

Semantiske bølger i natur/ teknologi-undervisningen

– sprogligt arbejde med fagligt fokus



Anna-Vera Meidell
Sigsgaard, Københavns
Professionshøjskole



Sonja Heinrich, Københavns
Professionshøjskole



Ditte Marie Pagaard,
Københavns
Professionshøjskole



Pernille Sveistrup Olsen,
Grydemoseskolen,
Espergærde

Abstract: I artiklen præsenteres et forsknings- og udviklingsprojekt om sprogpædagogiske tilgange i naturfagsundervisningen til støtte for især flersprogede elever. Projektet udvikler undervisning der understøtter elevers deltagelsesmuligheder, faglige forståelse og tilhørende fagsprog på mellemtrinnet. Det tager afsæt i en socialkonstruktivistisk læringsforståelse hvor sproglige interaktioner ses som afgørende for at skabe adgang til det faglige stof. Formålet er dels at introducere semantiske bølger som analyseredskab, dels at vise hvordan viden om de semantiske bølger har øget læreres opmærksomhed på tre niveauer af naturfaglig viden og ansporet dem til at integrere sproglige aktiviteter som en naturlig del af natur/teknologi-timerne.

Det er mandag eftermiddag. 4. X har, under overskriften “Sejlads”, arbejdet med flyde/synke-undersøgelser det meste af dagen. Klassen står nu samlet omkring fællesbordet hvor de mange forsøgsgenstande (skeer, linealer, propper, sakse, sugerør, pensler osv.) ligger spredt ud på et håndklæde sammen med en vandbalje. Tiden er inde til en opsamling på forsøgene.

“Hvad er det for nogle ting der kan flyde? Kan I sige noget om det?” spørger naturfagslæreren og ser rundt på eleverne. “De har allesammen luft i,” svarer en elev. Læreren spørger videre: “Men ikke dem allesammen, vel?” “Nej,” medgiver eleven, “nogle har luft i. Det kommer også an på hvilken facon de har ... og hvor meget de vejer.”

Læreren roser svaret og ser rundt på de andre: “Hør lige den kloge dame! Luft, facon ... og hvad sagde hun mere?” I fællesskab får eleverne og læreren langsomt opbygget

en fælles viden om fænomenet. Eleven illustrerer efterfølgende sin pointe ved bl.a. at plumpe en tung knogle ned i vandet. “Se,” udbryder hun, “den synker!”

Introduktion

For at elever på mellemtrinnet kan tale om og opbygge viden om naturfaglige fænomener, som de gør i den indledende case, har de bl.a. brug for fagsprog og sproglige kompetencer til at bruge sproget hensigtsmæssigt. Svage sprogkompetencer medfører negative konsekvenser for elevernes udbytte af læring i skolen (Bleses et al., 2019; NVL, 2021). Især for flersprogede elever kan skolesystemet medføre barrierer (Hjarsen et al., 2020) hvor fagsproget og fagtermer kan opleves som udfordrende. Sproglige kompetencer har i de senere år fået øget opmærksomhed i folkeskolen: Konkret ses det med indføringen af Forenklede Fælles Mål i 2014, som bl.a. introducerede de fire kompetenceområder for natur/teknologi. Et af de fire videns-færdighedsmål er ‘kommunikation’, hvor eleverne skal udvikle deres fagsprog gennem indholdsområderne ‘formidling’, ‘ordkendskab’ og ‘faglig læsning og kommunikation’.

I 2019 blev den sproglige dimension yderligere fremhævet gennem temaet *Sproglig udvikling* – et af tre tværgående temaer som indgår i alle skolens fag (BUVM, 2019). Vejledningen til sproglig udvikling peger på at sprogarbejde i fagene kan bidrage til at mindske negativ betydning af social eller sproglig baggrund, hvorfor sprogudvikling skal indgå som en del af al fagundervisningen (BUVM, 2016). Men hvad vil det egentlig sige at arbejde med den sproglige udvikling i natur/teknologi-undervisningen? Og hvordan skal man nå det inden for de to-tre lektioner faget er normeret til på mellemtrinnet?

En del af udfordringen er at genkende hvad der gør sproget i naturfagene til noget særligt. Noget af problematikken findes i ukendte tekniske begreber med specifikke betydninger som sjældent bruges i andre sammenhænge – eller som måske betyder noget andet i andre fag. Dertil kommer at naturfagene har særlige måder at bruge sproget på (Jacobsen & Mulvad, 2022). Men naturfagslærerne mangler ofte viden om forskelle mellem det talte sprog og skriftlige tekster og viden om hvordan sprog og kommunikation i naturfag egentlig ‘fungerer’ (BUVM, 2020), og er derfor ikke tilstrækkeligt klædt på til at møde flersprogede elevers behov (Besterman et al., 2018; Rambøll & KP, 2019). Sprogarbejdet risikerer dermed at blive dansklærerens ansvar og afkoblet fra naturfagsundervisningen. Men for at det sprogudviklende arbejde giver faglig mening, skal det implementeres som en meningsfuld del af det faglige arbejde (Polias, 2020), og lærerne skal vide hvordan man kan indarbejde et stilladserende sprogarbejde der støtter elevernes faglige forståelse og kommunikationsevne uden at fjerne fokus fra det naturfaglige indhold (Jacobsen & Mulvad, 2022).

Denne artikel tager udgangspunkt i et forsknings- og udviklingsprojekt der netop tager denne udfordring op: *Bølger og snegle*¹. Projektets formål er at gøre naturfagsundervisningen på mellemtrinnet mere vedkommende og tilgængelig for alle elever, særligt for flersprogede elever, gennem et tæt samarbejde mellem lærere på tre skoler og undervisere fra Københavns Professionshøjskole. Gennem projektet bliver vi sammen med de involverede lærere klogere på hvordan forskellige undervisningsgreb kan anvendes i den daglige undervisning og således øge deltagelsesmulighederne for alle elever. De deltagende lærere får redskaber til at blive mere opmærksomme på de sproglige mønstre der gør sig gældende for naturfag, idet de afprøver og implementerer sprogingtegrerede aktiviteter i deres undervisning. Idéen er at et målrettet arbejde med sproglig udvikling også vil sikre elevernes faglige udvikling.

Projektbegrundelse og baggrund

Projektet har fokus på natur/teknologi-undervisningen på mellemtrinnet, da der på dette tidspunkt i elevernes skolegang stilles andre og nye krav til elevernes sproglige forudsætninger. På mellemtrinnet skal eleverne groft sagt bevæge sig fra at lære at læse tekster til at kunne læse tekster for at lære nyt indhold. Samtidig bliver de tekster der bruges i undervisningen, mere krævende og sværere at forstå (Christie & Derewianka, 2008; Rose, 2011; Schleppegrell, 2004). Forskning med henvisning til bl.a. *the fourth grade slump* (Chall et al., 1990) viser at især de flersprogede elever tabes sprogligt omkring dette klassetrin. Mere specifikt viser undersøgelser at sprogligt udfordrede elever, særligt på mellemtrinnet, får vanskeligheder ved at præstere på samme faglige niveau som klassekammeraterne (Andersen et al., 2012; Beuchert et al., 2020).

Natur/teknologi-undervisningen på mellemtrinnet bliver også mere udfordrende idet fagsproget bliver mere abstrakt, mere specifikt og i højere grad begynder at afspejle naturvidenskabens faglige registre og sproglige kendetegn (Jacobsen & Mulvad, 2022). Samtidig begynder emnerne at blive mere abstrakte, og eleverne møder dermed i stigende grad en verden af betydning hvor det beskrevne naturfaglige fænomen ikke nødvendigvis har en ækvivalens i deres oplevede verden (Lee et al., 2013). Sproget og kommunikationen spiller dermed i højere grad en afgørende rolle i at skabe en forståelse hos eleverne, fx i form af faglige samtaler (Mork, 2016).

Internationale forsknings- og udviklingsarbejder peger på at en funktionel forståelse af sprog (Lee, 2005; Martin & Rothery, 1980) sammen med en synliggørelse af det faglige indholdsstof (Georgiou et al., 2014; Macnaught et al., 2013; Mouton & Archer,

1 *Semantiske bølger og sprogpædagogiske snegle – en ny tilgang til naturfag, der øger flersprogede elevers deltagelsesmuligheder* er støttet af Novo Nordisk Fonden (referencenummer NNF20OC0065719). Projektet er forankret i Københavns Professionshøjskole og er aktivt fra januar 2021 med forventet afslutning i december 2023.

2019) kan tilbyde effektive didaktiske tilgange og give flere elever adgang til det faglige stof. De fleste af disse studier er dog rettet mod de ældste klassetrin og videreuddannelse. Det overordnede forskningsspørgsmål for det samlede projekt er derfor:

Hvordan kan analytiske og didaktiske elementer, hentet fra hhv. LCT (semantiske bølger) og SFL (den sprogpædagogiske sneglemodel), kvalificere natur/teknologi-undervisningen på mellemtrinnet til fordel for (især) flersprogede elever?

Formålet med denne artikel er at introducere det analytiske greb *semantisk tyngde* og eksemplificere en semantisk tyngde-analyse af lærer-elev-interaktioner for at synliggøre tre forskellige niveauer af naturfaglige forståelser som de kan se ud i en 4. klasses natur/teknologi-undervisning. Dette danner grundlaget for pædagogiske refleksioner med henblik på at kvalificere naturfagsundervisningen i bredere forstand.

Metode

Projektet er inspireret af interventionsforskning og design-based research (Barab & Squire, 2004) hvor eksisterende forskningsbaseret viden om sprogpædagogik og naturfagsdidaktik omsættes iterativt til konkrete ændringer af praksis i natur/teknologi-undervisningen på mellemtrinnet. I skoleåret 21/22 blev hovedparten af aktiviteterne gennemført af projektdeltagerne fra Københavns Professionshøjskole (med naturfaglig, danskfaglig og dansk som andetsprog-faglig ekspertise) sammen med et lærerteam (en natur/teknologi-lærer og en dansklærer) på projektets første samarbejdsskole. I skoleåret 22/23 spreder projektet sig til yderligere to skoler med et nyt lærerteam på hver skole, og alle tre lærerteams samles til fælles planlægning/sparring og erfaringsdeling med at indarbejde sprogligt arbejde der støtter elevernes naturfaglige forståelser. Således bliver lærerne klogere på didaktiske og teoretiske input, og KP's projektdeltagere bliver klogere på hvordan det ser ud når de pædagogiske modeller møder virkeligheden ude på skolerne.

I projektet tager vi udgangspunkt i lærernes årshjul og i emner og materialer de allerede har tænkt sig at bruge. Tre forløb vælges til interventioner for hvert skoleår, og forløbene planlægges i fællesskab mellem lærerne og KP's projektdeltagere. Til hvert forløb indsamles data i form af lydoptagelser af planlægnings- og sparringsmøder. Undervisningen observeres og videooptages, og et gruppeinterview med eleverne gennemføres ved afslutningen af hvert forløb. Mellem observationerne udvælger KP's projektdeltagere klip fra de indsamlede videoobservationer på baggrund af hvordan elever og lærere taler om og engagerer sig med det faglige emne i forskellige aktiviteter. Disse interaktioner udgør et grundlag for fælles refleksion med lærerne ved efterfølgende sparringsmøder. Sådan et klip er blevet transskriberet og anonymiseret og bruges som omdrejningspunkt i denne artikel.

Dataindsamlingen har involveret både klassens flersprogede elever og klassens

elever med dansk som modersmål. På den måde undgås den bias der kan opstå ved at der er 'noget særligt' ved de flersprogede elever. Dette afspejler at fokus i projektet er på hvordan man kan arbejde sprogligt i undervisningen for at støtte *alle* elevers deltagelsesmuligheder og faglige udvikling.

Men hvad er det læreren skal holde sig for øje, hvis målet er at højne det faglige og fagsproglige niveau? For at afklare dette trækker vi på to teorikomplekser: Legitimation Code Theory (LCT) og en sprogbaseret læringsmodel, Derewiankas (2016) såkaldte sneglemodel, baseret på den systemisk funktionelle lingvistik². Fokus i denne artikel ligger primært på Legitimation Code Theory (LCT) hvorfra vi henter det analytiske begreb *semantisk tyngde* og det tilhørende begreb *semantiske bølger*.

Analyse af undervisningssituationer ved hjælp af semantisk tyngde kan bruges til at vise hvordan vidensformer (Bernstein, 2001) – her den viden og de naturfaglige forståelser som natur/teknologi-undervisningen beskæftiger sig med – ser ud og ændrer sig i løbet af en lektion. Det giver læreren et redskab til at kvalificere didaktiske valg både i planlægningen af undervisningen og i selve undervisningen. Projektet tyder på at forståelse for semantisk tyngde øger lærerens opmærksomhed på de forskellige naturfaglige forståelser der indgår i undervisningens diverse aktiviteter. Dette kan synliggøre behovet for at indtænke sproglige aktiviteter der kræver at eleven bruger, og får støtte til at bruge, et mere præcist fagsprog (Polias, 2020) som en integreret del af natur/teknologi-undervisningen.

Teori

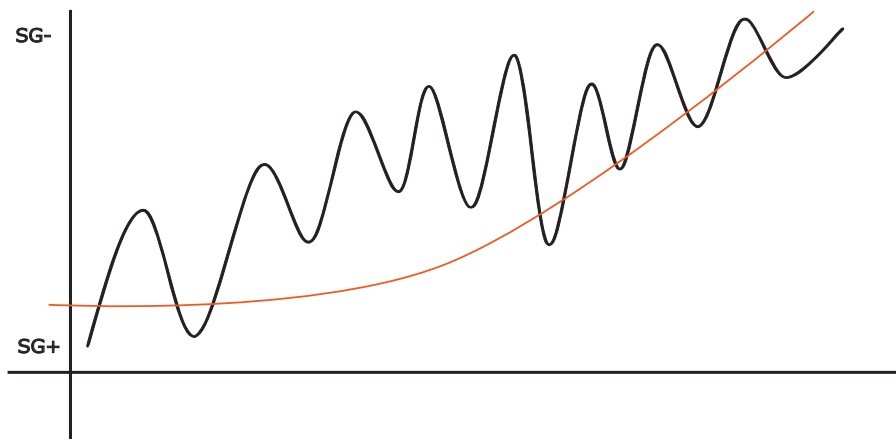
Legitimation Code Theory (LCT) er en sociologisk teori der tager afsæt i Bourdieus forståelse af skolen som en reproduktionsinstitution for samfundets eksisterende magtrelationer og Bernsteins kodeteori om at forskellige fag privilegerer forskellige vidensformer (koder). Skolen har en lang række forventninger til eleverne som ikke nødvendigvis er italesat (Gitz-Johansen, 2006), og som derfor kan skabe udfordringer for de elever som ikke kan aflæse skolens 'usynlige koder'. LCT stiller analytiske og didaktiske værktøjer til rådighed, både til at forske i social praksis og til at synliggøre de ellers usynlige koder (Maton, 2014) samt til at udvikle undervisningspraksis (Macnaught et al., 2013).

Semantisk tyngde er et af disse analytiske greb som bruges til at få øje på hvordan betydning skabes og udvikler sig i en pædagogisk kontekst. Med semantisk tyngde undersøger man hvor kontekstafhængig eller kontekstuaafhængig en betydning er: Jo større afhængighed af konteksten, desto stærkere er den semantiske tyngde, og om-

2 Se Derewianka (2016) for en beskrivelse af sneglemodellen i et geologiforløb i 3. klasse. Et eksempel på hvordan denne model inspirerer arbejdet i projektet, beskrives i Sigsgaard et al. (2023).

vendt: Jo mindre kontekstafhængig en betydning er, desto svagere er den semantiske tyngde (Maton, 2014). I den indledende case ser vi en elev opstille en form for hypotese om hvad der gør at noget flyder: Det har noget at gøre med faconen, luften og hvor meget tingen vejer. Denne forståelse er ikke direkte knyttet til en bestemt ting eller et bestemt forsøg og gælder derfor i forskellige kontekster. Man kan sige at den betydning der skabes her, har en *svagere* semantisk tyngde. Men når hun lægger knoglen ned i baljen og siger "se, den synker", er forståelsen knyttet tæt til præcis den ting (knoglen) og dens (manglende) evne til at flyde – altså en *stærkere* semantisk tyngde.


Ved at se på hvordan den semantiske tyngde ændrer sig i en god undervisning, ser man at der sker en vekslen mellem stærkere og svagere semantisk tyngde – altså en form for *semantisk bølge* (Maton, 2014). Og når lærere bliver bevidste om dette, kan de anvende tanken om semantiske bølger som didaktisk ledesnor i forhold til at planlægge undervisningen så eleverne kan trække deres forståelser ud af en specifik erfaringskontekst til en mere generel forståelse (Macnaught et al., 2013; Sigsgaard & Jacobsen, 2021). Dette projekt fokuserer derfor på at give lærere redskaber til at støtte eleverne op ad den semantiske bølge ved at eleverne får mulighed for at få øje på et relevant fagsprog og øve sig på at udtrykke sig på en fagligt legitim måde. Således skulle undervisningen over tid gerne bygge op til en mere generel naturfaglig forståelse (se figur 1).



Figur 1. En idealiseret semantisk bølge der viser vekslinger i semantisk tyngde gennem et tænkt undervisningsforløb (frit efter Macnaught et al., 2013). Den sorte profil viser vekslinger i semantisk tyngde i undervisningen, mens den røde viser den (forventede) opbygning af generaliseret viden.

For at kunne anvende semantisk tyngde som virksomt analytisk redskab skal det først defineres i konteksten af dette projekt. Tabellen herunder viser en 'oversættelse' af det teoretiske begreb *semantisk tyngde*, som kan variere i styrke langs et kontinuum (i tabellen længst til venstre) med stærkest semantisk tyngde i bunden og svagest

semantisk tyngde i toppen af skalaen³. Inddelingen i tre styrkegrader⁴ (kolonne 2) og beskrivelsen af disse er inspireret af især Georgiou (2016), Kirk (2017) og Sigsgaard & Jacobsen (2021). Kolonne 3 beskriver hvilken slags naturfaglig forståelse der er tale om for hver af de tre styrkegrader, mens kolonnen længst til højre præsenterer et eksempel fra vores datasæt – fx et citat fra undervisningen.

Semantisk tyngde kontinuum	Semantisk tyngde styrkegrad	Beskrivelse af styrkegraden af SG i projektets kontekst (N/T-undervisning, mellemtrin)	Eksempler fra indsamlede data
	SG-	Naturfaglig koncept / forståelse af fænomener uden direkte henvisning til en specifik situation	"En ting kan flyde, hvis den kan fortrænge mere vand, end den vejer i sig selv"
	SG0	Beskrivelse af generelle tendenser (evt. med en form for hypotese/regel)	"Det var [flød] bedre med den store flade"
	SG+	Direkte beskrivelse af eget forsøg / erfaringer fra eget liv	"Vores båd sank da vi puttede for mange søm på"

Figur 2. Semantisk tyngde (forkortes SG efter den engelske betegnelse, semantic gravity), inddelt og farvekodet⁵ i tre styrkegrader fra stærkest semantisk tyngde (SG+) i bunden til svagest semantisk tyngde (SG-) i toppen af skalaen.

Inddelingen i tre styrkegrader giver et tilstrækkelig detaljeret analytisk blik for hvad der foregår i undervisningen. De tre styrkegrader er også nok til at en lærer intuitivt kan forestille sig hvor på SG-kontinuummet en aktivitet eller en samtale i undervisningen foregår, og om man ønsker at bevæge sig opad til noget mere kontekstuaafhængigt eller nedad til noget mere kontekstafhængigt.

En semantisk tyngde-analyse

I første halvdel af projektet fokuserede vi på at udvikle en fælles forståelse for praksisafprøvningserne på skolen. Udvalgte klip fra undervisningen blev genstand for at lærerne og KP's projektdeltagere sammen gennemførte semantisk tyngde-analyser i sparringssamtalerne. Dette førte til nogle 'ahaoplevelser' og gode pædagogiske overvejelser. I det følgende tager vi udgangspunkt i transskriptioner fra et sådant video-

3 Ifølge LCT-konventioner er stærkest semantisk tyngde placeret i bunden, og svagest semantisk tyngde i toppen af skalaen (Maton, 2014).

4 Man kan inddele et semantisk tyngde-kontinuum i så mange styrkegrader som det er nyttigt i forhold til det man gerne vil få øje på. I vores sammenhæng er tre styrkegrader nok til at få øje på forskelle i den måde en naturfaglig forståelse kommer til udtryk på i undervisningen.

5 Tænk på grøn som græsset, blå som himlen og en mark af gule rapsblomster i midten.

klip fra Sejlads-forløbet, både for at vise hvordan semantisk tyngde kan bruges til at analysere en undervisningssituation, og for at vise hvordan analysen hjalp lærerne til at indtænke aktiviteter til at modvirke elevernes udfordringer.

Sejlads-forløbet startede med at klassen samlet gjorde sig relevante erfaringer med en tur til havnen. At starte et forløb med en fælles erfaring der ikke kræver fagsprog, giver alle elever deltagelsesmuligheder og danner grundlag for at opbygge en sproglig og faglig viden efterfølgende (Derewianka, 2016). På turen tog eleverne billeder af både og skibe som de skulle beskrive og kategorisere i den efterfølgende undervisningsgang. Kategoriseringerne førte til en diskussion om hvordan så tunge skibe mon flyder, hvorefter de læste en tekst i deres natur/teknologi-bog om emnet flyde/synke. Herefter afprøvede klassen forskellige flyde/synke-undersøgelser af forskellige genstandes evne til at flyde. I opsamlingen inden frokost blev det nævnt at genstandenes facon, vægt og luftindhold kunne påvirke deres flydeevne. I lektionen efter frokostpausen arbejdede eleverne videre med denne forståelse og byggede både af alufolie efter forskellige specifikationer. Ved at laste bådene med søm skulle eleverne se hvilke af deres konstruktioner der kunne bære flest søm, og på den baggrund danne en forståelse for hvad der skal til for at en (tung) genstand kan flyde. Eleverne arbejdede i makkerpar og var meget optagede af bådene og af at laste dem med søm.

Efter de gennemførte forsøg samlede læreren op på dagens arbejde ved at indlede en klassediskussion: "Altså, jeg har set helt vildt mange forskellige både, og de fleste af dem er selvfølgelig endt med at kæntré eller synke, for man bliver jo ved med at fylde søm på hele tiden ... Kan I prøve at give nogle bud på hvad der var de gode fif som bådebygger? Hvad funkede bare? Hvad var rigtig godt?"

Ved at spørge "hvad funkede?" og "hvad var de gode fif som bådebygger?" ser det ud til at hun vil have eleverne til at lave en induktiv erfaring (Illeris, 2012) – i dette tilfælde om hvordan opdriften af et legeme nedsat i vandet (her båden) og massen af det fortrængte vand hænger sammen. Hun efterspørger at eleverne på baggrund af deres egne forsøg skal drage generaliseringer om hvad der virker i forhold til at få en alubåd til at flyde. Fra et *semantisk tyngde*-perspektiv kan man sige at læreren med sit spørgsmål lægger op til at eleverne skal svare i den midterste styrkegrad af semantisk tyngde (SG0): De skal på baggrund af deres undersøgelser sige noget alment om hvad der gør at noget kan flyde.

De fleste elever er ivrige efter at fortælle om deres forsøg, og læreren giver flere forskellige elevgrupper ordet. Lucas svarer: "Altså, vores bedste båd var den flade. Den fik 231 søm på." Okan fortæller også gerne om sin makkerens alubåd mens han holder den frem: "Det er vores. Den kunne kun holde ... øøøøh ... ja, altså ... 96 [søm]". Også Halfdan fortæller: "Vi satte sugerør ... vi lavede ... altså vi startede med ... den første, der fik vi 84 søm på," suppleret af sin makker der tilføjer: "og det dårligste forsøg var det der med væggene, der fik vi kun 21." I svarene ser man tydeligt at eleverne

holder sig til at fortælle om hvad der skete for dem hver især. Deres svar er bundet til erfaringerne fra deres egne forsøg, hvilket gør at de alle kategoriseres med stærkest semantisk tyngde (SG+). Eleverne er tilsyneladende mere optagede af at formulere svar der fortæller om hvor mange søm de kunne laste, frem for hvad der gjorde at en båd kunne holde en større vægt oppe.

Læreren opmuntrer og giver udtryk for at være imponeret over de mange søm eleverne kunne laste: "Jamen, det er helt vildt ... det er saftuseme mange". Undervejs samler hun også op, fx ved at omformulere elevernes svar: "Okay, så der virkede det faktisk at få sugerørene ind i ... så de virkede ligesom svømmekranse". Og hun stiller spørgsmål som fx "hvorfor tror du den kunne bære så mange søm?" Med disse opsamlings og spørgsmål ser det ud til at hun forsøger at 'løfte' samtalen ud af den stærkeste grad af semantisk tyngde (SG+) til noget mere generelt (SG0) og naturfagligt (SG-) for at styrke en kompetenceorienteret forståelse (Illeris, 2012).

Ved en af projektets sparringssamtaler så vi nærmere på netop denne sekvens og forsøgte i fællesskab at lægge et semantisk tyngde-perspektiv på samtalen for at se på hvilken forståelse hhv. læreren og eleverne bragte til bordet. I det følgende farvekodes samtalen i overensstemmelse med farverne i figur 2 (SG+ er grøn, SG0 er gul, SG- er blå)⁶ for at vise hvordan den naturfaglige viden, set via semantisk tyngde, varierer:

Lærer:	Hvad til allersidst, hvor I kunne eksperimentere med ting og sager? [SG+] Var der noget der fungerede? [SG0]
Lucas:	Der prøvede vi at få et sugerør ind [SG+] så der kom luft ned i, [SG0] så den kunne flyde. [SG+]
Lærer:	Ja? ⁷
Lucas:	Men det virkede heller ikke. [SG+]
Lærer:	Så hvad kunne der være sket måske? [SG0]
Lucas:	Øhm ...
Lærer:	Hvis man tænker på at det var noget med luft, ikke? [SG0] Det klarede I jo ved at lægge det der rør ned under. [SG+] Og så var der noget med faconen, og der var noget med vægten. Hvad kunne være gået galt ved jer? [SG0]

Med semantisk tyngde-analysen blev det tydeligt for læreren at de fleste af elevernes svar var kontekstnære og derfor grønne, med stærkest grad af semantisk tyngde (SG+).

⁶ Styrken af semantisk tyngde er også angivet ved tilføjelse af styrkegraden i firkantet parentes.

⁷ Enkelte samtaleture som denne er ikke kodet med semantisk tyngde da disse ikke omhandler den relevante viden/det faglige stof. Se en nærmere beskrivelse i afsnittet under figur 3.

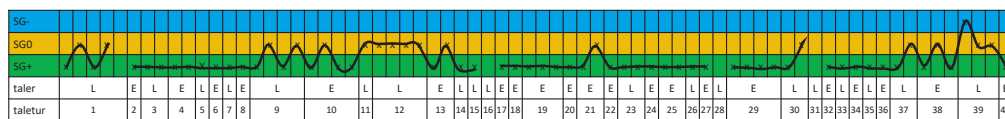
Lærerens spørgsmål og kommentarer er en blanding af primært grønne (SG+) (når hun beder eleverne om at præcisere hvad de gjorde) og gule (SG0) (når hun spørger til *hvorfor* de tror noget skete, eller *hvad der fungerede*). Her efterspørger hun en mere generel og mere faglig forståelse. Når hun henviser til "... faconen og noget med vægten", nærmer hendes forklaring sig en mere faglig forståelse af det naturfaglige fænomen, men da det fortsat er med udgangspunkt i elevernes gennemførte forsøg, er det mere en beskrivelse af generelle tendenser (SG0).

Lidt senere i samtalen spørger hun Okan om hans båd:

Lærer:	Hvorfor tror du den kunne bære så mange søm? [SG0]
Okan:	Vi brugte de der ispinde til at lave væggene med [SG+]. Så var væggene lidt stærkere [SG0], og så havde vi også meget sølvpapir [SG+].
Lærer:	Så det der med faconen [SG-], det der med væggene, det betyder faktisk rigtig meget [SG0].
Okan:	Og så var der også ispinde nedenunder [SG+].

Okan svarer tydeligt ud fra netop erfaringerne fra eget forsøg: "Vi brugte de der ispinde til at lave væggene med". Læreren forsøger igen at løfte samtalen når hun siger: "Så det med faconen" og dermed henviser til en naturfaglig forståelse af fænomenet. Hun fortsætter og 'oversætter' det straks til: "det der med væggene, det betyder faktisk rigtig meget". På den måde forsøger hun formentlig at gøre sin konklusion forståelig for Okan.

Ovenstående semantisk tyngde-analyse kommer fra ca. 6 minutters klasserums-samtale som fungerede som opsamling på dagens flyde/synke-undersøgelser. Den samlede samtale kan indføres på en semantisk tyngde-skala inddelt i de tre styrke-grader, som i figur 3.



Figur 3. Semantisk tyngde-analyse af ca. 6 minutters uddrag af den opsamlende samtale efter flyde/synke-undersøgelserne.

For at lave en systematisk analyse af samtalen blev den delt op i 'taleture' (se fx Sacks et al., 1974) som nummereres i nederste række i figur 3. Lærerens og elevernes taleture markeres med hhv. L og E i næstnederste linje. Hver taletur opdeles i meningsafgrænsede enheder (helsætninger, men grundet talesproget kan der være afvigelser). Okans

forklaring fra tidligere, "Vi brugte de der ispinde til at lave væggene med [SG+]. Så var væggene lidt stærkere [SG0], og så havde vi også meget sølvpapir [SG+]", og den tilsvarende semantiske bølge (fra grønt, til gult til grønt) ses fx i tur 38 i figur 3. Nogle taleture er ikke kodet i figuren da disse er taleture hvor læreren styrer samtalen, som i tur 16 hvor hun siger "Hvad med jer?" og giver ordet til nogle andre elever. Turen bruges altså ikke til at tale om emnet/indholdet, men til klasseledelse, og kodes derfor ikke med semantisk tyngde.

Som nævnt er ovenstående samtaleuddrag fra et videoklip som lærerne og projektdeltagerne sammen analyserede. Analysen i sparringssamtalen var ikke lige så detaljeret, men viste alligevel stor overensstemmelse med ovenstående systematiske analyse. Dvs. at selv en 'grov' semantisk tyngde-analyse gav anledning til en pædagogisk reflekteret diskussion. Her gav lærerne udtryk for at de ved hjælp af analysen fik øje på at det var svært for eleverne at give faglige forklaringer på baggrund af deres erfaringer med bådene: Eleverne var ivrige efter at fortælle om deres egne både og hvor mange søm de kunne bære inden de sank, men når læreren på forskellige måder spurgte til årsagssammenhænge, havde eleverne sværere ved at svare. Kun når læreren samlede op, bevægede samtalen sig op ad den semantiske bølge. Analysen viser altså at det primært var læreren der lavede 'oversættelsen' fra kontekstbundne forståelser til mere generelle og faglige betragtninger, mens elevernes svar forblev i deres egne undersøgelser.

Diskussionen herefter gav anledning til at vende hvordan det næste forløb kunne planlægges så eleverne i højere grad blev støttet til også at bevæge sig op ad den semantiske bølge. Her valgte lærerne bl.a. et eksplicit fokus på fagord vs. hverdagsord som de indtænkte i enkelte sproglige aktiviteter. Dertil planlagde de i højere grad efter hvilke *sprogbrugssituationer* aktiviteterne sætter eleverne i (se diskussionen herunder). En nærmere beskrivelse af nogle af de sproglige aktiviteter og deres udfald er beskrevet i Sigsgaard et al. (2023).

Omend den analyse vi her har vist, går på lærer-elev-interaktioner, tyder sparringsmøder og lærerinterviews på at princippet også kan bruges i bredere forstand. Fx har lærerne brugt forståelsen af de semantiske bølger til at forudsige elevens potentielle udfordringer i mødet med diverse undervisningsmaterialer, til at reflektere over gennemført undervisning og som begrundelse for at indtænke aktiviteter med et sprogligt fokus i øvrig undervisning. De semantiske bølger har hjulpet lærerne til selv at blive klarere på hvilket fagsprog eleverne har brug for i et undervisningsforløb, og på at tilrettelægge en 'bølgende' undervisning der støtter elevernes sproglige udvikling.

Diskussion: Semantiske bølger og fagsproglig opmærksomhed

Ovenstående analyse er foretaget på baggrund af en del af én opsamlende samtale, ca. midt i et længere forløb. Således viser den ikke de øvrige elevers forståelser eller hvad eleverne hver især har lært gennem det samlede forløb. Alligevel giver analysen anledning til pædagogiske og didaktiske overvejelser om hvordan man tilrettelægger natur/teknologi-undervisning med henblik på at sikre flere elevers, herunder især flersprogede elevers, muligheder for at tilegne sig og bruge fagsproget aktivt i løbet af undervisningen. I det følgende peger vi på nogle af disse overvejelser.

En af betragtningerne hviler på hvordan de talende elever egentlig får deres faglige forståelse i spil. Måske lagde samtalen ikke op til at eleverne skulle tage fagsproget i brug. Et spørgsmål som fx "Hvorfor tror du den kunne bære så mange søm?" søger et svar knyttet til elevernes undersøgelser og peger derfor ned ad den semantiske bølge frem for omvendt. Måske var det også uklart for eleverne at læreren egentlig ville have dem til at komme med kvalificerede bud på forklaringer. Her kunne et forudgående arbejde med relevant fagsprog og synlighed af relevante fagord på plancher og illustrationer i klasserummet måske have støttet eleverne. Læreren kunne fx udlevere ordkort med relevante fagord (*tung, hul, form, vægt, synke, flyde, opdrift*) inden opsamlingen. I samtalen ville hun så kunne bruge disse, fx ved at sige: "Prøv at forklare hvad der skete med jeres båd, ved hjælp af ordene her". Netop sådan gjorde hun i et af de efterfølgende forløb, hvor hun udleverede ordkort inden opsamlingen og bad eleverne i makkerpar om at bruge ordene til at formulere en forklaring på det de havde observeret. Når hun derefter samlede op, havde eleverne allerede øvet sig på at formulere en forklaring med en makker, og de havde alle taget fagordene i egen mund. Resultatet var at eleverne ved denne opsamling kunne deltage mere aktivt i de faglige diskussioner. Den eksplicitte opmuntring til at bruge fagsproget gav eleverne mulighed for selv at bevæge sig op ad den semantiske bølge.

Med semantiske bølger får læreren også et redskab til at overveje om hun vil stille et spørgsmål der 'peger opad', for at støtte en elev til en mere almen, generaliseret viden – eller omvendt: om hun vil spørge 'nedad' for at se om eleven kan knytte en generel betragtning fra opsamlingen til sin egen undersøgelse. Hun kan med sine spørgsmål støtte samtalen i retning af det mere kontekstafhængige eller i retning af det mere kontekstnære, afhængigt af hendes pædagogiske indsigt og faglige ønsker om hvor samtalen skal bevæge sig hen. Et muligt bud på hvordan vi kan arbejde systematisk videre med spørgsmål, kunne være at inddrage en såkaldt 'Q-tavle' (Vestergaard, 2017): et redskab til at systematisere og kategorisere typer af spørgsmål fra det faktuelle og konkrete til det mere abstrakte, kontekstafhængige og perspektiverende.

Sparringsamtalerne efter den fælles semantisk tyngde-analyse gjorde også at lærerne blev opmærksomme på den situationskontekst eleverne befinder sig i i de forskellige undervisningsaktiviteter. Lærerne blev altså optaget af hvilke *sprogbrugssi-*

tuationer (Østergaard, 2021) selve aktiviteten lægger op til, og hvordan denne påvirker det sprog eleverne har brug for for at deltage i aktiviteten. En af de grundlæggende antagelser i projektet er at den kommunikation eleverne deltager i, har afgørende betydning for hvilken læring de kan opnå (se fx Gibbons, 2016).

En ekstra udfordring for især flersprogede elever er at de ved siden af at lære fagsproget også er i gang med at lære andetsproget (dansk) i undervisningen (Knudsen & Wulff, 2021). Her var en forståelse af semantiske bølger kombineret med netop *sprogbrugssituationer* (dvs. hvilket sprog en undervisningsaktivitet lægger op til) et nyttigt virkemiddel i lærernes undervisningsplanlægning. Ser man på kommunikationen fra dette perspektiv, er der tre faktorer der kan påvirke hvilket sprog der vil produceres – nemlig *kommunikationsrelationen*, *kommunikationsfeltet* og *kommunikationsmåden* (Polias, 2020).

I ovenstående samtale finder kommunikationen sted mellem læreren og én elev ad gangen, mens resten af klassen lytter. Dvs. *kommunikationsrelationen* er her en relation hvor læreren styrer og eleverne indretter sig. Det stiller andre krav til elevernes sprog end når de taler med hinanden under forsøgene. Forskellige sammensætninger (elev-elev, elev-klasse, elev-gruppe, lærer-klasse osv.) vil alle påvirke hvilken kommunikationsrelation eleverne indgår i, og dermed også sprogbrugssituationen. Eleverne kan fx have behov for at give mere udtryk for usikkerhed⁸ når de taler med læreren, end når de taler sammen i makkerpar. Hvilken rolle eleverne får i en undervisningsaktivitet, påvirker med andre ord også hvilket sprog eleverne forventes at producere, og det er derfor værd at overveje når man planlægger sin undervisning.

Kommunikationsfeltet har at gøre med de ord der bliver brugt til at beskrive selve indholdet – altså det vi taler om. I den lektion vi har set på i artiklen, er emnet flyde/synke. Men når eleverne bruger sproget som ledsagelse til handling, kan de sagtens bruge ord som 'den der' og 'herovre' og 'bare en til' mens de fx gennemfører bådundersøgelsen. De ord er fuldt ud tilstrækkelige til at kommunikere det de taler om i situationen. Sprogbrugssituationen lægger altså ikke op til at det er nødvendigt at bruge specifikke fagord eller -udtryk. Det giver mening at sige 'åh nej' når båden synker, frem for fx 'nu synker båden' fordi situationskonteksten bærer en stor del af betydningen. Men når eleverne senere skal fortælle i plenum hvad der skete, ser kommunikationsfeltet anderledes ud og kræver derfor også en anden sprogbrug: Eleverne skal bruge mere præcise ord som fx *søm*, *kanter*, *sugerør*, *den flade båd* osv. for at gøre det forståeligt hvad de taler om. De skal også bruge ord der siger noget om hvad der skete: *sank*, *kæntrede*, *flyder* osv., og under hvilke omstændigheder det skete: *da vi lagde det 6. søm på* eller *med de høje kanter*. Det kan derfor give mening at overveje

8 Af samme grund hører man ofte elever i mange forskellige plenumsamtaler svare med det der lyder som et spørgsmål (opadgående intonation), når de svarer på lærerens spørgsmål.

hvilke aktiviteter der naturligt lægger op til forskellig sprogbrug, og hvad der skal til for at eleverne har de ord de skal bruge, 'for hånden', som fx at have relevante ord synlige i klasserummet. Pointen er at det at gennemføre et forsøg ikke nødvendigvis er nok til at man senere kan berette om hvad man gjorde, eller forklare det på en naturfaglig måde (Millar, 2014).

Ser man på ovenstående eksempel fra perspektivet *kommunikationsmåde*, kan man se forskel på hvordan sproget bruges i forhold til den situation det bruges i – også kommunikationsmåden påvirker sprogbrugssituationen. Kommunikationsmåden kan forestilles som et kontinuum fra på den ene side det vi kalder et her og nu-sprog, som ofte har mange talesprogstræk med afbrudte og sammenskabte sætninger (fx 'nu skal vi – ja, tag den – ja, den her. Den synker'), til på den anden side en mere struktureret, ofte skriftsproglig sprogbrug (fx 'knoglen synker på grund af dens facon og vægt og hvor meget luft der er i'). Kommunikationsmåden ændrer sig hos eleverne fra at de udfører deres undersøgelser hvor de bruger sproget spontant og som *ledsagelse til handling*, til deres samtale med læreren hvor de skal referere til hvad de tidligere lavede, fx i kronologisk rækkefølge og med forklaringer på hvordan det de prøvede, fungerede.

Med sprogbrugssituationer for øje kan man overveje hvordan undervisningen sikrer at eleverne systematisk føres fra et her og nu-/hverdagsprog som de allerede behersker, til et mere fagligt sprog som er nødvendigt for mere faglige måder at forstå verden på. Sneglemodellen (Derewianka, 2016) giver et bud på hvordan undervisningen kan tilrettelægges så man starter med fælles oplevelser relateret til emnet (som ikke kræver en forudgående viden og heller ikke et fagsprog for at deltage). Med en fælles oplevelse ved forløbets start sikrer læreren at alle elever har en relevant erfaring/viden som undervisningen kan bygge på (frem for fx at gå ud fra at alle har erfaringer med både). Derfra kan man planlægge sin undervisning i det som Mulvad (2016) kalder for en *kæde af sprogbrugssituationer*, hvor sproget i den ene aktivitet giver indholdsmæssigt grundlag for den næste aktivitet. Denne tænkning stemmer godt overens med forestillingen om at starte lavt på den semantiske bølge og gennem forskellige aktiviteter 'bølge' opad og nedad for efterhånden at komme højere op i den faglige forståelse (Sigsgaard & Jacobsen, 2021), jf. figur 1.

Lærerne i projektet giver udtryk for at en viden om de semantiske bølger også kan være en støtte i forhold til at planlægge et forløb, fx ved at tænke over hvor 'på bølgen' et undervisningsforløb starter, og om rækkefølgen af aktiviteter langsomt opbygger en faglig forståelse, eller om de 'hopper' for meget mellem ekstremerne. Koblingen mellem semantisk tyngde og begrebet sprogbrugssituation giver mulighed for at overveje hvilke typer af aktiviteter eleverne skal tilbydes for at de får brug for at tage fagsproget i egen mund – og hvilken rækkefølge aktiviteterne skal komme i. Hvornår kan det være nyttigt at lægge flere samtaler imellem eleverne ind? Og hvordan sikrer man at de får brug for fagsprog til at gøre deres kommunikation vellykket?

Konklusion

Sparringsmøder og interviews med lærerne i projektet tyder på at de involverede lærere finder begrebet semantisk tyngde og forestillingen om de semantiske bølger som en intuitiv og nyttig måde at reflektere over deres undervisning på. Lærerne taler bl.a. om at de tre niveauer af semantisk tyngde har været øjenåbnende og relevante – ikke kun for naturfagsundervisningen: Det giver mening at elevers forståelser er umiddelbart forankret i deres egne erfaringer, og en stor del af skolens arbejde er netop at 'løfte' elevernes forståelser til mere generel viden der på sigt kan bruges i nye kontekster. Lærerne giver udtryk for at det er vigtigt at planlægge undervisning 'der bølger' hele tiden, og at eleverne også får mulighed for at bølge opad gennem tydelige og støttende aktiviteter. Analysen og forestillingen om de tre niveauer af semantisk tyngde gav lærerne anledning til at overveje hvordan de i næste forløb kunne øge fokus på hvilket fagsprog der skulle udvikles, samt anledning til at eksperimentere med forskellige aktiviteter og måder at understøtte den fagsproglige udvikling på hos hver enkelt elev.

Tobiassen (2014) peger på at arbejdet med fagsprog for mange lærere rummer tilegnelsen af en helt ny indsigt i hvad der egentlig skal til for at 'vide' noget på naturfaglig vis og for at 'gøre naturfag' (Polias, 2020). For at støtte elevers faglige forståelse skal de støttes i at udvikle både de almene sproglige træk og de fagspecifikke sproglige træk som anvendes i et undervisningsforløb (Derewianka, 2016). Derfor er det vigtigt at lærerne bliver støttet i at udvikle en viden om det fagsprog deres forskellige fag anvender. Gennem projektet har lærerne gradvist udviklet deres blik på undervisningen. De semantiske bølger har bidraget med en indgang der synliggør forskellige niveauer i naturfaglige forståelser og dermed hvad der forventes af eleverne i forskellige natur/teknologi-aktiviteter. Samtidig tilbyder de semantiske bølger et didaktisk redskab til at planlægge og evaluere med (Dankenbring et al., 2023).

De semantiske bølger og den semantisk tyngde-analyse der er demonstreret her, rummer et stort potentiale i forhold til at åbne op for flere muligheder for at tilrettelægge engagerende naturfagsundervisning der muliggør flere elevers deltagelse. Tilbagemeldinger fra projektets deltagende lærer viser derudover at semantiske bølger er forholdsvis let forståelige og nemme at integrere i naturfagsundervisningen, også for en lærer der ikke er sprogligt uddannet. Igennem dette praksisnære projekt med afprøvninger og refleksioner på skolen ser vi at de semantiske bølger fungerer som et godt redskab til at give indblik i hvor i undervisningen eleverne bliver udfordret og i højere grad skal støttes sprogligt.

Referencer

- Andersen, D., Jakobsen, V., Jensen, V.M., Nielsen, S.S., Zacho Pedersen, K.C., Petersen, D.S. & Thorsen, K.M. (2012). *Indsatser for tosprogede elever – kortlægning og analyse*. SFI – Det Nationale Forskningscenter for Velfærd.
- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1
- Bayer, M. & Chouliaraki, S.L. (red.) (2001). *Basil Bernstein – pædagogik, diskurs og magt*. Akademisk Forlag.
- Besterman, K., Williams, T.O. & Ernst, J. (2018). STEM Teachers' Preparedness for English Language Learners. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 19(3), 33-39.
- Beuchert, L., Christensen, V.T., Sidsel, O. & Jensen, V. (2020). *PISA Etnisk 2018 – PISA 2018 med fokus på elever med indvandrerbaggrund*.
- Bleses, D., Højen, A., Jensen, P., Rathe, A.B., Boisen, L.A., Nielsen, H. & Jensen, C.H. (2019). *Vi lærer sprog i vuggestuen og dagplejen*.
- BUVM. (2016). Sproglig udvikling – intro introduktion til det tværgående tema sproglig udvikling. *EMU – Danmarks Læringsportal*. Børne- og Undervisningsministeriet.
- BUVM. (2019). *Natur/teknologi – faghæfte 2019* (2. reviderede udg.). Børne- og Undervisningsministeriet.
- BUVM. (2020). *Kompetencedækningen i folkeskolen 2019/20 er steget med 0,8 procentpoint*. Børne- og Undervisningsministeriet: Styrelsen for IT og Læring.
- Chall, J.S., Jacobs, V.A.E. & Baldwin, L. (1990). *The Reading Crisis: Why Poor Children Fall Behind*. Harvard University Press.
- Christie, F. & Derewianka, B. (2008). *School Discourse: Learning to Write across the Years of Schooling*. Continuum.
- Dankenbring, C.A., Guzey, S.S. & Bryan, L.A. (2023). Legitimation Code Theory as an Analytical Framework for Integrated STEM Curriculum and Its Enactment. *Research in Science Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11165-023-10103-y>
- Derewianka, B. (2016). Vilde med sten – indskolingsbørn på opdagelse i geologiens sprog. I: M.V. Christensen (red.), *Genrepædagogik – og andre veje i læse- og skriveundervisningen* (s. 35-56). Hans Reitzels Forlag.
- Georgiou, H. (2016). Putting Physics Knowledge in the Hot Seat: The Semantics of Student Understandings of Thermodynamics. I: K. Maton, S. Hood & S. Shay (red.), *Knowledge-Building: Educational Studies in Legitimation Code Theory* (s. 176-192). Routledge.
- Georgiou, H., Maton, K. & Sharma, M. (2014). Recovering Knowledge for Science Education Research: Exploring the "Icarus Effect" in Student Work. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 14(3), 252-268. <https://doi.org/10.1080/14926156.2014.935526>
- Gibbons, P. (2016). *Styrk sproget, styrk læringen – sproglig udvikling og stilladsering i flersprogede klasserum*. Samfundslitteratur.

- Gitz-Johansen, T. (2006). *Den multikulturelle skole – integration og sortering*. Roskilde Universitetsforlag.
- Hjarsen, C.F., Martens, A., Ahrensberg, N., Asmussen, M. & Noer, D.B. (2020). *Minoritetsetniske børn og unges motivation, præferencer og præstationer inden for naturfag og naturfagsvidenskabelige uddannelser*. Mino Danmark.
- Illeris, K. (2012). *Kompetence – hvad, hvorfor, hvordan?* (2. udg.). Samfundslitteratur.
- Jacobsen, G.K. & Mulvad, R. (2022). *Ind i naturfag – fra tekster til naturfaglig kompetence*. Akademisk Forlag.
- Kirk, S. (2017). Waves of Reflection: Seeing Knowledges in Academic Writing. I: J. Kemp (red.), *EAP in a Rapidly Changing Landscape: Issues, Challenges and Solutions* (s.109-118). Garnet Publishing.
- Knudsen, S.K. & Wulff, L. (2021). Sprog i fag. I: S.K. Knudsen & L. Wulff (red.), *Kom ind i sproget – flersprogede elever i fagundervisning* (2. udg., s. 15-38). Akademisk Forlag.
- Lee, O. (2005). Science Education With English Language Learners: Synthesis and Research Agenda. *Review of Educational Research*, 75(4), 491-530. <https://doi.org/10.3102/00346543075004491>
- Lee, O., Quinn, H. & Valdés, G. (2013). Science and Language for English Language Learners in Relation to Next Generation Science Standards and with Implications for Common Core State Standards for English Language Arts and Mathematics. *Educational Researcher*, 42(4), 223-233. <https://doi.org/https://doi.org/10.3102/0013189X13480524>
- Macnaught, L., Maton, K., Martin, J.R. & Matruglio, E. (2013). Jointly Constructing Semantic Waves: Implications for Teacher Training. *Linguistics and Education*, 24, 50-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.linged.2012.11.008>
- Martin, J.R. & Rothery, J. (1980). *Write It Right* (Paper 2; Working Papers in Linguistics).
- Maton, K. (2014). Knowledge and Knowers: Towards a Realist Sociology of Education. I: *Knowledge and Knowers: Towards a Realist Sociology of Education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203885734>
- Millar, R. (2014). At udvikle og evaluere praktisk arbejde i naturfag. I: S. Tougaard & L.H. Kofod (red.), *Metoder i naturfag – en antologi* (2. udg., s. 67-74). Experimentarium.
- Mork, S.M. (2016). Å diskutere som del af utforskende arbejde i naturfag. I: M. Ødegaard, B.S. Haug, S.M. Mork & G.O. Sørvik (red.), *På forskerføtter i naturfag* (s. 92-115). Universitetsforlaget.
- Mouton, M. & Archer, E. (2019). Legitimation Code Theory to Facilitate Transition from High School to First-Year Biology. *Journal of Biological Education*, 53(1), 2-20. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1420681>
- Mulvad, R. (2016). Sprogbaseret pædagogik, genrepædagogik. *Sprogforum*, 63, 12-23.
- NVL. (2021). *Indsatser for elever med sprogforståelsesvanskeligheder*. Nationalt Videncenter for Læsning.
- Polias, J. (2020). *Fagsprog i naturfag – at læse, skrive og “gøre” videnskab*. Akademisk Forlag.
- Rambøll & KP. (2019). *Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen – delopgave A og B*. Styrelsen for Undervisning og Kvalitet.

- Rose, D. (2011). Beating Educational Inequality with an Integrated Reading Pedagogy. I: F. Christie & A. Simpson (red.), *Literacy and Social Responsibility: Multiple Responsibilities*. Equinox.
- Sacks, H., Schegloff, E.A. & Jefferson, G. (1974). A Simplest Systematics for the Organization of Turn-Taking for Conversation. *Language*, 50(4), 696-735. <https://doi.org/10.2307/412243>
- Schleppegrell, M.J. (2004). *The Language of Schooling: A Functional Linguistics Perspective*. Erlbaum.
- Sigsgaard, A.-V.M. & Jacobsen, S.K. (2021). Semantiske bølger – analytisk redskab og didaktisk princip. I: S.K. Knudsen & L. Wulff (red.), *Kom ind i sproget – flersprogede elever i fagundervisningen* (2. udg., s. 73-90). Akademisk Forlag.
- Sigsgaard, A.-V.M., Lohse, D.M. & Skinhøj, K. (2023). Sproglige aktiviteter med fagligt indhold – puslesætninger i natur-teknologiundervisningen. *Sprogforum. Tidsskrift for sprog- og kulturpædagogik*, 76, 63-74.
- Tobiassen, H. (2014). Den sproglige dimension i undervisningen – at arbejde med det faglige i en sproglig ramme. I: H. Tobiassen (red.), *Løft læringen – brug sproget. Erfaringer fra projekt uddannelsesløft* (s. 28-40). Aalborg Ungdomsskole.
- Vestergaard, A. (2017). Dybt dyk i fagene med q-tavlen. *Liv i Skolen*, 1, 62-70.
- Østergaard, W. (2021). Registerkontinuum – et værktøj til planlægning og refleksion. I: S.K. Knudsen & L. Wulff (red.), *Kom ind i sproget – flersprogede elever i fagundervisning* (2. udg., s. 51-72). Akademisk Forlag.

English abstract

This article presents results from a research and development project on teaching the middle-years science by including activities that develop students' science-understandings through attention to relevant language features. The project takes its point of departure in a social constructivist understanding of students' learning, where linguistic interactions are seen as crucial for accessing academic material. The article introduces an analytical approach using semantic waves from Legitimation Code Theory (LCT). Semantic gravity analysis of teacher-student interactions leads to discussions of how teachers' awareness of semantic waves can encourage them to integrate language activities in science lessons to support all students' development of scientific language and understandings.