en af de forskere, der har præget udviklingen af disciplinary literacy-forskningen (Moje, 2008, 2015). To andre literacyforskere, der har bidraget afgørende til udviklingen af disciplinary literacy-tænkningen, er Timothy og Cynthia Shanahan, som peger på, at den systemfunktionelle lingvistik netop også er et vigtigt teoretisk afsæt for disciplinary literacy, ligesom de også fremhæver en anden central inspirationskilde, nemlig ekspertiseforskningen og i særlig grad den del af denne forskning, der beskæftiger sig med, hvordan faglige eksperter bruger (læser og skriver) tekster (Shanahan & Shanahan, 2008, 2012).

### *Forskningsspørgsmål*

På baggrund af denne skitse over udviklingstendenser i literacyforskningen kan vi herunder gengive det forskningsspørgsmål, der har været styrende for udarbejdelsen af reviewet. Vores interesse har været forskning i literacy i naturfag med teoretisk afsæt i nyere kontekstafhængige og situerede forståelser af literacy. Som beskrivelsen af udviklingstendenser inden for literacyforskningen gerne skulle have tydeliggjort, kan det teoretiske grundlag for sådanne forståelser komme fra både new literacy (studies) og disciplinary literacy. Med denne præcisering på plads lyder forskningsspørgsmålet, der har været styrende for udarbejdelsen af reviewet, således:

- Hvad kendetegner tematisk og metodisk den internationale forskningslitteratur baseret på nyere kontekstafhængige og situerede forståelser af literacy anvendt inden for naturfagområdet på grundskole- og ungdomsuddannelsesniveaue?

I den resterende del af artiklen benytter vi den danske term "fagspecifik literacy" som en samlebetegnelse for forskningsretningerne "disciplinary literacy" og "new literacy (studies)". Det gælder dog ikke, når vi redegør for de søgestrengte, vi har anvendt i reviewet, hvor vi selvsagt gengiver de engelske termer.

## Metodeafsnit

Da formålet med dette review er at danne et overblik over den nyere forskning inden for fagspecifik literacy i naturfag, har vi valgt at lave et scoping review, da denne form for review egner sig bedst til vores formål (Munn et al., 2018). Vi har arbejdet ud fra rammeværket omkring scoping review beskrevet i Arksey og O'Malley (2005), hvori der indgår følgende fem stadier: 1) formulere undersøgelsesspørgsmål, 2) finde litteratur, 3) udvælge litteratur, 4) skabe overblik over data og 5) formidle fund.

## Dataindsamling

Litteratursøgningen er udført i slutningen af 2022 i både engelsksprogede og nordiske databaser efter studier publiceret i 2015-2022. En oversigt over de databaser, som vi har brugt, findes i tabel 1. I denne søgning brugte vi relativt brede søgestrengte for at indfange al relevant litteratur med tilknytning til naturfagene (se højre kolonne i tabel 1). Søgningen gav 557 resultater.

**Tabel 1.** Oversigt over databaser og søgestrengte.

Sprog	Databaser	Søgestrengte
Engelsk	ERIC; Education Research Complete; PsycInfo; ProQuest; British Education Index	<i>disciplinary literacy; content area literacy; content area reading; content area writing; new literacy</i> Kombineret med: <i>science, physics, chemistry, biology, technology, geography</i> Kombineret med: <i>primary school/elementary school; middle school; high school/secondary school; vocational education; higher education</i>
Nordisk	Forskningsdatabasen (dansk); NORA (norsk); derudover VIA's og DPU's databaser	<i>faglig læsning/faglig lesing/ämnespecifik läsning; faglig skrivning/faglig skrivning/ämnespecifik skrivande; faglig literacy/ämnespecifik literacy</i>

Vi valgte kun at medtage peerreviewede artikler samt at undlade bøger eller afhandlinger som et første skridt til at afgrænse denne store mængde litteratur. Begrundelsen herfor var dels den afgrænsning, der ligger i forskningsspørgsmålet, dels at vi ikke havde mandskabsressourcer til udtømmende læsning af en større mængde litteratur. I reviewet medtages studier, der lever op til følgende inklusionskriterier:

1. Studierne skal have fokus på disciplinary literacy eller new literacy. Vi har bevidst fravalgt studier med fokus på content area literacy, da vi i dette review har fokus på kontekstafhængige og situerede literacyforståelser.
2. Studierne skal inkludere mindst ét naturfag, men kan også omfatte ikkenaturfag. Det kan således også være komparative studier mellem naturfag og ikkenaturfag. Vi ser meget bredt på naturfag. Det kan fx omhandle flerfaglig naturfagsundervisning, fysik, kemi, biologi, geografi eller teknologi.
3. Studierne skal inkludere undervisning i grundskolen (0.-10. klasse) eller på ungdomsuddannelsesniveau.

Den første screening af studierne foregik ved læsning af abstracts og anvendelse af ovenstående kriterier. Bruttolisten blev gennem denne proces reduceret til 51 studier.

### *Artiklerekodning*

Studierne blev herefter læst, og koder blev udviklet til at kategorisere artiklernes information og resultater i en induktiv og iterativ proces i tre trin (Charmaz, 2014).

Trin 1: Først blev et mindre udvalg af studierne læst, og koderne blev forfinet i en iterativ proces af forfatter 1 og forfatter 2. Resultatet af denne initiale proces var følgende kodningskategorier:

- Fag eller flerfagligt studie, dvs. en skelnen i fokus mellem flerfaglig naturfagsundervisning (fx STEM) og undervisning inden for et af de specifikke fag fysik, kemi, biologi, geografi eller teknologi
- Klassetrin
- Literacyfokus: Her valgte vi at bruge følgende underkategorier inspireret af disciplinary literacy og new literacy: generel literacy, læsning, skrivning, multimodalitet/repræsentationsformer, elevernes ressourcer, talesprog, kritisk literacy
- Forskningsmæssigt fokus: i klasserummet, lærerkompetencer, teoretisk studie
- Metodisk tilgang: observationsstudie, interventionsstudie, konceptuelt studie, dokumentanalyse
- Datatyper: Hvilke slags data er indsamlet i studiet?
- Kohortestørrelse
- Resumé af hovedresultater
- Land.

Trin 2: Alle studier blev gennemlæst, hvorved yderligere 19 studier blev ekskluderet, da de ikke levede op til kriterierne. Vi endte dermed på en nettoliste med 32 studier, som danner grundlag for dette review. De 32 studier blev kodet med ovenstående

kodningskategorier i et stort regneark for at danne et overblik over væsentlige fund og informationer.

I tabel 2 ses en oversigt over de 32 studier fordelt på geografisk oprindelse, klasstrin og fag. Nogle artikler indgår i mere end en kategori, og andre i ingen, og derfor kan der være flere eller færre end 32 studier i hver fordeling. Det ses, at langt størstedelen af studierne kommer fra USA. Desuden er alle studier fra Europa udarbejdet i Norden, dog er ingen af dem danske. Studierne dækker bredt, hvad angår klasstrin, og da både indskoling og mellemtrin er velrepræsenteret, er det også forventeligt, at det brede naturfag fylder mest, da man først splitter op i fagdiscipliner i de senere klasstrin i både en dansk og en international kontekst.

**Tabel 2.** Oversigt over fordelingerne af artiklerne geografisk og efter klasstrin og fag.

Geografisk fordeling				
USA	Singapore	Australien	Norden	Israel
21	4	1	5	1
Fordeling på aldersgrupper/klasstrin				
Indskoling	Mellemtrin	Udskoling	Ungdomstrin	
9	11	9	6	
Fordeling på fag				
Biologi	Fysik	Geografi	Kemi	Naturfag bredt
3	5	1	3	19

Trin 3: Det sidste trin i kodningsprocessen var, at forfatterne udviklede et mindmap over fund, der relaterede sig til hinanden på tværs af studierne, med inspiration fra læsning af regnearkoversigten og drøftelser blandt forfatterne. Denne metode gjorde det muligt at gruppere studierne, hvorved fem hovedtematikker emergerede: *fagspecifik literacy bredt, læsning, tekstproduktion, repræsentationsformer* og *“act-like-a-scientist”*.

## Resultater

Vi har, som beskrevet i foregående afsnit, identificeret fem hovedtematikker på tværs af studierne. I de næste afsnit vil vi gøre rede for hovedresultaterne fra studierne tilknyttet hvert hovedtema. Vi vil indledningsvis kort karakterisere hovedtemaet og

i en tabel præsentere de studier, som knytter sig hertil. De medtagne studier er også undergrupperet efter, om de er konceptuelle studier, observationsstudier, interventionsstudier eller dokumentanalyser, da vi vurderer, at dette er relevant i forhold til, hvilke fund vi har kunnet ekstrahere fra de enkelte studier. Derefter opsummeres fundene tilknyttet hver undergruppering inden for hovedtematikken. Enkelte studiers pointer genfortælles for at belyse hovedkategorien mere uddybende.

### *Fagspecifik literacy bredt*

Dette hovedtema omhandler studier, som fokuserer bredt på fagspecifik literacy i naturfagene.

**Tabel 3.** *Oversigt over ti studier, som fokuserer bredt på literacy i naturfagene. Studierne er grupperet efter, om de er konceptuelle studier, interventionsstudier eller observationsstudier.*

Fagspecifik literacy – bredt	
Konceptuelle studier	Teoretisk overblik (Tang, 2015)
	Det digitale klasseværelse (Esperat & Loftis, 2021)
	5E-metode (enquire, engage, examine, exercise, extend) (Fang et al., 2019)
Observationsstudier	Hvilke literacyaktiviteter foregår i naturfagsundervisning? (Sørvik et al., 2015)
	Hvilke literacyaktiviteter foregår i naturfagsundervisning? (Tang, 2016)
	Projektforløb – bevidst arbejde med fagsprog (Welsh et al., 2020)
	Arbejde med elevers argumentation i de små klasser (Grysko & Zygoris-Coe, 2020)
	4E-metode (engage, elicit, examine, evaluate) (Rainey et al., 2018)
Interventionsstudier	Effekt af videreuddannelse af lærerne (Hsu et al., 2017)
	Aktionslæringsforløb – fysik (Hurley & Henry, 2015)

Vi har identificeret ti studier, som fokuserer bredt på fagspecifik literacy i naturfagene (se tabel 3). Tre af disse er konceptuelle studier, to er interventionsstudier, og fem er observationsstudier. Fælles for alle studierne er, at de læner sig op ad den brede forståelse af fagspecifik literacy, som er karakteriseret i denne artikels indledning.

Observationsstudierne fordeler sig i to grupper. Den første gruppe omfatter to studier, som bruger videooptagelser til at registrere tidsforbruget af undervisningsaktiviteter i henholdsvis 1.-5. klasse i Norge (Sørvik et al., 2015) og 9.-10. klasse i Singapore (Tang, 2016). Sørvik et al. (2015) finder, at eleverne bruger 55 % af undervisningstiden på tekstproducerende aktiviteter. I kontrast hertil finder Tang (2016), at størstedelen af undervisningen er lærerstyret samtale, og kun ganske lidt af undervisningen bliver brugt på, at eleverne læser (under 5 %) eller skriver (under 10 %). Den anden gruppe af observationsstudier er alle observationer af lærere, som anvender forskellige elementer fra fagspecifik literacy. De tre eksempler er fra henholdsvis en 2.-klasses naturfagsundervisning (Welsh, 2020), en 4.-klasses naturfagsundervisning (Grysko & Zygouris-Coe, 2020) og fysikundervisning i gymnasiet (Rainey et al., 2018). Alle tre studier beskriver konkrete didaktiske tilgange til at arbejde med fagspecifik literacy i naturfagsundervisningen, fx brug af en logbog til at fastholde elevernes arbejde under et projektforsløb (Welsh, 2020).

De konceptuelle studier gør sig alle til fortalere for, at man ikke kan adskille fag og literacy, og at der er fagspecifikke dimensioner af læsning, skrivning og fagsprog, som skal læres i faget (Esperat & Loftis, 2021; Fang et al., 2019; Tang, 2015). Fælles for studierne er, at de ser lærernes manglende viden om og erfaringer med fagspecifik literacy som en barriere for implementering. Desuden er der nogle interessante pointer i to af artiklerne. Ifølge Tang (2015) er der behov for at udvikle fagspecifik literacy i naturfagene, så den forbereder eleverne til at kunne forholde sig til en diversitet af forskellige kulturelle praksisser med medier, teknologi, multimodale repræsentationsformer og kritisk dannelse. Derfor bør fagspecifik literacy ifølge Tang fokusere på tre områder, som er relevante for elevers læring i naturfagene: *elevernes ressourcer uden for skolen* – at bringe ressourcer ind i undervisningen, som eleverne har erhvervet sig andre steder – *multimodalitet* – hvordan multimodale læremidler og elevproduktioner kan anvendes til at øge forståelsen af faget – samt *hybridrummet* – hvor elevernes kritiske sans trænes ved fx at lære dem at forholde sig til, hvordan naturvidenskabelige argumenter lægges til grund for samfundsmæssige problemstillinger. Den anden artikel omhandler muligheder og udfordringer ved nye digitale teknologier (Esperat & Loftis, 2021). De digitale teknologier kan øge elevernes motivation, men for at opnå dette kræver det, at lærerne har de rette kompetencer til at bringe teknologien i spil på bedste vis, samt investeringer i udstyr.

De to interventionsstudier, som bredt beskæftiger sig med fagspecifik literacy, er meget forskellige. Det første er et studie, som følger over 25 lærere (i 6.-8. klasse) gennem et toårigt professionelt udviklingsforløb og i to år derefter. Studiet måler både, om lærerne ændrer deres undervisning, og om eleverne opnår bedre resultater fagligt, og

når det gælder literacykompetencer (Hsu et al., 2017). Det andet interventionsstudie er et etårigt aktionslæringsforløb, hvor en fysiklærer i samarbejde med en læsevejleder implementerer fagspecifik literacy i sin undervisning i gymnasiet (Hurley & Henry, 2015). Her fandt de, at jo flere literacydidaktiske tilgange eleverne brugte i deres opgaveløsning, jo større var sandsynligheden for et godt resultat.

## Læsning

Hovedtematikken "læsning" baserer sig på den brede forståelse af fagspecifik literacy, som er defineret i indledningen. Læsning omfatter således både skriftsproglige aktiviteter og anvendelsen af multiple repræsentationsformer.

**Tabel 4.** *Oversigt over seks studier, som har læsning som hovedtema. Studierne er grupperet efter, om de er studier af undervisningsmaterialer, interventionsstudier eller observationsstudier.*

Læsning	
Studier af undervisningsmaterialer	Illustrationer i tekster (Guo et al., 2018)
	Sammenligning af sproget i videnskabelige, tilpassede og populærvidenskabelige artikler (Ariely et al., 2019)
Observationsstudier	Oplæsning af fagtekst i 4. klasse (Kucer, 2017)
	Læsning af multimodal fagtekst i 4. klasse (Pratt & Colemann, 2020)
	Læsning af fagtekst på iPad (Cardullo et al., 2017)
Interventionsstudier	Dekonstruktion af fagtekster i læringsforløb (Fenwick & Herrington, 2022)

Vi har identificeret seks studier, som har læsning som hovedtema (Se tabel 4). Disse studier fordeler sig i tre grupper: studier af undervisningsmaterialer (2), observationsstudier (3) og et enkelt interventionsstudie.

Studierne om undervisningsmaterialer analyserer henholdsvis billeder i elevbøger til 3.-5. klasse (Guo et al., 2018) og brugen af forskellige artikelgenrer i undervisningen (Ariely et al., 2019). Ifølge Guo et al. (2018) er der to problemstillinger med billeder i de elevbøger, som indgår i studiet. For det første, at 40 % af billederne i tekster indeholder informationer, som ikke står i tekstelementerne. For det andet, at 20 % af den billedlige information er svær at sætte i relation til tekst. Dette viser vigtigheden af fokus, ikke bare på læsning og forståelse af den skrevne tekst, men også på afkodning af billeder og figurer i naturfagstekster.

Ifølge Ariely et al. (2019) kan brugen af videnskabelige artikler i undervisningen



bidrage til at gøre undervisningen mere autentisk. Men teksternes opbygning i artiklerne har betydning for elevernes læring. Studiet finder, at tilpassede videnskabelige artikler kan bruges som stilladsering til at introducere elever for rigtige videnskabelige artikler, men det kræver, at læreren har fokus på den sproglige opbygning af teksterne og ikke kun bruger det som en måde, hvorpå eleverne kan tilegne sig faglig viden. Desuden vil læsesvage elever have større fagligt udbytte af populærvidenskabelige artikler.

Fælles for de tre observationsstudier, som fokuserer på læsning, er, hvorledes eleverne går til læseopgaven. Den ene undersøger, hvordan 4.-klasseelever læser en naturfaglig tekst højt, og i hvor høj grad de retter deres fejloplæsninger (Kucer, 2017). Studiet finder, at eleverne kun i ringe grad retter deres fejloplæsninger, og at især de meningsforstyrrende fejloplæsninger ikke rettes. Det andet studie undersøger, hvorledes 4.-klasseelever læser og navigerer i multimodale naturfagstekster (Pratt & Colemann, 2020). Studiets vigtigste pointe er, at eleverne mangler værktøjer og evner til at afkode information i billeder samt at læse multimodale tekster. Det sidste observationsstudie undersøger, hvordan kompetente 13-14-årige læsere læser en fagtekst på iPad, og hvordan de udnytter de muligheder, den digitale teknologi giver (Cardullo et al., 2017). Her ses det, at eleverne udnytter både kendte læsestrategier og de muligheder, den digitale teknologi tilbyder, hvorfor det er vigtigt at have fokus på begge dele i literacyaktiviteter.

Interventionsstudiet om læsning omhandler et treårigt forløb, hvor en biologilærer i samarbejde med forskere udviklede og afprøvede forløb, hvor hun arbejdede med at dekonstruere fagtekster i samarbejde med eleverne for at opnå en bedre forståelse af teksterne og en mere aktiv klasserumsdialog (Fenwick & Herrington, 2022). Studiet finder, at det først er i tredje aktionsrunde, læreren er i stand til at arbejde sikkert med de literacydidaktiske metoder i sin undervisning.

## *Tekstproduktion*

Hovedtematikken "tekstproduktion" baserer sig – ligesom læsning – på den brede forståelse af fagspecifik literacy, som er defineret i indledningen.

**Tabel 5.** Oversigt over 11 studier med hovedfokus på tekstproduktion. Studierne er grupperet efter, om de er konceptuelle studier, interventionsstudier eller observationsstudier.

Tekstproduktion	
Interventionsstudier	Didaktiske tilgange til elevers produktion af informative tekster (Clark, Lott, et al., 2021)
	Didaktiske tilgange til elevers videnskabelige tekstproduktion (Clark, Smith, et al., 2021)
	Literacy i engineering-projekter (Paugh & Wendell, 2021)
	Elevers rapportskrivning (Hannant & Jetnikoff, 2017)
	Videnskabelige forklaringer – PRO-metoden (Putra & Tang, 2016)
	Undersøgelse af, om logbogsskrivning kan hjælpe med indlæring (Javeed, 2019)
	Eleverne som digitale skabere (video) (Johnson et al., 2019)
	Eleverne som digitale skabere (video) (Dooley et al., 2016)
	Augmented reality som medspiller (Kumpulainen et al., 2020)
Observationsstudie	Kortlægning af, hvad der skrives i projektarbejde (Bjørkvold & Blikstad-Balas, 2018)
Konceptuelt studie	Hvordan elever kan arbejde med at skrive i undervisningen (Lammert & Riordan, 2019)

Ud af de 11 studier med fokus på tekstproduktion kan ni grupperes som interventionsstudier, hvoraf seks studier omhandler elevers produktion af skriftsproglig tekst (skrivning) og tre studier omhandler forskellige former for multimedieproduktion.

Fem af studierne om elevers tekstproduktion omhandler forskellige didaktiske tilgange til at kvalificere elevernes produktion af naturfaglige tekster. I de to artikler med Clark som førsteforfatter (Clark, Lott, et al., 2021; Clark, Smith, et al., 2021) vises det, at fagspecifik literacyundervisning i indskoling kan forbedre elevernes produktion af fagtekster.

Studiet af Paugh & Wendell (2021) finder, at systemisk funktionel lingvistik anvendt i engineering-undervisning kan forbedre elevers talte og skrevne fagsprog. De tre sidste studier i denne gruppe omhandler henholdsvis genrespecifikke tekstformer og logbogsskrivning. De to studier om genrespecifikke tekstformer omhandler rapportskrivning (Hannant & Jetnikoff, 2017) og elevers formulering af videnskabelige forklaringer (Putra & Tang, 2015). Begge studier finder, at literacyaktiviteter i naturfagsundervisningen hjælper eleverne til at producere bedre tekster, men at eleverne har svært ved at overføre deres ny erhvervede skrivekompetencer fra et emneområde

til et andet inden for samme fag. I studiet, som omhandler logbogsskrivning i fysikundervisning i 11. klasse (Javeed, 2019), så eleverne logbogsskrivning som en ekstra byrde, og forskeren og læreren formåede ikke at udnytte de mulige potentialer i logbogsskrivningen.

De tre studier med fokus på elevers multimedieproduktioner omhandler henholdsvis videoproduktion og augmented reality. De to studier om elevers videoproduktion er særligt fokuserede på elevernes muligheder for at blive aktive digitale producenter frem for passive forbrugere af digital teknologi (Johnson et al., 2019; Dooley et al., 2016). Johnson følger et projektforbånd i 0. klasse. Ud over at brugen af video gav eleverne en øget tiltro til deres egen brug af digital teknologi, så blev præsentationerne også bedre, både fordi der var mulighed for at skrive manuskript, og fordi eleverne var mindre nervøse end ved en mundtlig præsentation. Det andet studie af Dooley et al. (2016) følger to lærere, som implementerer videoproduktion i 5.-6. klasse. Her er en af konklusionerne, at introduktion af digitale værktøjer stiller nye krav til lærernes kompetencer, både i forhold til anvendelsen af det enkelte værktøj og i forhold til evalueringen af elevprodukter.

Kumpulainen et al. (2020) undersøger, hvordan elever interagerer med naturen og fortæller historier om og i naturen med augmented reality. Her observerede forskerne, at den digitale dimension gav eleverne et nyt og andet forhold til naturen. De udviste både kreativitet og kritisk tænkning og havde stadig naturen i fokus.

Observationsstudiet følger en norsk 7. klasse gennem et otte uger langt projektforbånd, hvor Bjørkvold og Blikstad-Balas (2018) observerer, hvad, hvornår og hvorfor eleverne skriver. Analysen viser, at 66 % er arbejdstekster, mens resten er ligeligt fordelt mellem tænketekster og præsentationstekster, samt at der skrives gennem hele projektforbåndet.

Det konceptuelle studie belyser fagspecifik literacy gennem en række naturfaglige skriveaktiviteter. Studiet beskriver tre konkrete måder at arbejde med tekstproduktion på i en fagspecifik literacykontekst i naturfag: at studere Darwins notesbøger, QFT (question formulation technique) og inquiring charts (syntese af flere kilder) – alle måder, der afspejler naturfags egenart (Lammert & Riordan, 2019).

### *Repræsentationsformer*

Hovedtematikken “repræsentationsformer” omhandler studier, som har et hovedfokus på, hvordan kombinationen af forskellige repræsentationsformer bidrager til elevers læring. I mange af de øvrige studier under de øvrige hovedtematikker er multimedialitet/repræsentationsformer også et fokuspunkt, dog i samspil med andre temaer.

**Tabel 6.** Oversigt over tre artikler med fokus på repræsentationsformer. Studierne er grupperet i interventionsstudier og observationsstudie.

Repræsentationsformer	
Interventionsstudier	Brug af artefakter (Volkwyn et al., 2019)
	Rækkefølgen af artefakter (Bursjö, 2022)
Observationsstudie	Brug af semiotiske virkemidler i undervisningen (Danielsson, 2016)

To af de tre studier om repræsentationsformer er interventionsstudier. Det første studie undersøger, hvorledes en fysisk repræsentation af et usynligt fænomen (en pap-pil, der viser retningen af jordens magnetfelt) kan bruges til at forbedre elevernes forståelse af og faglige samtale om emnet (Volkwyn et al., 2019). Brugen af pap-pilen hjalp eleverne til at fastholde og formidle deres fund fra undersøgelser. I det andet studie undersøges, om rækkefølgen af repræsentationsformer, som eleverne møder i et forløb om øret og hørelsen, påvirker deres udbytte af forløbet (Bursjö, 2022). Eleverne inddeles i to grupper. Den ene gruppe møder først en simulation og derefter en fysisk model og tekst. For den anden gruppe er rækkefølgen byttet rundt. Eleverne i begge grupper foretrækker at bruge den fysiske model, når de skal beskrive og forstå anatomen af øret, hvorimod simulationen foretrækkes, når der skal beskrives processer. De elever, som først mødte tekst og model, blev udfordret af, at de selv skulle visualisere processerne.

Danielssons observationsstudie (2016) analyserer videooptagelser af, hvordan fire forskellige lærere bruger tale, fagter og skrivning/tegning på tavlen til at gennemgå atomets opbygning. Studiet finder, at kropslige fagter især bruges til at demonstrere dynamiske processer, hvorimod tegninger bruges til at illustrere statiske egenskaber. Elevernes noter blev også undersøgt. Her observeres, at eleverne fortrinsvis noterer pointer, som læreren skriver og tegner på tavlen, hvilket skaber en diskrepans mellem de pointer, læreren formidler, og det, eleverne noterer, da eleverne ikke formår at notere læringsmæssige pointer, som læreren kun formidler gennem tale og kropslige fagter.

### *“Act-like-a-scientist”*

Et begreb i den fagspecifikke literacy-litteratur er “act-like-a-scientist”. Her anses det for vigtigt, at eleverne får en dybere indsigt i fagets traditioner samt de metoder, forskere i faget bruger, når de arbejder og formidler. Antagelsen er, at denne forståelse vil gøre det nemmere for eleverne at begå sig i faget, fordi indsigt i fagets traditioner og arbejdsformer vil give eleverne en forståelse for, hvorfor fx fagteksterne og fagsproget er opbygget, som de er, og hvorfor man skal formulere sig på bestemte måder,

når man argumenterer i faget. Det vil dermed blive nemmere for eleverne at afkode fagtekster eller producere produkter på et højt niveau.

Begrebet optræder i fire studier. To af dem er allerede nævnt i andre afsnit, da de beskæftiger sig med tekstproduktion (Lammert & Riordan, 2019) og læsning (Ariely et al., 2019).

**Tabel 7.** Fire artikler med fokus på "act-like-a-scientist". To af artiklerne (Lammert & Riordan, 2019; Ariely et al., 2019) er også omtalt i henholdsvis tabel 5 og tabel 4, fordi de også er tematiseret i forbindelse med "tekstproduktion" og "læsning".

"Act-like-a-scientist"	
Interventionsstudier	Arbejde med autentiske data (Erwin, 2015)
	Elevers arbejde med videnskabelige teoriers opståen og forkastelse (Rinehart, 2020)
Konceptuelt studie	Hvordan elever kan arbejde med at skrive i undervisningen (Lammert & Riordan, 2019)
Studier af undervisningsmateriale	Sammenligning af sproget i videnskabelige, tilpassede og populærvidenskabelige artikler (Ariely et al., 2019)

I det første interventionsstudie (Erwin, 2015) arbejdede eleverne med autentiske data, som de selv skulle analysere. Dette øgede elevernes motivation og gav dem mulighed for at tænke som forskere. I det andet interventionsstudie (Rinehart, 2020) arbejdede eleverne som forskere og forholdt sig til beviser for videnskabelige teorier, som de skulle enten acceptere eller forkaste. Dette gav dem et indblik i, hvordan videnskabelige teorier opstår og forkastes igen, når en ny og bedre teori udbredes.

I det konceptuelle studie undersøger eleverne først, hvordan forskere skriver fagtekster, og bruger det som inspiration til egen tekstproduktion (Lammert & Riordan, 2019). Den sidste artikel har analyseret sig frem til, at tilpassede videnskabelige artikler i deres sproglige opbygning minder om videnskabelige artikler og derfor kan være opstarten til at lære elever at læse videnskabelige artikler (Ariely et al., 2019).

## Diskussion

Det er bemærkelsesværdigt, at der i dette review slet ikke indgår studier fra Danmark, mens der i både Finland, Norge og Sverige foregår literacyforskning i naturfag.

Ved en læsning på tværs af de fem analytiske kategorier finder vi tre interessante diskursive pointer: 1) Der er stort fokus på traditionelle literacyaktiviteter i form af

læsning og produktion af verbalsproglig tekst, 2) naturfagslærere ser ikke sig selv som sproglærere, og 3) der er behov for et begrebshierarki i naturfagsdidaktik, som knytter an til både fagspecifik literacy og naturfaglige modeller og naturfaglig modellering.

### *Stort fokus på traditionelle literacyaktiviteter i form af læsning og produktion af verbalsproglig tekst*

I literacyforskningen knyttet til naturfagene er der meget fokus på læsning og produktion af verbalsproglig tekst. Det ser vi i dette review ved, at hovedparten af de empiriske studier omhandler de klassiske literacyaktiviteter: læsning og produktion (skrivning) af verbalsproglig tekst. Dette fund er for os at se overraskende, fordi brugen af multimodale repræsentationsformer og forskellige former for naturfaglige modeller nærmest er eksploderet i omfang i de sidste 25 år. Denne tendens har også sat sig spor i naturfagslæreres forståelse af, hvad der karakteriserer fagenes tekster og læremidler. En kortlægning af tekst- og læremiddelbrug i den danske grundskole (Bremholm et al., 2023) har vist, at lærere i høj grad forbinder tekster med multimodale repræsentationsformer og forskellige modelformer. På trods af disse tendenser indgår der i dette review kun tre studier, som primært fokuserer på multimodale repræsentationsformer i naturfag.

Denne artikels forfattere mener derfor, at der er grund til at efterspørge studier, som fokuserer på, hvordan traditionel tekstfaglig læsning og skrivning i naturfagene spiller sammen med multimodale repræsentationsformer. Der er to mulige forklaringer på det begrænsede antal studier med fokus på multimodale studier. For det første, at der inden for naturfagsdidaktisk forskning er et særligt fokus på modeller og modellering, som ikke nødvendigvis trækker på forskningsresultater fra literacyforskning (se fx Christiansen, 2020). For det andet, at fagspecifik literacy mest er et forskningsfelt for literacyforskere og ikke naturfagsdidaktikere, samt at literacyforskere fortrinsvis fokuserer på tekstfaglige aspekter i deres forskning. Vi ser potentiale i samarbejder mellem naturfagsdidaktikere og literacyforskere om udvikling af naturfagsundervisning.

### *Naturfagslærere ser ikke sig selv som sproglærere*

En gennemgående pointe, som emergerer ud af læsningen af de mange studier og på tværs af klassetrin, er, at naturfagslærere ikke ser sig selv som sproglærere. Det til trods kan man godt argumentere for, at det bør være en central undervisningsfaglig kompetence, at naturfagslærere lærer deres elever at læse og producere naturfaglige tekster. Denne modstand kunne skyldes lærernes oplevelse af manglende kompetencer eller manglende tid eller en følelse af kolonisering af ens fag (Bremholm et al., 2023).

Man skulle formode, at naturfagslærere er motiverede til at få en større indsigt i literacyaktiviteter og måske dele erfaringer med deres kolleger, samt at der blandt naturfagslærere findes tavs viden om fagenes literacy, som med fordel for fagfælles-

skabet kunne gøres eksplicit. Set udefra ser der ud til at være et behov for at styrke naturfagslæreres literacykompetencer på måder, man ikke tidligere har dyrket blandt naturfagslærere.

Her kan den fagspecifikke literacy tilbyde både et didaktisk sprog og tilgange til at styrke elevens kompetencer til at læse og producere naturfaglige tekster på naturfagernes præmisser.

Imidlertid viser nogle studier, at det kræver en ret dyb forståelse af fagenes specifikke literacy, før lærere kan se værdien af at anlægge dette fokus i undervisningen (Fenwick & Herrington, 2022; Hsu et al., 2017). Interventionsstudierne i dette review lader lærere afprøve fagspecifikke literacyaktiviteter i deres undervisning, men en del af resultaterne antyder, at en begrænset afprøvning ikke giver lærerne tilstrækkelig literacydidaktisk fundering til at fortsætte med at kunne anlægge et literacyfokus i deres undervisning på egen hånd. Erfaringerne fra disse interventionsstudier såvel som andre studier af forandringsprocesser i naturfagene (fx Sillasen, 2014) viser, at det kræver både tid og mulighed for afprøvning i egen praksis, for at lærere opnår tilstrækkelig fagdidaktisk selvsikkerhed til at kunne bruge nye tilgange som fx fagspecifikke literacyaktiviteter af egen drift i undervisningen. Hertil skal det også bemærkes, at fagspecifik literacy som tidligere omtalt tager afsæt i eksperterers tekstpraksisser knyttet til akademiske discipliner og dermed ikke kan overføres direkte til lavere uddannelsesniveauer. Anvendelse af en fagspecifik tilgang i grundskolen og på ungdomsuddannelserne kræver tilpasning til de tekster og den tekstbrug, som kendetegner det pågældende fag på det givne trin i uddannelsessystemet (fx Fang & Patrick, 2024). For naturfagslærere som for faglærere generelt udgør denne tilpasning en stor didaktisk udfordring.

### *Behov for et begrebshierarki i naturfagsdidaktik, som knytter an til fagspecifikke literacymodeller*

Som antydnet i det foregående afsnit ser der ud til at være et behov for at styrke naturfagslæreres literacykompetencer. Men for at kunne gøre det er der behov for at udvikle et didaktisk sprog om fagspecifik literacy i naturfagene. Det er en pointe, som henter belæg i den tidligere omtalte kortlægning af brugen af tekster og læremidler i naturfagsundervisning, som også viser, at naturfagslærere mangler sproglige og didaktiske værktøjer til at blive mere sprogligt bevidste om literacydidaktiske tilgange i undervisningen (Bremholm et al., 2023).

Vi vil gerne opfordre til, at der igangsættes et arbejde med at udvikle et fagdidaktisk sprog om literacy i naturfagene.

## Referencer

- Ainsworth, S. & Newton, L. (2014). Teaching and researching visual representations: Shared vision or divided worlds? I: B. Eilam & J. Gilbert (red.), *Science teachers' use of visual representations* (s. 29-49). Springer International Publishing.
- Ariely, M., Livnat, Z. & Yarden, A. (2019). Analyzing the language of an adapted primary literature article. *Science & Education*, 28, 63-85. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00033-5>
- Arksey, H. & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Arnbak, E. (2003). *Faglig læsning – fra læseproces til læreproces*. Gyldendal.
- Baker, L. (2008). Metacognition in comprehension instruction: What we've learned since NRP. I: C.C. Block & S.R. Parris (red.), *Comprehension instruction: Research-based best practice*. The Guilford Press.
- Bjørkvold, T. & Blikstad-Balas, M. (2018). Students as researchers: What and why seventh-grade students choose to write when investigating their own research question. *Science Education*, 102(2), 304-341. <https://doi.org/10.1002/sce.21324>
- Bremholm, J. (2014). *Veje og vildeveje til læsning som ressource: Teksthændelser i naturfagsundervisning med og uden læseguide – et interventionsstudie om literacy i naturfag i udskoling*. Ph.d.-afhandling. Aarhus Universitet. [https://www.ucviden.dk/ws/portalfiles/portal/103155630/J\\_Bremholm\\_PhD\\_afhandling\\_final.pdf](https://www.ucviden.dk/ws/portalfiles/portal/103155630/J_Bremholm_PhD_afhandling_final.pdf)
- Bremholm, J. (2016). Læringsmål i literacyperspektiv – en replik til artiklerne af I. Carlgren og P. Hobel. *CURSIV*, 19, 159-174. [https://edu.au.dk/fileadmin/edu/Cursiv/CURSIV\\_19\\_www.pdf](https://edu.au.dk/fileadmin/edu/Cursiv/CURSIV_19_www.pdf)
- Bremholm, J. (2020). Literacy – hvad betyder det egentlig, og hvad kan vi bruge det til? I: K. Friis & D. Østergren-Olsen (red.), *Literacydidaktik i fagene i udskoling* (s. 31-44). Dafolo.
- Bremholm, J., Sillasen, M.K., Buch, B. & Puch, M. (2023). *Naturfagenes læremidler – kortlægning af læremiddelbrug i naturfag i den danske grundskole*. Nationalt Videncenter for Læsning og Naturfagsakademiet (NAFA). [https://videnomlaesning.dk/media/5687/hovedrapport\\_naturfagenes-laeremidler-final.pdf](https://videnomlaesning.dk/media/5687/hovedrapport_naturfagenes-laeremidler-final.pdf)
- Bursjö, I. (2022). Multimodality in the teaching of biology: Comparing some semiotic resources. *NorDiNa*, 18(2), 243-253. <https://doi.org/10.5617/nordina.9822>
- Cardullo, V., Zygouris-Coe, V.I. & Wilson, N.S. (2017). Reading nonfiction text on an iPad in a secondary classroom. *Journal of Research in Reading*, 40(S1), 190-208. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12099>
- Cazden, C., Cope, B., Fairclough, N., Gee, J.P., Kalantzis, M., Kress, G., Luke, A., Luke, C., Michaels, S. & Nakata, M. (1996). A pedagogy of multiliteracies: Designing social futures. *Harvard Educational Review*, 66(1), 60-92. [https://newarcproject.pbworks.com/f/Pedagogy+of+Multiliteracies\\_New+London+Group.pdf](https://newarcproject.pbworks.com/f/Pedagogy+of+Multiliteracies_New+London+Group.pdf)
- Charmaz, K. (2014). *Constructing grounded theory* (2. udg.). Sage Publications.



- Christiansen, J.L. (2020). Modeller og modellering i grundskolens naturfag. *MONA*, 2020(3), 7-26. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/121566/168931>
- Clark, S.K., Lott, K., Larese-Casanova, M., Taggart, A.M. & Judd, E. (2021). Leveraging integrated science and disciplinary literacy instruction to teach first graders to write like scientists and to explore their perceptions of scientists. *Research in Science Education*, 51, 1153-1175. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09927-9>
- Clark, S.K., Smith, L.K., Judd, E. & Rosdahl, V. (2021). Using disciplinary literacy to teach children to write science informal text. *Reading Psychology*, 42(5), 455-483. <https://doi.org/10.1080/2702711.2021.1888353>
- Conley, M.W. (2009). Improving adolescent comprehension: Developing comprehension strategies in the content areas. I: S.E. Israel & G.G. Duffy (red.), *Handbook of research on reading comprehension*, 531-550. Routledge.
- Danielsson, K. (2016). Modes and meaning in the classroom: The role of different semiotic resources to convey meaning in science classrooms. *Linguistics and Education*, 35, 88-99. <https://doi.org/10.1016/j.linged.2016.07.005>
- Dooley, C.M., Ellison, T.L., Welch, M.M., Allen, M. & Bauer, D. (2016). Digital participatory pedagogy: Digital participation as a method for technology integration in curriculum. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 32(2), 52-62. <https://doi.org/10.1080/21532974.2016.1138912>
- Erwin, R.W. (2015). Data-literacy: Real-world learning through problem-solving with data sets. *American Secondary Education*, 43(2), 18-26. <https://www.jstor.org/stable/43694208>
- Esperat, T.M.K. & Loftis, T.M. (2021). Using new literacies to foster student motivation. *Literacy Practice and Research*, 46(1), artikel 5. <https://doi.org/10.25148/lpr.009339>
- Fang, Z., Adams, B., Gresser, V.T. & Li, C. (2019). Developing critical literacy in science through an SFL-informed pedagogical heuristic. *English Teaching: Practice & Critique*, 18(1), 4-17. <https://doi.org/10.1108/ETPC-01-2018-0009>
- Fang, Z. & Patrick, J.D. (2024). *Disciplinary literacy*. The CEEDAR Center, University of Florida. <http://cedar.education.ufl.edu/tools/innovation-configurations>
- Fenwick, L. & Herrington, M. (2022). Teacher use of genre pedagogy: Engaging students in dialogue about content area language during text deconstruction. *Language and Education*, 36(1), 43-58. <https://doi.org/10.1080/09500782.2021.1912082>
- Grysko, R.A. & Zygouris-Coe, V.I. (2020). Supporting disciplinary literacy and science learning in grades 3-5. *The Reading Teacher*, 73(4), 485-499. <https://doi.org/10.1002/trtr.1860>
- Guo, D., Wright, K.L. & McTigue, E.M. (2018). A content analysis of visuals in elementary school textbooks. *The Elementary School Journal*, 119(2), 244-269. <https://doi.org/10.1086/700266>
- Halliday, M.A.K. (1978). *Language as social semiotic*. Edward Arnold.
- Halliday, M.A.K. & Matthiessen, C. (2004). *An introduction to functional grammar*. Arnold.

- Hannant, K. & Jetnikoff, A. (2017). What do students need to know about writing for science in the middle years? *Literacy Learning: The Middle Years*, 25(1), 53-65. <https://search.informit.org/doi/epdf/10.3316/informit.596887045510776>
- Herber, H.L. (1970). *Teaching reading in content areas*. Prentice-Hall.
- Hsu, H.-Y., Wang, S.-K. & Coster, D. (2017). New literacy implementation: The impact of professional development on middle school student science learning. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 13(3), 53-72. <https://doi.org/10.4018/IJICTE.2017070105>
- Hurley, B.P. & Henry, M.P. (2015). Using a disciplinary literacy framework to teach high school physics: An action research study. *i.e.: inquiry in education*, 7(1), artikel 3. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1171754.pdf>
- Javeed, L. (2019). Motion, matter, force, and writing??? Creating space for writing in a secondary physics classroom. *The Language and Literacy Spectrum*, 29(1), artikel 2. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1263116.pdf>
- Jewitt, C. (2008). Multimodality and literacy in school classrooms. *Review of Research in Education*, 32(1), 241-267. <https://doi.org/10.3102/0091732X07310586>
- Johnson, L., McHugh, S., Eagle, J.L. & Spires, H.A. (2019). Project-based inquiry (PBI) global in kindergarten classroom: Inquiring about the world. *Early Childhood Education Journal*, 47, 607-613. <https://doi.org/10.1007/s10643-019-00946-4>
- Kelly, G.J. (2007). Discourse in science classrooms. I: S.K. Abell & N.G. Lederman (red.), *Handbook of research on science education* (s. 443-469). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom*. Continuum.
- Kucer, S.B. (2017). The monitoring and responding behaviours of proficient fourth grade readers to miscues on a complex scientific text. *Literacy*, 51(3), 154-161. <https://doi.org/10.1111/lit.12116>
- Kumpulainen, K., Byman, J., Renlund, J. & Wong, C.C. (2020). Children's augmented storying in, with and for nature. *Education Sciences*, 10(6), 149. <https://doi.org/10.3390/educsci10060149>
- Lammert, C. & Riordan, E. (2019). "She's not going to tell you what to ask": Three Strategies for Writing in Science. *The Reading Teacher*, 73(3), 367-373. <https://doi.org/10.1002/trtr.1824>
- Lankshear, C. & Knobel, M. (2011). *New literacies: Everyday practices and social learning* (3. udg.). Open University Press.
- Lemke, J.L. (1998). Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. I: J. Martin & R. Veel (red.), *Reading science* (s. 87-113). Routledge.
- Moje, E.B. (2008). Foregrounding the disciplines in secondary literacy teaching and learning: A call for change. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 52(2), 96-107. <https://doi.org/10.1598/JAAL.52.2.1>
- Moje, E.B. (2015). Doing and teaching disciplinary literacy with adolescent learners: A social and cultural enterprise. *Harvard Educational Review*, 85(2), 254-278. <https://doi.org/10.17763/0017-8055.85.2.254>

- Moje, E.B., Collazo, T., Carrillo, R. & Marx, R.W. (2001). "Maestro, what is 'quality'?: Language, literacy, and discourse in project-based science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 469-498. <https://doi.org/10.1002/tea.1014>
- Mork, S. & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag* (2. udg.). Universitetsforlaget, Oslo.
- Munn, Z., Peters, M.D.J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A. & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18, 143. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- O'Brien, D.G., Stewart, R.A. & Moje, E.B. (1995). Why content literacy is difficult to infuse into the secondary school: Complexities of curriculum, pedagogy, and school culture. *Reading Research Quarterly*, 30(3), 442-463. <https://doi.org/10.2307/747625>
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. PISA, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Paugh, P. & Wendell, K. (2021). Disciplinary literacy in STEM: A functional approach. *Journal of Literacy Research*, 53(1), 122-144. <https://doi.org/10.1177/1086296X20986905>
- Prain, V., Tytler, R. & Peterson, S. (2009). Multiple representation in learning about evaporation. *International Journal of Science Education*, 31(6), 787-808. <https://doi.org/10.1080/09500690701824249>
- Pratt, S.M. & Colemann, J.M. (2020). Using epistemic network analysis to visually map a meta-cognitive continuum of urban fourth grader's strategies for navigating multimodal science texts. *The Elementary School Journal*, 121(2), 224-255. <https://doi.org/10.1086/711296>
- Putra, G.B.S. & Tang, K.S. (2016). Disciplinary literacy instructions on writing scientific explanations: A case study from a chemistry classroom in an all-girls school. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 569-579. <https://doi.org/10.1039/C6RP00022C>
- Rainey, E.C., Maher, B.L., Coupland, D., Franchi, R. & Moje, E.B. (2018). But what does it look like? Illustrations of disciplinary literacy teaching in two content areas. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 61(4), 371-379. <https://doi.org/10.1002/jaal.669>
- Rambøll og Københavns Professionshøjskole. (2019). *Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/publikationer/2019/dec/191203-undersogelse-af-kompetencebehov-blandt-naturfagslaerere-i-grundskolen.pdf>
- Rinehart, R. (2020). They really used to think that? *The Science Teacher*, 88(1), 37-45. <https://doi.org/10.1080/00368555.2020.12293555>
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2006). *Kjemi Fagdidaktikk – kjemi i skolen*. Høyskoleforlaget.
- Sillasen, M.K. (2014). *Forandringsprocesser i netværk af sociale naturfaglige praksisser – en socio-kulturel-politisk analyse af natur/teknik-læreres professionelle udvikling i uddannelsesreformer*. Ph.d.-afhandling, Aalborg Universitet. [https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/549436264/Martin\\_Krabbe\\_Sillasen\\_PhD\\_afhandling\\_17\\_24.pdf](https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/549436264/Martin_Krabbe_Sillasen_PhD_afhandling_17_24.pdf)

- Shanahan, T. & Shanahan, C. (2008). Teaching disciplinary literacy to adolescents: Rethinking content-area literacy. *Harvard Educational Review*, 78(1), 40-59. <https://doi.org/10.17763/haer.78.1.v62444321p602101>
- Shanahan, T. & Shanahan, C. (2012). What is disciplinary literacy and why does it matter? *Topics in Language Disorders*, 32(1), 7-18. <https://doi.org/10.1097/TLD.0b013e318244557a>
- Skjelbred, D. & Veum, A. (2013). Literacy i læringskontekster. I: D. Skjelbred & A. Veum (red.), *Literacy i læringskontekster*. Cappelen Damm Akademisk.
- Sørvik, O.S., Blikstad-Balas, M. & Ødegaard, M. (2015). "Do books like these have authors?" New roles for text and new demands on students in integrated science-literacy instruction. *Science Education*, 99(1), 39-69. <https://doi.org/10.1002/sce.21143>
- Tang, K.S. (2015). Reconceptualising science education practices from new literacies research. *Science Education International*, 26(3), 307-324. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1074880.pdf>
- Tang, K.S. (2016). How is disciplinary literacy addressed in the science classroom? A Singaporean case study. *Australian Journal of Language and Literacy*, 39(3), 220-232. <https://doi.org/10.1007/BF03651975>
- Tang, K.S. & Danielsson, K. (2018). The expanding development of literacy research in science education around the world. I: K.S. Tang & K. Danielsson (red.), *Global Developments in Literacy Research for Science Education* (s. 1-11). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-69197-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-69197-8_1)
- Tang, K.S., Delgado, C. & Moje, E.B. (2014). An integrative framework for the analysis of multiple and multimodal representations for meaning-making in science education. *Science Education*, 98(2), 305-326. <https://doi.org/10.1002/sce.21099>
- Tierney, R.J. & Readence, J.E. (2000). *Reading strategies and practices: A compendium* (5. udg.). Allyn & Bacon.
- Sjöström, J., Frerichs, N., Zuin, V.G. & Eilks, I. (2017). Use of the concept of *Bildung* in the international science education literature, its potential, and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 53(2), 165-192. <https://doi.org/10.1080/03057267.2017.1384649>
- Volkwyn, T.S., Airey, J., Gregoric, B. & Heijkenskjöld, F. (2019). Transduction and science learning: Multimodality in the physics laboratory. *Designs for Learning*, 11(1), 16-29. <https://doi.org/10.16993/df.118>
- Welsh, K.M., Brock, C.H., Robertson, D.A. & Thrailkill, L. (D.) (2020). Disciplinary literacy in a second-grade classroom: A science inquiry unit. *The Reading Teacher*, 73(6), 723-734. <https://doi.org/10.1002/trtr.1881>

## English abstract

*This review focuses on recent understandings of literacy in science education. The review is based on a broad concept of text that includes multimodal forms of representation, enabling students to read and produce texts relevant and meaningful to science teaching practices in primary and lower secondary schools. The analysis of the studies in the review highlights three main points: In the present research, there is a significant emphasis on traditional literacy activities such as reading and producing verbal text, science teachers do not perceive themselves as language teachers, and there is a need to develop a conceptual hierarchy in science education that connects both disciplinary literacy and the conceptual domain of models and modeling in science education.*