

# 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 ungdomsuddannelsesniveau?

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.

### *Artikelkodning*

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, klassetrin 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 klassetrin, 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 klassetrin i både en dansk og en international kontekst.

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

Geografisk fordeling				
USA	Singapore	Australien	Norden	Israel
21	4	1	5	1
Fordeling på aldersgrupper/klassetrin				
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 tekstbøger (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 tekstbøgerne 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 anatomi 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 literatur 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 elevers 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 vildveje 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.*