

MONIA

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



AARHUS
UNIVERSITET



SYDDANSK UNIVERSITET



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2019-1

MONA

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

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet og Danske Science Gymnasier.

Redaktion

Jens Dolin, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Ole Goldbech, Professionshøjskolen UCC
Sebastian Horst, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Kjeld Bagger Laursen, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Carl P. Knudsen, Danske Science Gymnasier
Jan Sølberg, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Martin Niss, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet
Morten Rask Petersen, UC Lillebælt, Anvendt forskning i pædagogik og samfund
Steffen Elmose, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland
Tinne Hoff Kjeldsen, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

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

Manuskripter

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

Abonnement

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

Produktionsplan

Planen kan altid findes på <http://www.ind.ku.dk/mona/produktion/>

MONA 2019-2 udkommer 7. juni 2019

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 13. februar 2019

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 5. april 2019

MONA 2019-3 udkommer 5. september 2019

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 2. maj 2019

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 26. juni 2019.

MONA 2019-4 udkommer 5. december 2019.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 18. august 2019.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 25. september 2019

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

ISSN: 1604-8628. © MONA 2019. Citat kun med tydelig kildeangivelse

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Undersøgende aktiviteter og ræsonnementer i matematikundervisningen på mellemtrinnet
Dorte Moeskær Larsen og Bent Lindhardt
- 22 Sokratiske samtaler i naturfagsundervisningen
Therese Malene Nielsen
- 44 Hvordan påvirker naturfagslæreres undervisningstilgang elevers udvikling af undersøgelseskompetencer frem mod den fælles naturfagsprøve?
Ida Guldager, Claus Auning og Mette Steiner
- 59 Redskab til analyse af integreret naturfag
Christina Frausing Binau og Dorte Salomonsen
- 82 **Kommentarer**
- 83 Naturvidenskab og dannelse
Jens Højgaard Jensen
- 88 Fælles sprog, fælles forberedelse og selfefficacy
Line Kastorp Kok
- 95 Fællesfagligheden i praksis
Signe Vithner
- 99 Tværfaglighed – på vej mod at lykkes
Ulla Hjøllund Linderoth
- 104 **Litteratur**
- 105 Angst for x
Mikkel Willum Johansen
- 109 Hvordan får vi flere naturfaglige stjernefrø?
Trine Hyllested

Fra redaktionen

Med martsudgaven af MONA udgivet er vi igen tæt på Big Bang konferencen. I år ligger den 2.-3. april i Odense, og her vil ca. 1.500 mennesker samles for at udveksle viden og erfaringer om undervisning inden for især naturfagene, men også matematik optræder i flere sammenhænge. MONA arrangerer som altid et temaspor, og i år er temaet "Lærerkompetencer nu og de kommende år" (se programmet på bigbangkonferencen.dk/spor3). Vi arbejder på at de mange gode oplæg og workshops på konferencen bliver omformet til tekster der kan bringes i temanummeret i december 2019. Læs mere om hvordan man kan bidrage hertil på www.ind.ku.dk/mona/bb.

Dernæst vil vi gerne korrigere en kedelig fejl i MONA 2018-4. Artiklen *Biologi og idræt – et funktionelt kompetenceudviklende tværfagligt samarbejde?* er forfattet af Lars Domino Østergaard, Anita Bjørkelund, Steffen Elmose og Poul Ravn Stidsen. Desværre var sidstnævnte forfatter blevet udeladt af listen. Redaktionen er meget ked af fejlen og har rettet den i online-udgaven på tidsskrift.dk/mona.

Dette nummer indeholder fire artikler. Den første, *Undersøgende aktiviteter og ræsonnementer i matematikundervisningen på mellemtrinnet* er forfattet af Dorte Moeskær Larsen og Bent Lindhardt. Den beskriver hvordan der blev udviklet tre måneders undersøgelsesorienteret undervisning i matematik til 4. og 5. klasse. For at hjælpe lærerne blev der også udviklet en kategorisering af forskellige typer af undersøgende aktiviteter i matematik. Artiklen definerer og beskriver fem sådanne kategorier. Heraf udvalgte to aktiviteter til nærmere undersøgelse med fokus på hvilke ræsonnementer der kommer i spil i lærernes dialog i opsamlingsfasen. Afslutningsvis har artiklen en diskussion af forskellen på elevernes ræsonnerende virksomhed i disse to aktiviteter.

Den næste artikel, *Sokratiske samtaler i naturfagsundervisningen*, er skrevet af Therese Malene Nielsen. Udgangspunktet er at klasserumssamtaler i naturfagsundervisning ofte følger dette mønster: Læreren stiller et spørgsmål, en elev svarer, og læreren evaluerer svaret; efter hver evaluering kommer et nyt lærerspørgsmål. Resultatet er at få elever deltager og eventuelt kun med en overfladisk forståelse af begreberne. Artiklen omhandler en undersøgelse af klasserumsdiskursen under opstarten af et geografiforløb i en 9.-klasse med afsæt i Martin Wagenscheins sokratiske samtaleprincip. Den efterfølgende analyse peger på at eleverne undervejs udviklede en mere undrende tilgang til de præsenterede fænomener og indgik mere i dialog med hinanden.

I artiklen *Hvordan påvirker naturfagslæreres lærings syn elevers udvikling af undersøgelseskompetencer frem mod den fællesfaglige naturfagsprøve?* af Ida Guldager,

Claus Auning og Mette Steiner diskuteres om man ved implementeringen af en undersøgelsesbaseret tilgang til læring (IBSE), kan udvikle naturfagslæreres didaktiske tænkning på en sådan måde at det bidrager til at elevers kompetencer i forhold til den fælles naturfagsprøve fremmes. Projektet rammesatte fokuseret og systematisk naturfagslærernes udvikling af deres undervisningstilgang og didaktiske tænkning i en vekselvirkning mellem naturfagdidaktiske oplæg, praksisafprøvning og fælles refleksion. Via observationer og fokusgruppeinterviews med fire naturfagslærere i grundskolens overbygning sås det at naturfagslærere mere fokuserer på den faglige viden i naturfagsundervisning, end på udviklingen af elevernes kompetencer i at designe, gennemføre og evaluere undersøgelser.

I den fjerde og sidste artikel beskriver Christina Frausing Binau og Dorte Salomonsen som titlen fortæller, et *Redskab til analyse af integreret naturfag* og dets teoretiske baggrund. Herefter viser de i hovedrids de indsigter som de via redskabet har opnået om Irlands og Norges erfaring med integreret naturfag. Endelig argumenterer forfatterne for at redskabets sprog og modeller kan og bør bruges i den danske diskurs omkring integreret naturfag og naturfagslæreplaner.

Vores kommentarsektion bringer fire indlæg der kommer som reaktioner på artikler i MONA-2018-4. I den første, *Naturvidenskab og dannelse*, lægger Jens Højgaard Jensen et noget andet perspektiv på dannelsesbegrebets beskaffenhed end det der indgår i den kommenterede artikel, Jens Dolins *Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene?*

Lars Brian Krogh og Peer Daugbjergs artikel *Fællesfagligheden til prøve* har givet anledning til kommentarer fra to 'praktikere', som begge har erfaringer som ressourcpersoner for naturfagslærere i folkeskolen. Det drejer sig om Line Kastorp Kok hvis indlæg har titlen *Fælles sprog, fælles forberedelse og selfefficacy*, og om Signe Vithner som har givet sin beskrivelse af erfaringerne overskriften *Fællesfagligheden i praksis*.

Endelig har Ulla Hjøllund Linderøth i sin kommentar, *Tværfaglighed – på vej mod at lykkes*, en del nuanceringer at lægge på artiklen af L.D. Østergaard, S. Elmose, O.A. Bjørkelund og P.R. Stidsen: *“Biologi og idræt – et funktionelt kompetenceudviklende tværfagligt samarbejde?”*

Til sidst bringer vi to boganmeldelser, nemlig Mikkel Willum Johansens *Angst for x, der anmelder* Maria Kirstine Østergaards bog *“Matematikangst – fordomme og køn”* (Frydenlund, 2018), og Trine Hyllestedes *Hvordan får vi flere naturfaglige stjernefrø?* der anmelder bogen *“Det ved vi om – Science, bæredygtighed og matematisk opmærksomhed”* af Stig Brostrøm og Thorleif Frøkjær (Dafolo 2018).

Som afslutning vil vi gerne bringe den glædelige meddelelse at tidsskriftet MONA efter ansøgning har fået 1,4 mio. kr. fra Novo Nordisk Fonden til kvalitetsudvikling af det redaktionelle arbejde og reviewarbejdet. Læs mere herom på www.ind.ku.dk/mona. Vi kan med disse midler øge kvaliteten af MONA – forhåbentligt til glæde for hele den matematisk- naturfagsdidaktiske sektor i Danmark.

Artikler

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

Artiklerne ligger inden for følgende kategorier:

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

Undersøgende aktiviteter og ræsonnementer i matematikundervisningen på mellemtrinnet



Dorte Moeskær Larsen,
LSUL, Syddansk Universitet



Bent Lindhardt,
Professionshøjskolen
Absalon

Abstract: I et dansk forsknings- og udviklingsprojekt ved navn KiDM blev der udviklet tre måneders undersøgelsesorienteret undervisning i matematik til 4. og 5. klasse. Undersøgelsesorienteret undervisning i matematik har dog en bred definition, og for at hjælpe lærerne blev der udviklet en kategorisering af forskellige typer af undersøgende aktiviteter i matematik. Denne artikel definerer og beskriver disse fem forskellige kategorier. Herefter udvælges to aktiviteter ("Opdagelsen" og "Grubleren") som bliver undersøgt med fokus på hvilke ræsonnementer der kommer i spil i dialogen i opsamlingsfasen. Der bliver afslutningsvis reflekteret over forskellen på elevernes ræsonnerende virksomhed i de to forskellige aktiviteter.

Nærværende artikel skal ses som et foreløbigt udkomme af et større ministerielt projekt, Kvalitet i matematik og dansk (KiDM), som blev igangsat i et samarbejde mellem Undervisningsministeriet, Skolelederforeningen og Danmarks Lærerforening. Projektet har forløbet over perioden 2016-2018. Gennemførelsen af projektet blev lagt i hænderne på deltagere fra University College Syd, Professionshøjskolen Absalon, University College Lillebælt, University College Nord, Aalborg Universitet samt Syddansk Universitet og derudover en række matematiklærere fra folkeskolen i såvel udvikling, pilottest og afprøvning.

I ansøgningen til projektet blev der argumenteret for at øget kvalitet i matematik kunne omhandle en øget undersøgende, dialogisk og anvendelsesorienteret undervisning. I projektet omsattes dette til en intervention af en varighed på ca. tre måneder udviklet af såvel forskere som praktikere. Interventionen skulle gennemføres over tre perioder af et halvt års varighed fra efterår 2017 til efterår 2018 med 45 forsøgsskoler med samlet 143 klasser på 4. og 5. klassetrin.

Det er foreløbige overvejelser og resultater fra denne intervention som danner grundlaget for dette tematiske nedslag.

Til trods for det mangeårige fagdidaktiske fokus på undersøgende matematikundervisning er vores erfaring i dialogen med praksis at mange lærere oplever det for kompliceret, risikofyldt og for uforudsigeligt og dermed undlader at inddrage undersøgende matematik i undervisningen (Michelsen et al., 2017). Det kan således synes hensigtsmæssigt at forsøge at dissekere undersøgende matematik ned i mindre, mere overskuelige enheder.

I KiDM-projektet blev der udviklet en kategorisering af fem forskellige undersøgende aktiviteter som vil blive fremstillet og beskrevet i denne artikel. Samtidig er en central del af den undersøgende matematik potentialet for elevernes ræsonnerende virksomhed; derfor er der udvalgt to af de fem undersøgende aktiviteter som vil blive nuanceret ud fra hvordan elevers og lærers dialog fremstår i opsamlingen. Vores hypotese er at der overordnet set er forskel på elevernes ræsonnerende virksomhed afhængigt af hvilken undersøgende aktivitet der arbejdes med i undervisningen, og at dette kan have implikationer for hvordan en lærer skal gribe klassens opsamling an.

Metode og empiri

For at kunne studere de forskellige undersøgende aktiviteter i KiDM-undervisningen blev der udført klasserumsobservationer i fem forskellige klasser som alle arbejdede med KiDM-materialet. De fem klasser blev observeret og videofilmet 3 × 90 minutter af bl.a. førsteforfatteren til denne artikel. De fem skoler havde alle deltaget i 1. runde og var udvalgt til at repræsentere by-/landskoler og store/små skoler og var geografisk placeret på både Fyn og Sjælland. Ved indsamling af data fokuseredes specifikt på én elev pr. besøg når der blev arbejdet alene eller i grupper. Eleverne blev udvalgt af læreren som værende særligt arbejdsomme og følelsesmæssigt robuste. Disse udvælgelseskriterier blev valgt for at sikre at eleverne ville arbejde med opgaven og ikke blive overvældet af at observatørens kamera fulgte deres arbejde. Alle optagelserne blev efterfølgende transskriberet fuldt ud.

Datakodning begyndte med en åben og undersøgende tilgang til hele datasættet med fokus på elevers argumentationer. Dataene blev læst fra start til slut flere gange, og generelle tendenser blev diskuteret. Derefter udvikledes koder på alle fundne argumenter, først på baggrund af et arguments indhold beskrevet af Stylianides (2007) (fundament, formulering, repræsentation, socialt) og derefter ud fra bl.a. beskrivelser af forskellige bevisskemaer (eksterne, empiriske eller analytiske bevisskemaer) (Harel & Sowder, 1998). Udvalgte lektioner blev kodet sammen hvorefter forskellige udvalgte cases blev kodet individuelt af førsteforfatteren efterfulgt af en fælles diskussion af disse kodninger. Denne kombination af individuelle og dobbelte kodninger blev udført for at undgå subjektiv bias i analysen og for at øge inter-kode reliabiliteten (Johnson, 2014).

Undersøgelsesstrategien lægger sig op ad casestudiet idet formålet er at opnå en detaljeret og specificeret beskrivelse af hvordan interventionen udfolder sig i forskellige cases. Begrundelsen for denne strategi er at et casestudie ses som en typisk strategi til empirisk udforskning af et udvalgt fænomen i den sammenhæng hvor fænomenet udspiller sig, hvorved også fænomenets kontekst kan inddrages i den videre argumentation (Robson, 2011).

Hvad er undersøgende matematikundervisning?

Nogle lærere forestiller sig at for at lave undersøgende matematikundervisning skal eleverne starte fra bunden hvor de selv skal finde på den undersøgende problemstilling og selv skal gennemføre hele undersøgelsen, men dette er ikke den eneste måde at lave undersøgende matematik på. Ifølge Harlen og Allende (2006) findes der ikke en egentlig model for hvordan en undersøgelsesorienteret tilgang skal omsættes til undervisningspraksis. Implementering af metoden i undervisningspraksis vil variere med undervisningens tema, læreren, elevernes alder og ikke mindst hvilke ressourcer der er til rådighed:

“IBME [Inquiry-Based Mathematic Education] vil sandsynligvis tage en mangfoldighed af former i overensstemmelse med de institutionelle forhold og begrænsninger, hvor den udvikler sig.” (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 809, vores oversættelse)

I Danmark taler man typisk om forskellige typer af forløb. Det kan være tematiske forløb (Blomhøj & Skånstrøm, 2006) eller matematiske modelleringsforløb (Blomhøj & Kjeldsen, 2006) eller forløb med undersøgelseslandskaber (Skovsmose, 1999).

Artigue og Blomhøj (2013) argumenterer for at forskellige teoretiske tilgange kan støtte begrebsliggørelsen af IBME og dennes implementering. Yderligere beskriver de hvordan forskellige teoretiske tilgange som Realistic Mathematics Education, Theory of Didactic Situations, Anthropological Theory of Didactics, modellering og Problem-Based Learning alle har deres egen tilgang, men også er overlappende med IBME. IBME bliver således beskrevet som et kalejdoskop mere end en enstregnet struktur.

“Ligesom i IBSE [Inquiry-Based Science Education] involverer undersøgelsesbaserede metoder inden for matematik forskellige former for aktiviteter kombineret i undersøgelsesprocesserne: uddybende spørgsmål; problemløsning; modellering og matematisering; søge ressourcer og idéer; udforske; analysere dokumenter og eksperimenter med data; opstille hypoteser, teste, forklare, begrunde, argumentere og bevise; definere og strukturere forbindelser, repræsentere og kommunikere.” (Artigue & Blomhøj, 2013, s. 808, vores oversættelse)

Blomhøj (2017) fremhæver at et undersøgende undervisningsforløb naturligt kan opdeles i en tredelt struktur med hver deres didaktiske fokuspunkt:

- Iscenesættelse hvor læreren igangsætter
- Aktivitet hvor eleverne har frihedsgrader til at handle undersøgende
- Opsamling og fællesgørelse.

Iscenesættelse

I denne fase introduceres og tydeliggøres den undersøgende aktivitet med henblik på at igangsætte elevernes arbejde. Den didaktiske kontrakt afstemmes så eleverne kan og vil indgå i den rammesatte deltagelsesstyring af den fremlagte problemstilling/opgave.

Aktivitet

I denne fase arbejder eleverne selvstændigt med en anvist problemstilling. I den igangsatte aktivitet kan der indgå forskellige grader af frihed og åbenhed som påvirker elevernes undersøgende arbejdsmåde. Det kan betyde arbejdsprocesser som indebærer en vis uforudsigelighed og usikkerhed, og som kræver fagligt vovemod hos eleverne (og læreren?). Man skal turde agere med risiko for at fejle.

Opsamling og fællesgørelse

I denne fase opsummeres elevernes erfaringer, resultater og refleksioner som grundlag for opbygning af fælles faglig viden i klassen. Læreren er facilitator i processen for at sikre en rettedhed mod en generalisering, præcisering, erkendelse osv. af elevernes arbejdsproces og produkter. I dette indgår dialogen som en central størrelse.

Projektet valgte ovenstående tredelte struktur for undervisningen idet det tydeliggjorde forskellen på elevernes eget undersøgende arbejde og den lærerstyrede klasesamtale. Vi har i projektet valgt at skelne mellem den undersøgende undervisning og den undersøgende aktivitet. Den første beskriver lærerens planlægning og struktur for undersøgende undervisningsforløb. Den anden berører elevernes undersøgende arbejdsmåde.

Hvad er undersøgende aktiviteter?

Vi skelner mellem to principielle tilgange til det undersøgende: det eksplorative og det investigerende. Ordene er hentet fra engelsk, "exploration" og "investigation" – to udtryk vi ikke umiddelbart har præcise termer for på dansk.

- Det *eksplorative* består i at være en udforskende, nysgerrig og observerende person som uden indledende problemstilling undersøger et begreb, et fænomen eller en genstand i situationen. Man er således opdagelsesrejsende i det ukendte hvor man undervejs justerer mål og arbejdsproces.
- Det *investigerende* består i at forfølge nogle hensigtsmæssige strategier for at finde et kvalificeret svar. I det investigerende har man en problemstilling som er ledertråden i arbejdsprocessen – en kurssætter som løbende skal sikre styringen mod et kvalificeret svar. Den indbefatter at eleverne etablerer en plan.

For bedre “at se” muligheder og nuancer i det undersøgende har vi forsøgt at klassificere og beskrive fem forskellige typer som på hver sin måde indeholder det undersøgende i form af det investigerende og eksplorative. Udvalget skal ikke opfattes som udtømmende for undersøgende aktiviteter, men have en eksemplarisk karakter.

Derudover indgår der overvejelser om aktiviteters frihedsgrader – om graden af åbenhed knyttet til problemstilling (arbejdsopgave), metodiske valg for at løse problemet/opgaven og de mulige resultater/svar.

Vi har også valgt at skelne mellem et lærerperspektiv og et elevperspektiv idet det tydeliggør forskellen i videnspositioner i den undersøgende aktivitet. Der er således forskel på at kende og guide elever mod en opdagelse af en bestemt begrebsmæssig sammenhæng som man må forvente læreren har et indgående kendskab til, og så at deltage som lærer i et forløb hvor ukendthedsfaktoren er betydelig højere.

En systematisering af ovenstående parametre har resulteret i følgende fem forskellige aktivitetstyper:

Opdagelsen

Hovedhensigten med “Opdagelsen” er at eleverne skaffer sig indsigt i og forståelse af udvalgte matematiske begreber. Åbenheden og det undersøgende består i at eleverne ikke kender de faglige pointer, men selv skal finde frem til dem i en form for erfarings- og eksperimenterende forløb. De skal således få øje på sammenhænge og systemer som kan lede dem mod en generaliseret viden inden for det udvalgte matematiske stofområde. Undersøgelsen er her mere et styret forløb – en afprøvning – hvor der stiles mod en ahaoplevelse hos eleverne. Det er bl.a. det Freudenthal omtaler som “guided reinvention” hvor idéen er at give eleverne mulighed for selv at genopfinde matematik ved at gøre det selv (Gravemeijer, 1999).

Fra et elevperspektiv er problemet/opgaven ofte lukket; metoden og resultatet opleves med forskellige grader af åbenhed. Det åbne består i at eleverne selv arbejder sig undersøgende hen mod et nyt vidensniveau til forskel fra at øve sig på en viden som er formidlet af læreren.

Fra et lærerperspektiv er aktiviteten typisk kendt i alle faser.

Grubleren

Hovedhensigten med denne aktivitet er at eleverne udvikler deres kreativt tænkende og ræsonnerende evner. Det centrale er ikke stoffet, men om eleverne kan og vil gå ind i "hvis ... så"-relationer samt indgå i systematisk undersøgelse af muligheder. Det undersøgende fokus er således på elevens undersøgende metodik – måden man når frem til svaret. Her er svaret ikke det centrale, men de hensigtsmæssige arbejdsmåder der fører eleverne hen til svaret. "Grubleren" har i hverdagen mange navne som "nøddeknækker", "kryptisk opgave", "gåden", "drillepinden" osv. Den findes både iklædt virkelighedens rammer og som rene matematiske problemstillinger.

Fra et elevperspektiv er der en åbenhed i at forstå og tolke problemstillingen idet den ofte er atypisk og uvant. Det samme gør sig gældende for den metode man anvender for at nå et resultat. Det fremgår ikke umiddelbart hvilke løsningsmetoder der vil være hensigtsmæssige, og der skal muligvis nyskabes eller kombineres kendte metoder.

Som ved "Opdagelsen" er læreren bekendt med såvel problemstilling, mulige løsningsmetoder og svar. Der kan dog ligge uforudsigelige løsningsmetoder fra eleverne som læreren må forholde sig til.

Produktet

Hovedhensigten er her at eleverne arbejder med at fremstille et produkt som "virker" – ud fra både funktionelle, men også æstetiske perspektiver. Er det en flyver, skal den kunne flyve ordentligt – er det fx et billede, skal det være smukt. I sådanne fremstillings- og forbedringsprocesser indgår der ofte matematik. Det undersøgende består i at eleverne "tager over" og går længere end til blot at følge en angivet fremstillingsproces. De begynder at eksperimentere og forandre såvel proces som produkt. I dette kan indgå skabende, innovative processer.

Der kan således indgå en "instruktion" til den praktiske udformning af produktet hvor det undersøgende kan opstå når man vil forandre, produktudvikle, forbedre, tydeliggøre, personliggøre m.m. produktet. Man kunne i denne sammenhæng tale om nysgerrighed som bærende element og dermed en mere eksplorativ tilgang til produktet. Instruksen kan være mere eller mindre lukket – i en gradient fra opfindelse til håndværksmæssig ordentlighed.

Målingen

Hovedhensigten med "Målingen" er at anvende matematik i en naturvidenskabelig ramme ved at foretage "en undersøgelse". Man er således underlagt nogle "videnskabelige krav og retningslinjer" for at gøre undersøgelsen tilstrækkelig pålidelig og gyldig. Det undersøgende består i at resultatet er ukendt for både lærer og elever. Det er således en måde at skabe sig ny viden på. Det kan fx være at man ønsker at undersøge indeklimaet på skolen ved at måle temperaturen på udvalgte steder over

tid, det kan være trafiktælling for at undersøge trafiktætheden, det kan være en undersøgelse af elevernes løbepræstationer osv.

Modelleringen

Hovedhensigten med “Modelleringen” er at fremme modelleringskompetencen. Eleverne skal forholde sig til en problemstilling i hverdagen som skal afgrænses og omsættes til en matematisk beskrivelse og analyse. På baggrund af det skal eleverne tolke de svar de får, og forholde sig kritisk til deres model. Her er der mange åbne, ukendte elementer for såvel lærer som elever der fordrer en undersøgende virksomhed. Til trods for at problemstillingen kan være kendt, er den ofte af en kompleks og åben karakter som kræver yderligere præcise spørgsmål eller hypoteser. Der indgår en åbenhed i hvilke variable og størrelser som er relevante for at skabe en anvendelig matematisk model til beskrivelse og analyse af problemet. Der er en åbenhed i mulige resultater som afhænger af de præmisser man har opstillet m.m.

Fra et lærerperspektiv er der en stor grad af ukendthed – og dermed er elever og lærer ofte i samme undersøgende situation.

Aktivitet	Undersøgende sigte	Perspektiv	Problem	Metode	Resultat	Undersøgelses aspekt
Opdagelsen	Afprøve og udlede begrebsmæssige sammenhænge	Lærer	Kendt	Kendt	Kendt	
		Elever	Lukket	Åbent	Åbent	Investigerende
Grubleren	Forstå problemstillingen og en mulig løsningsmetode	Lærer	Kendt	Kendt	Kendt	
		Elever	Åbent	Åbent	Lukket	Investigerende
Produktet	Undre sig over funktion eller æstetik ud fra produkt. Mulige ændringer og personliggørelse	Lærer	Kendt	Kendt	Kendt	
		Elever	Lukket /åbent	Lukket /åbent	Lukket /åbent	Eksplorativt
Målingen	En “videnskabelig” undersøgelse af noget gennem måling og beregning	Lærer	Kendt	Kendt	Ukendt	
		Elever	Lukket	Lukket	Åbent	Investigerende
Modeleringen	Udvikle og afprøve matematiske modeller og beskrivelse og analyse af virkeligheden	Lærer	Kendt evt. ukendt	Ukendt	Ukendt	
		Elever	Åbent	Åbent	Åbent	Investigerende

Tabel 1. Overblik over hvad der tænkes som “åbent”, “lukket” eller “kendt” i de forskellige aktiviteter.

En central del af undersøgende matematik er potentialet for elevernes ræsonnerende virksomhed, men at få eleverne til at ræsonnere i undervisningen kræver mere end blot at stille åbne opgaver eller blot at få dem til at forklare deres tænkning (Ball & Bass, 2003).

I denne artikel har vi valgt at tage udgangspunkt i elevers ræsonnementer i opsamlingsfasen knyttet til to af de undersøgende aktiviteter. Det blev synligt i vores kodninger at langt de fleste ræsonnementer fra eleverne bliver synliggjort i denne fase. Det er ofte når læreren spørger ind at eleverne bliver tvunget til at synliggøre de ræsonnementer de har arbejdet med i løbet af aktiviteten. Når eleven arbejder alene, foregår dette ofte implicit i deres udregninger, og i gruppearbejdet afhænger det meget af gruppens arbejdsproces.

Opsamlingsfasen kan netop afspejle elevernes systematisering og deres udvikling af forståelser i kraft af kommunikationen og de ræsonnementer eleverne fremfører. Det kan fx ske i forbindelse med at de i en opsamling skal give nogle forklaringer på hvad de har gjort, og retfærdiggørelse af hvorfor netop den valgte tilgang eller det udregnede resultat giver mening.

Desuden tydeliggøres det når eleverne forsøger at forstå og udfordre andre elevers og lærerens forklaringer og spørgsmål. Ræsonnementerne i opsamlingen kan her ses både som et middel til at lære at forstå det matematikfaglige indhold (at **lære af** at ræsonnere), og det kan ses som et mål for læringen (**lære at** ræsonnere).

Elevers ræsonnementer ved undersøgende aktiviteter

At kunne ræsonnere matematisk handler både om at kunne følge og bedømme en kæde af argumenter fremsat af andre samt selv at kunne udtænke og gennemføre

argumentation (Niss & Jensen, 2002). I Whitenack og Yackel (2002) beskrives det at ræsonnere i matematik specielt handler om at eleverne skal udvikle matematiske argumenter for at kunne forklare deres idéer til andre. Hanna (2000) fremfører at argumenter kan have en overbevisende styrke og en forklaringsstyrke. Den overbevisende styrke kan fremstå *absolut* som ved deduktive bevisførelser eller *relativ* hvor den i så fald bliver mere personlig og subjektiv. Forklaringsstyrken i et argument ligger i at den kan bidrage med en indsigt i hvorfor noget er sandt.

Elevernes udviklede argumenter kan have mange former. Det kan være faktaerklæringer, resultaterne af et forsøg, et eksempel/eksempler fra praksis, en definition eller sætning, en tilbagekaldelse af en regel, en gensidig tro eller præsentationen af en modsætning.

Stylianides (2007) beskriver at der indgår følgende fire elementer i brugen af argumenter: fundamentet, formuleringen, repræsentationen og den sociale dimension. Fundamentet er de forudgående definitioner, aksiomer, sætninger osv. Formuleringen

handler om på hvilke måder argumentet bliver udviklet; er det fx udviklet som en generalisering, som en deduktion eller fra en case? Repræsentationen handler om hvordan argumentet bliver fremført; det kunne fx være mundtligt, skriftligt eller algebraisk. Det sidste element omhandler den sociale dimension, herunder hvem argumentet kommunikerer til, eller fx at lærere kan have forskellige tilgange til hvornår de anser en argumentationsrække for at være lødig i en matematikundervisning.

Der er flere bud på hvordan man kan fjerne eller afvise tvivl og udvikle eller godtage sandheden af et argument (Balacheff, 1988; Harel & Sowder, 1998). I Harel og Sowder (1998) skelnes mellem tre forskellige typer af (over)beviskemaer:

- Det eksterne overbevisende skema
- Det empiriske skema
- Det analytiske skema.

Argumentation i det eksterne skema anses som valid på baggrund af en autoritet, som når læreren eller facitlister blot godkender et argument for at være sandt uden yderligere begrundelser (Harel & Sowder, 1998). Argumentation i det empiriske skema valideres på baggrund af empiri hvor fokus er på at anvende fx konkrete eksempler. Det kan fx være induktivt formuleret (Harel & Sowder, 1998). Det analytiske bevis-skema omhandler den deduktive argumentation som består af en række argumenter som følger af nogle gældende præmisser, love eller regler. Den deduktive argumentation tager dermed udgangspunkt i allerede bevidste påstande og teoremer og validerer påstande gennem logisk deduktion (Harel & Sowder, 1998).

Matematisk argumentation er dog generelt kendetegnet ved at være et socialt fænomen (Krummheuer, 1995). Hvad der accepteres i klassen, afhænger af klassens normer, herunder både de sociomatematiske normer og sociale normer (Yackel & Cobb, 1996). En overbevisning eller en forklaringsstyrke afhænger af hvem det er der skal overbevises eller forstå en forklaring. En 4.-klasses elev har behov for en anden forklaringsstyrke end eksempelvis en gymnasieelev.

Det er dog vigtigt at fremhæve at der i en matematisk problemløsningsproces ofte er en dynamisk relation mellem forskellige typer af argumenter. Der vil således indgå både bidrag fra empiriske undersøgelser, herunder fx "at prøve sig frem" og mere analytiske tilgange. Begge tilgange anses således som essentielle for at komme frem til løsninger af matematiske problemer (de Villiers, 2010), men det er dog samtidig vigtigt at understrege at det er de analytiske argumentationskæder der generelt anses som lødige i matematikundervisningen, og som samtidig beskrives som mest vanskelige for eleverne at udvikle (Education Committee of the EMS, 2011).

Cases

I det følgende har vi udvalgt to cases der illustrerer dialogen og elevernes argumentation i opsamlingerne for henholdsvis "Opdagelsen" og "Grubleren".

Begrundelsen for at det netop er disse to undersøgende aktiviteter der er udvalgt, er at der i empirien var flest observationer af netop disse to aktiviteter. De forskellige typer af aktiviteter er ikke repræsenteret lige meget i første tiltag i KiDM-materialet.

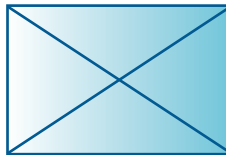
Case, "Opdagelsen"

En af KiDM-aktiviteterne kategoriseret som "Opdagelsen" har navnet "En fjerdedel af hvad?". Formålet med opgaven er at få eleverne til at "opdage" at en fjerdedel af noget er afhængig af helheden. Her indgår fjerdedeling af forskellige størrelser af pizzaer og lasagner (cirkler og rektangler).

I en afsluttende opsamling fremlægger gruppen med Anders og Jens fra 4. a deres arbejde for resten af klassen. Det diskuteres hvilken deling af en rektangelformet lasagne der giver de største stykker, figur 1 eller figur 2:



Figur 1. Opdelingen af rektanglet med halvering af sidelinjerne.



Figur 2. Opdelingen af rektanglet med diagonaler.

“Anders: Jeg vil helst have den med plustegn [figur 1], for så holder det lidt bedre sammen så det ikke falder fra hinanden.

Lærer: Det er jo fint nok; den ligger pænere på tallerkenen. Men er det størst?

Anders: Nej.

Bo: Det er den der med diagonalerne der er størst [figur 2].

Lærer: Det er en meget spændende udlægning. Prøv lige at fortælle mig lidt om det; kig lige op (henvendt til klassen). Er det der stykke det største stykke? [En elev, Gustav, ryster på hovedet.] Er det større end det der? [Gustav ryster fortsat på hovedet.] Er det større end det der?

Jens: Nej, kan I ikke bare se de er alle sammen lige store.

Lærer: Hvorfor det?

Jens: Fordi lige meget hvad, det er den samme plade fx, og den bliver stadig delt op i fire stykker lige meget hvad, så de er lige store alle sammen.

Gustav: Nej, nej, nej.

Lærer: Du skal ikke sige nej; nu hører vi hvad han siger, så kan du få lov at argumentere for noget andet.

Lærer (hæver stemmen): Fordi det er den samme, det er i virkeligheden den samme plade.

Vi skærer den ud i fire lige store stykker. Men vi er enige om at hvis vi havde haft sådan en her, og jeg havde gjort sådan her [læreren laver en meget skæv deling af lasagnen], så er vi ikke i tvivl om hvad for et stykke der var størst, vel?

Jens: Nej.”

Som det fremgår, er det lærerens intention at få eleverne til at forstå at man kan dele et rektangel op i fjerdedele på forskellige måder. Typisk valgte eleverne at tegne diagonaler (se figur 2) eller at halvere siderne som et “kors” (se figur 1). Anders’ argument er kontekstrelateret og handler om hvordan man vil dele en lasagne derhjemme, men opfattes af læreren som et ikkelødigt matematisk argument da det straks affejes som ligegyldigt her i matematikundervisningen. Bo kommer derimod med en ny påstand om at stykkerne har forskellige størrelser. En påstand som læreren griber og gerne vil høre flere argumenter for. Jens får her lov til at komme med det endelige argument som har en slags ringslutning, og som i princippet ikke handler om om trekantene i figur 2 er lige store. Alligevel verificerer læreren argumentet med et andet empirisk modargument, og diskussionen lukker.

Case, “Grubleren”

I en anden KiDM-aktivitet, som er kategoriseret som “Grubler”, skal eleverne finde ud af hvad fire kasser vejer når de kun er blevet vejlet parvis til at være henholdsvis 6 kg, 8 kg, 10 kg, 12 kg, 14 kg og 16 kg. Der findes to løsninger til opgaven: 2, 4, 6 og 10 kg og 1, 3, 5 og 9 kg. I nedenstående opsamling spørger læreren ind til processen:

“Lærer: Oplevede I nogle af de samme problemer som Karla havde med at få de store tal?

Harbon: Jaaa.

Lærer: Fordi 1 og 5, det rammer 6’eren, og så går jeg ud fra at når I så skal ramme 8’eren, så har I sat en 3’er på.

Harbon: Nej.

Lærer: Nej?

Harbon: Der tog vi 7.

Lærer: Der tog I 7 i stedet for 3, okay! Så tog I 7 og den næste ...

Harbon: Fordi så gav det 8, og så tog vi 9 i den, fordi så kunne den ...

Lærer: Er der nogen speciel grund til at I sprang 3 over?

Harbon: Så kunne den komme højere op.”

I aktiviteten “Grubleren” er svaret ikke det centrale, men i højere grad mulige og hensigtsmæssige veje der kan føre eleverne hen til svaret. Opsamlingen bliver derfor

en retfærdiggørelse af elevernes proces og ikke en overbevisning af resultatets validitet. Processens retfærdiggørelse og argumentation har også forskellige niveauer. I den følgende samtale kan man konstatere hvordan læreren undlader at udfordre et meget subjektiv argument:

“Lærer: Men da I prøvede det, prøvede I så automatisk de ulige tal?

Peter: Ja.

Lærer: Hvorfor?

Peter: Det føles bare bedst.

Lærer: Det føles bare bedst ... okay. Jeg kunne godt tænke mig, læg lige blyanterne fra jer, og kig herop ... [læreren går videre].”

Udfordringen er her at eftersom læreren ikke afviser argumentet i matematikundervisning, men blot går videre, vil nogle elever måske efterfølgende tro at denne type af argumentation anses som tilfredsstillende validt i matematikundervisningen.

På en anden skole med samme aktivitet ser vi følgende:

“Lærer: Hvorfor var I optagede af tallet 12?

Caroline: Det var bare fordi 12, den havde vi bare haft med mange gange, og den kunne vi lave både 16 og sådan noget ud af ...”

Caroline beskriver de argumenter hendes gruppe har udviklet i deres søgen efter et svar. Argumentet for at vælge tallet 12 understøttes af et empirisk argument.

I en anden opsamling til samme “Grubler” diskuteres det hvad det betyder at lægge lige og ulige tal sammen da gruppen har fundet frem til at de to løsninger adskiller sig ved henholdsvis at indeholde lige tal og ulige tal:

“Lærer: Vilfred?

Vilfred: Grunden til det er jo at et lige tal ... hvis man fx har et lige tal, så vil det jo når man plusser en til, så bliver det et ulige tal, men hvis man plusser to ulige tal, så er der jo ligesom to tilovers fra det lige tal, og to er jo et lige tal så ... [lidt uklart pga. han snakker lavt].

Lærer: Det er super godt forklaret, hvis vi fx tager vores 3'er og vores 5'er herover, så er det et lige tal, med en i overskud, og det herovre er også et lige tal med en i overskud. Og hvis vi lægger de to sammen, så bliver de to overskydende til et lige tal.

Vilfred: Så har du faktisk tre lige tal.

Lærer: Det er så godt forklaret! Sindssygt godt! Er I med?”

Det er tilsyneladende vigtigt for Vilfred at kunne argumentere for hvorfor alle tallene i én løsning enten skal være lige eller ulige. Læreren griber argumentet og prøver at udvide forklaringen og udtrykker samtidig begejstring for argumentet som måske kan siges at nærme sig det mere analytiske bevisskema (Harel & Sowder, 1998).

Diskussion

I casen om “Opdagelsen” tydeliggøres lærerens målrettethed mod at konkludere ny viden om matematiske sammenhænge og begreber. Den tydeliggør også at denne målrettethed indebærer at lærerens iver for at nå det rigtige resultat kan medføre at han bliver den aktivt argumenterende part frem for eleverne. I casen med Jens ser vi at læreren ikke får italesat analytiske argumenter, men stopper ved de empiriske argumenter og via sin egen autoritet prøver at overbevise eleverne om den foreslåede påstand. Det bliver derfor det eksterne overbevisende skema (Harel & Sowder, 1998) der afgør tvivlen og godtager argumentet.

Generelt i de øvrige observationer af “Opdagelsen” (fem andre klasser hvoraf kun tre indeholder en opsamling) ser vi ligeledes at læreren altid har en vigtig pointe som han/hun vil have overbevist eleverne om i den afsluttende opsamling således at der måske gås lidt på kompromis med de anvendte argumenters lødighed. Dialogen kan derfor få et fokus på “det rigtige og forkerte” frem for at eleverne selv får mulighed for at opbygge en kæde af argumenter som afprøves og vurderes.

I aktiviteter med “Opdagelsen” bliver argumenterne fremført af både læreren og eleverne. Læreren inddrager ofte tavlen til at fremme visse argumenter. Elevernes argumenter bliver alle repræsenteret i et hverdagsprog, og de inddrager både deres empiriske erfaringer og deres fælles antagne viden til at argumentere for de forskellige påstande. Fundamentet i de forskellige argumenter bunder derfor ikke altid i en matematisk praksis.

I casen “Grubleren” kan vi generelt se at der i opsamlingen bliver sat fokus på elevens forklaring af deres proces. Eleverne udtrykker mange forskellige typer af argumenter i denne forklaring, lige fra meget subjektive holdninger til mere analytiske tilgange. De endelige svar til opgaven bliver derimod ikke argumenteret for i nogle af de observerede klasser. Overordnet kan vi se at de argumenter der bliver fremført, alle afholdes i et mundtligt hverdagsprog. Vi ser ingen steder et mere analytisk sprog anvendt. Argumenterne trækker alle på elevernes tidligere praksisser og deres fælles antagne viden, mens de inddrager deres egne empiriske erfaringer fra processen hvor fundamentet er placeret.

I udsagn fra de deltagende lærere fra forsøgsskolerne i KIDM-projektet nævnes det ofte at der er behov for at elevens uformelle sprog formaliseres og gøres mere matematisk korrekt – med særlig fokus på korrekte matematiske termer. Man ser i

observationerne meget forskel på hvilket fokus læreren har på det formelle sprog, og også her hvad der accepteres som lødigt i undervisningen.

Den sociale dimension påvirker argumentationen i begge cases, og læreren bliver her også en vigtig spiller.

Opsamling

Som det tidligere er omtalt, er vores hensigt med artiklen at se flere nuancer og detaljer i forståelsen af undersøgende matematikundervisning. Vores tese er at ved at opdele billedet af undersøgende matematik til mindre, mere operationelle enheder er der mulighed for større overblik for læreren og dermed større gennemslagskraft i den daglige undervisning. Forskellige valg af fx typer af undersøgende aktiviteter har dog følgevirkninger som bør undersøges nærmere. Vi har her illustreret hvordan valg inden for de to undersøgende aktiviteter "Opdagelsen" og "Grubleren" kan have forskelle i det dialogisk argumenterende samspil der er mellem elever og lærer. En forskel man skal være bevidst om i valgsituationen og undervejs i undervisningen.

Referencer

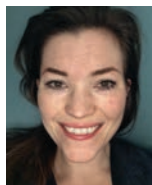
- Artigue, M. & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797-810.
- Balacheff, N. (1988). Aspects of proof in pupils' practice of school mathematics. *Mathematics, teachers and children*, 216, 235.
- Ball, D.L. & Bass, H. (2003). Making mathematics reasonable in school. *A research companion to principles and standards for school mathematics*, 27-44.
- Blomhøj, M. (2017). *Fagdidaktik i matematik*. Frydenlund.
- Blomhøj, M. & Kjeldsen, T.H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *ZDM*, 38(2), 163-177.
- Blomhøj, M. & Skånstrøm, M. (2006). Matematik Morgener – matematisk modellering i praksis. *Kunne det tænkes*, 7-23.
- de Villiers, M. (2010). Experimentation and proof in mathematics. I: *Explanation and Proof in Mathematics* (s. 205-221). Springer.
- Hanna, G. (2000). Proof, explanation and exploration: An overview. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1-2), 5-23.
- Harel, G. & Sowder, L. (1998). Students' proof schemes: Results from exploratory studies. *Research in collegiate mathematics education III*, 234-283.
- Harlen, W. & Allende, J. (2006). Report of the working group on international collaboration in the evaluation of Inquiry-Based Science Education (IBSE) programs. *Santiago: FEBA*.
- Krummheuer, G. (1995). *The ethnography of argumentation*: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

- Michelsen, C., Dreyøe, J., Hjelmberg, M. D., Larsen, D. M., Lindhart, B. K., & Misfeldt, M. (2017). Forskningsbaseret viden om undersøgende matematikundervisning. Undervisningsministeriet.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Idéer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark* (Vol. 18). Undervisningsministeriet.
- Skovsmose, O. (1999). Undersøgelseslandskaber. Centre for Research in Learning Mathematics.
- Stylianides, A.J. (2007). The notion of proof in the context of elementary school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 65(1), 1-20.
- Whitenack, J. & Yackel, E. (2002). Making mathematical arguments in the primary grades: The importance of explaining and justifying ideas. *Teaching Children Mathematics*, 8(9), 524.
- Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 458-477.

English abstract

In a Danish development project named KiDM, a 3 months intervention of inquiry-based mathematics teaching was developed. Since inquiry-based teaching is broadly defined, to help the teachers focus their understanding of this concept a categorization of various investigative activities was developed; this article starts by defining and describing this categorization. Two of the mathematical activities – “The Brooder” and “The Discovery” – are described with special focus on students’ reasoning in whole-class discussion. In the conclusion some reflections are made about how the students reason in these two activities.

Sokratiske samtaler i naturfagsundervisningen



Therese Malene Nielsen,
UCN, Læreruddannelsen
i Aalborg

Abstract: *Klasserumssamtaler i naturfagsundervisning følger ofte den triadiske dialogform med det resultat at få elever deltager og eventuelt kun med en overfladisk forståelse af begreberne. Denne artikel omhandler en undersøgelse af klasserumsdiskursen under opstarten af et geografiforløb i en 9.-klasse med afsæt i Martin Wagenscheins sokratiske samtaleprincip. Den efterfølgende analyse peger på at eleverne undervejs udviklede en mere undrende tilgang til de præsenterede fænomener og indgik mere i dialog med hinanden. Undersøgelsen efterlader derfor grundlag for yderligere afprøvning af Wagenscheins undervisningsprincip og hvilke effekter det kan have på elevernes begrebsforståelse og misforståelse.*

Introduktion

Denne artikel omhandler resultaterne af en undersøgelse foretaget i en 9.-klasse omhandlende sokratiske samtaler og hvordan de kan medvirke til en anden klasserumsdiskurs i geografiundervisningen. Undersøgelsen er motiveret ud fra et ønske om at opnå erfaring med etableringen af den tyske naturfagsdidaktiker Martin Wagenscheins (1896-1988) genetiske undervisningsprincip forud for en større masterafhandling omhandlende elevernes begrebsdannelse i et wagenscheinsk forløb. Interessen for Wagenschein skyldtes et ønske om at ændre egen praksis som naturfagsunderviser med fokus på en undervisning der i højere grad udvikler og understøtter elevernes forståelse af naturfagene og fænomenerne. Fra egen praksis opleves det som et tilbagevendende problem at elevernes tilegnelse af begreber og forklaringer bliver vanskeliggjort af misforståelser, fejlslutninger eller trækken sig fra faget. Samtidig opleves en stor utilfredshed med egen undervisning i forhold til tidspres og årsplaner. Naturfagernes bidrag til elevernes almene dannelse drukner i læreplaner, kompetencer og forberedelse til afgangsprøven. Martin Wagenschein udviklede, på baggrund af lignende kritikpunkter til datidens naturfagsundervisning i efterkrigstidens Tyskland, en naturfagsundervisning der havde elevernes naturfaglige dannelse som hovedformål.

Vejen hertil var først og fremmest et opgør med skolernes pensumræs og stoffylde hvor et forløb afløste det næste uden hensyn til graden af den enkelte elevs opnåede forståelse. Wagenschein kritiserede denne tendens og påpegede at en for tidlig og forhastet introduktion af videnskabelige forklaringer og begreber senere hen kunne føre til en fragmentarisk viden og forståelse hos eleverne. Dette betegnede han som manglende naturligfaglig dannelse. Wagenscheins naturfaglige dannelse handlede således om en grundlæggende forståelse af fænomenerne som eleven kun opnåede ved at gøre sig erfaringer og erkendelser. Dette foregik igennem eksemplariske fænomener der kun skulle udfolde de nødvendige områder af naturvidenskabens teorier. Indgangen til et eksemplarisk fænomen var sokratiske samtaler. Den sokratiske samtale skulle give plads til elevernes hverdagsforståelse, egne forklaringer og gæt samt sikre et forum hvor eleverne undrede sig sammen i fællesskab (Graf, 2015). Wagenscheins sokratiske samtale må her ikke sidestilles med den oprindelige sokratiske samtale der kunne have manipulerende karakter. Wagenscheins sokratiske samtale er sokratiske i den forstand at læreren faciliterer elevernes undren og arbejde frem mod den videnskabelige forklaring på fænomenet.

Carl Winsløw (2006) redegør for at en hyppigt forekommende diskurs i naturfagsundervisningen er den såkaldte *triadiske dialog*. Her stiller læreren et spørgsmål, en elev svarer, og læreren evaluerer svaret for derefter at stille et nyt spørgsmål. Winsløw peger på at resultatet nemt bliver en gætteleg eller en camoufleret forelæsning, typisk med meget lav elevdeltagelse. Scott, Mortimer og Aguiar (2006) fremhæver fra deres forskning at klasserumsdiskursen har stor betydning for elevernes forståelse og motivation for faget. Det er altså ikke nok at eleverne kun involveres i samtalen med overhøringsspørgsmål der tester om de har forstået det gennemarbejdede stofområde. De skal også have muligheden for at udfolde deres egne idéer og forklaringer. Fra egen praksiserfaring er det dog ofte overhøringsspørgsmålene der fylder mest i undervisningen, og de samme to til fem elever der deltager. Med udgangspunkt i Wagenscheins sokratiske samtaleform er det således ønsket at ændre klasserumsdiskursen i grundskolens naturfagsundervisning med den intention at minimere udenadslære og i stedet give grundlag for reelle erfaringer. Artiklen undersøger derfor følgende problemstilling:

Kan Wagenscheins sokratiske samtale give anledning til en anden klasserumsdiskurs i naturfagsundervisningen?

Problemstillingen besvares i artiklens følgende afsnit. Først følger en redegørelse for de interaktionsmønstre og diskursive tilgange som forskningen peger på har et større læringspotentiale end den triadiske dialog. Herefter følger en redegørelse for Wagenscheins genetiske undervisningsprincip med særligt fokus på den sokratiske

samtale gennemførelse. Efterfølgende præsenteres det hvordan den sokratiske samtale blev afviklet i opstartsfasen af et wagenscheinsk forløb om geologiske processer i den pågældende 9.-klasse. Undersøgelsens data gennemgår en tematisk analyse, og afslutningsvist diskuteres de fremkomne resultater og hvilke implikationer for praksisændring de giver anledning til.

Interaktionsmønstre i naturfagsundervisningen

I dette afsnit redegøres der for de typiske interaktionsmønstre i klasserummet, og hvordan læreren med bestemte spørgeteknikker kan ændre mønstrene og dermed forbedre elevernes læringsudbytte. Scott et al. (2006) refererer til den triadiske dialog som et IRE-mønster: Læreren stiller et spørgsmål (initiering), en elev svarer (respons), og læreren evaluerer svaret (evaluering). Efter hver evaluering kommer et nyt lærerspørgsmål. Dette interaktionsmønster kører som lukkede sekvenser der fortsætter cyklisk. Krogh og Andersen (2017) fremhæver at op mod 70 % af alle lærer-elev-interaktioner i klasserummene er gentagne IRE-sekvenser. Problemet med IRE-mønsteret er at det oftest vil bestå af simple faktuelle spørgsmål samt skabe risiko for at eleverne svarer uden at forstå den faglige sammenhæng (Krogh & Andersen, 2017; Winsløw, 2006). Dernæst er IRE-mønsteret karakteriseret ved at være en lærer-elev-dialog der kun involverer én elev ad gangen i samtalen med læreren. Krog og Andersen (2017) henviser til at der er forskningsmæssigt belæg for at inddragelse af andre elever i drøftelsen af elevudsagn "(...) skaber dialog og bedre læringsmuligheder", og at "lærerens positive opmærksomhed i forhold til elevernes tanker og overvejelser fremmer deres refleksion (...)" (Krogh & Andersen, 2017, s. 116). Dette gøres eksempelvis ved follow-ups (F) hvor elevudsagn tages op til fælles refleksion. "Hvad tænker I om det der lige blev sagt?" er eksempelvis et follow-up-spørgsmål. Andre strategier er optag (O) eller værdsætning (V). Ved optag inkorporerer læreren dele af elevens svar i næste spørgsmål, mens værdsætning er lærerens påskønnelse af et svar. Interaktionsmønsteret bliver således IRF-RF-RF...-E (Krogh & Andersen, 2017). Scott et al. (2006) opererer med at læreren kan sende elevens respons retur (prompt) for yderligere uddybning af perspektivet i stedet for en afsluttende evaluering. Christine Chin (2007) bruger begrebet pumpning (oversat fra engelsk "pump") om samme spørgeteknik. Denne type spørgsmål kategoriserer hun desuden som *sokratiske spørgsmål* der skal bidrage til at eleverne udfolder deres idéer. Ved brug af prompt eller pumpning (fremover anvendes udelukkende begrebet prompt) opstår en IRP-RP-R...(-E)-kæde der både kan forblive åben eller lukkes med en lærerevaluering. Endelig kan lærerens prompt (P) besvares af flere elever efterfulgt af hinanden (I-R_{S1}-R_{S2}-R_{S3}), eller en elevrespons kan adressere en tidligere elevrespons. De dialogiske mønstre vil veksle, og kompleksiteten forøges yderligere ved lærerens brug af O og V (Scott, Mortimer & Aguiar, 2006). Sam-

taler der primært involverer de nævnte mønstre, kategoriserer Scott et al. (2006) som interaktive/dialogiske idet læreren og eleverne i fællesskab tager forskellige idéer og perspektiver i betragtning. Det traditionelle IRE-mønster kategoriseres derimod som værende interaktivt/autoritativt idet læreren ved en række spørgsmål-svar-sekvenser leder eleverne frem mod ét bestemt fagligt perspektiv.

Med udgangspunkt i det foregående har det altså fordele for elevernes læring at læreren fokuserer på udviklingen af en klasserumsdiskurs der kan inddrage elevernes egne overvejelser og tanker samt stimulere til dialog eleverne imellem. Som nævnt i indledningen havde Wagenscheins sokratiske samtale netop elevernes egne erfaringer og elev-elev-dialog som fundamentet for elevernes udvikling af naturfaglig forståelse og ikke mindst dannelse. I det følgende redegøres der for Martin Wagenscheins sokratiske samtale, og hvilket interaktionsmønster den teoretisk lægger op til.

Martin Wagenschein – sokratiske samtaler

Wagenscheins *sokratiske samtale* udgør sammen med det *eksemplariske og genetiske princip* en treklang i hans *genetische* undervisning. Begrebet *genetische* er hans samlede betegnelse for det undervisningsprincip som han udviklede igennem fire årtier. Derfor varierer vægtningen i treklangen, og brugen af begreberne *genetische* og *genetisk* fremstår ikke helt entydig. I Wagenscheins artikel "Om problemet genetisk undervisning" fra 1966 forsøger han at tydeliggøre forskellen imellem de to begreber. Det er med afsæt i denne artikel at hans undervisningsprincip skitseres i det følgende. Vægtningen vil ligge på den sokratiske samtale der løbende sammenholdes med de anbefalede interaktionsmønstre præsenteret af Scott et al. (2006).

Det genetiske princip

Wagenscheins *genetische* undervisning består af tre principper: det eksemplariske, det sokratiske og det genetiske princip. Tilsammen udgør de tre principper en treklang i undervisningen hvis mål er at bibringe eleverne almindelig dannelse inden for tre dyder: (i) produktiv opfindsomhed, (ii) rodfæstelse og (iii) kritisk formåen. Det eksemplariske princip omhandler lærerens udvælgelse af fænomener "der 'råber' på at blive forstået ved at det er forunderligt, dvs.: gennembryder den vante faste orden" (Wagenschein, 1968, s. 136). Det sokratiske princip, altså den sokratiske samtale, skal vække elevernes forundring i forhold til dette fænomen. Det genetiske princip definerer Wagenschein knap så entydigt. Han stiller det op imod den traditionelle redegørende undervisning. Hvor den redegørende undervisning bygger på en kronologisk præsentation af emnets teori, bygger den genetiske undervisning på at lade den samme teori *opdage*. Eleverne skal så vidt muligt gennemløbe tidligere videnskabsmænds erkendelsesprocesser. Lærerens rolle bliver at tilrettelægge undersøgelser og eventuelt finde autentisk kil-

demateriale der kan bidrage til denne erkendelsesproces (Wagenschein, 1966). Den genetiske undervisning rummer alle disse tre principper; hvor det eksemplariske princip starter forløbet, udgør det sokratiske og det genetiske princip en vekslen frem og tilbage i takt med at nye erkendelser opstår. Da artiklens undersøgelse kun omhandler den sokratiske samtale, præciseres denne nu nærmere.

Den sokratiske samtale

Den sokratiske samtale skal få fænomenet til at fænge elevernes interesse. Eleverne skal blive nysgerrige og undres over sammenhængene i det observerede fænomen. Det er eleverne der skal komme frem til spørgsmålene, mens læreren blot faciliterer denne proces. Det overordnede formål med den sokratiske samtale kan inddeles i to. I første omgang skal samtalen skabe *produktiv forvirring*. Wagenschein taler her om elevens skinviden der er opstået ved redegørende forløb uden tid til rodfæstelse. Forvirringen anså Wagenschein som gunstig for forståelsesprocessen. Dette ligger umiddelbart i tråd med Piagets kognitive konflikt der opstår når den lærende er nødt til at omstrukturere etablerede skemaer så de kan rumme nye indtryk (akkommodation) (Krogh & Andersen, 2017). Ved en redegørende undervisning præsenteres eleverne med det samme for den endelige teori. I følgende citat summerer Wagenschein kontrasten op:

“Redegørende undervisning skyer intet så meget som tvivl og fejltagelser. Dermed giver den ikke blot afkald på produktiv spænding, den opnår heller ikke den sikkerhed, der gør usårlig mod al forvirring.” (Wagenschein, 1966, s. 107)

Den sokratiske samtale står altså også i modsætning til IRE-dialogen der kun sigter mod en overfladisk evaluering af elevernes viden. Med den sokratiske samtale skal elevernes skinviden udfordres, og det er netop skinviden hvis der kan opstå forvirring. Samtalen skal således også dvæle ved elevernes misforståelser, og fejlagtige forklaringer skal tages op til diskussion. Den anden del af samtaleformålet er at eleverne skal i dialog med hinanden. Ved at indgå i dialog med hinanden bliver eleverne medansvarlige for hinandens læringsproces. Noget lignende genfindes i Vygotskys mediering hvor social interaktion anses som centralt for læringen. Det indebærer at eleverne italesætter, diskuterer og udveksler perspektiver med hinanden (Krogh & Andersen, 2017). Derved ligger Wagenscheins intention om elevernes sammentænkning i tråd med follow-up- og promptstrategierne som beskrevet tidligere. Wagenschein opstillede en række kriterier for hvordan disse sokratiske samtaler skulle foregå. I det følgende redegøres der for disse kriterier der også dannede rammen for undersøgelsens gennemførelse af den sokratiske samtale.

Samtalens rammer

Samtalens rammer er udledt af Wagenscheins artikler "Sproget i fysikundervisningen" (1968) og "Sproget mellem natur og naturvidenskab" (1986). Her fremgår følgende kriterier for at samtalen kan stimulere elevernes tænkning: 1) Det talte sprog i samtalen skal være elevernes hverdagsprog, 2) alle bidrag skal tages alvorligt, 3) der skal gives tid, og faglige konklusioner skal forsinkes.

1) *Det talte sprog i samtalen*: Den sokratiske samtale om et fænomen skal foregå på elevernes eget hverdagsprog og gives absolut mest tid. Så længe der tænkes, skal eleverne og læreren tale hverdagsprog da det eksakte sprog ifølge Wagenschein har tendens til at slå tænkningen ihjel. Først til allersidst tages skridt over mod det eksakte fagsprog og de eksakte fagbegreber (Wagenschein, 1968, 1986). Wagenscheins intention med denne tilgang var at invitere alle eleverne med i samtalen samt give plads til elevernes egne forklaringer på det observerede fænomen. Senere i forløbet introduceres de eksakte begreber. Wagenscheins fastholdelse af hverdagssproget om et eksemplarisk fænomen kan ses som en konkretisering af det abstrakte hvor eleverne i fællesskab med hinanden og læreren arbejder sig frem mod de videnskabelige begreber og teorier. Lev Vygotskys teori om etableringen af videnskabelige begreber kontra spontane begreber er således også interessant i forhold til Wagenscheins undervisningsprincip. Vygotsky (1971) understreger at etableringen af de videnskabelige begreber kræver begyndende begrebsstrukturer etableret i det konkrete plan. De videnskabelige begreber etableres i fagspecifikke kontekster hvor det færdige abstrakte begreb introduceres før de konkrete. Vygotsky kritiserer, ligesom Wagenschein, en undervisning der bygger på en direkte begrebsindlæring idet den er umulig og ufrugtbar og blot medfører "en tom ordtilegnelse og gold verbalisme, der simulerer og imiterer tilstedeværelsen af tilsvarende begreber hos barnet, men som i virkeligheden dækker over sin egen tomhed. I et sådant tilfælde har barnet ikke tilegnet sig begreber, men ord, det har husket, men ikke tænkt ..." (Vygotsky, 1971, s. 221).

2) *Alle bidrag skal tages alvorligt*: En væsentlig pointe for Wagenschein er at danne grundlag for at alle elever deltager i samtalen. Derfor skal alle elevers bidrag forfølges, og eleverne skal opmuntres til at dele deres iagttagelser eller bud på en forklaring. Dette kriterium ligger fint i tråd med de nævnte prompt- og follow-up-strategier i forrige afsnit. Disse giver netop mulighed for at forfølge elevernes udsagn på en inddragende måde hvilket Krogh & Andersen (2017) angiver kan stimulere eleverne til deltagelse i en faglig samtale. Endelig skal samtalen foregå bedømmelsesfrit og må bl.a. ikke influere på elevens standpunktskarakter.

3) *Der skal gives tid/ophold og forsinkes*: Wagenschein slår meget tydeligt fast i sine artikler at naturfagsundervisningens største problem er travlhed. Tænkning tager tid, og som lærere er vi for dårlige til at vente på elevernes svar. Læreren skal derfor inddrage eleverne i samtalen med "(...) tålmodigt ventende, ikke passivt og ikke hårdt, men med tillidsfuld støttende tålmodighed, med (usynlig) længselsfuld venten" (Wagenschein, 1966, s. 120). Wagenscheins tidskriterium understøttes af Mary Budd Rows forskning om wait-time. Rowe (1986) fandt frem til tydelige fordele for eleverne hvis læreren ændrede svartiden fra et sekund til blot tre sekunder. Fordelene var bl.a. øget spekulativ tænkning, længere svar, frivillig deltagelse og respons på andre elevers svar.

I tabel 1 nedenfor vises Wagenscheins forslag til spørgsmål der kan forsinke den faglige konklusion og sikre fælles forståelse.

1. Hvad taler vi om nu?
2. Hvad ville vi egentlig finde ud af?
3. Er vi kommet videre?
4. Er der nogen der kan sammenfatte det hele?
5. Hvad var det egentlig vi ville? Er vi færdige?
6. Hvem er enige i det der lige er blevet sagt?
7. Det forstod jeg ikke. Er der andre?
8. Var det præcist? Er alle med?
9. Er der en anden der har forstået hvad han mon har ment?
10. Har I alle forstået hvad han har sagt?
11. Sig det igen på en anden måde.
12. Vil du sige det en gang til?
13. Tror du virkelig?

Tabel 1. Wagenscheins lærerspørgsmål

Wagenscheins spørgsmål er i høj grad rettet mod elevernes tanker og egne bud på forklaringer omkring et fænomen. Derved kommer fagsproget automatisk i baggrunden, og en faglig bedømmelse af elevudsagnene er ikke aktuel. Af spørgsmålene fremgår også en lighed med prompt- og follow-up-strategierne. Spørgsmål 1-5 fungerer som spørgsmål der skal sikre fælles forståelse for det diskuterede. Spørgsmål 6-10 minder om follow-ups hvor elevens svar kastes op i plenum til fælles refleksion, mens spørgsmål 11-13 minder om prompts hvor eleven selv uddyber sit svar. Wagenscheins sokratiske samtale viser sammenfaldende intentioner med den interaktive/dialogiske diskurs præsenteret under interaktionsmønstrene. Sammenhængen mellem de to teorier giver således anledning til at forvente at den sokratiske samtale som mini-

mum vil udspille sig som IRP/IRF-kæder. Hans samlede undervisningsprincip anses teoretisk for at kunne bidrage med et samlet koncept fra start til slut der ikke kun fokuserer på spørgeteknikker, men også har elevernes naturfaglige dannelse som mål. Wagenscheins genetiske undervisning har således både fokus på begrebsdannelse, vekslen mellem konkret og abstrakt, involvering af elevernes egne hverdagsforståelser, tid og tænkning, undersøgelser og sammentænkning eleverne imellem. Den rummer således ikke nødvendigvis nye bidrag til naturfagsundervisningen, men derimod en samlet metode der tager højde for mange af de enkeltelementer som forskningen peger på bidrager til elevernes læring og tænkning. Den beskrevne ramme for samtalen blev bragt i spil i følgende undersøgelse.

Undersøgellesdesign

Undersøgelsen blev gennemført i en 9.-klasse på en byskole i Randers Kommune. Forfatteren har haft klassen siden 7. klasse til fysik/kemi, biologi og matematik samt delt klasselærerfunktion. Fra 9. klasse blev matematik byttet ud med geografi. Der er således gode relationer til alle eleverne og kendskab til klassens faglige niveau. Klassen består af 19 elever, fordelt på ni piger og ti drenge. I den almindelige undervisning i naturfag er en gruppe på fire-syv elever særligt deltagende i samtaler, og et tilsvarende antal er modsat meget eller helt stille. Klassen betragtes som en velfungerende klasse med lærevillige elever.

Forløbet *Landskaber i forandring* er beskrevet af Wagenschein og valgt som det genetiske forløb som klassen skulle arbejde med. Emnet blev valgt da klassen kun sparsomt havde arbejdet med jordens opbygning på tidligere klassetrin, og også fordi emnet havde relation til klassens sideløbende obligatoriske arbejde med et af de fællesfaglige fokusområder. *Landskaber i forandring* omhandler jordens bevægelser, pladetektonik, bjergkædedannelse, vulkaner, jordskælv og det geologiske kredsløb.

Ifølge Wagenschein ville et redegørende forløb i dette emne starte med lærerens præsentation af jordens opbygning. Eleverne føres "udefra" og ind imod det allerede afklarede. Den genetiske indgangsvinkel vil starte med det observerbare og dermed skabe grundlag for en undren. Wagenscheins forløb starter med en lysbilledfremvisning af stensked, laviner, gletsjere, floddeltaer, morænelandskaber m.m. og vises for eleverne i roligt tempo uden lærerkommentarer. Intentionen med billedfremvisningen er at danne udgangspunkt for samtalen med eleverne og forhåbentlig give anledning til en fælles undren eller bekymring over bjergenes nedslidning. Eksempelvis var det Wagenscheins erfaring at en begyndende forståelse blandt eleverne af det geologiske kredsløb kom sig af et undringsspørgsmål om om jorden en dag ville være uden bjerge (baseret på billedfremvisningen af eroderede bjerge), og dernæst præsentationen af den forklaringsudfordring tidligere geologer stod i ved fundene af fossile havdyr på

toppen af bjerge. Samtalen afrundes med at formulere en række spørgsmål som klassen i fællesskab ønsker svar på. Efterfølgende arbejder klassen undersøgende med spørgsmålene, og læreren inkluderer de nødvendige materialer, tidligere geologiske teorier og undersøgelser samt opfølgende sokratiske samtaler (Wagenschein, 1966).

Denne artikel har udelukkende fokus på den første sokratiske samtale i det afviklede forløb, altså den der skulle få fænomenet til at fænge elevernes interesse. Der er således ikke indsamlet data over elevernes undersøgelsesarbejde eller efterfølgende udbytte. Billedfremvisningen blev vist på klassens smartboard for hele klassen og bestod af 51 forskellige billeder der viste nedslidte bjerge, jordskred, laviner m.m. Billederne blev fremvist uden italesættelse fra læreren, men med opfordring til at eleverne måtte kommentere undervejs. Eleverne var sammen med læreren organiseret i en stor rundkreds uden borde imellem dem. Efter billedfremvisningen blev den sokratiske samtale sat i gang med lærerens opfordring til at gengive hvad de havde set billeder af. Da Wagenscheins princip for den sokratiske samtale er at den skal være vurderingsfri, var der i overensstemmelse med dette ikke givet eller sat nogen faglige mål for samtalen eller forløbet. Den sokratiske samtale forløb som to samtaler under (a og b) idet der undervejs blev behov for en pause.

Grundet interessen for hvordan den sokratiske samtale påvirkede interaktionsmønstret i lektionen, dannede følgende spørgsmål rammen for undersøgelsen:

1. *Med hvem og hvordan indgik eleverne i dialog?*
2. *Hvad karakteriserede elevernes udsagn i samtaleforløbet?*

Det blev valgt at gøre brug af videooptagelser og efterfølgende transskribering som grundlag for dataanalysen. Ifølge Bjørndal (2003) er videooptagelser velegnede som grundlag for analyse af kommunikations- og samspilsprocesser i klasserummet. Der blev optaget 35 minutters samtale fordelt på de to samtaler under a og b. Kropssprog og bemærkninger uden for den faglige kontekst blev sorteret fra. Fra data blev samtaleforløbet interaktionsmønstre identificeret, og temaer i elevernes udsagn fundet ved brug af tematisk analyse, jf. Braun og Clarke (2006). Denne databehandling dannede grundlag for besvarelsen af de to forskningsspørgsmål.

I analysen skelnes der imellem begreberne *udsagn* og *interaktion*. Ved udsagn henvises der konkret til det udtalte, eksempelvis elevens svar på et spørgsmål. Interaktion er derimod hele det samspil som elevens udsagn indgår i, eksempelvis lærerens brug af initiering eller prompt.

Interaktioner i samtalen

I den teoretiske redegørelse af den sokratiske samtale blev det antydnet at Wagenscheins sokratiske samtale kunne kategoriseres som værende interaktiv/dialogisk. Det var

derfor forventeligt at der ville opstå interaktionsmønstre der ikke inkluderede IRE-sekvenser da disse oftest forekommer i den interaktive/autoritative tilgang. I samtale a og b blev der identificeret hhv. syv og fem samtalekæder af varierende længder. Som det fremgår af tabel 2 nedenfor, fremkom der både IRP-, IRF- og IRR-kædemønstre samt initieringer fra elever (Ie). Rf indikerer et fælles udsagn fra eleverne, ofte blot i form af et enstemmigt "Ja".

Samtale	Udsagn	Interaktionsmønster
a	1-14	I-R1-V-R1-V+P-R2-V-R3-V+P4-R4-P4-R4
	15-31	I-R2-V+F-Rf-P-R5-P-R5-R6-V-V+F-R1-V-R2-V-R2
	32-51	I-R1-V-R1-R1-E+P6-R6-P-R4-O+F-R2-R1-V+P-R3-V-R5-V-R2-E
	51-69	I-R1-V-R1-V+P7-R7-V+O-R1-V+P8-R8-P8-R8-V+O-R1-E-R7-R2-R7-R2
	70-83	I-R1-V-R1-F-Rf-F-R5-F-R2-V+O-R1-F-Rf
	84-105	I-R2-O+P1-R1-O-R9-P9-R9-O-R9-E+F-Rf-R2-F-R2-V+F-R6-E+P-R2-V+P-R1-V+L
	106-119	I-R2-V-R2-V-R1-V-R1-P1-R1-V+O-R10-V+O-R10
b	1-14	P3-R3-V-R4-V+P-R2-F-R2-V-R5-F-R3-F-Rf
	15-33	I-R1-V-R1-F-R3-O-R2-P-R1-V-Rf-R2-V-R2
	34-53	I-R2-V-P4-R4-V-R4-P-R2-V-R1-P4-R4-V-P4-R4-V+O
	54-101	Ie-P6-R6-P6-R6-V-R2-F-R2-R1-V-R2-R1-R2-R1-P12-R12-P1-R1-F+P1-R5-R1-F-R3-F-R2-R12-P12-R12-R2-R5-P5-R5-R2-P12-R12-R1-R3-P3-R3-P3-R3
	102-112	Ie-R1-R2-R3-R1-R10-R1-R2-R1-R2-R1

Tabel 2. Interaktionsmønstre

Fra starten af og samtalerne igennem optrådte kæder hvor eleverne responderede på lærerens prompt, follow-up og optag. Følgende udsnit fra samtale a (106-115) indikerer nogle af de fundne tendenser for interaktionerne. Disse uddybes nærmere.

106. Lærer: Er der nogen der sidder og tænker noget, når nu naturen slider sig selv ned? Hvis naturen slider sig selv ned, hvad sker der så? (I)
107. Elev 2: Til sidst er der jo ikke noget tilbage. (R)
108. Lærer: Til sidst er der ikke noget tilbage. (V)
109. Elev 2: Bjergene bliver også mindre og mindre. Men det er jo på grund af luften eller vinden slider dem ned. (R)

110. Lærer: Ja, det bliver slidt af luft og vind og vejr og vand. (V)
111. Elev 1: Eller det starter forfra. (R)
112. Lærer: Det starter forfra. (V)
113. Elev 1: Mmm. (R)
114. Lærer: Ja, prøv at uddybe. (P)
115. Elev 1: Altså hvis nu for eksempel på et tidspunkt alle os mennesker ikke kan leve på den her jord, og vi alle sammen dør, så vil der jo starte en anden form for liv. (R)

Lærerens værdsætning (V) var i mange tilfælde blot en gentagelse af elevernes udsagn eller en kort omformulering (udsagn 108, 110 og 112). Det kan diskuteres om lærerudsagn af denne type i højere grad afspejler en evaluering. Da elevudsagnene ikke knytter an til et lærerstillet fagspørgsmål, er den aktuelle kategorisering imidlertid fundet rimelig. Værdsætningen ligger også i den wagenscheinske grundidé hvor alle elevudsagn skal anerkendes. Lærerens gentagelse af et elevudsagn var således en kvittering for svar. Værdsætninger af denne karakter kastede ikke noget tilbage til eleverne, men blev alligevel fortsat af nye elevudsagn (eksempelvis 109 og 111). Disse elevudsagn relaterede sig således til en tidligere prompt, follow-up, optag eller den oprindelige initiering. Derfor bar samtalerne præg af et IRR-mønster hvor eleverne efterfulgt af hinanden interagerede med læreren. Værdsætningerne fungerede som en bekræftelse eller anerkendelse af elevernes udsagn og opmuntrede indirekte eleverne til at fortsætte eller supplere egne eller andres udsagn. I udsagn 109 svarede elev 2 på lærerens initiering med "Til sidst er der jo ikke noget tilbage". Dette gentog læreren (værdsætning), og eleven uddybede efterfølgende med "Bjergene bliver også mindre og mindre. Men det er jo på grund af luften eller vinden slider". Når lærerens værdsætning ikke gav anledning til et elevudsagn eller blot et "Ja", "Nej" eller "Mmm", fulgte en prompt fra læreren. Udsagn 113-115 viser dette: Elev 1 svarede "Mmm" hvorefter læreren kastede tilbage med "Ja, prøv at uddybe", og eleven svarede: "Altså hvis nu for eksempel på et tidspunkt alle os mennesker ikke kan leve på den her jord, og vi alle sammen dør, så vil der jo starte en anden form for liv." Lærerens brug af prompt, follow-up, optag og værdsætning (jf. Wagenscheins lærerspørgsmål i tabel 1) viste sig dermed effektiv til at få eleverne til at uddybe deres tanker. Mod slutningen af samtale b opstod IRR-kæder hvor eleverne derimod svarede på hinandens udsagn. Dette fremgår af samtalesekvensen nedenfor.

79. Lærer: Jeg spurgte hvad I tænker om det elev 1 sagde. Hvad sagde du?
80. Elev 5: Han sagde at den ikke ville blive flad. (R)
81. Elev 1: Nårh ja, så ville jorden være blevet flad efter så mange millioner år. Så må der også være lidt der er blevet bygget op igen. (R)

82. Lærer: Har vi eksempler på det? (O)
83. Elev 3: Der er stadig bjerge. (R)
84. Lærer: Er det et godt argument? (F)
85. Elev 2: Ja. (R)
86. Elev 12: Nej for det kan jo godt være at der er sådan nogen af dem der er væk. (R)
87. Lærer: Væk? (P)
88. Elev 12: Ja, og så dem der er tilbage, de er i gang med at blive slidt væk. (R)
89. Elev 2: Jeg vil også gerne lige sige at der er jo ikke nogen nye bjerge. Altså i hvert fald hvad jeg kender til. (R)
90. Elev 5: Mennesker har jo også selv fjernet nogle bjerge. (R)

Eleverne forholdt sig til hinandens udsagn ved at kommentere, modsige eller supplere. Eksempelvis er udsagn 86 en modsigelse til udsagn 85 hvor elev 2 erklærede sig enig. Efter en uddybning af sit eget argument blev elev 12 suppleret af elev 2 og 5. Eleverne var i dialog med hinanden (dialogisk) og udvekslede deres forskellige meninger/forklaringer på sagen (interaktiv). Samtalens interaktionsmønstre ligger således i den interaktive/dialogiske kommunikationstilgang. Fælles for alle lærerens udsagn var brug af spørgsmål der opfordrede til yderligere uddybning hvorved eleverne satte flere ord på deres forklaring. Hvorvidt eleverne anvendte korrekt fagsprog, forholdt læreren sig ikke til, jf. Wagenscheins rammer for den sokratiske samtale. I den følgende tematiske analyse undersøges elevernes udsagn fra interaktionsmønstrene nærmere.

Tematisk analyse

Den tematiske analyse følger Braun og Clarkes (2006) vejledning. Metoden blev valgt fordi den giver mulighed for at identificere og analysere mønstre (temaer) i data (Braun & Clarke, 2006). Der blev valgt en *induktiv tematisk analyse* til identificering af temaerne. Temaerne var således ikke givet på forhånd. Koderne der skulle danne temaerne, blev fundet ved at analysere elevernes udsagn eksplicit. Efterfølgende blev temaerne analyseret ind i den teoretiske ramme for at vurdere hvorvidt elevernes udsagn opfyldte den sokratiske samtales mål om *sammentænkning* og *produktiv forvirring*.

Der fremkom i alt 18 forskellige koder der efterfølgende blev kategoriseret i tre temaer: 1) konstatering, 2) undren og 3) elevinteraktion (elevudsagn relateret til andre elever). Ved at inddrage analysen af interaktionsmønstrene kom lærerens P, F, O, V og I til at udgøre endnu et tema: 4) lærerinteraktion (elevudsagn relateret til læreren). I tabel 3 nedenfor er koderne for tema 1 og 2 vist.

Konstatering (tema 1) <i>Elevens udsagn indikerer faglig overbevisning – “sådan er det”.</i> <i>Det eleven mener at vide.</i>	Undren (tema 2) <i>Elevens udsagn indikerer faglig usikkerhed/ ydmyghed – “måske er det sådan”.</i> <i>Det eleven ikke ved.</i>
Nævner faktum ud fra billeder Tolkning af billeder – siger mere end man kan se Inddrager forhåndsviden Udsagn om faglige fakta Faglig overbevisning Faglig overbevisning opstået af snakken	Faglig usikkerhed Spørgsmål til/bekymring for fremtiden Spørgsmål til naturens processer Forslag om proces i naturen Forslag ud fra iagttagelse Forslag til løsning Noget stemmer ikke Spørgsmål til sammenhæng Erkender manglende viden

Tabel 3. Koder til tema 1 og 2

Elevudsagn der blev kategoriseret under *Konstatering*, var kendetegnede ved at være sikre konstateringer. Eventuelt inddrog eleverne faglig viden fra en anden kontekst eller viden opstået i samtalen. Nedenfor demonstreres elevudsagn kategoriseret som *Konstatering*. Bogstavet efter udsagnsnummeret refererer til hvilken samtale udsagnet tilhører.

- 14a. Elev 4: At på mange af billederne ser du at der er sådan noget vand imellem, og det er jo ved at rykke fra hinanden.
- 56a. Elev 7: Ja, altså vi kan jo godt stoppe det ved at lade være med at forurene så meget. Det gør jo også lidt ved naturen.
- 73a. Elev 1: Ja, altså der er jo ikke nogen plader under jorden som enten rykker sig fra hinanden eller rykker sig op af hinanden. Og så opstår sådan nogen her.
- 104b. Elev 2: Jamen det forsvinder jo helt.

Udsagn 14a er et eksempel på koden “Nævner faktum ud fra billede”. Udsagn 73a er kodet som “Udsagn om faglige fakta”, mens 56a er en faglig overbevisning. Alle tre udsagn byggede på elevernes forhåndsviden, eksempelvis viden om befolkningsvækst, global opvarmning eller pladetektonik. Udsagn 104b er et eksempel på koden “Faglig overbevisning opstået af snakken”, altså en erkendelse eleven har tilegnet sig under samtalen.

I modsætning til de konstaterende udsagn står de udsagn hvor eleverne formulerede sig med en grad af tvivl (“måske”, “jeg ved det ikke”, “jeg tror” m.m.) eller konkrete spørgsmål. Fællesnævneren for udsagnene er en undren og omhandler spørgsmål eller forslag til de processer i naturen der påvirker landskabet. Nedenfor er vist eksempler på elevudsagn kategoriseret under temaet *Undren*:

- 39a. Elev 6: Hvordan kan man så få mere land hvis der ikke er noget? Så det er nok det folk bekymrer sig mest om.
- 41a Elev 4: Ja, men også hvordan man stopper det? Altså stopper det med at blive ødelagt?
- 62a. Elev 8: Jeg tror bare det er så'n lidt, altså at det er så'n noget der sker af sig selv. Man kan ikke så'n stoppe det på en eller anden måde. Fordi for eksempel hvis nu man tager det billede der er deroppe nu, så er det måske så'n sne der smelter. Og det kan man jo ikke gøre noget ved.
- 117a. Elev 10: Jeg sidder bare og tænker så'n på det. Hvis det så'n bliver slidt væk. Altså det kan vel ikke bare forsvinde? Det er jo jord og sten og så'n noget, hvad sker der med det?
- 103b Elev 1: Altså de der bjergarter og så'n der på bjergene. Når de bliver slidt ned og kommer ned til jorden, så kan de genopbygges igen måske?
- 106b Elev 10: Jamen hvordan kan så'n et helt bjerg bare forsvinde?

Fælles for alle udsagnene er at eleverne direkte eller indirekte erkendte manglende viden. Udsagn 39a er et eksempel på koden "spørgsmål/bekymring for fremtiden" og er altså en indirekte erkendelse af manglende viden. Udsagn 41a er et eksempel på "spørgsmål til naturens processer", mens udsagn 117a og 106b viser tegn på at "noget stemmer ikke mere". Udsagn 62a og 103b er "forslag til processer i naturen". Her viste eleverne direkte at de var usikre ved at formulere sig med "måske", "jeg tror" eller "jeg ved ikke". Derfor er udsagnene også kodet med "faglig usikkerhed". Ved denne fremgangsmåde har det været muligt at kategorisere elevernes udsagn i enten tema 1 eller tema 2. Enkelte elevudsagn har været vanskelige at skelne tydeligt grundet talesprog eller udsagn bestående af fakta efterfulgt af tvivlsord (eksempelvis 103b). Temaerne *Konstatering* og *Undren* omhandler altså hvordan eleverne talte om sagen. Det blev ikke taget med i betragtning hvorvidt elevernes udsagn var fagligt korrekte. Det handlede udelukkende om hvordan eleven italesatte sin viden og sine tanker om det viste fænomen.

Ud over at kategorisere elevernes udsagn som værende enten konstaterende eller undrende blev de også kategoriseret som værende enten lærer-elev-dialog (lærerinteraktion, tema 4) eller elev-elev-dialog (elevinteraktion, tema 3). I tabel 4 er koderne vist.

Elevudsagn der er knyttet til læreren, er udsagn hvor eleven svarede på en initiering, prompt eller follow-up uden relation til tidligere elevudsagn. Elevudsagn under elevinteraktioner er udsagn hvor eleverne forholder sig til hinanden ved at svare på elevudsagn, inddrage tidligere udsagn eller/og modsige udsagn. Lærer- og elevinteraktioner relaterer sig således til den sokratiske samtales formål om elev-elev-dialog, herunder at tænke sammen og komme med modsigelser.

Læreriinteraktion (tema 4) <i>Elevens udsagn er af lærerens initiering eller pumpning.</i>	Eleveinteraktioner (tema 3) <i>Elevens udsagn forholder sig til tidligere/forrige udsagn.</i>
(I) (P) (F)	Inddrager tidligere elevudsagn Modsiger/erklærer sig uenig Svarer på elevrespons

Tabel 4. Koder til tema 3 og 4

Ved at organisere de fire temaer på to niveauer blev det muligt at kategorisere alt data, med meget få undtagelser, efter denne ramme. De to niveauer er henholdsvis *interaktionsniveau* (læreriinteraktion eller elevinteraktion) og *sagsniveau* (konstatering eller undren). For at tydeliggøre at der er tale om to niveauer, benævnes tema 3 frem over tema B, og tema 4 frem over tema A. Ved at kombinere de to niveauer opstår en matrix, figur 1, med fire kombinationer der kendetegnede hvordan eleverne interagerede i samtalen (lærer-elev-dialog eller elev-elev-dialog), og med hvilket forhold til sagen (konstaterende eller undrende).

		Sagsniveau	
		Tema 1 Konstaterende	Tema 2 Undren
Interaktionsniveau	Tema A Lærer	A1 Konstaterende læreriinteraktion	A2 Undrende læreriinteraktion
	Tema B Elev	B1 Konstaterende elevinteraktion	B2 Undrende elevinteraktion

Figur 1. Kategorisering af et elevudsagn ud fra de to niveauer

Ud fra det wagenscheinske perspektiv på samtals mål er det således fordelingen af A1, A2, B1 og B2 der er interessant. Resultatet af denne fordeling præsenteres i det følgende.

Resultater

Undersøgelsen havde to forskningsspørgsmål: 1) *Med hvem og hvordan indgik eleverne i dialog?* og 2) *Hvad karakteriserede elevernes udsagn i samtals forløb?* De to

spørgsmål søges besvaret ved brug af matricen i figur 1. I første omgang er fordelingen af kombinationerne beregnet i procent for de to samtaler (se tabel 5).

Samtalerunde	A1 Lærer/ Konstatering	A2 Lærer/ Undren	B1 Elev/ Konstatering	B2 Elev/ Undren
A	58 %	23 %	14 %	5 %
B	10 %	23 %	21 %	46 %

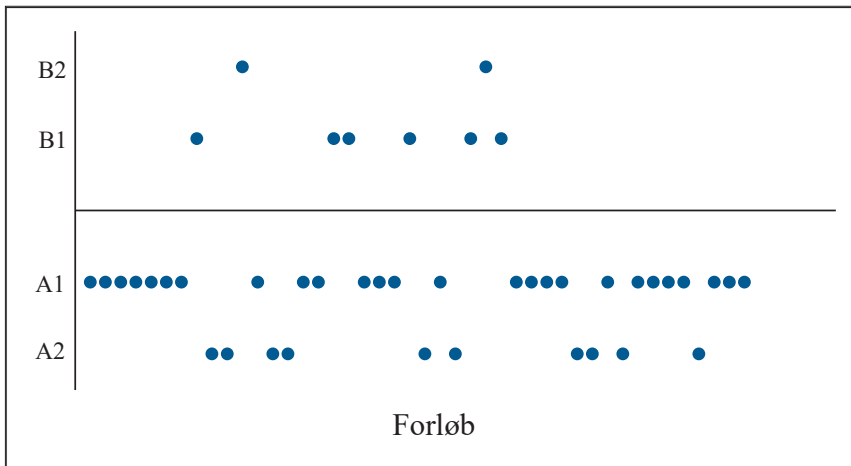
Tabel 5. Fordeling af temaer

Procentberegningen viser et skifte i fordelingen af elevernes udsagn på de fire kombinationer fra samtale a til b. 42 procent af elevernes udsagn i samtale a befinder sig i de tre temaer der primært knytter an til en interaktiv/dialogisk diskurs (A2, B1, B2). I samtale b er procenttallet steget til 90. Samtale a indeholder 28 procent undrende udsagn, mens samtale b indeholder 69 procent. Samtale a var elevernes første møde med undervisningsformen. Derfor kunne selve konceptet med rundkredssnak og vurderingsfrie udsagn opleves fremmed og unaturligt for eleverne. Den høje procentsats i tema A1 må således også afspejle elevernes sædvanlige klasserumsdiskurs hvor de forventer en kvittering for fagligt korrekte svar.

Klassen havde på tidligere klassetrin arbejdet med det geologiske kredsløb. Flere elever anvendte eksempelvis begreberne pladegrænser og bjergkæde- og vulkandannelse i samtalen. Alligevel fyldte spørgsmålene "hvor forsvinder bjergene hen?", "vil landskabet blive helt fladt engang?" og "er det menneskets og den globale opvarmnings skyld?" en hel del af både samtale a og b. Der var således stadig ubesvarede spørgsmål for eleverne og manglende koblinger imellem fagbegreberne fra tidligere klassetrin. Den sokratiske samtale gav mulighed for at disse fejlslutninger kunne synliggøres og italesættes. Netop det at elevernes fejlslutninger imellem forskellige fænomener får taletid, var ifølge Wagenschein helt grundlæggende for elevernes mulighed for naturfaglig dannelse. Elever kan sagtens tilegne sig viden overfladisk og dermed være uden større forståelse for helhedsbilledet, jf. Vygotskys tomme ordtilegnelse. Det aktuelle stof skal tænkes – og det må gerne gøre ondt og forvirre. Eleverne er altså nødt til at italesætte deres fejlslutninger og misforståelser hvis ikke de faglige sammenhænge skal etableres som en overfladisk viden der let kan pilles fra hinanden med dybdeborende spørgsmål. I samtaleforløbet blev det helt legalt at udstille sin undren eller manglende viden – og dette er, med udgangspunkt i kendskabet til klassen i den sædvanlige undervisning, ikke en selvfølge. Eleverne blev forvirrede, men samtidig også fænget og interesserede i at finde svar.

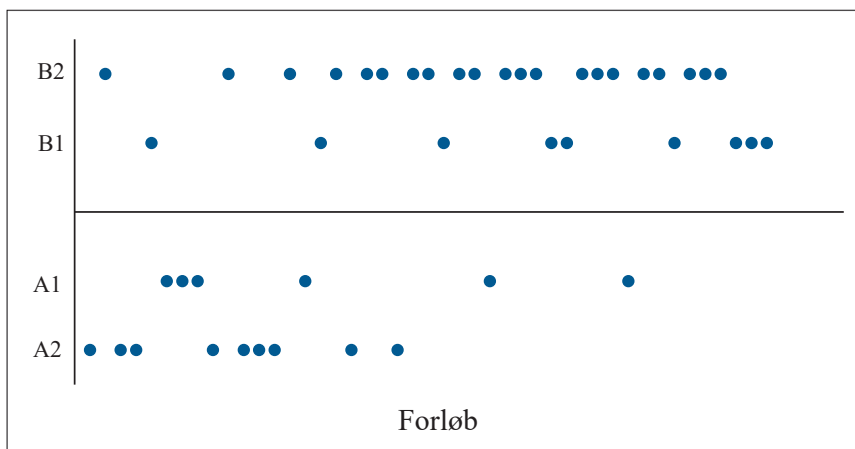
Endelig er tema B (elevinteraktion) fordelt på samtale a og b med hhv. 19 og 67 procent. Procentsatserne indikerer altså en bevægelse fra primært lærerrettede elevudsagn mod flere elevrettede elevudsagn. Igen må elevernes sædvanlige klasserumsdiskurs forventes at påvirke diskursen mere i samtale a end i samtale b. Ved fælles klassesamtaler har eleverne eksempelvis altid været vant til at rette deres svar og spørgsmål mod læreren.

På figur 2 og 3 nedenfor er udviklingen i fordelingen visualiseret grafisk. Hvert punkt svarer til et elevudsagn, og y-aksen viser hvilken temakombination udsagnet tilhører. X-aksen adskiller elevudsagnene i tema B (elevinteraktion) og tema A (lærerinteraktion) og viser samtidig udsagnenes kronologiske rækkefølge over tid. Centreret omkring x-aksen ligger de konstaterende elevudsagn.



Figur 2. Udvikling i samtale a

Af figur 2 fremgår det at tema A1 var gennemgående igennem hele samtale a. Temaet dominerede samtalens begyndelse hvorefter diskursen vekslede imellem A1 og A2, B1 eller B2. Der opstod forholdsvis hurtigt undringsspørgsmål i samtalen, både henvendt til læreren og andre elever. Den primære diskurs var dog præget af lærerinteraktioner og konstateringer. Figur 2 afslører ikke nogen entydig udvikling i temaernes fordeling. Der er således ikke en gradvis stigning i hyppigheden af eksempelvis tema B2. Derimod optræder temaerne lidt tilfældigt og med tilbagevenden til den konstaterende lærerinteraktion. På figur 3 fremgår en tydeligere udvikling i temaernes hyppighed. En tredjedel inde i samtalen ses en hyppigere forekomst af den undrende elevinteraktion, mens den konstaterende læreraktion falder. Konstateringer eleverne imellem fortsætter samtalen ud og lukker den. Udsagn til den undrende lærerinteraktion (tema B2) ophører midtvejs i samtalen.



Figur 3. Udvikling i samtale b

Ud fra de to figurer fremgår det altså igen tydeligt at lærerinteraktionerne var hyppigst i samtale a, mens det modsatte var tilfældet i samtale b. For samtale b ses yderligere en stigning i elevinteraktioner sidst i forløbet. Fordelingen på sagsniveauet viser også en udvikling. I samtale a gjorde eleverne hyppigst brug af konstaterende udsagn. Mod slutningen af samtale a steg antallet af undrende udsagn, men disse var rettet mod læreren. I samtale b dominerede de undrende udsagn. Mod slutningen af samtaleforløbet var det primært en elev-elev-dialog hvor sagsniveauet vekslede mellem undrende og konstaterende udsagn. Følgende er en sekvens fra den sidste del af samtale b:

98. Lærer: Hvad tænker du også, elev 3?
99. Elev 3: Bare det samme som elev 1.
100. Lærer: Og hvad sagde elev 1?
101. Elev 3: At det kan genbruges igen.
102. Elev 2: Jeg forstår det altså ikke.
103. Elev 1: Altså de der bjergarter og så'n, der på bjergene. Når de bliver slidt ned og kommer ned til jorden, så kan de genopbygges igen måske?
104. Elev 2: Jamen det forsvinder jo helt.
105. Elev 3: Hvor forsvinder det hen så?
106. Elev 1: Jamen det er jo det jeg ikke ved.
107. Elev 10: Jamen hvordan kan så'n et helt bjerg bare forsvinde?
108. Elev 1: Ja.

Eleverne udstillede nu åbent deres forvirring (udsagn 102, 105, 106 og 110), mens andre forsøgte at komme med mulige forklaringer (udsagn 103). Dette afslører meget tydeligt at eleverne blev forvirrede og undrede sig over hvor bjergene forsvinder hen, og om de overhovedet forsvinder. Eleverne var flere steder i den sokratiske samtale optaget af elev 10's spørgsmål i udsagn 107: "Jamen hvordan kan så'n et helt bjerg bare forsvinde?" Selv de konstaterende elever fra samtale a stillede sig nu undrende over for dette spørgsmål. I tråd med Wagenscheins genetische undervisningsprincip havde den sokratiske samtale åbnet op for elevernes undren over forandringer i naturen. Ved hjælp af bestemte typer lærerspørgsmål og ventetid, der også anbefales i nyere forskning, blev der åbnet op for en dialogisk/interaktiv klasserumsdiskurs. Samtalen skulle gives tid frem for at præsentere de færdige teorier om det geologiske kredsløb med det samme. Dermed havde eleverne mulighed for at stille spørgsmål, afprøve egne forklaringer og blive nysgerrige på fænomenernes sammenhæng. Som nævnt i introduktionen var undersøgelsen motiveret af at tilrettelægge en undervisning der foregriber en overfladisk videnstilegnelse og faglige misforståelser blandt eleverne. Det anses som værende værdifuldt for elevernes faglige læring af det pågældende emne at allerede eksisterende fejlslutninger bringes frem i lyset. På den måde bliver elevernes akkomodation mere eksplicit og et fælles anliggende frem for at være en lukket privat proces hvor de alene forsøger at ændre eksisterende skemaer.

Opsamling

Ud fra Wagenscheins sokratiske princip var målet at eleverne indgik i dialog med hinanden og sammen undrede sig over sammenhænge i naturen. Det lykkedes umiddelbart at opnå en diskurs hvor interaktionsmønsteret ikke var IRE-sekvenser, men derimod lange sekvenser hvor eleverne med hjælp fra prompt-lignende strategier udfoldede deres svar. Lærerens brug af gentagelser fungerede som kvitteringer for elevsvarene, altså en form for værdsætning. Den tematiske analyse afdækkede et mønster i elevernes udsagn fordelt på to niveauer, *interaktionsniveau* og *sagsniveau*. Ved at kategorisere dataets enkelte elevudsagn i de to niveauer fortæller kategoriseringen både noget om karakteren af elevens udsagn i forhold til samtalen, samt hvem udsagnet var rettet imod. Analysen af hvordan fordelingen af de fire temakombinationer udviklede sig, viste at den skete nogenlunde gradvist. Der var således markant forskel på samtale a og samtale b. I samtale a henvendte eleverne sig primært til læreren med konstaterende udsagn. Det kunne afspejle at de stadig var forudindtaget af deres vante klasserumsdiskurs hvor læreren leder efter svar, og eleverne belønnes for fagligt korrekte svar. Samtale a indeholdt også undrende udsagn, men disse udgjorde under en tredjedel af elevernes udsagn. I samtale b skete et skifte idet eleverne nu i højere grad gik i dialog med hinanden. Frem for at målrette udsagn mod læreren stillede de spørgsmål i fællesskab og kom med mulige forklaringer. Der opstod uenigheder

undervejs, og samtalen var i det hele taget blevet mere livlig. Resultaterne diskuteres i det følgende.

Diskussion

Undersøgelsen havde fokus på at undersøge hvorvidt Wagenscheins sokratiske samtale kan bidrage til en klasserumsdiskurs hvor elevernes tanker kommer i spil eleverne imellem. Analysen viste at sokratiske samtaler kan bidrage til en sådan klasserumsdiskurs.

Undersøgellesdesignet blev valgt med udgangspunkt i videooptagelse og efterfølgende transskribering. Videooptagelser har den ulempe at de kan gøre situationen kunstig (Bjørndal, 2003). Imidlertid var hele undervisningssituationen ny for eleverne. De skulle sidde i en rundkreds og snakke, hvilket ligger langt fra den sædvanlige undervisningspraksis. Det må således forventes at situationen allerede var markant uvant for eleverne hvorfor kameraet ikke forventes at have haft en mærkbar virkning. Transskriberingen blev foretaget udelukkende med fokus på tale. Der kan således være gået vigtige forhold tabt i elevernes kropssprog og ansigtsmimik der ikke er medtaget i analysen af interaktionsmønstrene og den tematiske analyse. Endelig kunne data i form af interview eller spørgeskemaer bekræfte undersøgelsens resultat fra elevernes perspektiv.

Den tematiske analyse blev foretaget med en induktiv tilgang. Analysen og identificeringen af temaerne må nok forventes at være sket med en grad af teoretisk forudindtagethed hvilket ifølge Braun og Clarke (2006) er en uundgåelig tendens. Endelig har analysen ikke taget højde for elevvariationen i tematiseringen. Ved et hurtigt blik på uddragene fra samtalerne fremgår det at særligt to elever var meget deltagende. Ud af klassens 18 elever forholdt syv elever sig helt passive igennem samtale a og b. En analyse på individniveau ville således give et andet indblik i samtalens forløb og dens evne til at fænge hos alle eleverne. Sammenholdt med klassens sædvanlige deltagelsesniveau der ofte kun involverer de elever der føler sig fagligt sikre, har den sokratiske samtale imidlertid også givet plads til input fra andre elevtyper.

Resultaterne viste at der skete en udvikling i samtalens interaktioner frem mod en elev-elev-dialog. Indholdet i samtalen ændrede sig også fra at være primært konstaterende til at være primært undrende. Procentfordelingen i tabel 5 viste fordelingen på de to samtalerunder hvor der var markant forskel i forekomsten af lærer- og elevinteraktioner samt konstaterende og undrende udsagn. Det kan diskuteres hvad der lå til grund for dette markante skifte. Skyldtes det elevernes accept af rammen for samtalen, lærerens brug af de rette tilbagekastningsteknikker (P, F og O) eller værdsætning (V)? Her vil det nok være rimeligt at antage at en kombination af disse gør sig gældende. Præmisserne for den sokratiske samtale krævede ifølge Wagenschein et klasse miljø

præget af respekt og anerkendelse eleverne imellem. Det skulle være risikofrit at fremstille sine egne hverdagsforklaringer, dvs. uden frygt for eventuelle bemærkninger fra klassekammeraterne. Et sådant miljø kan kun etableres hvis eleverne lærer at fejl og misforståelser er godt for læringen og forståelsen. Fra egen praksis er det imidlertid erfaringen at eleverne har fokus på at svare korrekt og blive belønnet med en høj karakter. Og muligvis får de ikke andre muligheder end den interaktive/autoritative diskurs. Et andet væsentligt element i den sokratiske samtale var tid. Dette elements betydning bliver også bekræftet af Rowe (1986). Det er interessant at Wagenscheins erfaringer fra egen praksis viser sig sammenfaldende med de anbefalinger nyere forskning peger på. Det kan selvfølgelig diskuteres om hans genetiske undervisning egentlig bidrager med noget nyt, men at det i stedet kan have værdi som et samlende undervisningskoncept af de principper som forskningen peger på. Wagenscheins genetiske undervisning rummer både undersøgelser, erkendelser, fortællinger og flere opfølgende samtaler frem mod forståelsen af de endelige teorier og forklaringer. I sidste ende var målet med den genetiske undervisning at opnå naturfaglig dannelse – altså en naturfaglig rodfæstelse modsat den overfladiske og usikre skinviden. Wagenscheins undervisningsprincip er altså meget mere end blot wait-time og spørgeteknikker. Helheden omkring de naturvidenskabelige teorier, hvordan de er blevet undersøgt, erfaret, erkendt og slutteligt accepteret, er en central del af elevernes naturfaglige dannelse. Desværre er det også en del der, ud fra egen praksiserfaring, ofte negligeres til fordel for en redegørende undervisning hvis mål er eksamensorienteret.

Wagenscheins genetiske undervisning var ikke et enten-eller-koncept. Han anså det derimod som et supplement eller nærmere som en forudsætning for den redegørende undervisning. Hvis elever en gang imellem får lov til at erkende og opdage hvordan udvalgte naturvidenskabelige teorier og modeller er blevet til, vil de nemmere kunne acceptere redegørelsen for andre og mere abstrakte modeller, eksempelvis atommodellen (Wagenschein, 1956). Den sokratiske samtale med udgangspunkt i elevernes hverdagsforklaringer, et roligt tempo og tid til eftertanke vurderes ud fra denne undersøgelses resultater at kunne bidrage til elevernes faglige læring – og især forståelse. Hvor en traditionel redegørende undervisning typisk er lærerens formidling af den etablerede viden, har den sokratiske samtale erkendelse/opdagelse af viden som fundament. Dette vurderes at have et langt større læringspotentiale hvor eleverne forstår frem for husker. Og netop forståelsen af naturfaglige fænomener er svær at garantere i en forhastet og eksamensorienteret undervisning. Det er derfor måske også værd at tage op til debat hvilket sigte grundskolens naturfagsundervisning skal have. Det er forfatterens overbevisning at Wagenscheins fulde undervisningsprincip har værdi for grundskolens naturfagsundervisning, og at yderligere praksiserfaringer er nødvendige for flere indsigter.

Referencer

- Bjørndal, C. (2003). *Det vurderende øje: Observation, vurdering og udvikling i undervisning og vejledning* (2. udgave). Århus: Klim.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of research in science teaching*, 44(6), 815-843.
- Graf, S.T. (2015). Martin Wagenscheins didaktik – læst og fortolket. *Dannende Faglighed* (s. 166-190). Forlaget UP Unge Pædagoger.
- Krogh, L.B. & Andersen, H.M. (2017). *Fagdidaktik i naturfag*. Frydenlund.
- Rowe, M.B. (1986). Wait time: slowing down may be a way of speeding up! *Journal of teacher education*, 37(1), 43-50.
- Scott, P.H., Mortimer, E.F. & Aguiar, O.G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- Vygotsky, L. (1971). *Tænkning og sprog (Del 1 og 2)*. København: Hans Reitzel.
- Wagenschein, M. (1956). Om begrebet eksemplarisk undervisning. I: S.T. Graf & J.P. Christensen (red.), *Dannende Faglighed*. Forlaget UP Unge Pædagoger.
- Wagenschein, M. (1966). Om problemet genetisk undervisning. I: S.T. Graf & J.P. Christensen (red.), *Dannende Faglighed* (s. 94-128) (2015). Forlaget UP Unge Pædagoger.
- Wagenschein, M. (1968). Sproget i fysikundervisningen. I: S.T. Graf & J.P. Christiansen (red.), *Dannende Faglighed* (s. 130-148) (2015). Forlaget UP Unge Pædagoger.
- Wagenschein, M. (1986). Sproget mellem natur og naturvidenskab. I: S.T. Graf & J.P. Christiansen (red.), *Dannende Faglighed* (s. 166-190) (2015). Forlaget UP Unge Pædagoger.
- Winsløw, C. (2006). *Didaktiske elementer – en indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik*. Biofolia.

English abstract

The classroom discourse in science classes tends to follow the triadic dialogue. The result of this dialogic approach is that it involves relatively few students and the content of their contributions does not necessarily reflect a deeper understanding of the scientific content. This article concerns a study in a 9th grade, where a geography lesson was based on Martin Wagenschein's Socratic dialogue. The Socratic approach resulted in a dialogue between students and a common wondering about geological processes in nature. The study constitutes a basis for further study regarding Wagenschein's science education and its effects on conceptualizing and misconceptions.

Hvordan påvirker naturfagslæreres undervisnings-tilgang elevers udvikling af undersøgelseskompetencer frem mod den fælles naturfagsprøve?



Ida Guldager,
Pædagog-
uddannelsen
i Aabenraa



Claus Auning,
Læreruddan-
nelsen i
Haderslev



Mette Steiner,
Pædagog-
uddannelsen
i Aabenraa,
alle UC Syd

Abstract: Med afsæt i et kvalitativt forskningsprojekt diskuterer artiklen, om man med implementeringen af en undersøgelsesbaseret tilgang til læring (IBSE), kan udvikle naturfagslæreres didaktiske tænkning, således at det bidrager til at fremme elevers kompetencer i forhold til den fælles naturfagsprøve. Forskningsprojektets systematiske arbejde rammesætter udviklingen af didaktiske tænkning i en vekselvirkning mellem naturfagdidaktiske oplæg, praksisafprøvning og fælles refleksion. På baggrund af observationer og fokusgruppeinterviews med fire naturfagslærere i grundskolens overbygning, konkluderes der, at naturfagslærere i høj grad fokuserer på den faglige viden i naturfagsundervisning, og ikke i samme grad på udviklingen af elevernes kompetencer i at designe, gennemføre og evaluere undersøgelser.

Introduktion

Med en undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning (IBSE) skal eleverne udforske et objekt eller et fænomen hvor de opstiller hypoteser som afprøves og testes gennem eksperimenter (Harlen, Guldager & Auning, 2015). En IBSE-tilgang til læring skal opfylde to kriterier: Eleverne skal besvare et undersøgelsesspørgsmål, og eleverne skal generere data som bruges i deres konklusion (Bell et al., 2005). Det er ligeledes væsentligt at undervisningen bærer præg af elevstyring frem for lærerstyret undervisning.

Med den nye naturfagsprøve i grundskolen er man gået fra udelukkende at have multiple choice-tests til en prøveform der også indeholder en samlet praktisk kompetencemålsprøve på tværs af naturfagene (Retsinformation, 2018 Bilag 1, Folkeskolens

prøver). Naturfagsundervisningen foregår som udgangspunkt fagopdelt og primært varetaget af forskellige lærere fra hver deres fagområde. Fagene er kun periodevist tænkt ind i et fagligt samspil i de fællesfaglige fokusområder. I forbindelse med prøven oplever mange lærere at eleverne ikke kan honorere de krav der stilles (Rambøll, 2018). Eleverne skal have kompetencer der omfatter at kunne undersøge en problemstilling hvor de bl.a. skal kunne forklare og begrunde valg af naturfaglige undersøgelser samt kunne tilrettelægge, udføre og drage konklusioner på baggrund af disse undersøgelser (Binau, 2016). I vurderingskriterierne for folkeskolens prøver i fagene fysik/kemi, biologi og geografi, 9. klasse, står følgende:

“Eleven prøves, i hvor høj grad denne udviser kompetence inden for alle de naturfaglige kompetenceområder ved inddragelse af færdigheder og viden til at belyse den selvvalgte naturfaglige problemstilling.” (UVM, 2018)

Med disse krav til elevernes kompetencer betyder det at undervisningen i højere grad skal tilrettelægges således at læreren indgår som aktiv medskaber i processen frem for den mere traditionelle lærerrolle hvor læreren forholder sig instruerende i processen (Brickman et al., 2009). Det er derfor en forudsætning for udvikling af lærerrollerne at der arbejdes med at udvikle lærernes egne undervisningskompetencer set i lyset af at det nu er elevernes læring der er i centrum, og ikke fagene i sig selv (Binau, 2016).

Med en grundlæggende forståelse af en IBSE-tilgang til undervisning er der mulighed for netop at arbejde med elevernes kompetencer inden for problemløsning hvor læreren i højere grad rammesætter undervisningen med fokus på at eleverne skal arbejde med selvvalgte naturfaglige problemstillinger og gennemførelse af egne undersøgelser.

Gennem arbejdet med en IBSE-tilgang i undervisningen vil elevernes arbejde og eksperimenter afspejle de måder der arbejdes på i den videnskabelige verden, med videnskabeligt orienterede produktive spørgsmål med fokus på evidens som grundlag for at kommunikere og udlede konklusioner. Lærers rolle vil være at guide og udvikle elevernes undersøgelser samt deres kommunikation om og forståelse af det undersøgte naturfaglige spørgsmål (Artigues & Blomhøj, 2013).

Bevins og Price (2016) påpeger at mange af de IBSE-modeller der anvendes i grundskolen, er for simple og ikke tager højde for flere af aspekterne i elevernes læring. Det er derfor nødvendigt at lærere tilegner sig viden om hvordan de kan stilladsere elevernes læreproces i en undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. Læreren skal dels understøtte den kognitive, indholdsmæssige læring hos den enkelte elev, dels rammesætte gruppeprocessen således at læring er mulig (Albrechtsen & Qvortrup, 2017).

Formålet med dette forskningsprojekt er at afdække og udvikle naturfagslæreres forståelse af egen rolle i elevernes udvikling af undersøgelseskompetencer, herunder lærernes evne til didaktisk tænkning i forbindelse med naturfagsundervisning samt til at arbejde reflektivt med egen praksis. De empiriske data er indsamlet gennem et kvalitativt forskningsprojekt i en grundskole med fire naturfagslærere på 7.-9. klassetrin.

Forskningsspørgsmål:

Hvordan kan man med implementeringen af en undersøgelsesbaseret tilgang til læring (IBSE) udvikle naturfagslærernes didaktiske tænkning således at det bidrager til at fremme elevernes kompetencer i forhold til den fælles naturfagsprøve?

Lærerroller og rammesætning af en undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning

Barbara A. Crawford (2000) har ud fra et flerårigt casestudie af en biologilærers arbejde med en IBSE-tilgang i undervisningen kategoriseret ti forskellige roller læreren gør brug af i undervisningen: *motiverende, diagnosticerende, vejledende, innovator, eksperimenterende, forskende, modellerende, mentor, samarbejdende og medlærende*. Vi vil i det følgende redegøre for de af Crawfords ti kategorier der kendetegner lærerrollen i en IBSE-tilgang til undervisning som vi har kunnet identificere ud fra lærernes egne udsagn samt vores observationer af undervisningen. Den vejledende rolle indebærer ifølge Crawford at læreren faciliterer og guider elevernes arbejde og spørgsmål, gerne ved hjælp af åbne spørgsmål som giver mulighed for at eleverne selv arbejder sig frem til strategier og løsninger på deres hypoteser og arbejds spørgsmål. Denne kompetence hos læreren står også helt centralt i "Vejledning til folkeskolens prøver i fagene fysik/kemi, biologi og geografi" (UVM, 2018). Den eksperimenterende rolle betyder ifølge Crawford at læreren anvender nye måder at undervise på og vurderer eleverne ud fra en analyse af den konkrete læringssituation. Den forskende rolle indebærer at læreren vurderer og reflekterer over sin egen undervisning og engagerer sig i at løse didaktiske udfordringer. Dette betyder to ting: 1) at læreren støtter elevernes arbejde med at finde mønstre og sammenhænge, og 2) at læreren er forskende i egen praksis hvor han ud fra tilbagemeldinger fra eleverne evaluerer og eventuelt ændrer sin didaktiske praksis/tilgang.

Den eksperimenterende og den forskende rolle har således en sammenhæng med en IBSE-tilgang og kompetencemålene for naturfagsprøven da læreren skal kunne agere aktivt i læringssituationer ud fra vurderinger hvor elevernes læring og udvikling af naturfaglige kompetencer er i fokus. Det kræver en høj grad af didaktisk refleksion at kunne stilladsere elevernes undersøgelser mv.

Det er centralt for en undersøgelsesbaseret tilgang til læring at det er elevernes læring der er i centrum. For at kunne analysere lærernes undervisning og den eventuelle udvikling af deres egen didaktiske praksis frem mod en elevstyret undervisning har vi valgt at inddrage Fran Riga et al. der inddeler overgangen fra lærerstyret til elevstyret undervisning i fire niveauer (Riga et al., 2017).

- *Efterprøvelse (bekræftelse eller bestyrkelse)*: Traditionelle “køgebogsvejledte” naturfaglige aktiviteter hvor eleverne får en trinvis forsøgsvejledning for at bekræfte et allerede kendt princip.
- *Struktureret undersøgelse*: Læreren formulerer spørgsmålet der skal undersøges, samt leverer udstyr og forsøgsbeskrivelser, men eleverne kender ikke resultatet.
- *Guidet undersøgelse*: Læreren bidrager kun med et problem eller spørgsmål til eleverne hvorefter de selv designer og udvælger metoder til indsamling og analyse af data.
- *Åben undersøgelse*: Læreren rammesætter arbejdet med et overordnet emne og giver eleverne mulighed for at vælge deres egne naturfaglige undersøgelsesspørgsmål. Eleverne har fuld autonomi over design og gennemførelse af undersøgelsen.

Den forskningsmetodiske tilgang

Forskningsprojektets genstandsfelt er naturfagslærerne på en privatskole med ca. 600 elever. Udvalget af naturfagslærere er sket på baggrund af et samarbejde mellem skolens ledelse og tre forskere fra UC SYD hvor fire ud af 16 naturfagslærere har meldt sig frivilligt til at deltage. Alle er uddannet med linjefag i minimum et af naturfagene og underviser i naturfagene på henholdsvis 7., 8. og 9. klassetrin. Deltagerne er en kvindelig lærer og to mandlige lærere med over ti års undervisningserfaring samt en mandlig lærer med fire års undervisningserfaring. Forskernes rolle har været at skabe rammer for fælles naturfagsdidaktiske refleksioner ud fra oplæg og et nyudviklet didaktisk værktøj der tager udgangspunkt i en IBSE-tilgang til læring (Astra, 2017 Krydsfelt Syd). Ligeledes har forskernes rolle været at indsamle empiri gennem fokusgruppinterviews og observationer (Halkier, 2015; Launsø, Rieper & Olsen, 2017).

Undersøgelsen er tilrettelagt ud fra en kombination af løbende kvalitative fokusgruppinterviews og observationer (tabel 1).

Nedslag	Interview 1, den 11.08.17, varighed: 1:03	Observationsperiode 1 (7 lektioner)	Interview 2, den 02.10.17, varighed: 1:14	Observationsperiode 2 (3 lektioner)	Interview 3, den 07.11.17, varighed: 1:02
Formål	Introduktion til en undersøgelsesbaseret tilgang til læring (IBSE) Kortlægning af lærernes undervisningstilgang og didaktiske overvejelser	Observation af lærerens implementering af IBSE-tilgangen i klasseværelset	Opsamling og foreløbig evaluering Forståelse for om lærernes didaktiske overvejelser bærer præg af læringssynet bag IBSE-tilgangen.	Observation af om implementeringen af IBSE-tilgangen har udviklet sig i klasseværelset	Evaluering Opsamling og evaluering med følgende spørgsmål: Har implementering af IBSE-tilgangen udviklet naturfagslærernes didaktiske overvejelser?

Tabel 1.

Begrundelsen for at vælge fokusgruppeinterviews er at det giver naturfagslærerne mulighed for at diskutere og reflektere over egne didaktiske tilgange og erfaringer. De forskellige meningsperspektiver (Halkier, 2015, s. 142) der bliver udvekslet under et fokusgruppeinterview, bidrager til indblik i lærernes arbejde med implementeringen af IBSE-tilgangen. Ligeledes bidrager den sociale sammenhæng som de befinder sig i under interviewet, til udveksling af tidligere erfaringer med forskellige tilgange og metoder til læring som de har afprøvet (Halkier, 2015). Interviewene foregår ud fra en semistruktureret interviewguide med få overordnede spørgsmål som ikke er kendte for de interviewede på forhånd. På den måde giver det plads til andre interessante perspektiver som interviewerens ikke har forudset. De kvalitative observationer er tilrettelagt ud fra en observationsguide som er struktureret ud fra fokuspunkter der er orienteret mod IBSE-tilgangen hvor det primære fokus er om undersøgelserne i undervisningen er initieret af lærerens spørgsmål eller elevernes egne formuleringer. Derudover er observationerne ikkedeltagende for ikke at forstyrre virkeligheden i de konkrete undervisningsforløb. Begrundelsen for at vælge kvalitative observationer er at det bidrager til at få en forståelse for lærernes udtalelser i interviewene samt at gå bag om deres selektive perception. Indsamling af empiri er gjort gennem feltnoter (Launsø, Rieper & Olsen, 2017). Udtalelser og observationer er brugt til løbende justering i forbindelse med dialog omkring og forståelse af implementeringen af IBSE-tilgangen for på den måde at udvikle og gennemtænke hvordan det videre arbejde med IBSE-tilgangen skal stilladseres.

I det følgende resultat afsnit tager vores analyse udgangspunkt i den indsamlede empiri fra henholdsvis fokusgruppeinterviews og observationer. Vores analysestrategi

har været induktiv hvor vi kategoriserer udtalelser fra interviewene ud fra de nøglebegreber som Crawford anvender til at definere de ti lærerroller. Dette er udtalelser om didaktisk tænkning, herunder lærerens opfattelse af egen rolle i og tilgang til undervisningen. Undervisningstilgangen har i denne sammenhæng betydning for lærerens opfattelse af hvordan elever lærer. Ifølge Harlen (2013) kan den undersøgelsesbaserede undervisning stilles op som en modsætning til transmissionsbaseret undervisning som netop ikke på samme måde er lærings- og elevcentreret, men bygger på en grundlæggende overbevisning om at viden på en eller anden måde kan overføres direkte fra lærer til elev (Harlen, 2013, s. 15).

Resultater

Vi har anvendt Crawfords (2000) kategorier der kendetegner lærerrollerne ved anvendelse af en IBSE-tilgang, samt Riga et al.s (2017) fire niveauer for elevinvolvering i naturfagsundervisning som er beskrevet i ovenstående teori afsnit.

I vores analyse af det første fokusgruppeinterview identificerede vi at lærerne i processen omkring planlægningen af forløbet var udfordrede i forhold til at formulere fagdidaktiske refleksioner, hvilket ses i nedenstående citater fra vores interviews. Lærernes primære fokus var det fagfaglige indhold i undervisningen frem for overvejelser over hvordan deres elever kunne tilegne sig det faglige indhold, samt hvilke didaktiske strategier de selv ville kunne benytte for at understøtte denne læring. Med introduktionen til en IBSE-tilgang til undervisningen ønskede vi at bidrage til at udvikle lærernes syn på egen lærerrolle og deres elevers læreproces; en proces hvor eleverne i højere grad selvstændigt designer og gennemfører deres egne naturfaglige undersøgelser. De læringsforløb som blev udviklet gennem forskningsprojektet, omhandler et forløb om vand (7. klasse), et forløb om plastik (8. klasse) og et forløb om det fællesfaglige fokusområde bæredygtig energiforsyning (9. klasse).

Ud fra Crawford har vi i særlig grad identificeret tre roller: den vejledende, den eksperimenterende og den forskende rolle.

Den vejledende rolle:

Lærer A: "Der er man nødt til at pege i nogle retninger, ellers går det helt i stå. De kan jo ikke lave flammeprov på forskellige plastikprodukter for at kunne typegenkende dem hvis man ikke peger lidt. Det er man nødt til. Det kan de jo ikke tænke sig til." (Interview 2)

I ovenstående udsagn ser vi at eleverne vejledes fagligt i forhold til at udvælge relevante undersøgelser, men at processen omkring valg af undersøgelsesdesign og strategier ikke italesættes.

Tanker omkring vejlederrollen nævnes hyppigt af lærerne i fokusgruppeinterviewene. Rollen tolkes meget forskelligt af de fire lærere, og vejlederrollerne bliver derfor udfyldt på forskelligartede måder. Følgende er observeret i 8. klasse i 1. observationsperiode i forbindelse med introduktion til plastikforløbet:

Eleverne skal gruppevis udvælge fem ting blandt de hverdagsgenstande læreren har medbragt, som de tror er plastik, og undersøge eller sortere ved at røre, veje, bøje. De må ikke bruge internettet.

Elevgruppeopgave formuleret af læreren:

Hvad er plastik?

1. Optag et lille filmklip (maks. 1 min) der handler om plastik.
2. Skriv logbog – “du må skrive lige hvad du vil ...”.
3. Tag et foto af plastikforurening.

Elev 1: “Jeg ved ikke hvad en logbog er.”

Elev 2: “Hvad nu hvis vi siger noget forkert i videoen?”

Lærer A: “Det er jo det det hele går ud på ...”

Lærer A: “Slip hesten, I får ikke svar af mig. I skal være dem der opdager. Hvis det er forkert, er det kun fedt.”

Vejlederrollen tolkes her som værende meget åben, og de enkelte aktiviteter såsom logbogsskrivning stilladseres ikke af læreren. Ligeledes fortæller lærer C om sine overvejelser omkring rollen som vejleder:

“Jeg svarer på elevernes spørgsmål med et spørgsmål [...] Fordi så kommer de selv til at tænke. Og så sætter det gang i det undrende. [...] Det er dér det bliver rigtig godt fordi når de undrer sig over noget, så finder de også en motivation til at finde svar på den undring. [...] ... motivationen, det er bare nøglen i det her vejledning.” (Interview 2)

Lærer C argumenterer for at ved at benytte metoden med at stille modspørgsmål motiveres eleverne til at tage ejerskab for deres egen læreproces. I plastikforløbet som er beskrevet i ovenstående observation, medbringer lærer A forskellige hverdagsgenstande af forskellige plasttyper eller plastlignende materialer for at motivere eleverne.

En anden af Crawford's roller vi har identificeret, er den eksperimenterende rolle:

Lærer B: “Jeg har brudt hele min årsplan op. Altså, jeg har smidt halvdelen af min årsplan ud fordi det må komme på et senere tidspunkt [...] fordi de er motiverede for at være der [i plastemnet] lidt endnu.” (Interview 3)

Lærer A fortæller følgende om sine overvejelser:

Lærer A: "... jeg tænker det der er det allerallervigtigste for vores fag, det er anskuelighedsprincippet [her i betydningen at de konkrete fænomener er tilstede i undervisningen. Læreregens eget eksempel: dissektion af en gris]. Det vil sige alt af det anskuelighed vi kan proppe ind i vores undervisning. Det er også det, tror jeg ... det er der i øvrigt også evidens for, er det der bliver hængende. Det vil sige, jo mere anskuelig du kan være, jo nemmere har eleverne også ved at kunne huske det i en senere sammenhæng." (Interview 1)

Hensigten med vores projekt har været at understøtte udviklingen af den forskende og eksperimenterende rolle idet disse rummer større mulighed for at kunne reflektere over og udvikle sin egen undervisningspraksis sammenlignet med de øvrige roller. Ifølge Crawfords eksperimenterende rolle afprøver læreren andre måder at undervise på – i eksemplet fra plastikforløbet for at skabe autenticitet og motivere eleverne ved at inddrage genstande som de konkret kan relatere sig til.

Lærer B fortæller følgende om sine overvejelser omkring synet på elevernes læring:

Lærer B: "Jamen det er det vi skal til som lærere, at være anderledestænkende. At man ikke bare propper en hulens masse [faglig viden] ind i 7., og så kommer det andet [at kunne designe egne undersøgelser] bagefter. Fordi det har jeg været tilbøjelig til i hvert fald. At så kører man bare på, og der tror jeg man skal den anden vej rundt ..." (Interview 2)

Her ses et skifte i måden at beskrive sin egen rolle på, hvor læreren begyndende reflekterer over hvordan eleverne tilegner sig og udvikler naturfaglige kompetencer. Læreren nærmer sig dermed Crawfords forskende rolle som er kendetegnet ved dette.

I det efterfølgende vil vi anvende Riga et al.s (2017) kategorisering af de fire niveauer i lærernes stilladsering af elevernes læreproces til at systematisere og analysere lærernes udsagn om og refleksioner over egen undervisningspraksis i forløbet.

Gennem interviews og observationer har vi identificeret at nogle af lærerne har følgende syn på elevernes læring: De skal have det faglige indhold gennemgået af læreren før de kan arbejde selvstændigt med dette. Et eksempel på denne undervisningstilgang ses i følgende udsagn:

Lærer C: "Der er nogle grundting de skal have fysikmæssigt i 7. og 8., der gør at de tør at kaste sig ud i noget i 9. Altså, hvis de ikke bliver pejlet og guidet hele vejen i 7. og 8., så bliver det også svært for dem at komme ud i noget. Selvfølgelig sidder der nogle i 8. der godt selv kan finde på noget inden for rimeligheden, men alligevel, altså." (Interview 2)

Ved klasserumsobservation i observationsperiode 2 af lærer C's undervisning (vandforløbet) bliver det tydeligt at eleverne er vænnet til at arbejde med "køgebogsvejledte" naturfaglige aktiviteter hvor de skal bestyrke et allerede kendt princip. I et forsøg på at arbejde ud fra hvad Riga et al. (2017) betegner som kategorien *åben undersøgelse*, beder lærer C eleverne om at eksperimentere sig frem til "hvornår vand koger" og "hvornår is smelter". Da undersøgelsesspørgsmålene ikke er elevernes egne, og svarene allerede er kendte af eleverne, er de ikke motiverede for at gennemføre undersøgelserne. Dette observeres i klasseundervisningen hvor eleverne er meget støjende og optaget af andre ting, som eksempelvis deres mobiltelefoner. De største barrierer for elevernes læringsudbytte er dog at de ikke besidder kompetencerne til at designe deres egne undersøgelser. Dette observeres i undervisningen hvor eleverne ikke kan lave forsøgsopstillinger, anvende simpelt måleudstyr (termometer) samt ikke er klar over hvorfor og hvad de skal observere i løbet af undersøgelsen. Lærer C stilladserer ikke udvikling af elevernes undersøgelseskompetencer. Baggrunden for dette kommer til udtryk i følgende udsagn:

Lærer C: "Altså, jeg tænker der skal være noget fagligt begrebsverden først. Det kunne jeg godt tænke mig var et eller andet punkt i den der ring som IBSE-modellen [IBSE-model forfatterne har introduceret i forbindelse med fælles naturfagsdidaktisk oplæg] bygger op på. At de ligesom får opbygget først. Det er lidt ligesom at de får et fundament inden vi bygger huset. Det tænker jeg, det kunne man måske godt gøre lidt mere ud af. Bare sådan rent personligt." (Interview 3)

Tidligere nævnte observation omkring plastikforløbet viser i modsætning til ovenstående vandforløb at undervisningen er tilrettelagt ud fra kategorien *åben undersøgelse* hvor der observeres at eleverne genererer viden ud fra egne undersøgelser og data. Lærer A's syn på egen lærerrolle udvikles undervejs i plastikforløbet. Dette kommer endvidere til udtryk i mere generelle refleksioner over egen lærerrolle:

Lærer A: "Vi bruger alt for lidt tid på at snakke, jamen det her om dannelse og menneskesyn og tilgang, og hvad regner I med at få ud af det. Altså, hvad regner du rent faktisk med at de [eleverne] lærer når du står oppe ved tavlen og styrer dem igennem det hele? Eller hvad tror du der sker hvis du slipper? Eller føler du dig tilovers? Føler du dig som en dårlig lærer når det ikke er dig der styrer oppe ved tavlen? Sådan havde jeg det da i mange år da jeg var færdiguddannet, så synes jeg da jeg var en dårlig lærer hvis det ikke var mig der stod og skrev det hele og havde teten." (Interview 3)

Lærer A og B udvikler roller der nærmer sig forskende og eksperimenterende roller, hvorimod lærer C og D ikke ændrer deres undervisningspraksis eller deres syn på

elevernes læring i nær samme grad. Vi fandt at en enkelt af de undersøgelsesbase-rede lærings-situationer opfyldte Bells to kriterier for en IBSE-tilgang til læring (Bell et al., 2005): at eleverne skal besvare et undersøgelsesspørgsmål, samt at eleverne skal generere data som bruges i deres konklusion.

Et plastforløb – et eksempel på en åben undersøgelse

Forløbet var tilrettelagt i en 8.-klasse og havde en varighed på fem uger. Alle naturfagstimerne blev anvendt. Målet med forløbet var at eleverne skulle lære om produktion med bæredygtig udnyttelse af naturgrundlaget med særligt fokus på plastproduktion. Der var tale om et forløb organiseret som en *åben undersøgelse* hvor læreren definerede det overordnede emne: plast. Indledningsvis medbragte læreren forskellige hverdagsgenstande af forskellige plast- og plastlignende materialer for at fremme elevernes nysgerrighed. Det var elevernes opgave selv at formulere undersøgelsesspørgsmål ud fra deres undringer om det medbragte materiale. En gruppe elever blev eksempelvis optaget af hvilke plasttyper der findes, og hvordan de gennem egne undersøgelser kunne skelne mellem de forskellige plasttyper med henblik på efterfølgende sortering og genanvendelse. En anden gruppe af elever blev optaget af mere miljøvenlige plasttyper og undersøgte hvorledes de selv kunne fremstille disse plasttyper. Nogle af disse elever blev også optaget af hvordan forskellige plasttyper, herunder deres eget bioplast, blev nedbrudt. Eleverne anvendte logbøger til at fastholde deres undersøgelsesprocesser og indsamlede data. På baggrund af elevernes konklusioner på indsamlede data fremstillede en gruppe en sorteringsguide ud fra deres viden om forskellige plasttypers egenskaber. En anden gruppe konkluderede på baggrund af deres data hvilke anvendelsesmuligheder det elevproducerede plast havde, samt forskelle på nedbrydningstiderne. En sidste gruppe elever fremlagde på baggrund af deres data forskelle på nedbrydningstider af forskellig plast. Hele forløbet blev tilrettelagt ud fra de forskellige faser i det didaktiske værktøj hvor man organiserer forløbet i en opstarts-, en undersøgelses- og en opsamlingsfase; se eventuelt video for mere info: <https://youtu.be/54xUz3Ymwno>.

Eleverne arbejder med beskrivelse af data ifm. plastikforløbet. Vi har observeret at de øvrige elever i lærer D's undervisning hverken arbejder med undersøgelsesspørgsmål eller generering af egne data. I disse forløb er det således kun enkelte elementer fra en IBSE-tilgang til læring der sættes i spil.

Gennem analysen er det blevet tydeligt at de fire lærere har forskellig grad af elevinvolvering i deres undervisning. Det er vanskeligt for nogle af lærerne at arbejde med en *åben undersøgelses*-tilgang, især hvis de på forhånd udvælger et meget snæ-

vert fagligt indhold som kun åbner op for få undersøgelser, hvilket ses i vandforløbet. Omvendt kan denne tilgang også blive vanskelig hvis emnet bliver for bredt uden at læreren stilladserer undersøgelserne, som i plastikforløbet. Ligeledes bliver det tydeligt at nogle lærere udvikler deres didaktiske tænkning, herunder deres læringssyn og opfattelse af egen rolle i undervisningen.

Diskussion

Med udgangspunkt i forskningsprojektets fund vil vi i diskussionen inddrage aktuel debat og forskningsresultater for netop at fremhæve problemkredsens aktualitet.

I forbindelse med fokusgruppeinterviewene har de deltagende lærere italesat deres refleksioner over om det er muligt for deres elever at tilegne sig viden og færdigheder gennem egne naturfaglige undersøgelser. Tre ud af fire lærere udtrykte at den naturfaglige viden skal formidles af læreren som forudsætning for at eleverne kan udføre hvad der svarer til Riga et al.s kategori fire, *åbne undersøgelser*. I et debatindlæg omhandlende den fælles naturfagsprøve citeres 12 naturfagslærere fra Bagsværd Kostskole og Gymnasium for følgende: *“Det er frygtelig naivt at tro, at vi mennesker kan være helt vildt kreative og tværfaglige, når vi kun lige er begyndt at lære nogle fag at kende”* (Politikens Skoleliv, 2018 12 lærere: Den fælles naturfaglige prøve svækker fagligheden). Dette korresponderer med lærer C's udtalelse om *“faglig begrebsverden først”* inden eleverne har kompetencer til at arbejde undersøgende. Denne opfattelse gør sig med andre ord også gældende på andre grundskoler i Danmark (Rambøll, 2018).

Minner, Levy og Century (2010) viser i deres forsknings syntese at eleverne tilegner sig den samme naturfaglige viden når de arbejder undersøgelsesbaseret, som ved en mere traditionel naturfagsundervisning hvor læreren gennemgår fagligt indhold som efterfølgende efterprøves gennem elevernes eksperimenter. Det viser netop at elever der arbejder undersøgelsesbaseret, også lærer selv at udtænke undersøgelsesdesign og konkludere på baggrund af egne data. Der er således forskningsmæssigt belæg for at en IBSE-tilgang fremmer de kompetencer som efterspørges i naturfagsprøven og i formålet for naturfagene. Dette underbygges også i Rambølls statusnotat:

“Bemærkelsesværdigt er det, at næsten 40 pct. af eleverne svarer, at de vurderer, at de lærte mere i de fællesfaglige forløb end i de timer, hvor undervisningen var organiseret som enkeltfaglige lektioner.” (Rambøll, 2018, s. 62)

I samme statusnotat fremgår det, at *“Det er det overordnede indtryk, at undervisningen i fysik/kemi, biologi og geografi er kendetegnet ved en relativt klassisk organisering, hvor læreroplæg er dominerende”* (Rambøll, 2018, s. 1). Ligeledes bliver vægtningen af elevernes naturfaglige kompetencer i forbindelse med prøven beskrevet således:

“Eleverne byder ikke selv ind med pointer eller kommentarer af metodisk art. Dette bliver så forstærket af, at eksaminator/censor kun undtagelsesvist stiller kritiske spørgsmål til undersøgelsesdesign, metoder og principper.” (Rambøll, 2018, s. 54)

Det tyder på at elevernes undersøgelseskompetencer ikke er en del af lærernes bevidsthed og læringssyn, både i forhold til den daglige undervisningspraksis, men også i forbindelse med prøvegrundlaget. Vores forskningsprojekt indikerer dog at læreres læringssyn kan udvikles gennem fælles refleksion over undervisningspraksis. Dette bliver tydeligt under fokusgruppeinterviewene hvor lærer A ændrer sine udtalelser om sit læringssyn undervejs. Under det første interview giver han udtryk for stor skepsis over for faglige enkeltområder der ikke længere bliver tilgodeset i forbindelse med den nye naturfagsprøve: *“Og derfor tænker jeg at det er megavigtigt at kompetencerne bliver opøvet hver for sig for sidenhen at blive samlet”* (Interview 1). Hvorimod han i det afsluttende interview 3 udtaler at han har brudt hele sin årsplan op for at skabe tid og rum til elevernes egne undersøgelser og fordybelse i disse. Gennem forskningsprojektet kan vi dermed se tegn på at der er sket en udvikling i lærernes didaktiske tænkning, hvilket kommer til udtryk i den måde de formulerer sig på under fokusgruppeinterviewene. I vores optik begrunder vi denne udvikling ud fra vores rammesætning, den tidsmæssige varighed på fire måneder og kontinuiteten i forhold til den fagdidaktiske diskussion hvor særligt den fælles refleksion i forbindelse med fokusgruppeinterviewene har haft betydning for udvikling af lærernes naturfagsdidaktiske tænkning, hvilket underbygges af lærernes udtalelser:

Lærer A: “... men interviewene og refleksionen over hvad vi gør, den gør altså noget. Og rummet til at tale i ... Det skulle jo foregå hele tiden. Altså, vi bruger så meget tid på planlægningen, og [...] vi bruger alt for lidt tid på det her. Vi bruger alt for lidt tid på at snakke, jamen det her om dannelse og menneskesyn og tilgang, og hvad regner I med at få ud af det.” (Interview 3)

Det er centralt at påpege at væsentlige ændringer i læreres opfattelser af deres egen lærerrolle, og hvordan elever lærer, kræver tid og kritisk refleksion over egen praksis. Ifølge Harlen (2011) viser forskning at 80 timers efteruddannelse inden for en undersøgelsesbaseret tilgang til undervisning er nødvendig for at udvikle disse didaktiske kompetencer.

Konklusion

Vi kan konkludere at der blandt naturfagslærere stadig er stor fokus på den faglige viden i naturfagsundervisning og ikke i så høj grad på udvikling af elevernes færdig-

heder. Dette kommer til udtryk i vores forskningsprojekt når lærerne udtrykker at eleverne skal have faglig viden før de kan undersøge et fagområde, og dermed tænker at eleverne ikke af sig selv kan tilegne sig ny viden gennem egne undersøgelser. Dette er på trods af at der med implementeringen af den fælles naturfagsprøve og kompetencemålstænkning i fagene lægges op til at naturfagslærere reflekterer over deres egen rolle og deres læringssyn i forhold til elevernes læring.

Gennem forskningsprojektet er der tegn på at naturfagslærerne udvikler deres didaktiske tænkning. Det er i den forbindelse væsentligt at påpege at dette kun er tegn på udvikling, og at det kræver et længere tidsmæssigt forløb hvis der skal ske betydelige ændringer i lærernes didaktiske tænkning.

Hensigten med forskningsprojektet var at naturfagslærerne anvendte en IBSE-tilgang til undervisningen hvor eleverne skal tilegne sig ny viden gennem egne spørgsmål og undersøgelser. De lærere der lykkedes med at implementere denne tilgang, udtalte efterfølgende at eleverne var i stand til at foretage egne naturfaglige undersøgelser og dette endda med en højere grad af selvstændighed end forventet.

Den måde forskningsprojektet er tilrettelagt på, hvor det fokuserede, systematiske arbejde forløber i vekselvirkning mellem fagdidaktiske oplæg, praksisafprøvning og fælles refleksion (fokusgruppeinterviews) giver mulighed for at lærere udvikler didaktisk tænkning og deres forskellige roller i en undersøgelsesbaseret undervisning. Med afsæt i dette er det muligt at udvikle elevernes kompetencer i forhold til den fælles naturfagsprøve.

Litteratur

- Albrechtsen, T.R.S. & Qvortrup, A. (2017). *Undersøgelsesbaseret undervisning – et review af nyere forskningslitteratur fra et alment didaktisk perspektiv*. Lokaliseret den 19. december 2018 på: <https://www.emu.dk/sites/default/files/Forunders%C3%B8gelsesrapport%20delrapport%201%2C%20almen.PDF>.
- Artigue & Blomhøj. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45(6).
- Astra (2017). *Krydsfelt Syd*. Lokaliseret den 17. august 2018 på: <https://astra.dk/projekter/krydsfelt-syd>.
- Bell, R.L., Smetana, L. & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72, 30-33.
- Bevins, S. & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Binau, C.F. (2016) Fælles prøve som katalysator for fællesfaglig undervisning. *MONA 2016-1*, s. 36-50. Lokaliseret den 31. august 2018 på: <https://tidsskrift.dk/index.php/mona/article/viewFile/72235/129448>.

- Brickman, P., Gormally, C., Armstrong, N. & Hallar, B. (2009). Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3.
- Crawford, B.A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37.
- Halkier, B. (2015). Fokusgrupper. I: Brinkmann, S. & Tanggaard, L. (red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (s. 137-151, 2. udg.). København: Hans Reitzels Forlag.
- Harlen, W. (2011). Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning. *MONA* (3), s. 46-70. København: MONA.
- Harlen, W. (2013). *Assessment and Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*. Trieste: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP). Lokaliseret den 19. december 2018 på: www.interacademies.net/activities/projects/12250.aspx.
- Harlen, Guldager & Auning (2015). *Inquiry i naturfagsundervisningen*. Haderslev: Fibonacci Project.
- Launsø, L., Rieper, O. & Olsen, L. (2017). *Forskning om og med mennesker – forskningstyper og forskningsmetoder i samfundsforskning* (7. udg.). København: Munksgaard.
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Politikens skoleliv (2018). *12 lærere: Den fælles naturfaglige afgangsprøve svækker fagligheden*. Lokaliseret den 17. august 2018 på: <https://skoleliv.dk/debat/art6578050/Den-f%C3%A6lles-naturfaglige-afgangspr%C3%B8ve-sv%C3%A6kker-fagligheden>.
- Rambøll (2018). *Statusnotat. Evaluering og følgeforskning. Indførelse af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning for undervisningens form og indhold*. Lokaliseret den 31. august 2018 på: <https://uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/180319-statusrapport-faelles-naturfagsproeve.pdf>.
- Retsinformation (2018). *Bilag 1. Folkeskolens prøver*. Lokaliseret den 17. august 2018 på: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=198165#id02aeac66-d650-42bf-a7c7-bf83b1358740>.
- Riga, F., Winterbottom, M., Harris, E. & Newby, L. (2017). Inquiry-Based Science Education. I: K.S. Taber & B. Akpan (red.), *Science Education: An International Course Companion* (s. 247-261). Rotterdam: Sense Publishers.
- UVM (2018) *Vejledning til folkeskolens prøver i fagene fysik/kemi, biologi og geografi – 9. klasse*. Lokaliseret den 31. august 2018 på: [file:///Users/auning/Downloads/181029-Naturfag-faelles-proeve-proevevejledning-FP9%20\(1\).pdf](file:///Users/auning/Downloads/181029-Naturfag-faelles-proeve-proevevejledning-FP9%20(1).pdf).

English abstract

Based on a qualitative research project, the article covers whether implementation of an inquiry-based approach to learning (IBSE) promotes the development of didactic thinking of science teachers, thus contributing to the development of pupils' skills in relation to the interdisciplinary science exam in lower secondary. Based on observations and focus group interviews with four science teachers in an elementary school lower secondary, it is concluded that science teachers mainly focus on the subject matter knowledge in their science teaching, and not to the same extent on the development of students' inquiry skill and learning about the nature of science.

Redskab til analyse af integreret naturfag



Christina Frausing Binau,
Astra



Dorte Salomonsen,
Astra

Abstract: Artiklen tilbyder et redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner og foreslår dermed et fælles sprogbrug omkring integreret naturfag, som ellers er et kært barn med mange navne. Vi skitserer således først opbygningen af redskabet og dets teoretiske baggrund. Herefter viser vi hovedrids af de indsigter, vi via redskabet har opnået om Irlands og Norges erfaring med integreret naturfag. Endelig foreslår vi redskabets sprog og modeller brugt i den danske diskurs omkring integreret naturfag og naturfagslæreplaner.

Der er brug for et analyseredskab

Temanummeret MONA 2018-4 sætter fokus på fagligt samspil i naturfag (Dolin, 2018). Det er tydeligt at der fortsat er masser af debat og synspunkter om hvad fagligt samspil er, og hvad det gør godt for. Der hersker mange mulige forståelser af hvad fællesfaglig, tværfaglig, integreret naturfag og endda STEM dækker over. Vi ønsker at bidrage til transparens og struktur i det ellers noget uigennemsigtige og diffuse felt omkring fagligt samspil i naturfag.

Med artiklen søger vi derfor at kaste lys over *integreret naturfag* der i denne sammenhæng forstås som et skolefag der bl.a. kombinerer faglige indholdselementer der ellers undervises i fagopdelt. Overordnet set indeholder artiklen tre ting:

Et redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner

En analyse af hvilke erfaringer vi i dansk kontekst kan drage nytte af fra Irlands og Norges integrerede naturfag

Et forslag om brug af redskabet til at skabe struktur og transparens i den danske diskurs om udvikling af naturfagslæreplaner i integreret retning.

Med præsentationen af analyseredskabet som vi kalder *redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner* (RAIN), knytter vi an til det definitionsproblem som Czerniak pointerer: Begreberne som bruges omkring fagintegration, er ikke entydige og konsensusprægede (Czerniak, 2007). Så når den ene taler varmt for fællesfaglighed

og i virkeligheden mener dét en anden definerer som flerfaglighed, så risikerer vi at de taler forbi hinanden. Her er det vores håb at vores analyseredskab bidrager med at tydeliggøre og skelne mellem en række vigtige aspekter omkring det faglige samspil i naturfag – og dermed samtidig bidrager til at opbygge en fælles sprogbrug herom.

Metode

Artiklen bygger på vores masterafhandling *Integreret naturfag i Danmark?* i forbindelse med vores master i scienceundervisning (Binau & Salomonsen, 2018).

Til indsamling af empiridata valgtes et casestudie i et komparativt design hvor Irland og Norge udgør de to cases. I disse to lande har vi analyseret læreplaner for integreret naturfag på ISCED 2-niveau svarende til grundskolens 7.-9. klassetrin i Danmark. De to cases er belyst dels gennem desk research og dels gennem interviews. Desk research omfattede nationale strategier for læreplansfornyelse, aktuelle og tidligere naturfagslæreplaner, evalueringer og statusrapporter samt politiske styredokumenter og endvidere nationale anbefalinger og strategier for naturfagsundervisningen. For hver af de to cases gennemførte vi interview med en udvalgt nøgleperson i det pågældende land. I Irland var informanten Dr. Anna Walshe, Education Officer ved National Council for Curriculum and Assessment, Dublin, og i Norge var informanten Merethe Frøyland (MF), dr. scient. i naturfagsdidaktik og leder af Naturfagsenteret – Nasjonalt senter for naturfag i opplæringa, Oslo.

Interviewene blev gennemført som individuelle, semistrukturerede interviews baseret på den kvalitative metode beskrevet af Brinkmann & Kvale (2015). Interviewguides samt resultater kan findes i afhandlingens bilag. Data er valideret af tre omgange af informanterne: Dels har de valideret resultaterne af desk research, dels vores synteser af interviews, og dels har de kvalificeret eventuelle uoverensstemmelser mellem desk research- og interviewsynteser.

Redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner

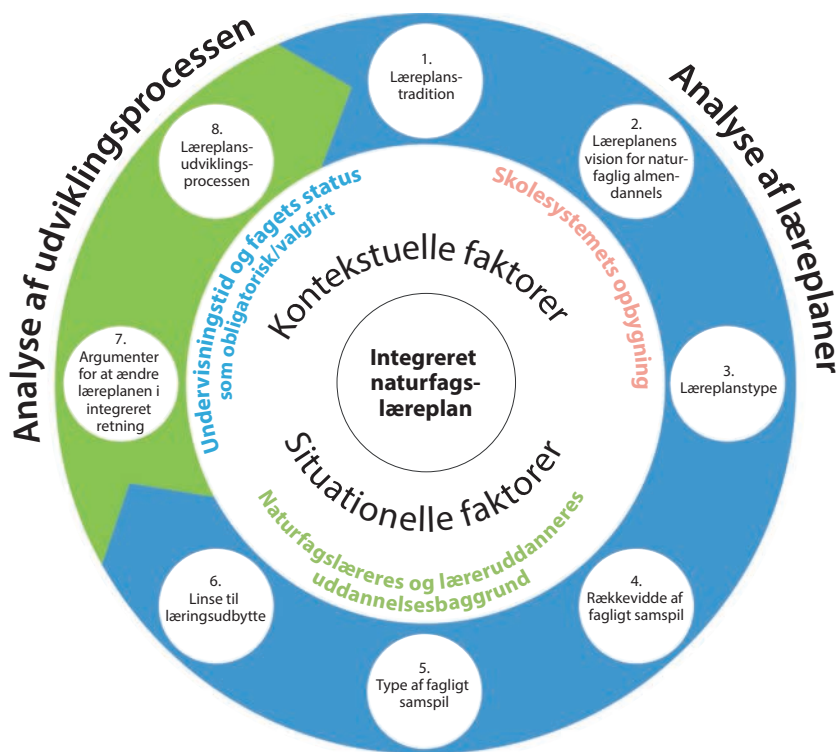
Vores analyseredskab har til formål at etablere en vidensbaseret oversigt over de elementer der indgår i udviklingen og etableringen af et integreret naturfag. Herved opbygges også et fælles sprog om integreret naturfag som muliggør en konstruktiv dialog mellem forskellige interessenter.

Vi finder anvendelse for analyseredskabet i forbindelse med tre ærinder:

1. For at forstå litteraturen om integreret naturfag
2. For at udlede erfaringer fra andre landes naturfagslæreplaner
3. For at bruge det som strukturerende værktøj i diskussionen om integreret naturfag i Danmark.

Analyseredskabet består af otte dimensioner som ses i de nummererede cirkler i RAIN-modellen (figur 1). De første seks dimensioner, der omgives af den blå del af rammen i RAIN-modellen, handler alle om selve *læreplanen* der ønskes analyseret. De to sidste dimensioner med grøn indramning drejer sig om den *udviklingsproces* læreplanen er resultat af. I den store cirkel i modellens midte stilles skarpt på de kontekstuelle og situationelle faktorer der påvirker en integreret naturfagslæreplan, og som derfor er værd at få frem i lyset.

I Binau & Salomonsen (2018, s. 37-44) er alle dimensioner samt kontekstuelle faktorer i modellen omsat til skemaer som man kan krydse af i eller udfylde hvis man i praksis vil bruge redskabet.



Figur 1. Model af redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner (RAIN). Redskabet består af otte dimensioner, tre kontekstuelle faktorer samt relevante situationelle faktorer. Alle dimensioner er udformet til analyse af integrerede læreplaner, og dimension 7 og 8 er desuden særligt målrettet analyse af udviklingsprocessen.

Typer af fagligt samspil – dimension 5

Vi bruger Klausens term *fagligt samspil* (Klausen, 2011) når vi belyser integreret naturfag.

Både i dansk sammenhæng og internationalt har forskellige teoretikere givet deres bud på en systematik inden for fagligt samspil som således søger at imødekomme Czerniaks “definitionsproblem”. Dette er samlet i tabel 1.

Jantschs første niveau *multidisciplinarity* oversætter Lindvig & Ulriksen (2016) til “mangefaglighed”, men vi har valgt at bruge betegnelsen “opdelt faglighed” for at understrege den begrænsede kontakt mellem fagene.

Type af fagligt samspil			
Styrende for fagligt samspil	Jantschs betegnelse ifgl. Lindvig & Ulriksen (2016)	Kleins betegnelse ifgl. Lindvig & Ulriksen (2016)	Klausens betegnelse (2011)
Fag	Multidisciplinarity	Multidisciplinarity	Opdelt faglighed
	Crossdisciplinarity*		Støtte-Faglighed
	Pluridisciplinarity*		Fler-Faglighed
Sag	Interdisciplinarity	Interdisciplinarity	Fælles-faglighed /tværfag-ighed
	Transdisciplinarity	Transdisciplinarity	Overskridende faglighed

Tabel 1. Fagligt samspil. Taksonomi over type af fagligt samspil fra Klausen (2011) sammenstillet med niveauerne i Jantsch og Klein bearbejdet efter Lindvig & Ulriksen (2016) samt Gresnigt, Taconis, van Keulen, Gravemeijer & Baartman (2014). * I Jantschs oprindelige inddeling udgør pluridisciplinarity niveau 2, og crossdisciplinarity niveau 3, men vi har valgt at gengive dem i

I grundskolesammenhæng i Danmark vurderer vi at det giver mening at operere med Klausens betegnelser, som vi i tabel 1 har fremhævet med grøn baggrundsfarve. Vi er bevidste om at grundskolebrugen af termerne kan være anderledes end gymnasiebrugen. I Klausens terminologi optræder fællesfagligt og tværfagligt sammen; skråstregen indikerer at de skal forstås synonymt. Herfra anvender vi termen "fællesfaglig".

Vi tilslutter os Dolins pointering af den væsentlige skelnen mellem Kleins begreber multi- og interdisciplinarity (Dolin, 2018), da det er her centreringen mod hhv. fag og sag som omdrejningspunkt for undervisningen viser sig.

Type af fagligt samspil		
	Kendetegn jf. Klausen (2011), iflg. Lindvig & Ulriksen (2016) samt egen bearbejdelse	Kendetegn ift. læringsmål i forb. m. undervisningen (inspireret af Gresnigt et al. (2014) samt egen bearbejdelse
	En vifte af forskellige fag som lærerne ikke eksplicit skaber opmærksomhed på sammenhænge mellem	For en given undervisning formulerer lærerne separate læringsmål for hvert enkelt fag
	Ét fag definerer opgaven og besvarer den. Andre fag løser forudbestemte delopgaver	
	Flere fag arbejder parallelt med at belyse forskellige aspekter af et emne	
	Fælles problemstilling for forløbet. Erkendelsesmæssig synergieffekt. Der trækkes på indhold, metoder m.m. fra de enkelte fag	Fælles læringsmål formuleret af lærerne baseret på fagenes mål
	De enkeltfaglige kriterier træder i baggrunden eller ændres	Fælles læringsmål formuleret af lærerne på tværs af fagområder. Læringsmålene tager primært udgangspunkt i problemstillinger fra den virkelige verden og er elevorienterede

omvendt rækkefølge idet vi vurderer det passer bedst sammen med Klausens kategorier. I øvrigt registrerer vi at de forskellige begreber der anvendes om multi-, cross- og pluridisciplinarity, bruges anderledes i fx Dolin og Goddixsen (2017). I venstre kolonne har vi yderligere angivet om det primært er fag eller sag der er styrende for det faglige samspil.

Rækkevidde af fagligt samspil – dimension 4

Fra Blum (1991) henter vi inspiration til en sprogbrug om hvor langt det faglige samspil rækker ud. Blum opdeler denne rækkevidde (eng. *scope*) i seks kategorier som vi har oversat og sammenstillet i figur 2.

Rækkevidde af fagligt samspil <i>Samspillet er...</i>					
Mellem discipliner, fx botanik og zoologi	Mellem relaterede naturfag, fx fysik og kemi	Mellem et eller flere naturfag og matematik	Mellem et eller flere naturfag og naturvidenskab i anvendelse	Mellem et eller flere naturfag og samfundsfag	Mellem et eller flere naturfag og alle andre fag
Inden for S	S	SM	ST, STE, STM, SE eller STEM	S + samfundsfag	S + andre fag

Figur 2. Rækkevidde af fagligt samspil. Vores tolkning af Blums fjerde kategori mellem naturfag og anvendt naturfag og teknologi er at kategorien kan omfatte forskellige kombinationer af naturfag med engineering og/eller teknologi samt evt. matematik. S = science (her i forståelsen naturfag), T = teknologi, E = engineering og M = matematik. Vi er bevidste om at det engelske ord "science" kan rumme andre betydninger end vi i dansk sammenhæng forstår ved "naturfag", men det afgrænser vi os fra at gå dybere ind i i denne sammenhæng.

To visioner for naturfaglig almindelse – dimension 2

Udover det åbenlyse indhold en læreplan omfatter, findes også en underliggende betoning (eng. *emphasis* (Roberts, 2015)) der direkte eller indirekte kommunikerer hvad det vigtige ved naturfag er, og hvorfor det er vigtigt at lære dette.

Som Dolin (2018) også redegør for, kan disse betoningerne ifølge Roberts komme til udtryk i læreplaner i to såkaldte visioner (vision I og vision II) for naturfaglig almindelse (på dansk Krogh & Andersen, 2017; på engelsk som *Scientific literacy*, Roberts, 2007) som vi udfolder som:

Vision I: Kig indad *mod* naturvidenskab.

Vision II: Kig udad *mod* verden *med* naturvidenskab.

I tabel 2 har vi opstillet en række indikatorer på hhv. vision I og II som læreplaner kan rumme og sigte mod. Opstillingen af indikatorer er vores bud på en konkretisering af hvad der er tegn på vision I og II, og den har rod i vores forståelse af forskningslitteratur på området (Roberts, 2007; Roberts, 2015, og Krogh & Andersen, 2017). For uddybning af begrebet *scientific literacy*, se Dolin (2018).

	Tegn på vision I: Kig indad mod naturvidenskab	Tegn på vision II: Kig udad mod verden med naturvidenskab
Indikatorer	Læreplanen rummer og sigter fx mod: A. Forståelse af udvikling af naturvidenskabelig erkendelse (NoS) B. Naturvidenskabelige arbejdsmetoder C. Korrekt brug af fagsprog D. Færdigheder i at udøve naturvidenskab E. Viden om naturvidenskab	Læreplanen rummer og sigter fx mod: A. Forberedelse til elevers videre liv (livsduelighed) B. Relation til samfundet, fx via problemstillinger med naturvidenskabeligt indhold (SSI) C. Problemløsning (fx engineering) D. Kritisk forholden sig (fx til kilder) E. At sætte sin naturfaglige viden og færdigheder i spil F. Refleksion, beslutning og handling på et naturvidenskabeligt grundlag (herunder NoS, naturvidenskabeligt fagsprog, viden og færdigheder)
Opsummering (tilpasset efter Krogh & Andersen, 2017)	<i>Almendannelsesforståelse som peger indad mod faget og udfoldes i faget</i>	<i>Almendannelsesforståelse som peger ud mod samfund og medborgerskab</i>

Tabel 2. Indikatorer på Vision I og II. Indikatorer på hhv. vision I og vision II for naturfaglig almindelse i en læreplan. NoS = Nature of Science.

Roberts betragter vision I og II som yderpunkter i et kontinuum (Roberts, 2007). Vi forstår det således at vision II sagtens kan rumme aspekter af vision I: Fx at eleverne kender til naturvidenskabelige arbejdsmetoder, anvender korrekt fagsprog samt viden om naturvidenskab. Det er indeholdt i det at eleverne reflekterer, beslutter og handler på et *naturvidenskabeligt* grundlag. Derimod rummer vision I i Roberts' (2007) forståelse ikke de aspirationer om at kunne anvende naturvidenskab til at forstå og behandle samfundsrelaterede problemer der karakteriserer vision II.

Linser til evaluering af integreret naturfag – dimension 6

Når der er tale om integreret naturfag, så afspejler alle evalueringsformater ikke nødvendigvis det fulde læringsudbytte der kan forventes. Tests kan fx have begrænsninger i forhold til evaluering af problemløsnings- og undersøgelseskompetencer, bl.a. kritisk tænkning, samarbejde, kommunikation og kreativitet. På samme måde som Czerniak pegede på et "definitionsproblem", har Rennie, Venville og Wallace defineret et "målingsproblem" der handler om hvor godt evalueringsformaterne er i overensstemmelse med formålet med naturfag. Hvis de evalueringsformater der an-

vendes, er designet til at evaluere fagopdelt undervisning og primært måler på viden, mangler der sammenhæng mellem læreplanens mål, den gennemførte undervisning og evalueringen (Rennie et al., 2012).

Rennie og kollegerne har den pragmatiske tilgang til målingsproblematikken at fagligt integreret undervisning vil omfatte både enkeltfaglige elementer (fx elektricitet og kredsløb) og elementer der går på tværs af fag (fx undersøgelseskompetence), og at de anvendte evalueringsformater skal kunne indfange begge dele (Rennie et al., 2012).

Rennie, Venville og Wallace introducerer begrebet "linser" til at vurdere elevernes læringsudbytte af en given undervisning. Deres pointe er at hvis læringsudbyttet kun vurderes med den faglige linse eller det nogle vil betegne som det *fagfaglige*, synliggøres de andre former for læringsudbytte ikke. Udfaldet af vurderingen af læringsudbyttet afhænger i høj grad af hvilken linse der anvendes, og valget af evalueringsformer vil være tegn på hvilke læringslinser der prioriteres. Forfatterne opererer med en tredeling af linser: *Faglig linse*, *integreret linse* samt *kilde-til-viden-linse* (Rennie et al., 2012) hvoraf vi kun går videre med de to første da den tredje mere er aktuel i lærerens daglige dialog med eleverne end i national evaluering. Til gengæld har vi tilføjet en *affektiv linse* med inspiration fra flere forfattere, bl.a. Hurley (2001) og Gresnigt et al. (2014). Disse uddyber ikke hvordan det affektive udbytte konkret skal evalueres, men vi foreslår at der kan hentes inspiration i Krathwohls affektive taksonomi (Dolin, 2017, s. 272-273). Linserne uddybes i tabel 3.

Hvilken tradition læreplanen udspringer af – dimension 1

Et bredt udsnit af forskningslitteratur som bl.a. bygger på Hopmanns arbejde (Schnack, 2000), skitserer to overordnede traditioner inden for didaktik: Didaktiktraditionen og curriculumtraditionen (Schnack, 1987; Schnack, 2000; Nielsen i Hansen & Skovmand, 2011; Krogh, 2013; Krogh et al., 2016; Woolnough, 2015, og Fensham, 2015). I de respektive traditioner kan læreplanen som styringsmekanisme variere: Når vi fx taler om de angloamerikanske læreplaner, er rækkevidden af styringen helt ud i undervisningen mere omfattende end i Danmark der i lighed med de andre skandinaviske lande har rammelæreplaner der skal fortolkes (Paulsen, 2003).

Danmark hører oprindeligt hjemme i didaktiktraditionen. Ikke desto mindre har den uddannelsespolitiske udvikling ført os tættere på curriculumtraditionen, fx hvad angår dokumentation af effekt og hele læringsmålsstyringen (Krogh et al., 2016). Vi mener derfor det er relevant med en mellemting mellem de to traditioner som vi kalder "didakticum". Vi har med udgangspunkt i ovenstående litteratur udviklet en række tegn vi kan kigge efter i en læreplan når vi skal karakterisere hvilken tradition den er rundet af. Dette fremgår af tabel 4.

Læringslinse	Reference	Forklaring	Hvilke evalueringsformer lægger læringslinserne op til?
Faglig linse	Rennie et al. (2012)	Viden om fænomener, begreber, lovmæssigheder fra de enkeltfag der indgår	Standardiseret test for viden samt forståelse af faglige koncepter
Integreret linse	Rennie et al. (2012)	Evne til at trække på og forbinde faglighed fra forskellige fag; viden om hvordan man gør noget, problemløsning	Praktisk, fællesfaglig prøve med udgangspunkt i fx case, problem eller fællesfagligt tema
Affektiv linse	Ross & Hogaboam-Gray, 1998, samt Hargreaves et al., 2001, begge i Rennie et al. (2012); Hurley (2001); Gresnigt et al. (2014)	Elevengagement, entusiasme, interesse, indstilling, oplevelse af relevans, samarbejde, kommunikation	Lokal evaluering af projektarbejde i grupper enten i daglig undervisning eller i en prøvesituation

Tabel 3. Læringslinser. Oversigt over mulige "læringslinser" bearbejdet efter Rennie et al. (2012) med inspiration fra bl.a. Ross & Hogaboam-Gray (1998) samt Hargreaves et al. (2001), begge i Rennie et al. (2012), Hurley (2001) samt Gresnigt et al. (2014). Desuden vores egen tilføjelse af mulige evalueringsformer.

	Tegn på didaktiktradition	Tegn på "didakticulum"	Tegn på curriculum-tradition
Læreplanens formål	Dannelse er at finde i formål	Både dannelse og uddannelse er at finde i formål	Formålet er overvejende uddannelse
Læreplanens mål	Løse mål (der skal fortolkes)	Mål der skal omsættes	Ret eksakte mål (der ikke skal fortolkes)
Læreplanens indhold	Vejledende indhold	Noget indhold er centralt fastlagt, mens andet er vejledende	Fastlagt pensum
Undervisningsform	Undervisningsform kan være foreslået	Vejledende og ikke-bindende undervisningsform er angivet	Bindende retningsanvisning vedrørende undervisningsform
Evalueringsform	Overvejende decentral vurdering af elevernes læringsudbytte udført af læreren	Der kan både være decentral vurdering af læringsudbytte og centralt styrede tests og eksaminer samt internationale tests	Centralt og decentralt styrede tests og eksaminer samt internationale tests

Tabel 4. Læreplanstraditioner. Tegn på læreplanstradition inspireret af Schnack, 1987; Schnack, 2000; Nielsen i Hansen & Skovmand, 2011; Krogh, 2013; Krogh et al., 2016; Woolnough, 2015, og Fensham, 2015. I tabellen skelnes mellem didaktiktradition og curriculumtradition samt foreslås et nyt begreb, "didakticulum", som en mellemting mellem disse læreplanstraditioner.

Hvilken type læreplan der er tale om – dimension 3

Til at komme et spadestik dybere i naturfagslæreplaner har vi i lighed med Dolin (2018) brugt Bernsteins begrebsapparat om læreplaner fra 1975.

Som Dolin også redegør for, skelner Bernstein mellem to typer læreplaner: Hvor indholdet af et fags læreplaner er velafgrænset fra andre læreplaner, taler han om en læreplan af typen *collection* (fagopdelt læreplan), og hvor indholdet forholder sig mere åbent til andre områder, kalder han læreplanen for *integrated type* (integreret læreplan). Det er karakteristisk for fagopdelte læreplaner at de har stærk klassifikation, mens integrerede læreplaner har svagere klassifikation. Klassifikation refererer til hvor stærke grænser der opretholdes mellem fag. Ved stærk klassifikation er der en skarp afgrænsning af et fags indhold fra andre fag, mens indholdet ved svag klassifikation er overlappende eller mindre velafgrænset fra andre fag.

Ud over klassifikation opererer Bernstein med begrebet rammesætning (eng. *frame*) til at karakterisere et fags læreplan. Rammesætning refererer til lærerens frihedsgrader til at tilrettelægge undervisningens indhold og form, herunder at give eleverne med-

indflydelse. Stærk rammesætning indebærer begrænsede valgmuligheder for læreren fordi indhold og form er fastsat af læreplanen. Derimod giver svag rammesætning en større vifte af valg, herunder lærerens muligheder for at tilbyde elevmedbestemmelse, som vi skitserer i tabel 5. Klassifikation og rammesætning kan variere uafhængig af hinanden (Bernstein, 1975).

Læreplans-type	Klassifikation	Rammesætning	Karakteristika
Fagopdelt læreplan	Stærk klassifikation	Stærk rammesætning	Læreplanens indhold er velafgrænset fra andre fag og foreskriver undervisningens indhold
		Svag rammesætning	Læreplanens indhold er velafgrænset fra andre fag. Læreren har frihedsgrader til at tilrettelægge undervisningens indhold og organisering, herunder at give eleverne medindflydelse
Integreret læreplan	Svag klassifikation	Stærk rammesætning	Læreplanens indhold er integreret på tværs af flere faglige discipliner og foreskriver undervisningens indhold
		Svag rammesætning	Læreplanens indhold er integreret på tværs af flere faglige discipliner. Læreren har frihedsgrader til at tilrettelægge undervisningens indhold og organisering, herunder at give eleverne medindflydelse. Indhold og elevernes læringsvej styres ofte af problemstillingen eller sagen

Tabel 5. Læreplanstyper. Karakteristika ved forskellige læreplanstyper bearbejdet efter Bernstein (1975).

Afhængigt af et lands læreplanstradition, som redegjort for i forrige afsnit, vil der være forskellig praksis for hvor foreskrivende læreplanen er for undervisningen. Det kan udtrykkes som enten stærk eller svag rammesætning. Bemærk at uanset om en læreplan er fagopdelt eller integreret, kan den være enten stærkt eller svagt rammesat og således levne lærerne forskellige frihedsgrader.

Argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning – dimension 7

Begrundelserne for at vælge at udarbejde en integreret naturfagslæreplan fremfor en fagopdelt er mange og meget forskelligartede. Brown udarbejdede i 1977 et system til at klassificere argumenter for en integreret naturfagslæreplan. Hun opererede med følgende kategorier som vi har oversat og tilpasset danske forhold:

Argumentets nr. og navn	Argument jf. Brown (1977)	Eksempler
1. Samfunds-krav	Samfundsmæssige krav til ud-komme af undervisningen	Rekrutteringsbehov
2. Ressourcer	Forhold vedrørende ressourcer	Tid, udstyr, lokaler, undervisnings-materialer, lærere m.m.
3. Uddannel-sespolitik	Politiske rammer	Nationalt testsystem, generel ud-dannelsespolitik, pædagogiske strømninger
4. Læring	Forhold der sikrer effektiv læring hos eleverne	Motivation, interesse
5. Undervis-ning	Forhold der sikrer effektiv under-visning	Lærerkompetencer og -interesser
6. Naturfags natur	Forhold der har at gøre med natur-fagene selv	Synspunkt om at naturvidenska-bernes genstandsfelt (verden) er en helhed som derfor kan belyses gen-nem en helhedsoptik

Tabel 6. Browns argumentklassifikation. Argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning bearbejdet efter Brown (1977).

Brown (1977) har den interessante observation at der ser ud til at være forskel på hvilke af argumenterne hhv. lærere og læreplansudviklere lægger vægt på. Mens begge grupper finder *uddannelsespolitik* og *læring* væsentligt, lægger lærere ifølge Brown særlig vægt på argumenter omkring *ressourcer* og *undervisning*, mens læreplansudviklere prioriterer argumenter vedrørende *samfundskrav* samt *naturfags natur*. Hun peger på at den manglende overensstemmelse kan have betydning for hvor succesfuldt en given læreplan vil blive implementeret.

Argumenterne genfindes dels i forskningslitteraturen (bl.a. Blum, 1991; Czerniak & Johnson, 2014; Hurley, 2001) og dels i begrundelserne for reform af læreplaner (Wei, 2009; Bohm et al., 2017).

Læreplansudviklingsprocessen – dimension 8

Når man interesserer sig for en integreret naturfagslæreplan, er den udviklingsproces læreplanen er blevet til i, også relevant at skele til: Hvad er begrundelserne for forandringer af naturfagslæreplanen, hvad skal der ændres, hvordan skal det ske, og hvem initierer og fortsætter forandringsprocessen?

Sølberg har med inspiration fra Hipp inddelt projektarbejde i fire faser: Iscenesættelse, initiering, implementering og institutionalisering (Hipp, 2005, i Sølberg, 2015,

s. 226). I læreplansudvikling kan der i nogle tilfælde være tale om iscenesættelse af en udviklingsproces hvor startskuddet fx kan være evaluering af den hidtidige læreplan, men ofte er denne fase fraværende eller diffus. Vi har derfor valgt at slå de første to faser sammen og således reducere Sølbergs fire projektfaser til tre faser for en læreplansudviklingsproces: Initiering og design, implementering samt institutionalisering. På baggrund af vores egne erfaringer med udarbejdelse af anbefalinger til national naturvidenskabsstrategi (Bohm et al., 2017) vil vi pege på at faktorerne *tid*, *aktører* samt tilgængelige *ressourcer* spiller ind på forløbet af alle tre faser. Vi vurderer at disse faktorer er værd at interessere sig for ved analyse af den proces en given integreret naturfagslæreplan er blevet til under. Matricen i tabel 7 giver overblik over faser og elementer i analyse af læreplansudviklingsprocessen.

I implementeringsfasen er det relevant at tage højde for Browns observation af de forskellige vægtninger af argumenter for indførelse af integreret naturfag som læreplansudviklere og lærere som tidligere nævnt synes at have (Brown, 1977). Derfor vurderes inddragelse, dialog og kommunikation om argumenter og vision for en integreret naturfagslæreplan at være essentielt for at overkomme modstand og fremme implementeringen.

Elementer i læreplansudvikling ↓	Faser i læreplansudvikling		
	Initiering og design af læreplan	Implementering af læreplan	Institutionalisering af læreplan
Tid Hvor lang tid er der fra centralt hold afsat i hver fase?			
Aktører Hvilke aktører inddrages fra centralt hold aktivt i hver fase?			
Ressourcer Hvilke indsætter afsættes der fra centralt hold økonomiske ressourcer til i hver fase?			

Tabel 7. *Udvikling af en læreplan. Elementer og faser i læreplansudviklingsprocessen. For udbygning af hvilke aktører og ressourcer der kan være tale om, henvises til Binau & Salomonsen (2018), s. 44.*

Vores erfaring med at bruge de otte dimensioner i RAIN-modellen til at opnå indsigt i Irland og Norges erfaringer med integreret naturfag, som vi vil vende tilbage til i

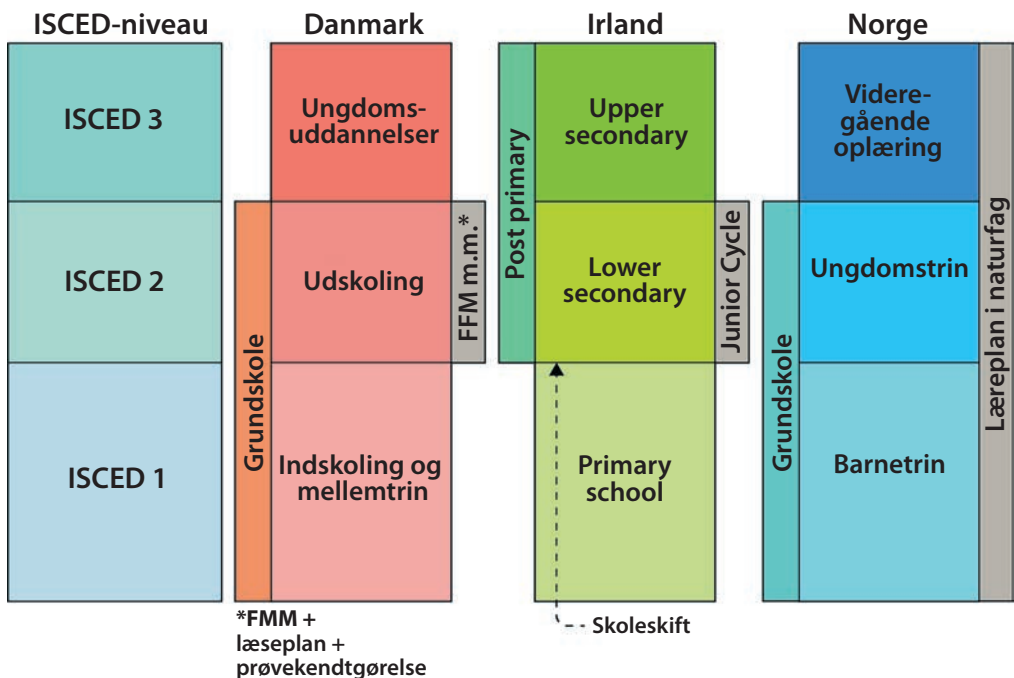
afsnittet *Lær af Irland og Norge* nedenfor, viser at *læreplansudviklingsprocessen* (dimension 8) er den del af vores redskab der med fordel kan videreudvikles og justeres.

Kontekstuelle og situationelle faktorer

Ud over de otte dimensioner i RAIN-modellen spiller også *kontekstuelle* og *situationelle* faktorer en rolle.

Vi har identificeret følgende kontekstuelle faktorer: Skolesystemets opbygning, undervisningstid i faget samt fagets status som obligatorisk/valgfrit og endelig naturfagslæreres og læreruddanneres uddannelsesbaggrund.

Skolesystemer kan være opbygget på forskellige måder der har vist sig at give varierende rammer om naturfag. For at opnå overblik over det skolesystem en given naturfagslæreplan er del af, har vi valgt at anvende UNESCOs internationale klassifikationssystem International Standard Classification of Education, herefter betegnet ISCED (UNESCO, 2012). I figur 3 vises et overblik over skolesystemer og naturfagslæreplaner i Danmark, Irland og Norge.



Figur 3. Skolesystemets opbygning i Danmark, Irland og Norge sammenlignet med internationale ISCED-niveauer. De grå bjælker angiver navnene på naturfagslæreplanerne på ISCED 2-niveau: FFM betyder Forenklede Fælles Mål (Undervisningsministeriet, 2014); Junior Cycle (Government of Ireland, 2015) og Læreplan i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013).

Undervisningstiden er en kontekstfaktor der har vist sig betydningsfuld for elevernes mulighed for at lære naturfag. Skønt der ikke nødvendigvis er en simpel sammenhæng mellem timetal og elevernes udbytte af naturfagsundervisningen, viser nogle studier at selv en lille forøgelse af timetal kan påvirke elevpræstationer (Jensen & Arendt, 2015). Under alle omstændigheder giver flere timer alt andet lige bedre muligheder for mere tidskrævende undervisningsformer som fx undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning.

For at få et retvisende billede af hvordan naturfag bliver prioriteret, opgøres både det absolutte timetal og naturfags andel af den samlede undervisningstid. Endelig er det væsentligt om naturfag er obligatorisk eller valgfrit på det pågældende uddannelsesstrin. Tabel 8 sammenstiller forholdene i Danmark, Irland og Norge.

Land	Totalt antal timer à 60 minutter over 3 år på ISCED 2-niveau jf. OECD, 2017, s. 345	Antal timer à 60 minutter i naturfag over 3 år på ISCED 2-niveau jf. landenes læreplaner	Naturfags andel af samlet timetal ISCED 2-niveau jf. OECD, 2017, s. 349	Naturfags status som obligatorisk eller valgfrit fag på ISCED 2
Danmark	3.600	480	13 %	Obligatorisk
Irland	2.755	200	7 %	Valgfrit. Vælges af ca. 90 % af eleverne. Kan vælges på to forskellige niveauer: Ordinary eller higher
Norge	2.622	249	9 %	Obligatorisk
OECD gn.snit	2.739	-	12 %	-

Tabel 8. Undervisningstid og naturfags status som obligatorisk/valgfrit i Danmark, Irland og Norge sammenlignet med OECD-gennemsnit (OECD, 2017).

Endnu en kontekstfaktor der har vist sig at have væsentlig betydning for hvordan læreplanens mål og intentioner bliver effektueret i undervisningen, er lærerne og deres forudsætninger for at løfte naturfagsundervisningen. Derfor har vi identificeret nogle parametre til at karakterisere dels naturfagslærernes og dels læreruddannernes uddannelsesbaggrund: Antal lærere pr. klasse, antal år under uddannelse samt uddannelsesniveau.

De situationelle faktorer er ikke direkte repræsenteret i redskabet i form af et skema til udfyldning da de er vanskelige at operationalisere. Det kan ikke desto mindre være relevant at indkredse hvordan den aktuelle situation i landet eller i det politiske eller undervisningsmæssige miljø påvirker processen omkring initiering, implementering og institutionalisering af naturfagslæreplanen. I vores undersøgelse identificerede vi fx den situation at en faglig aktion blandt halvdelen af Irlands naturfagslærere havde indflydelse på implementeringen af læreplansreformen da den faglige aktion resulterede i at halvdelen af lærerne afslog at deltage i kompetenceudvikling i tilknytning til den nye naturfagslæreplan.

Lær af Irland og Norge

Vi har valgt Irland og Norge som cases, bl.a. fordi de repræsenterer hver deres didaktiske tradition. Ydermere er landene forskellige idet Norge har haft integreret naturfag i mange år, mens Irland er i gang med at implementere et integreret fag, *Science*, efter en læreplansreform i 2016.

Vi har ved hjælp af redskabets dimensioner analyseret integrerede naturfagslæreplaner i Irland og Norge. I tabel 9 sammenfatter vi de overordnede resultater af vores analyse.

Dimension	Irland	Norge
1: Læreplans-tradition	“Didacticum”	Didaktiktradition
2: Læreplansens vision for naturfaglig almindelighed	Tegn ses på begge visioner, men dominerende er vision II: Kig udad mod verden med naturvidenskab	Tegn ses på begge visioner, men dominerende er vision II: Kig udad mod verden <i>med</i> naturvidenskab
3: Læreplans-type	Naturfag er integreret. Læreplanen fastlægger indholdet, mens lærerne har frihed til at vælge undervisningens form og give eleverne medindflydelse	Naturfag er integreret. Lærerne har frihed til at vælge indhold inden for rammerne af hovedområderne og frihed til at vælge undervisningens form og give eleverne medindflydelse
4: Rækkevidde af fagligt samspil	Mellem relaterede naturfag (indenfor S)	Mellem et eller flere naturfag og naturvidenskab i anvendelse (S+TE)
5: Type af fagligt samspil	Intention om både fællesfaglighed og overskridende faglighed	Intention om overskridende faglighed, men fællesfaglighed dominerer

Dimension	Irland	Norge
6: Linse til læringsudbytte	<p>Evalueringsformerne viser tegn på følgende læringslinser:</p> <p><i>Faglig linse:</i> Centralt stillet eks-ternt censureret prøve samt afsluttende eksamen med fokus på forståelse af beskrevet læringsudkomme.</p> <p><i>Integreret linse:</i> To klassebaserede projekter med fokus på undersøgelse og socio-scientific issues hvoraf det ene finder sted efter det der svarer til 8. klasse, hvorfor evalueringen samtidigt kan bruges formativt</p>	<p>Evalueringsformerne viser tegn på følgende læringslinser:</p> <p>Principiell mulighed for både <i>faglig, integreret og affektiv linse:</i></p> <p>En lokalt udarbejdet og censureret afsluttende mundtlig prøve</p>
7: Argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning	<p>Science blev integreret for at gøre faget mere autentisk og elevcentreret. Samtidig har Irland brug for flere uddannede indenfor STEM-området og en bedre kønsmæssig balance. Argumenterne har været:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Samfundskrav • Læring • Undervisning • Uddannelsespolitik 	<p>Naturfag har altid været integreret i Norge. Tidligere (fra 1974) var naturfag også integreret med samfundsfag (i <i>orienteringsfag</i>), hvilket resulterede i nedprioritering af naturfagligheden. Derfor blev orienteringsfaget nedlagt i 1997. Argumenterne for integreret naturfag har været:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Samfundskrav • Læring • Undervisning • Ressourcer
8: Læreplansudviklingsprocessen	<p>Mange aktører involveret Initierings-, implementerings- og institutionaliseringsfaserne strækker sig over lang tid</p>	<p>Vedvarende fokus på implementering Nationale ressourcer afsat</p>
9: Kontekstuelle faktorer	<p>Science er valgfrit og udgør 7% af det samlede time-tal</p>	<p>Naturfag er obligatorisk og udgør 9% af det samlede time-tal</p>

Tabel 9. Sammenfatning. Sammenfatning af overordnede resultater af analyse af integreret naturfag i Irland og Norge på ISCED 2-niveau. Detaljerne i analyseresultaterne kan ses i kapitel 6, s. 45-54 i Binau & Salomonsen (2018). Yderligere henvises til bilagene til afhandlingen hvor to fortællinger om hhv. Irland og Norge giver letlæste indblik i erfaringerne med integreret naturfag.

Erfaringer med integreret naturfag i både Irland og Norge rummer potentialer

Skolesystemets opbygning kan have betydning for helhed og progression, og derfor kan vi tage ved lære af Norges sammenhængende læreplan for naturfag gennem hele grundskolen og ungdomsuddannelserne. Tilsvarende kan vi hente inspiration fra Irlands fælles ramme om alle fags læreplaner der indeholder generiske *key skills* og *statements of learning* som alle fag skal bidrage til.

Der kan være behov for fagdidaktisk efteruddannelse af lærere og læreruddannere. Baseret på både Irlands og Norges erfaringer ser der nemlig ud til at være behov for lærerefteruddannelse der kvalificerer naturfagslærerne til at varetage *integreret undervisning*. I Norge begyndte i efteråret 2018 et nyt efteruddannelsesforløb i naturfagsdidaktik der skal afhjælpe manglen på læreruddannere der er kvalificerede til at efteruddanne lærere udi integreret naturfag. Vi kan høste erfaringer ved i de kommende år at følge dette efteruddannelsesprogram. Yderligere vil vi forvente at Irlands sciencelæreruddannelse kan give os inspiration til den danske naturfagslæreruddannelse, herunder den nye kandidatuddannelse som er annonceret i den nationale naturvidenskabsstrategi (Regeringen, 2018).

Vi vurderer at der er potentiale i at skele til Irlands model for formativ brug af klassebaserede evalueringsformater for at styrke elevernes læring, samtidig med at de bruges summativt for at tilgodese samfundets legitime behov for at følge den nationale udvikling i elevernes læringsudbytte. Dette uddybes nærmere i Binau & Salomonsen (Binau & Salomonsen, 2018, side 66).

I forhold til læreplansudviklingsprocessen inspirerer Irlands inddragelse af mange aktører, og der ser ud til at være gjort et grundigt forarbejde. Det skal altså overvejes hvilke aktører i og omkring undervisningen det vil være relevant at inddrage i initierings- og designfasen mhp. at fremme implementeringen af nye naturfagslæreplaner, samt hvilke aktører der er centrale i implementeringsfasen. Fra Norges 20 år med Realfagssatsninger kan vi se at der tilsyneladende er brug for vedvarende opmærksomhed og tiltag i implementerings- og institutionaliseringsfaserne, og vi kan desuden følge Irland i de kommende år for at høste erfaringer med hæmmere og fremmere i disse processer.

Erfaringer fra Irland og Norge afslører også problemer ift. integreret naturfag

Vores undersøgelse viser at timetallet i naturfag i Irland og Norge kun er ca. halvt så stort som i Danmark, og i Irland er naturfag tilmed valgfrit, som det fremgår af tabel 8 og 9. Selvom der ikke er en entydig sammenhæng mellem timetal og elevernes læringsudbytte, er der brug for opmærksomhed på at et eventuelt integreret naturfag ikke bliver så lille af omfang at der ikke er tid og rum til undersøgende og problemorienterede undervisningstilgange som ofte kendetegner fællesfaglig og fagoverskridende naturfag. Hvis man yderligere ønsker at integrere flere STEM-elementer, taler

det for at sikre tilstrækkelig volumen af faget hvis man i fremtiden vil gøre forsøg med integreret naturfag.

Fra Norge viser vores interview med Merethe Frøyland at lærerne har utilstrækkelige kompetencer til at undervise integreret. Denne naturfagsundervisning stiller nemlig store og andre krav end fagopdelt undervisning fordi naturfagslærerne skal have en på én gang så bred og dyb faglighed at de reelt kan se på tværs af oprindelige discipliner og inddrage tilstrækkelige og relevante vinkler på den enkelte faglige problemstilling. Dette kalder på at såvel grund- som efteruddannelse for naturfagslærere målrettes *integreret* undervisning.

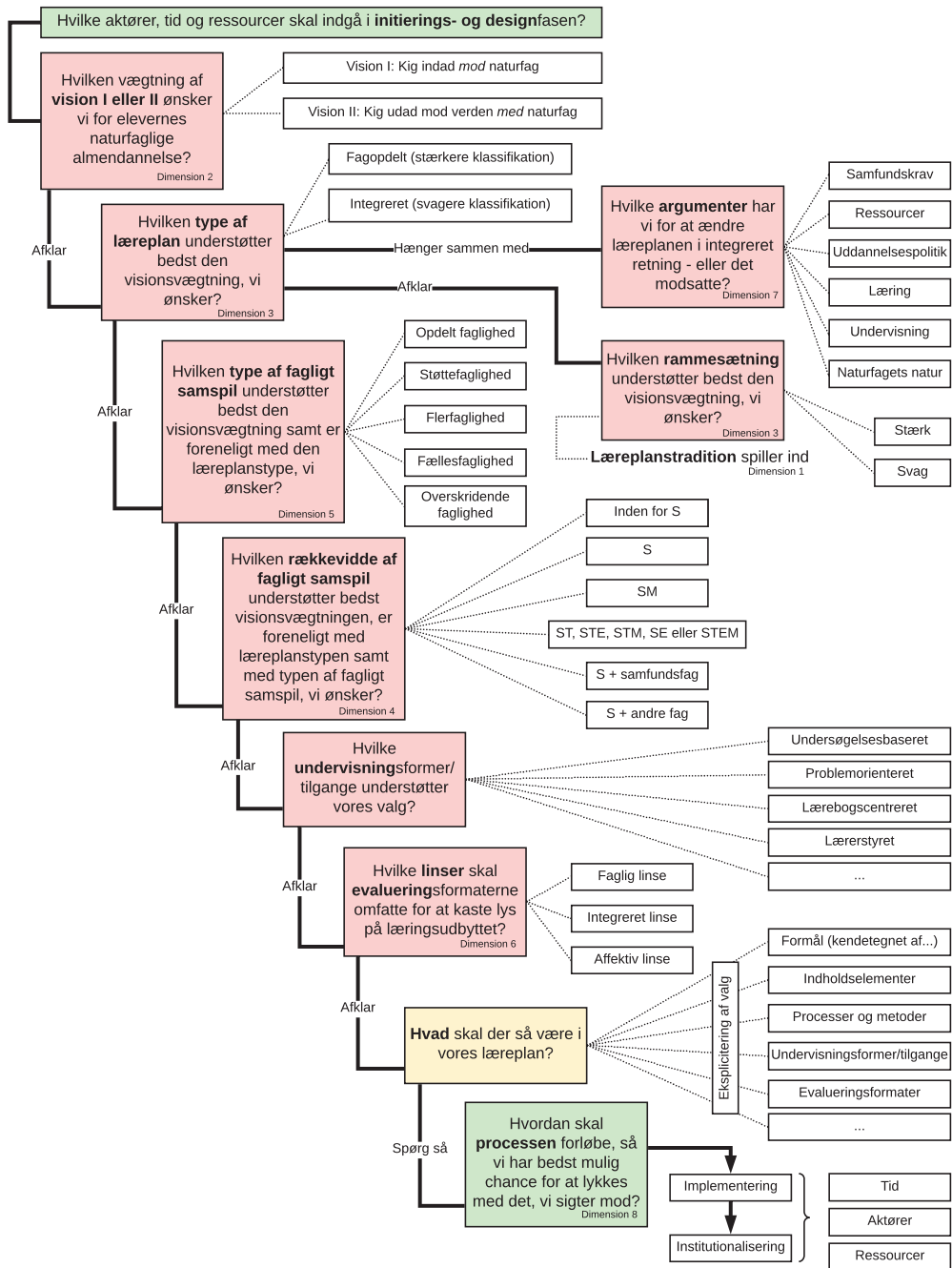
Utilstrækkelig lærerkompetence spiller ind i to henseender i Norge: For det første er den integrerede læreplan svagt rammesat således at lærerne har udtalte frihedsgrader til at vælge form og indhold. For det andet er der i evalueringsøjemed i princippet rige muligheder for at anvende alle tre læringslinser i en lokal tilpasset eksamen der er godt alignet læreplanens vision, formål og mål. I praksis vurderer vores informant, Merethe Frøyland, dog at lærerne ikke udnytter disse frihedsgrader. Vi vover at formulere den hypotese at jo større frihed et eksamensformat giver lærerne, desto større fortolkningsrum er der for hvad der skal lægges vægt på i vurderingen af elevpræstationer. Vi vil udtrykke dette som frihedsgradernes dilemma, både hvad angår undervisning og evaluering: For den kompetente lærer er det et fantastisk mulighedsrum, mens det er det modsatte for den usikre. Det udgør således et problem hvis lærerne ikke har de nødvendige kompetencer til at evaluere elevernes udbytte af *integreret* naturfag.

Også i Irland kan utilstrækkelige lærerkompetencer vise sig at udgøre et problem. I og med at situationen i foråret 2018 var at halvdelen af naturfagslærerstanden afslog kompetenceudvikling i forbindelse med reformen, kan der være tale om manglende kompetencer til reelt at føre reformens intentioner om integreret science ud i livet.

Der kan desuden vise sig at være problemer forbundet med Irlands klassebaserede evalueringsformat hvis lærere eller andre centrale aktører ikke tillægger resultaterne af denne evaluering værdi, som vores informant i Irland ytrede bekymring for.

Det mismatch der iflg. Merethe Frøyland opleves i Norge mellem intenderet og realiseret undervisning, understreger vigtigheden af alignment mellem mål, realiseret undervisning og evalueringsform.

Vi har nu redegjort for hvad vi kan lære af Irland og Norges erfaringer med integreret naturfag. Som forventet må vi konkludere at vi ikke direkte kan adoptere Irlands eller Norges naturfagslæreplaner, for skønt der er mange ligheder mellem skolesystemerne, er der en række kontekstuelle og situationelle faktorer der er forskellige. Således har vi identificeret en række læringspunkter fra Irland og Norges integrerede naturfag som vi kan have glæde af hvis vi i dansk sammenhæng gør overvejelser om et integreret naturfag.



Figur 4. Dialogmodel til strukturering af de valg der skal foretages i forbindelse med udvikling af en naturfagslæreplan. I de lyserøde kasser stilles en række spørgsmål der ligger forud for udviklingen af selve læreplanen. De stiplede linjer herfra angiver valgmuligheder som er identificeret i RAIN-modellen. De grønne kasser sætter spot på læreplansudviklingsprocessen, mens spørgsmålet i den gule kasse fører til eksplicitering af valgene i selve læreplanen.

Ved fremtidigt læreplansarbejde

Vi har ønsket at bidrage til at kaste lys over *integreret naturfag* og foreslår via vores redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner en terminologi der er tilpas facetteret til at kunne indfange de mange nuancer der præger feltet.

Ved udvikling af fremtidige naturfagslæreplaner i Danmark vil vi argumentere for transparens og bevidste, begrundede valg som ideal. Det bør tydeligt fremgå for dem som skal implementere læreplanerne, fx hvilke argumenter der er for at ændre læreplanen, og hvad den bagvedliggende vision for elevernes naturfaglige almindelse er. Vi har på baggrund af vores redskab (RAIN-modellen) udviklet en dialogmodel som udgøres af figur 4, som vi forestiller os kan hjælpe med at træffe informerede valg.

Vi har observeret at man ved den seneste revision af naturfagenes Fælles Mål i 2013-14 tilsyneladende startede med at formulere læreplanen (den gule kasse i figur 4) uden at de mere grundlæggende valg blev ekspliciteret. Dette *kan* være medvirkende årsag til nogle af de problemer der ses i forbindelse med dansk fællesfaglig praksis, som evaluerings- og følgeforskningsrapporten om indførelse af ny fælles prøve sætter spot på (Rambøll, 2018). Derfor anbefaler vi at fremtidige naturfagslæreplaner i Danmark udvikles på baggrund af bevidste og ekspliciterede valg – og her kan det i artiklen fremlagte begrebsapparat udgøre et nyttigt dialogredskab.

Litteratur

- Bernstein, B. (1975). *On the classification and framing of educational knowledge. Class, Codes and Control. I: Vol. 3 Towards a Theory of Educational Transmission*. Routledge & Kegan Paul, s. 85-115.
- Binau, C.F. & Salomonsen, D. (2018). *Integreret naturfag i Danmark?* IND's studenterserie nr. 62. Masterafhandling – Master i scienceundervisning. Lokaliseret 10.1.2019 på: <https://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/62-integreret-naturfag-i-danmark/>.
- Blum, A. (1991). *Integrated Science Studies. I: Lewy, A. The International Encyclopedia of Curriculum*. Pergamon Press, s. 163-168.
- Bohm, M., Salomonsen, D., Quistgaard, N., Binau, C.F., Wøhlk, E.B., Jensen, L.V. & Kronvald, O. (2017). *Sammen om naturvidenskab – Anbefalinger til en national strategi for de naturvidenskabelige fag*. København. ASTRA.
- Brinkmann, S. & Kvale, S. (2015). *Interviews. Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing*. SAGE, s. 211-247.
- Brown, S.A. (1977). *A review of the Meaning of, and Arguments for, Integrated Science*. *Studies in Science Education*, 4 (1977), s. 31-62.
- Czerniak, C.M. (2007). *Interdisciplinary Science Teaching. I: S.K. Abell & N.G. Lederman (red.), Handbook of research on science education, 2007, s. 537-559*.
- Czerniak, C.M. & Johnson, C.C. (2014). *Interdisciplinary Science Teaching. I: Handbook of research on science education, 2014, s. 395-411*.

- Dolin, J. (2017). *Progression. I: Gymnasiepædagogik. En grundbog*. Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Jørgensen, H.S. (red.), s. 268-284.
- Dolin, J. (2018). *Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene?* MONA, 2018 (4), s. 7-27.
- Dolin, J. & Goddixsen, M.P. (2017). *Fag, hovedområder og fagligt samspil. I: Gymnasiepædagogik. En grundbog*. Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Jørgensen, H.S. (red.), s. 539-560.
- Fensham, P. (2015). *Curriculum movements in science education. I: Gunstone, R. (red.), Encyclopedia of science education*, s. 275-279.
- Government of Ireland (2015). *Junior Cycle Science. Curriculum Specification*. Lokaliseret d. 10.1.2019 på: [http://www.curriculumonline.ie/getmedia/153bc83f-9848-49f0-ad87-0a0d-6b9b596c/Specification-for-Jr-Cycle-Science-EV_20160126-\(1\).pdf](http://www.curriculumonline.ie/getmedia/153bc83f-9848-49f0-ad87-0a0d-6b9b596c/Specification-for-Jr-Cycle-Science-EV_20160126-(1).pdf).
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, H. & Baartman, L. (2014). *Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula*. Studies in Science Education 50:1, s. 47-84.
- Hansen, T.I. & Skovmand, K. (2011). *Fælles mål og midler. Læremidler og læreplaner i teori og praksis. Mål og midler*. Klim.
- Hurley, M.M. (2001). *Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives*. School Science and Mathematics, 101, s. 259-268.
- Jensen, V.M. & Arendt, K.S. (2015). *Undervisningstimer og elevpræstationer*. SFI-Tema 01:2015. Lokaliseret d. 10.1.2019 på: https://pure.sfi.dk/ws/files/408655/SFI_Tema_Undervisning_og_elevpr_stationer.pdf.
- Klausen, S.H. (2011). *Det faglige samspils former. I: Klausen, S.H. (red.), På tværs af fag*. Akademisk Forlag, s. 69-100.
- Klein, J.T. (1990). *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Wayne State University Press. Detroit, s. 55-73.
- Krogh, E. (2013). *Dansk fagdidaktik mellem didaktik- og curriculumtraditionen. I: Damberg, E., Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Kaspersen, P. (red.), Gymnasiepædagogik. En grundbog*. Hans Reitzels Forlag, s. 245-256.
- Krogh, E., Qvortrup, A. & Christensen, T.S. (2016). *Almendidaktik og fagdidaktik*. Frydenlund, s. 26-35.
- Krogh, L.B. & Andersen, H.M. (2017). *Fagdidaktik i naturfag*. Frydendal.
- Lindvig, K. & Ulriksen, L. (2016). *Tilstræbt og realiseret tværfaglighed i universitetsundervisning*. DUT videnskabelig artikel, årgang 11, nr. 20, s. 5-13.
- OECD (2017). *Education at a Glance 2017. OECD Indicators*. OECD Publishing, Paris, s. 345-349.
- Paulsen, A.C. (2003). *Naturfag i skolen i et kritisk demokratisk dannesperspektiv. I: Jorde, D. & Bungum, B. (red.), Naturfagsdidaktikk Perspektiver Forskning Utvikling*. Gyldendal Akademisk. Oslo.
- Rambøll (2018). *Evaluering og følgeforskning Indførelse af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning for undervisningens form og indhold*. Lokaliseret d. 10.1.2019

via: <https://uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2018/mar/180319-positive-erfaringer-med-nye-proeveformer-i-naturfag>.

- Regeringen (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. Undervisningsministeriet. Lokaliseret d. 10.1.2019 på: <https://uvm.dk/publikationer/folkeskolen/2018-national-naturvidenskabsstrategi>.
- Rennie, L., Venville, G. & Wallace, J. (2012). *Knowledge that counts in a global community: exploring the contribution of integrated curriculum*. Routledge, Milton Park.
- Roberts, D.A. (2007). *Scientific Literacy/Science Literacy*. I: Abell, S.K. & Lederman, N.G. (red.), *Handbook on Research on Science Education*. Routledge, s. 729-779.
- Roberts, D.A. (2015). *Curriculum Emphasis*. I: Gunstone, R. (red.), *Encyclopedia of Science Education*, s. 264-267.
- Schnack, K. (1997). *Hvorfor tværfaglighed – en didaktisk analyse*. I: Knudsen, B. & Larsen, S. (red.), *Tværfaglighed på vej – nogle didaktiske overvejelser*. Alinea, s. 7-12.
- Schnack, K. (2000). *Er didaktik og curriculum det samme?* Notat. Lokaliseret d. 10.1.2019 på: https://pure.au.dk/ws/files/120/Er_didaktik_og_curriculum_det_samme.pdf.
- Sølberg, J. (2015). *Innovation, Science og Inklusion 2015. Slutrapport af ISI 2015*. Institut for naturfagernes didaktik, Københavns Universitet, s. 223-234.
- Undervisningsministeriet (2014). *Fælles Mål for faget biologi*. Lokaliseret d. 10.1.2019 på: <https://www.emu.dk/sites/default/files/Biologi%20-%20januar%202016.pdf>.
- UNESCO (2012). *International Standard Classification of Education ISCED 2011*. UNESCO Institute for Statistics. Lokaliseret d. 10.01.2019 på: <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-isced-2011-en.pdf>.
- Utdanningsdirektoratet (2013). *Læreplan i naturfag*. Lokaliseret d. 10.1.2019 på: <http://data.udir.no/kl06/NAT1-03.pdf>.
- Wei, B. (2009). *In Search of Meaningful Integration: The experiences of developing integrated science curricula in junior secondary schools in China*. *International Journal of Science Education* 3, s. 259-277.
- Woolnough, J. (2015). *Curriculum in Teacher Education*. I: R. Gunstone (red.), *Encyclopedia of Science Education*, Springer, s. 273-275.

English abstract

This article presents a tool for analyzing integrated science curricula and suggests a vocabulary within the broad field of integrated science. First we describe this tool and its theoretical background. Secondly we present highlights from our analysis of integrated science in Ireland and Norway. This analysis has been done using our tool. Finally we suggest that the tool be used to bring structure and transparency to the Danish discourse about integrated science curricula.

Kommentarer

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

Naturvidenskab og dannelse



Jens Højgaard Jensen,
IMFUFA, INM, RUC

Kommentar til Jens Dolin: "Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene?", MONA, 2018-4.

Med erfaring fra at have været prorektor på RUC og studieleder for og projektvejleder ved den naturvidenskabelige basisuddannelse på RUC gennem en årrække genkender jeg meget i Jens Dolins (JD) artikel. Fx hvordan tværfaglighed vanskeliggøres af at enkeltfagene lukker sig om sig selv, og hvordan realiseringen af ideale uddannelsesambitioner vanskeliggøres af rent administrative hensyn og interessevaretagelseskampe. Men jeg kan ikke genkende JD's måde at koble naturvidenskabelig dannelse og tværfaglighed på. Der er mange grunde til at arbejde for tværfaglighed i uddannelserne. Men at "tværfaglighed, hvor det vigtigste i undervisningen ikke er fagene, men sagen", skulle være særlig egnet til at danne elever og studerende til et myndigt og meningsfuldt liv, og at enkeltfagene derimod i sig er instrumentelt orienterede, genkender jeg ikke. Kommentaren her handler derfor om hvordan jeg synes modsætningsparret enkeltfag/fagintegration og modsætningsparret instrumentelle hensyn/dannelseshensyn forholder sig til hinanden.

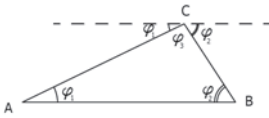
Når der tales om dannelse, synes jeg, på linje med JD, at det vigtigste at indholdsudvikle hænger sammen med det centraleuropæiske/nordiske dannelsesbegreb som drejer sig om det personlighedsformende i en persons uddannelsesforløb, til forskel fra det snævrere angelsaksiske begreb "scientific literacy" rettet mod mere specifik viden og specifikke færdigheder. Med fokusering på det personlighedsformende er det mere naturvidenskabernes mulige dannelsesbidrag end naturvidenskabelig dannelse det så drejer sig om. Samfundsvidenskaberne kan bidrage med manøvredygtighed i forhold til interessemodsætninger som del af dannelsen. Humaniora og kunst kan bidrage med udviklingen af moralske værdier og eksistentielle sandheder som dele af dannelsen. Tværfagligt projektarbejde rettet imod en sag kan bidrage med udviklingen af gåpåmod og struktureringsevner i komplekse sammenhænge og politisk dannelse hvis sagen er samfundsrettet. Hvad kan naturvidenskabernes bidrage med? Piet Hein har karakteriseret medlemmerne af C.P. Snows to akademiske kulturer, den humanistiske og den naturvidenskabelige, som henholdsvis "kultister" og "teknoter".

Som forfatter og tidligere fysikstuderende havde han selv et ben i hver lejr som han ligesom C.P. Snow med beklagelse fandt adskilt af en kulturkløft. Hvis nogle fandt at ordet "kultist" mindede om "okkult", og ordet "teknot" om "idiot", havde de forstået sagen rigtigt. Så måske burde naturvidenskaberne bidrage med at supplere elevers og studerendes erfaringsunivers angående eksistentielle sandheder med et udbygget erfaringsunivers angående objektive sandheder – med eftertryk på erfaringer frem for filosofiske abstraktioner. Ikke mindst i en tid hvor "oplysningen" er under pres, er det måske vigtigt. Hvordan kan matematik, fysik, kemi, biologi og naturgeografi – integreret eller som enkeltfag – bidrage?

Når jeg bruger udtrykket objektive sandheder, skal det ikke forstås ontologisk, altså som universelle og eviggyldige sandheder. Som mange andre naturvidenskabsudøvere er jeg skeptisk over for tendentielt at diskutere videnskab som religion. Både i forhold til videnskab og religion er jeg agnostiker. Med objektive sandheder tænker jeg på sandheder der ikke er socialt konstruerede, praktisk talt. Selv er jeg fysiker og fysikdidaktiker. Som fysikdidaktiker er jeg generet af den angelsaksiske tradition for at reducere naturvidenskabsdidaktik og pædagogik til en naturvidenskabsagtig måle/veje-sag. Jeg synes først og fremmest at naturvidenskabsdidaktik er et socialt konstrueret refleksionsrum til vedligeholdelse af didaktisk og pædagogisk eftertænkning. Omvendt generer det mig som fysiker når folk uden for fysik gennemgående misforstår Kuhns kritik af Popper og de logiske positivister. Kuhn kritiserer deres ontologiske ambitioner. Man kan ikke hævde at paradigmet Einsteins relativitetsteori er nærmere en ontologisk sandhed end paradigmet Newtons mekanik da der ikke findes en ontologi til at afgøre sagen. Men Kuhn er selvfølgelig som uddannet fysiker klar over at Einsteins relativitetsteori pragmatisk set har større praktisk rækkevidde end Newtons mekanik. Og pragmatisk set er der ikke tale om konkurrerende paradigmer. Fx fungerer GPS-systemet blandt andet i kraft af et velfungerende samvirke mellem geometri, Newtons mekanik, Einsteins specielle relativitetsteori og Einsteins generelle relativitetsteori. Pragmatisk set leverer både geometri, Newtons mekanik og Einsteins specielle og generelle relativitetsteorier objektive sandheder til opbygningen af GPS-systemet. Kort sagt: De sandheder jeg oplever som fysiker og som fysikdidaktiker, er af meget forskellig karakter. Og for ikke at ende som enten teknot eller kultist er det måske i bredere almindelighed væsentligt at have erfaringer med begge slags sandheder.

Er det så tværfag eller enkeltfag der skal til for at elever og studerende erfarer selvoplevede objektive sandheder i naturvidenskabsundervisningen? Hvis der med naturvidenskab menes fagrækken matematik, fysik, kemi, biologi og naturgeografi, er svaret komplekst.

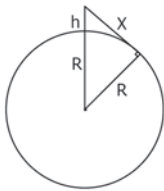
På figur 1 er beviset for at vinkelsummen i en plan trekant er 180° . Den stiplede linje tænkes at være parallel med linjestykket AB. Summen af vinklerne ved A, B og C, $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3$, genfindes da som 180° ved C.



Figur 1. Bevis for at summen af vinklerne i en vilkårlig plan trekant, $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3$, er 180° .

Jeg trækker beviset frem som illustration af kernen i matematik i et par tusinde år siden de gamle grækere: Man kan rationelt tænke sig til objektive sandheder. Beviset handler ikke om den konkret tegnede trekant, men om enhver trekant da det alene baserer sig på at der er tale om en trekant – sådan som beviser fungerer i matematik, modsat fx beviser af hvem der var forbryderen, eller hvilken bakterie der forårsagede sygdommen. Matematiske beviser bliver stående når de først er leveret, modsat sociale konstruktioner. Og oplevelser heraf er selvsagt personlighedsformende. Det personlighedsformende kan således være tæt knyttet til et enkeltfag.

På figur 2 optræder matematik modsat på udebane som modelleringsværktøj. Der er tale om det geometriske/fysiske problem at skaffe sig en formel til at vurdere hvor langt væk horisonten er når der skues ud over havet. Indsættes $h = 2$ m og $R \sim 6000$ km i $X = (2Rh)^{1/2}$, fås $X \sim 5$ km. Det er altså afstanden til horisonten når man står på strandbredden. Hvis vi står på toppen af Rundetårn med øjet ca. 16 gange så højt over havet som på strandbredden, ses det da af formelen at X er $(16)^{1/2} = 4$ gange større. Horisonten set fra Rundetårn er altså ca. 20 km væk.



$$(h+R)^2 = X^2 + R^2 \Rightarrow X = \sqrt{h^2 + 2Rh} \sim \sqrt{2Rh}$$

Figur 2. Udregning af hvor langt væk horisonten er. R er Jordens radius, h er øjenhøjden over havoverfladen, og X afstanden til horisonten.

Jeg trækker dette matematiske modelleringsproblem frem som eksempel på hvordan matematik typisk fungerer i sammenhæng med fysik. Med Einsteins ord: Make it as simple as possible, but not simpler. Vi har idealiseret Jorden til at være kuglerund, undladt at skelne imellem X og afstanden til horisonten langs jordoverfladen samt sat h^2 til nul sammenlignet med $2Rh$. Men vi har styr på tilnærmelserne så nøjagtigheden af horisontformlen kan vurderes. I den forstand er horisontformlen en objektiv sandhed og ikke en social konstruktion. Oplevelser af, ved hjælp af matematisk mo-

dellering, at kunne forudsige empirisk målbare forhold har selvsagt også for nogen haft personlighedsformende betydning – ikke siden de gamle grækere, som det er tilfældet med matematiske beviser, men siden den videnskabelige revolution. Her ligger næringssubstratet imidlertid ikke i et enkelt fag i gymnasiet eller folkeskolen. Det ligger mest oplagt i et tværfagligt samarbejde imellem matematik og fysik om matematisk modellering. Et samarbejde som vanskeliggøres af fagopdelingen (og i øvrigt også af adskillelsen af matematikdidaktik og naturfagsdidaktik fra hinanden).

Matematiske beviser og matematisk modellering kan bidrage med oplevelser af hver sin udgave af objektiv sandhed. Endnu mere betydningsfuld er imidlertid oplevelser der henter deres sandhedsværdi mere direkte i empiriske erfaringer end i rationelle overvejelser. Sådanne oplevelser har selvfølgelig eksisteret for alle til alle tider. Undervisningsproblemet er at formidle oplevelser af forskellen imellem generaliseringer ud fra enkeltstående erfaringer og tilvejebringelse af større eller mindre evidens afhængigt af anvendte metoder til erfaringsindsamling. Jeg nævnte i en tidligere artikel i MONA (2017-2) at jeg på et tidspunkt har været projektvejleder for en gruppe på den naturvidenskabelige basisuddannelse på RUC som interesserede sig for jordstråler, hvor jeg fik gruppen overtalt til at dreje projektet imod en komparativ modstilling af jordstråler og radioaktive stråler. Man kan hverken tage, se eller føle på hverken jordstråler eller radioaktive stråler. Hvordan kan vi fysikere da vide at der er evidens for det ene og ikke for det andet? Er der ikke blot tale om en fysikerfordom? Eksemplet viste mig at det der rykkede på de studerendes forståelse af hvad der er evidens for, og hvad ikke, ikke så meget var argumenter af bestemte slags som det var deres integrerede erfaringer gennem hele projektforløbet – på samme måde som man bredt i samfundet tydeligt kan opleve at stillingtagen til astrologi, alternative behandlinger m.m. mere afhænger af folks større eller mindre naturvidenskabelige forankringer end af modtaget videnskabsteori- undervisning. Kort sagt: Empirisk evidens er ikke så klar og entydig en størrelse. Den skal erfares i dens mange versioner. Det inviterer til et tværfagligt samarbejde herom mellem de empiriske/eksperimentelle fag fysik, kemi, biologi og naturgeografi i stedet for at hvert fag arbejder med problemstillingen uafhængigt af hinanden. Men det forudsætter at bredden af faglige input er til stede og ikke svækkes af administrative eller andre grunde, fx faglige interessevaretagelseskampe. Ifølge Smithers og Robinson (Smithers & Robinson, 2006) medvirkede oprettelsen af et sådant fag i folkeskolen i England imod hensigten til en faldende søgning til STEM-uddannelserne (Science, Technology, Engineering, Mathematics) og øget søgning til sundhedsuddannelserne fordi realiseringen gennemførtes af lærere med helt overvejende biologisk baggrund.

De forskellige naturvidenskabelige fag har – hver for sig og fagintegreret – forskelligt at bidrage med til udviklingen af elever og studerendes myndighed i kraft af dømmekraft om hvad der i praksis kan regnes for objektive sandheder, og hvad ikke. De

naturvidenskabelige fag er ikke ens konstitueret i forhold til tværfagligt samarbejde. I en nylig artikel (Jensen & Jankvist, 2018a) har Uffe Thomas Jankvist og jeg forsøgt at karakterisere fags forskellige konstituering i det hele taget. Samtidig har vi i en anden artikel (Jensen & Jankvist, 2018b) forsøgt at give et bidrag til fremme af tværfagligt samarbejde fagene imellem på trods af deres forskelligartethed.

Referencer

- Jensen, J.H. & Jankvist, U.T. (2018a). Disciplines and ways of perception: linking interdisciplinarity and competences. I: T. Sibbald (red.), *Teaching interdisciplinary mathematics* (s. 119-132). Champaign: Common Ground Publishing.
- Jensen, J.H. & Jankvist, U.T. (2018b). Disciplinary competence descriptions for external use. *Nordisk Matematikdidaktik (NOMAD)*, 23(2), 3-24.
- Smithers, A. & Robinson, P. (2006). *Physics in schools and universities II: patterns and policies*. Carmichael Press, University of Buckingham.

Fælles sprog, fælles forberedelse og selfefficacy



Line Kastorp Kok,
Vejle Kommune

Kommentar til Lars Brian Krogh og Peer Daubjerg: "Fællesfagligheden til prøve – udfordringer i første års implementering af den fælles prøve i naturfagene i folkeskolen", MONA 2018-4.

Indledning

I januar 2018 kom evalueringsnotatet vedr. de første år med den nye fælles prøve i naturfag (Statusnotat 2018). I notatet gøres opmærksom på en række udfordringer ved prøveformen, men i særdeleshed omkring elevernes arbejde med undersøgelse og modellering i undervisningen og ikke mindst i prøvesituationen. Krogh og Daubjerg samler i artiklen "Fællesfagligheden til prøve" op på disse fund og giver samtidig mulige forklaringer på at udfordringerne overhovedet er der.

Jeg må skynde mig at sige at min oplevelse er at vi allerede nu hvor vi er halvvejs inde i år 3, er nået meget længere på de fleste skoler end rapporten viser os efter det første obligatoriske år med prøven.

Jeg vil også gerne til en start slå fast at jeg håber at den nye naturfagsprøve er kommet for at blive. Den bidrager i både form og indhold til meget mere læring og er langt mere anvendelsesorienteret end den gamle fysik/kemi-prøve nogensinde ville komme til. Jeg er kæmpe-fan!

Prøven er en mulighed for at udvikle naturfagene i hele skoleforløbet og sætte fokus på de kompetencer der ikke kun er nyttige i naturvidenskaben, men i tilgangen til arbejdet med problemstillinger. Som Krogh og Daubjerg skriver, så er prøven tænkt som en "baglæns katalysator for den relevante undervisningsudvikling" (s. 29).

Det interessante er hvordan vi så ser forandringerne i den daglige undervisning. Har prøven smittet af på hverdagen – eller er vi stadig i det stadie hvor vi har naturfagsundervisning, og så har vi de fællesfaglige fokusområder indimellem der fylder *unødvendigt meget*? Tager vi forskning og undersøgelser til os og lader os inspirere

og guide af hvad vi ser virker bedst, når vi taler om læring i naturfag? Vi ved jo godt at en undersøgelsesbaseret og problemorienteret undervisning både engagerer og motiverer eleverne, hvilket elevernes evalueringssvar også tyder på (s. 40 i artiklen).

Når det så er sagt, så er det jo heller ikke kun en leg at indføre en ny prøve der oveni også udfordrer både fag- og læringssyn hos mange naturfagslærere (og skoleledere). Desuden har der på mange måder manglet et nødvendigt spot på den store (og tidskrævende) opgave der faktisk ligger i at redesigne og gentænke naturfagsundervisningen – og det gælder ikke kun i udskoling! Arbejdet med den nye prøve har på mange skoler været overladt til lærerne selv – evt. med en ildsjæl iblandt der har turdet gå forrest (Evalueringsnotat, s. 21-22). Vi skal opbygge denne tilgang til naturfagsundervisningen helt fra starten af skoleforløbet.

Vi har stadig lang vej endnu, men vi er dog på vej.

Vi er kommet til den milepæl i udviklingsprocessen der tydeligt viser os at der er behov for en organisatorisk ramme for at vi kan løfte os videre. En organisatorisk ramme der adresserer:

- Fælles forberedelse
- Fælles sprog for og forståelse af de naturfaglige kompetencer
- Fællesfaglig naturfagsundervisning
- Lærernes *selfefficacy*.

Denne ramme fastsættes af skolernes ledelse og af skoleforvaltningen i den enkelte kommune. Det kræver at skoleledelse og forvaltning har en god forståelse for den opgave naturfagslærerne står overfor, for at kunne skabe den nødvendige ramme så lærerne kan udvikle naturfagene.

Videre vil jeg forsøge at tage udgangspunkt i de ovenstående punkter der for mig at se hænger uløseligt sammen.

Fællesfaglig vs. fagopdelt naturfagsundervisning

Krogh og Daubjerg pointerer at *lærernes oplevelse af den nye fællesfaglighed er afgørende for implementeringsprocessens retning og indhold*. Den pointe er jeg meget enig i.

Der er god grund til at tage lærernes bekymringer omkring fællesfaglighed alvorligt – hvad enten det handler om tid, fagbekymring eller kompetencebekymring. Den vigtigste er dog lærernes *selfefficacy* – troen på at de har kompetencerne (jf. *Banduras' begreb*) til at gennemføre den fællesfaglige undervisning med fokus på de naturfaglige kompetencer og fællesfaglige aktiviteter.

Den integrerede undervisning i naturfag – eller den fællesfaglige undervisning – udfordrer lærernes tillid til egne evner som underviser. Én af de vigtigste problem-

stillinger vi skal få øjnene op for her, er: "... at kompetenceorienteringen synes at undergrave lærernes selvtillid og vanlige læreridentitet som eksperter i indhold" (s. 34).

Fra evalueringsnotatet hæfter jeg mig særligt ved et citat som jeg synes rammer denne problemstilling spot on:

"Jeg dækker kun geografi... så jeg vil have svært ved at vurdere sværhedsgraden af det som eleverne nu kommer med til prøven." (Statusnotat 2018, boks 3-9, s. 60)

Det er her vi som skole og kommunal forvaltning har et stort ansvar for at støtte op om naturfagslærernes arbejde, udvikling af faget og den integrerede naturfagsundervisning. I Vejle Kommune har vi gennem de sidste tre år arrangeret kommunale fællesmøder for udskolingens naturfagslærere hvor vi særligt har haft fokus på:

- Den fællesfaglige naturfagsundervisning i praksis
- Stilladsering af elevernes undersøgelser og arbejde med naturfaglige problemstillinger
- Vurderingskriterier for de naturfaglige kompetencer.

Min oplevelse af lærerne til disse møder er først og fremmest et stort engagement og lyst til videndeling på tværs af skolerne. Et ønske om og en faglig nysgerrighed på at se hvordan man gør andre steder. For der hersker en usikkerhed omkring *hvordan vi gør det bedst muligt*. Der er endnu ikke nogen der har fundet løsningen (spørgsmålet er jo også om der overhovedet findes én løsning), og derfor afsøger naturfagslærerne markedet for indspark til at kvalificere egen praksis på skolerne. Det bør vi anerkende og have stor respekt for.

Tid til fælles forberedelse

Udfordringen, for mig at se, kommer særligt når inspirationen udefra skal omsættes til praksis hjemme på skolen. Det kræver samarbejde mellem naturfagslærerne at indføre nye ideer og metoder i undervisningen. Der er behov for at tale sammen, drøfte retning og helt lavpraktisk aftale *hvem der gør hvad hvornår*.

Her vil jeg gerne bifalde mange skolers brug af *professionelle læringsfællesskaber* som en mulig ramme for at kvalificere undervisningen og forbedre skolen med et stærkt fokus på elevernes læring. Jeg ser det professionelle læringsfællesskab som et *rum* hvor man drøfter *praksis*, lader sig inspirere og informere af undersøgelser og forskning *om praksis* og afprøver, vurderer og *evaluerer praksis sammen* med lærerkolleger. Jeg vil gerne agitere for at man på skolerne (også) husker på at udviklingen

skal med i fagene. En mulighed er at tænke PLF ind i skolens fagteam. Herunder naturfagsteamet for hele skolens naturfagslærere.

Når jeg reflekterer over de udfordringer vi står overfor, ser jeg at mange *løsninger* faktisk kan findes i lærernes fælles forberedelse og teamsamarbejde. Mere herom i de følgende afsnit.

Læringsudbytte

Krogh og Daubjerg nævner bl.a. en undersøgelse af Hurley (2001) der omhandler forskelle i læringsudbyttet i den tværfaglige undervisning.

Hvor meget eleverne lærer, kommer an på *hvordan* tværfagligheden tilrettelægges og gennemføres. Det interessante i den undersøgelse er netop at parallellagt undervisning (flerfaglighed) har en negativ effekt på læringen. Parallellagt forstået på den måde at vi måske nok arbejder med samme udfordring/emne/problemstilling i de tre naturfag – men vi gør det bag lukkede døre og uden at koble til den undervisning der foregår i timen før eller efter.

Der sker ikke nogen kobling mellem fagene medmindre vi, som lærere, stilladserer fagovergangen. Hjælper med at nedbryde den grænse der kan være. Eleverne bærer ikke nødvendigvis viden med sig over i de andre fag medmindre vi hjælper dem med at gøre det.

Det er vanskeligt at arbejde fællesfagligt og samtidig holde alt for godt fast i sit eget fag. Og der er meget praksis derude der afspejler en flerfaglighed frem for en fællesfaglighed. I selve gennemførelsen af de fællesfaglige forløb forsøger man på mange skoler at holde fast i “kernefaglighed” og “basisviden” i undervisningsforløb der er struktureret med 2-3 ugers fagfaglig undervisning og 2-3 ugers fællesfagligt forløb hvor det forventes at eleverne selv har ansvaret for at se sammenhængen i problemstillingen og mellem fagene:

“Alle bekymringer minimeres i det flerfaglige format, hvor man så til gengæld overlader det til eleverne at få skabt sammenhæng på tværs af fagene” (s. 43 i artiklen).

Der kan være mange årsager til at man skaber en undervisningsstruktur som ovenstående – det være sig skematekniske udfordringer, faglærere til rådighed eller måske omtalte fagbekymring. Nu kan det godt være at jeg gentager en pointe om samarbejde i naturfagsteamet, men denne forløbsstruktur kan også være et symptom på at man som fagteam på den enkelte skole ikke har haft mulighed for at drøfte hvad der ligger i den fællesfaglige forståelse af fagene. At man ikke har haft mulighed for at drøfte en mere kvalificeret struktur for de fællesfaglige forløb og hvordan man griber den fagovergribende integrerede undervisning an. Så kan jeg faktisk godt forstå at man

tyr til denne model for gennemførelsen af undervisningen, men set ud fra forskning og erfaringer indtil nu er det et stort NO GO.

For mig at se handler det igen om at imødekomme og rammesætte den fælles forberedelse og dermed sætte gang i fagteamets drøftelse af hvordan den integrerede undervisning planlægges i praksis, og at vi skaber rum for at nye tiltag og måder at gøre tingene på afprøves og vurderes af et naturfagsteam i fællesskab.

Den skriftlige og den mundtlige prøve – kan de eksistere samtidigt?

Der opleves modsatrettede træk mellem den skriftlige udtræksprøve og den proces eleverne gennemløber frem mod den mundtlige prøve. Umiddelbart ses der ikke et fald i karaktererne i den skriftlige del (<https://www.uddannelsesstatistik.dk/pages/grundskolen.aspx>) nu hvor undervisningen formodentligt får mere og mere problemorienteret indhold, og elevernes arbejde er mere fællesfagligt. Der er en usikkerhed omkring tab af førnævnte kernefaglighed som lærerne oplever når de *afgiver tid* til de fællesfaglige forløb. Der er den fagfaglige undervisning i de enkelte naturfag – og så er der det fællesfaglige ... eller rettere flerfaglige.

Vi skal på forskellige niveauer understøtte lærerne i at få øje på den faglighed eleverne får med sig fra det fællesfaglige arbejde, og i højere grad sigte mod kompetencerne.

Det fællesfaglige skal ikke være et særskilt fag. Det skal ikke være et *add-on*, og vi skal forsøge at slippe tidsbekymringen og frygten for at eleverne ikke får samme mængde viden med sig som fra de *traditionelle naturfagstimer*. Men som evalueringssnotatet (Statusnotat 2018) redegør for, så opstår bekymringen også i forhold til den skriftlige udtræksprøve som selvfølgelig er et element naturfagsundervisningen skal tage højde for. Så meget desto mere er der behov for at støtte lærerne i at få øje på den faglighed der ligger i den fællesfaglige del af undervisningen.

Et fokus på kompetencer

Naturfagene har mange traditioner og paradigmer der kan være svære at slippe. Den nye fællesfaglige prøve har i den grad skabt et udviklingspotentiale for den kompetenceorienterede tilgang til naturfagene.

Til et af de førnævnte kommunale møder viste jeg en gruppe udskolingslærere følgende citat fra artiklen (s. 51-52):

“Samtidig er der behov for at sikre at de naturfaglige kompetencer (og i særdeleshed undersøgelses- og modelleringskompetence) kan komme til synlig og evaluerbar udfoldelse

i prøvesituationen. Det kræver at man forlader den første implementeringsfases overvejende vægt på at eleverne ved prøven fremviser præfabrikerede produkter – forsøgsopstillinger og forsøgsresultater – til fordel for at de in situ gennemfører undersøgelse og modellering samt indgår i dialog om alle håndte metaspæker af de to kompetencer – sådan som det forudsættes i operationaliseringen af disse kompetencer i prøvevejledningen.”

Reaktionen fra dem var:

- Det er en kæmpe udfordring at få det til at lykkes i undervisning og prøve.
- Det må være vores fokus fremadrettet.
- Det rammer lige præcis kernen af det vi gerne vil udvikle undervisningen hen imod.

Krogh og Daubjerg konkluderer at der er behov for at vi styrker et eksplicit arbejde med kompetencerne og en evalueringskultur der kan rumme mere og andet end viden og færdigheder. Jeg er meget enig. Men jeg mener samtidig at kunne se i ovenstående reaktioner fra et udvalg af udskolingslærere at vi er ved at fange et nyt fokus – vi er ved at finde kompetenceorienteringen i naturfagene. Men vi når ikke i mål hvis ikke naturfagslærerne får mulighed for at opbygge et fælles sprog om de naturfaglige kompetencer og ikke mindst en drøftelse af hvordan vi ønsker at eleverne viser tegn på at de besidder kompetencerne.

For mig at se er det ikke helt så vigtigt hvad det er elever undersøger – det vigtige er *at de undersøger, hvordan de undersøger, og hvorfor de undersøger!* Vi skal i langt højere grad snakke undersøgelsesmetoder og naturfaglige modeller tidligt i skoleforløbet – måske allerede i børnehaven? Det trykke og kendte skal for eleverne være den måde vi tænker naturfagene på – tilgangen til arbejdet med problemstillingen.

På den måde stilladserer vi også langt bedre alle elevers undersøgelser i undervisningen og arbejder frem mod 9. årgangs selvstændige arbejde med naturfaglige problemstillinger. Det er på ingen måde fair overfor hverken lærere eller elever at kaste dem ud i undersøgelser og modellering for første gang når de starter i 7. klasse. Tænkningen skal præge undervisningen helt fra indskolingen og på den måde blive mere og mere *måden* vi arbejder på op igennem skoleforløbet. Så vil alle parter i undervisningen have et meget bedre udgangspunkt for rent faktisk at udvise undersøgelseskompetence og modelleringskompetence når det er blevet en del af fagets DNA, sådan som det faktisk er tiltænkt.

Så få naturfagsteamet på banen, prioriter den fælles forberedelse, og overvej kompetenceløft af naturfagslærerne der adresserer kompetencer til at arbejde med fagoverskridende, problemorienteret og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning og vægter et fokus på metoderne som det bærende og gennemgående i naturfagsundervisningen i hele skoleforløbet.

En sidste refleksion ...

Har vi for lave forventninger ...?

Det tænker jeg faktisk ofte vi har. Eleverne i udskolingen befinder sig helt sikkert på mange forskellige faglige og kognitive niveauer, og det er en udfordring for undervisningen at der skal tænkes differentiering. Men selve problemstillingen må vi ikke differentiere i – det er måden vi stilladserer på, der skal differentieres.

Et stillads har først bevist sit værd når det kan pilles ned igen. Det hænger i høj grad sammen med nævnte opfordring til ikke først at starte denne måde at arbejde med naturfagene på når eleverne når udskolingen. For så er det svært for eleverne at honorere det ansvar og den frihed en undersøgelsesbaseret og problemorienteret tilgang vil give. I stedet skal vi skabe et stillads omkring arbejdet – med det eksemplariske princip. Først gør vi det sammen – og så gør vi det hver for sig. På den måde kan eleverne “træne” de gode arbejdsmetoder og processer og herigennem lære sig selv bedre at kende. Både styrker og svagheder. Og man lærer sine klassekammerater at kende og ved hvem man skal henvende sig til for at få den viden, de færdigheder eller de kompetencer man har brug for for at kunne løse opgaven.

Hvis vi begynder at stilladsere arbejdsprocesser og undersøgelsesmetoder tidligt i skoleforløbet, vil vi forhåbentlig se børn og unge der i højere grad kan navigere i problemstillinger, undersøgelser og perspektivering.

Så hermed en opfordring til at starte så tidligt som muligt – selvfølgelig under hensyntagen til elevernes kognitive niveau, men altid med et ønske om at de skal strække sig for at nå i mål med udfordringen.

Litteratur

- Hurley, M.H. (2001). *Reviewing integrated science and mathematics: the search for evidence and definitions from new perspectives*. School Science and Mathematics. Høstet 22. december 2018 på <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1949-8594.2001.tb18028.x>
- Nielsen, Bodil & Nørgaard, Keld (2018). *Det fælles i naturfagene*. Samfundslitteratur.
- Statusnotat – evaluering og følgeforskning (2018), Undervisningsministeriet 2, Rambøll. Høstet 22. december 2018 på file:///C:/Users/jtn770/Downloads/180319-Statusrapport-Faelles-naturfagsproeve.pdf

Fællesfagligheden i praksis



Signe Vithner,
Parkvejens skole,
Odder

Kommentar til Lars Brian Krogh & Peer Daugbjerg: "Fællesfagligheden til prøve", MONA 2018-4.

I artiklen "Fællesfagligheden til prøve" sætter Lars Brian Krogh og Peer Daugbjerg fokus på tre sammenhængende komponenter af den fællesfaglige naturfagsundervisning: fællesfagligheden, det problemrettede arbejde og kompetenceorienteringen.

Jeg er lærer og naturfagsvejleder på Parkvejens Skole i Odder og er blevet bedt om at kommentere artiklen ud fra egen praksis. I nedenstående vil jeg derfor beskrive hvordan vi arbejder med at implementere de tre ovenstående komponenter, hvilke udfordringer vi er stødt på, og hvordan jeg som underviser i alle tre naturfag oplever den nye måde at arbejde på.

I en skoledag med et traditionelt skema, én lærer ad gangen i klassen og flere forskellige naturfagslærere på samme klasse kan det være vanskeligt at lave en fællesfaglig naturfagsundervisning hvor de enkelte fag bidrager løbende til en fælles problemstilling alt efter hvad der giver bedst mening i forhold til læringsprocessen.

På vores skole prøver vi at løse denne udfordring ved at lave en kobling mellem den fællesfaglige undervisning og den flerfaglige undervisning hvor fagene belyser det samme emne parallelt. Vi starter de fællesfaglige forløb med at vælge en overordnet problemstilling for forløbet, hvorefter faglærerne samarbejder, men stadig har klassen i deres eget fag. Dermed bliver der en periode hvor fagene parallelt arbejder med problemstillingen. En sådan problemstilling kunne for eksempel være:

Hvilke globale konsekvenser kan samfundets udledning af drivhusgasser have? Disse forløb varer omkring seks uger, og eleverne trænes her i de naturfaglige kompetencer gennem de færdigheds- og vidensområder der giver mening at inddrage.

Efter de seks uger afsættes alle naturfagstimerne i to uger til at eleverne kan arbejde med mere konkrete problemstillinger som de selv formulerer. Her arbejder eleverne selvstændigt med at belyse deres problemstillinger ved hjælp af kompetencerne og de tre fag. Et år lavede en gruppe for eksempel denne problemstilling under forløbet om udledning af drivhusgasser: Hvordan påvirker den menneskeskabte drivhuseffekt monsunen, og hvilke konsekvenser har det for indbyggerne i Vietnam?

Et andet eksempel: Efter det fællesfaglige forløb “Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan” afholdt vi en projektuge hvor eleverne ud over at belyse deres problemstilling også fik til opgave at finde en praktisk løsning på problemstillingen. I denne proces arbejder eleverne ud fra engineering-metoden hvor de kommer gennem delprocesserne idegenerering, undersøgelse, konkretisering, konstruktion og forbedring. Fx havde vi sidste år nogle elever der udviklede en prototype af en mini-vindmølle der kunne sættes op på skolens tag. Dette gjorde de ud fra problemstillingen: Hvordan kan elektricitetsforsyningen på Parkvejens Skole gøres mere bæredygtig?

Som naturfagsvejleder på skolen arbejder jeg på at facilitere samarbejdet mellem de naturfagslærere der har en årgang sammen. Så vidt muligt mødes jeg med dem inden et fællesfagligt forløb for sammen med dem at få et fælles sprog for det forløb de skal i gang med. Her laver vi en forventningsafklaring i forhold til den overordnede problemstilling samt hvem der byder ind med hvad i forhold til den. Ved at få lærerne til at mødes og få en fælles forståelse for sammenhængen på tværs af fagene forsøger jeg at undgå for meget flerfaglig undervisning. Samtidig skal det også gerne gøre at den enkelte faglærer kan hjælpe eleverne med at skabe sammenhængen på tværs så de ikke helt selv skal stå for dette.

For at gøre det fællesfaglige samarbejde i en klasse lettere er der i samarbejde med ledelsen blevet lavet en aftale om at der højst er to naturfagslærere på samme klasse. De fleste af naturfagslærerne på vores skole underviser i to af naturfagene, og nogle underviser som jeg i alle tre. Min oplevelse er at den fællesfaglige undervisning har gjort at flere af lærerne har fået en større interesse for de andre naturfag. Vi lærere der har to eller tre fag, er også i højere grad begyndt at undervise i det fag der giver mening i forhold til læringsprocessen, frem for det fag der står på skemaet.

I forhold til spørgsmålet om hvor tidligt i forløbet man skal lade eleverne arbejde med deres egne problemstillinger, er vores erfaring at eleverne har brug for faglig viden for at kunne formulere problemstillingerne. Har de ikke en grundlæggende forståelse for området, er det svært for dem at lave en reel naturfaglig problemstilling inden for feltet. Risikoen er at elevernes problemstillinger bliver for overfladiske eller urealistiske og dermed svære at arbejde naturfagligt med. Hvis eleverne skal opleve at de mestrer naturfagene, er det vigtigt at deres problemstillinger er formuleret så de både er virkelighedsnære og kan belyses ved hjælp af de naturfaglige kompetencer.

I Krogh og Daugbjergs artikel bliver det nævnt at nogle lærere oplever at den fællesfaglige naturfagsundervisning er noget ekstra der skal nås, og som dermed levner mindre tid til de enkelte naturfag. Personligt oplever jeg at fællesfagligheden kan skabe en dybere læring end den monofaglige da fagene kan understøtte hinanden og dermed forstørre det faglige indhold. Den fællesfaglige undervisning gør også at de mere helhedsorienterede elever har nemmere ved at koble det de lærer, ind i en større sammenhæng og dermed nemmere forstår og husker det. Jeg har undervist i

fysik/kemi i mange år og har en klar oplevelse af at fysik/kemi-undervisningen er blevet mere vedkommende for flere af mine elever efter at jeg er begyndt at kæde den sammen med biologi og geografi og koble den op på virkelighedsnære problemstillinger. For også at tilgodese de mere detaljeorienterede elever sørger jeg altid for at tydeliggøre hvilket fagområde vi arbejder indenfor på det givne tidspunkt.

Det er også interessant at se hvordan de naturfaglige kompetencer kan bruges til at inddrage færdigheder og viden til belysning af en fællesfag-problemstilling. På Parkvejens Skole har vi brugt en del tid på at forstå systemet i hvordan fællesfaglighed, problemstillinger og kompetencer hænger sammen, og vi er ikke i mål endnu med at implementere dette.

Særligt i forhold til undersøgelseskompetencen kan jeg mærke at både lærere og elever skal vænne sig til en ny måde at arbejde på. Tidligere har der været fokus på at forsøg skulle gøre teorien mere forståelig ved at gøre den håndgribelig gennem praktisk arbejde. Nu skal eleverne i højere grad selv undersøge sig frem til den fornødne viden. Det kræver at man som lærer tænker relationen mellem teori og praksis anderledes og dermed også sin egen rolle som underviser. Til gengæld oplever jeg at eleverne går mere nysgerrigt til værks med den nye arbejdsform.

En af de største udfordringer med den fællesfaglige undervisning på vores skole er lærernes manglende tid til at sætte sig ind i de nye måder at arbejde på. Det kræver ekstra forberedelsestid først at sætte sig ind i nye metoder og bagefter at omsætte disse til undervisning. Derudover kræver det også tid at mødes med de andre naturfagslærere på årgangen så man kan få en forståelse for deres fags bidrag til forløbet. Ud over tiden kræver det også en vilje og interesse fra faglærerne, men samtidig også en organisering så den enkelte faglærer stadig kan se hvordan han eller hun kan byde ind med sit fag.

I et forsøg på at lette mine kollegers arbejde bruger jeg en del tid som naturfagsvejleder på at sammensætte fællesfaglige forløb som de enkelte faglærere kan bruge som hjælp og inspiration. For eksempel har jeg under det fællesfaglige fokusområde "Strålings indvirkning på levende organismers levevilkår" udarbejdet et fællesfagligt forløb om UV-stråling. Med udgangspunkt i vores fagportaler og andet tilgængeligt materiale har jeg lavet en række slides der kan bruges af både lærere og elever. Her har jeg forsøgt at samle et forløb hvor der er fokus på progression frem for fagopdeling. Slidsene er sat sammen så de kan give eleverne færdigheder og viden inden for hvert af de tre fag, men samtidig kan vise sammenhængen i forhold til den overordnede problemstilling som i dette tilfælde kan være: Hvilke konsekvenser kan UV-stråling have på menneskers helbred?

Forløbet starter med en introduktion til det elektromagnetiske spektrum, herunder forskellen på bølgelængderne for UVA-, UVB- og UVC-stråling. Derefter gives der forskellige oplysninger om ozonlaget, blandt andet hvordan de blågrønne alger dannede

den første ilt ved hjælp af fotosyntese, den kemiske omdannelse af ilt til ozon ved hjælp af energi fra UV-strålerne, ozonlagets beliggenhed i atmosfæren, dets bremsning af de enkelte UV-stråler og hvordan dannelsen af det muliggjorde liv på landjorden. Senere redegøres der for hudens reaktion på strålerne og deres betydning for udvikling af hudkræft og modermærkekræft. Til sidst ses der på UV-indeks i forhold til solindstråling, evolutionær udvikling af forskellige hudtyper og disses betydning for befolkningers tendens til at udvikle modermærkekræft. Under sidstnævnte også hvordan kulturelt betinget adfærd og migration kan påvirke risikoen for hudkræft. På hver slide har jeg skrevet hvilket fagområde der arbejdes indenfor.

I forløbet er de naturfaglige kompetencer tænkt ind, både eksplicit i form af slides der forklarer hvad de går ud på, og som opgaver og aktiviteter til eleverne. Modelleringskompetencen trænes blandt andet gennem opgaver hvor eleverne skal sammenligne kort over solindstråling, UV-indeks, hudtyper og antal personer med modermærkekræft i verden. Undersøgelseskompetencen arbejdes der med gennem praktiske aktiviteter hvor eleverne ved hjælp af sensorer undersøger forskellige egenskaber ved UVA- og UVB-stråling, eksempelvis undersøgelser af hvor store mængder UV-stråling der rammer os alt efter vejrforhold, og hvilke materialer der kan bremse de enkelte stråler og dermed beskytte os mod dem.

Ud fra forløbet har eleverne formuleret mere specifikke problemstillinger som for eksempel: Hvordan påvirker UV-strålerne de forskellige befolkningsgrupper i Australien? Og: Hvilke konsekvenser kan det få hvis vi ikke passer på ozonlaget?

Til sidst vil jeg nævne at skolens ledelse har en vigtig rolle i at få det fællesfaglige arbejde til at fungere. På vores skole er det en stor hjælp at ledelsen strukturerer vores arbejdstid sådan at det er muligt for de lærere der har naturfag på den samme årgang, at mødes jævnlige. Det betyder også meget at de sætter tid og ressourcer af til at kunne have en naturfagsvejleder.

Tværfaglighed – på vej mod at lykkes



Ulla Hjælland Linderøth,
Naturfagskonsulent
ApS

Kommentar til Østergaard, Elmose, Bjørkelund og Stidsen: "Biologi og idræt – et funktionelt kompetenceudviklende tværfagligt samarbejde?", MONA, 2018-4.

Tværfaglighed er et tema som diskuteres i de didaktiske miljøer, og som også har givet anledning til sidste nummer af MONA med temaet "Tværfaglighed og faglighed" baseret på bidrag fra Big Bang-konferencen 2018.

Jeg har med stor interesse læst artiklen "Biologi og idræt – et funktionelt kompetenceudviklende tværfagligt samarbejde?" af Lars Domino Østergaard, Steffen Elmose, Anita Bjørkelund og Poul Stidsen. Artiklen er baseret på fire nordjyske skolars tværfaglige samarbejde mellem biologi og idræt over to projektperioder. Der er lavet grundig dataindsamling af både elevs og lærers udbytte og opfattelse af det tværfaglige arbejde. Tværfaglighed behandles synonymt med fællesfaglighed, flerfaglighed, projektarbejde, emnearbejde og overfaglighed (Sillasen & Linderøth, 2017).

Jeg er enig med forfatterne i at det giver mening at etablere tværfagligt samarbejde mellem fagene biologi og idræt, og at fagene har et overlap der burde kunne give en merværdi til begge fag. Dog er der nogle præmisser for det tværfaglige som er værd at være opmærksom på for at lykkes med tværfagligheden. Noget forfatterne også har været bevidste om, idet artiklens overskrift afsluttes med et spørgsmålstejn. De forholder sig herigennem spørgende til om det tværfaglige samarbejde mellem biologi og idræt er funktionelt (og) kompetenceudviklende.

Naturfagenes fællesfaglige fokusområder

Med seneste Fælles Mål og læseplaner indgår biologi i tværfagligt samarbejde med geografi og fysik/kemi i fællesfaglige fokusområder hvis arbejde indgår i den afsluttende fælles naturfagsprøve (Undervisningsministeriet, 2014 og 2016). Et af forfatterens hovedargumenter for at lade biologifaget indgå i tværfagligt samarbejde med

idræt er at et område som menneskekroppens anatomi og fysiologi vanskeligt lader sig integrere i de centraltstillede fællesfaglige fokusområder (Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen, 2018). Dette felt hører under færdigheds- og vidensområdet "Krop og sundhed" (Undervisningsministeriet, 2014). I mit perspektiv er krop og sundhed oplagt at integrere i det centraltstillede fællesfaglige fokusområde "Teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår". Desuden kan krop og sundhed medtænkes i mange øvrige fællesfaglige fokusområder som fagteamet selv definerer som alternativer til de centraltstillede. Det gælder fx udforskning af rummet hvor biologi kan bidrage med viden om hvad rumrejser gør ved kroppen, og hvordan kroppen vil reagere ved bosættelse på en anden planet eller måne.

Tværfaglighedens præmisser

Der kan være flere gode grunde for biologi til at indgå i tværfagligt samarbejde ud over med de øvrige naturfag. At samarbejde med fag fra andre fakulteter end det naturvidenskabelige, som det fx er tilfældet med idræt, kræver dog en særlig opmærksomhed på de pågældende fags metoder og en bevidsthed om hvorledes disse sættes i spil. Forfatterne har en opmærksomhed på det, men det ligger uden for artiklens felt at komme med en løsning på dette problem. Til gengæld foldes kompetencebegrebet flot ud, og de to fags bidrag til kompetenceudvikling giver rigtig god mening og virker meget overbevisende (Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen, 2018).

Mange vil nok opleve at fagligheden kan lide i tværfaglighedens navn. Så længe biologi er begrænset i sit timetal, og det fællesfaglige samarbejde med naturfagene er skrevet ind i læseplanen og desuden indgår i den fælles naturfagsprøve, tror jeg det kan være svært for mange lærere at finde tid til øvrige tværfaglige samarbejder.

Omfanget af det tværfaglige samarbejde skal være realistisk. Ud fra forfatterens overskrift at dømme, og til dels ud fra beskrivelsen af samarbejdet i det konkrete projekt, er det tværfaglige samarbejde af typen "fællesfaglighed" eller "funktionel tværfaglighed". Denne form for tværfaglighed er kendetegnet ved at have en fælles problemstilling, og herigennem trænes mange relevante kompetencer. Funktionel tværfaglighed stiller store krav til planlægning og kræver grundig gennemtænkning af forløbet (Sillasen & Linderøth, 2017; Andersen & Linderøth, 2018). At have tid til fælles planlægning og gennemtænkning af tværfagligheden i form af tæt integration af både biologi og idræt er netop et af de elementer forfatterne peger på. De skriver at der i de efterfølgende interviews med lærere især blev italesat mangel på fagspecifik viden og stilladsering som centrale udfordringer omkring elevernes kompetenceudvikling (Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen, 2018).

Fagligt udbytte i tværfaglige samarbejder

Målet for de valgte aktiviteter i samarbejdet mellem biologi og idræt på de nordjyske skoler er at understøtte og perspektivere elevernes faglige læring og dermed bidrage til deres kognitive forståelse i begge fag. Der henvises i denne sammenhæng til et andet projekt hvor elevernes testscore i de involverede fag var højere ved tværfagligt samarbejde end med undervisning i fagene hver for sig. Spørgsmålet er om det også er lykkedes i det nordjyske projekt der her er arbejdet med. Der foreligger et stort datamateriale, men det præsenteres i form af enkeltepisoder som underbygger elevernes kompetenceudvikling (Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen, 2018). Det kunne være interessant at have fået præsenteret en oversigt over resultaterne med deres bredde og nuancer. Det fremgår nemlig ikke om de udvalgte episoder har eksemplarisk karakter, eller hvilke kriterier i øvrigt der ligger til grund for udvælgelsen. Som en opsamlende kommentar på hvad biologi og idræt har fået ud af at samarbejde i det pågældende projekt, skriver forfatterne at skolereformens intentioner om at idrætsfaglig teori skal inddrages i praksisfaget, er opnået. Argumentet for biologis vedkommende går på at reformens krav om 45 minutters bevægelse i løbet af en skoledag imødekommes, og at denne er fagligt integreret (Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen, 2018). Som biologilærer bliver jeg lidt ærgerlig når jeg i et presset fag blot bidrager til bevægelse. Retmæssigt skal det siges at denne er fagligt integreret, men jeg kan betvivle et optimalt biologifagligt udbytte når der for en af elevgrupperne nævnes at biologi har bidraget med viden om muskler samt deres navne og funktion (Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen, 2018). Af artiklen fås naturligvis ikke indsigt i alle de faglige aspekter, men jeg kan være usikker på om vægtningen af tid og udbytte står mål med de relevante indholdselementer i biologifaget.

Tværfaglige lærerkompetencer

Artiklen påpeger en række udfordringer som kan vanskeliggøre det tværfaglige arbejde mellem fx biologi og idræt. Der er mange gode elementer som nærværende projekt belyser, såsom øget motivation hos eleverne for fagene (Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen, 2018).

I projektet er der valgt at arbejde med den undersøgende arbejdsmetode IBSE (Inquiry Based Science Education) med det argument at eleverne arbejder med egne problemstillinger og skal være aktivt involveret i læreprocessen. Jeg synes anvendelsen af IBSE giver rigtig god mening i tværfaglige projektarbejdsformer. Det kræver dog kendskab til metoden af både elever og lærere. Er eleverne ikke forinden bekendte med IBSE, kan jeg forestille mig at det er vanskeligt både at tilegne sig en ny arbejdsmetode og at gøre det i en ny tværfaglig kontekst.

At arbejde IBSE-orienteret kræver en lærerrolle som adskiller sig fra mange andre

undervisningsformer (Østergaard, Sillasen, Hagelskjær & Bavnhøj, 2010). Man skal som lærer være spørgende uden at give svar. Forfatterne problematiserer i artiklen at de involverede lærere havde svært ved at stille induktive stimulerende spørgsmål, men i stedet faldt ind i en mere traditionel lærerrolle og som faglige eksperter deduktivt kom med svar. Her kommer nogle af lærerne på gatis, især hvis de ikke har det pågældende fag som undervisningsfag. Det kunne her være interessant at se hvordan en træning i vejlederrollen og i brug af fx produktive spørgsmål kunne hjælpe eleverne på vej i en eventuel næste version af projektet i Nordjylland (Elstgeest, 2009).

Funktionelt og kompetenceudviklende tværfagligt samarbejde

At opnå et reelt funktionelt tværfagligt samarbejde kan vise sig svært i praksis. Ofte vil det tværfaglige samarbejde skulle organiseres i en flerfaglig eller formel tværfaglighed kendetegnet ved at fagene arbejder parallelt og belyser flere aspekter af samme emne (Andersen & Linderoth, 2018). Ud over de udfordringer som artiklen har peget på, og som er uddybet ovenfor, er der yderligere mulige knaster i samarbejdet.

Et ofte overset område i tværfaglige samarbejder er den tilhørende litteratur som eleverne erhverver sig i forløbet. Andre studier har vist at eleverne har svært ved selv at sammensætte viden fra de enkelte fag og anvende den til at løse et tværfagligt problem (Hansen, 2007). Om eleverne har tilegnet sig viden fra henholdsvis biologi og idræt, eller om de har haft adgang til fællesfaglig litteratur, fremgår ikke af artiklen af Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen (2018).

For at tværfagligt samarbejde skal blive funktionelt og kompetenceudviklende, kræves (Hansen, 2007):

- At faggrænserne nedbrydes, og at lærerne er villige til at træde til side med deres fag med det formål at skabe succesfulde projekter.
- At lærerne skal have en vis indsigt i de involverede fag. Hvis ikke de har det, overlades tværfagligheden til eleverne.
- At der udvikles og anvendes tværfagligt undervisningsmateriale så eleverne hjælpes til at skabe overblik og opnå sammenhængsforståelse.

De to første punkter stemmer overens med de udfordringer som de interviewede lærere peger på i artiklen (Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen, 2018), og er områder som, sammen med sidste punkt, fremadrettet skal have en bevågenhed i tværfaglige samarbejder.

Svaret på spørgsmålet

For at vende tilbage til artiklens titel, “Biologi og idræt – et funktionelt kompetenceudviklende tværfagligt samarbejde?”, kan man spørge sig selv om der på baggrund af resultaterne kan svares ja eller nej til spørgsmålet. Svaret må blive et lille ja, efterfulgt af et større MEN. Ifølge forfatterne er der en række områder som skal styrkes for at det tværfaglige samarbejde er i mål. Det går især på lærernes faglige og didaktiske kompetencer omkring undersøgende og problemløsende samarbejde på tværs af fag.

De seneste år er der eksperimenteret med forskellige former for tværfagligt samarbejde. Det gælder især mellem fagene biologi, geografi og fysik/kemi og i langt mindre grad mellem biologi og idræt. Elevernes kompetenceudvikling bliver uden tvivl styrket gennem tværfaglige samarbejder, og motivationen er ofte høj (Østergaard, Elmose, Bjørkelund & Stidsen, 2018). Når man som elev skal gå kvalificeret ind i tværfaglige sammenhænge, skal man have en solid faglig og kompetencemæssig ballast. Den opnås blandt andet gennem forudgående faglig undervisning da den kan være svær at opnå undervejs i de tværfaglige forløb. Der er fra Undervisningsministeriets side lagt op til at naturfagene i 7.-9. klassetrin periodevis samarbejder om at gennemføre mindst seks fællesfaglige undervisningsforløb, organiseret som en vekselvirkning mellem enkeltfaglig og tværfaglig undervisning (Undervisningsministeriet, 2016).

Så længe det vejledende timetal for biologi ikke er højere end det er, tror jeg de fleste lærere vil have svært ved at nå mere end det der er lagt op til fra ministeriets side. Jeg ville dog ønske at vi i fx biologi havde et større timetal med plads til større fordybelse og tværfaglige samarbejdsflader, vel vidende at det åbner op for en række andre udfordringer.

Referencer

- Andersen, P.U. & Linderoth, U.H. (2018). *Biologididaktik – mellem fag og didaktik*. Lærerbiblioteket, Hans Reitzels Forlag.
- Elstgeest, J. (2009). Det rigtige spørgsmål på det rigtig tidspunkt. Kapitel 7 i *Metoder i naturfag – en antologi*. Red. Tougaard, S. & Kofod, L.H. Experimentarium.
- Hansen, S.H. (2007). Udfordringer for det tværfaglige samspil i gymnasiet. *MONA*, 2007-1.
- Sillasen, M.K. & Linderoth, U.H. (2017). Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag. *MONA*, 2017-3.
- Undervisningsministeriet (2014). Læseplan og Fælles Mål for faget biologi.
- Undervisningsministeriet (2016). Prøvevejledning til fællesfaglig prøve.

Litteratur

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

Angst for x



Mikkel Willum Johansen,
Institut for Naturfagenes
Didaktik, KU

Anmeldelse af Maria Kirstine Østergaard: "Matematikangst – fordomme og køn". Frydenlund, 2018, 114 sider.

Matematikangst

Hvis man reagerer med angst eller frygt når man står over for matematikrelaterede stimuli, lider man af det man lidt løseligt kan kalde matematikangst. Matematikangst vil typisk have en sammenhæng med negative oplevelser og forestillinger om matematik og med en negativ forestilling om egne matematiske evner. Disse forskellige elementer påvirker hinanden i et kompleks hvor det kan være svært at sige hvad der er årsag, og hvad der er virkning. Maria Kirstine Østergaard søger derfor i sin bog om matematikangst at forstå fænomenet ved at sætte det i relation til andre elementer i komplekset, specielt kønsstereotyper og forestillinger der relaterer til matematik og matematikundervisning.

De centrale begreber

Bogen indleder med et teoretisk afsnit hvor de centrale begreber introduceres.



Forestillinger – eller *beliefs* – brydes op i fire forskellige komponenter, nemlig forestillinger om matematikundervisning, forestillinger om matematik som disciplin, forestillinger om den sociale kon-

tekst og forestillinger om selvet (herunder self-efficacy-beliefs), og Maria Kirstine Østergaard beskriver hvordan forskellige beliefs kan påvirke hinanden i mekanismer der leder til matematikangst; kombineres en opfattelse af matematikfaget som dømmende (der er altid et klart skel mellem rigtige og forkerte svar) fx med lav self-efficacy, kan man sætte gang i en ond cirkel hvor man dels undgår matematik og dels som en forsvarsmekanisme begynder at opfatte matematik som irrelevant. Forestillingerne om matematik relaterer også til forestillinger om køn og kønsstereotyper. Hovedtendensen er her at en traditionel opfattelse af matematik som dømmende og som et fag hvor man kun kan få det rigtige resultat hvis man følger en bestemt procedure, harmonerer dårligt med traditionelle stereotyper om kvinder hvor det (ifølge bogen) forventes at kvinder har en forstående, kontekstorienteret og udforskende tilgang til problemer. Traditionelle stereotyper om mænd hvor konkurrence og målrettet problemløsning betones, harmonerer derimod godt med den traditionelle matematikforståelse.

Matematikangst i praksis

Efter introduktionen af teorien gennemgår Maria Kirstine Østergaard fire kvalitative interviews hun har lavet med voksne – to kvinder og to mænd – der lider af matematikangst. Interviewene afdækker interviewpersonernes matematikrelaterede beliefs og søger ad den vej at give en forklaring på hvorfor de fire kom til at lide

af matematikangst. Det er slående at alle fire tilsyneladende opfatter matematik som et maskulint fag – når de skal tegne en matematiker, tegner de en mand med briller. Det er også slående at man i alle interviews ser et mønster hvor matematikangsten udspringer af negative oplevelser med matematik kombineret med aktivering af beskyttelsesmekanismer. På den måde bekræfter de fire interviews i et vist omfang teorien.

Hvad kan der gøres?

Maria Kirstine Østergaard slutter bogen af med et bud på hvordan man kan undgå matematikangst. Det gælder ikke overraskende om at undgå de negative erfaringer der sætter skub i angstreaktionen. Forfatteren peger på at mange af de dårlige oplevelser udspringer af den traditionelle skemaorienterede matematikundervisning hvor der er fokus på facit og på at lære regler og formler der kan virke meningsløse for eleverne. Bogen foreslår at man i stedet udvikler en mere pluralistisk tilgang der gør det muligt for elever med forskellige læringstilgange og -tempi at trives, og desuden tydeliggør hvorfor matematik er relevant, fx ved at lade matematikundervisningen foregå i tættere samarbejde med fag hvor formulerne kan anvendes i praksis.

En fin lærebog, men ...

Matematikangst er et fænomen der fortjener en bog på dansk. De høje ambitioner om at alle skal kunne matematik,

kombineret med tårnhøje dumpeprocenter i faget gør det klart at der er et problem vi bliver nødt til at adressere, så der er et klart behov for bøger som denne.

Bogen har dog også nogle begrænsninger. Maria Kirstine Østergaard underviser i matematik på læreruddannelsen, og bogens mest oplagte publikum er netop lærerstuderende. Bogens opbygning, hvor en lille håndfuld teoretiske begreber indføres på baggrund af en grundig afdækning af forskningslitteraturen og herefter anvendes på et empirisk materiale, er eksemplarisk for den måde mange studerende arbejder på de videregående uddannelser. Jeg er dog bange for at bogen har så meget præg af lærebog at det mere generelle publikum vil have svært ved at komme helt igennem den; det er en vigtig bog, men ikke en bred bog.

Bogen har desuden nogle begrænsninger i sit teoretiske afsæt. Matematikangst behandles i en socialkonstruktivistisk forståelsesramme hvor problemet forstås i lyset af de fordomme og stereotyper de matematiklærende møder og er medkonstruktører af. I den optik er det ikke muligt at italesætte egentlige kognitive vanskeligheder. Et fænomen som talblindhed – matematikkens pendant til ordblindhed – falder således helt uden for bogens forståelsesramme.

Endelig virker bogen ikke fuldt ud konsistent i sin behandling af køn; på den ene side påpeger Maria Kirstine Østergaard at vores opfattelse af køn er præget af stereotyper, dvs. unuancerede og ofte forvrængede forestillinger der vanemæssigt tilskrives alle medlemmer af en gruppe,

men på den anden side kommer bogen visse steder (formentlig utilsigtet) til at udtrykke og essentialisere forsimplede kønsstereotyper. Underkastelse, afhængighed og lav selvtillid beskrives fx som "typiske kvindelige karaktertræk" (s. 91), og kvinder beskrives som værende domineret af et "tankemønster, hvor kontekst er betydningsfuld, og hvor det at forstå er vigtigere end at finde en løsning. Mænd vil derimod føle sig trygge ved rationalitet, generalisering og løsningsorientering" (s. 33-34). Bogen er dermed med til at fastholde de kønsstereotyper den kritiserer.

Behandlingen af kønsproblematikken tager desuden visse steder udgangspunkt i materiale fra 1980'erne og 90'erne, og det er uheldigt da der er sket en hel del på den front de sidste 40 år. I dag udgør kvinder knap 40 % af de studerende på bacheloruddannelserne i matematiske fag på Københavns Universitet. Matematik er derfor ikke rigtig et mandefag, og af den grund er det ikke alle de gamle pointer der stadig er gangbare. Bogen reproducerer fx Carrie Paechters knap 30 år gamle påstand om at det "kun er piger, der allerede har udviklet en stærk personlighed og kønsmæssig identitet, som vil vælge matematikken, eftersom piger, der stadig er usikre på deres identitet som kvinde, sandsynligvis vil vælge fag, som anses for at være mere feminine" (s. 44). Det var muligvis rigtigt engang, men jeg tvivler på at de 274 kvindelige BA-studerende på matematik på KU har en stærkere personlighed og kønsmæssig identitet end fx de 221 kvinder der stude-

rer biokemi (66 % kvindelige studerende), eller de 144 kvinder på husdyrvidenskab (95 % kvindelige studerende). Alt dette er ikke for at sige at kønsproblematikken ikke er vigtig – de 274 kvindelige BA-studerende på matematik må fx deles om 8 kvindelige ud af de i alt 45 fastansatte forskere på Matematisk Institut. Men jeg kunne som læser indimellem have ønsket mig en opdateret og mere nuanceret behandling af emnet.

Alt i alt er *Matematikangst – fordomme og køn* en fin introduktion til sit emne. Præsentationen af belief-begrebets forskellige dimensioner giver læseren et godt teoretisk redskab til at forstå matematikangst, og med de fire interviews får man mulighed for at se hvordan angsten udvikles og opleves fra et førstepersonsperspektiv. Bogen kan dog ikke stå alene, og navnlig i behandlingen af køn vil jeg anbefale at man supplerer med anden litteratur. Cordelia Fines *Delusions of Gender: The Real Science Behind Sex Differences* kunne være et sted at starte (men næppe et sted at slutte).

Hvordan får vi flere naturfaglige stjernefrø?



Trine Hyllested,
Læreruddannelsen,
Københavns
Professionshøjskole

Anmeldelse af Stig Brostrøm og Thorleif Frøkjær: "Det ved vi om – Science, bæredygtighed og matematisk opmærksomhed", Dafolo 2018

"Det ved vi om" er en serie udgivet af Dafolo der forsøger at formidle til praksis hvad man forskningsmæssigt ved om forskellige emner inden for daginstitutionsfeltet. En stor del af Danmarks børn tilbringer en vital del af deres liv i daginstitutioner i en eller anden form. Det er f.eks. ifølge FOA ca. 88 % af alle Danmarks børn der går i børnehave (FOA, 2018). Derfor er det en god ide at bringe forskningsviden om feltet ud til praksis.

Denne bog handler om "Science, bæredygtighed og matematisk opmærksomhed" i dagtilbud. Der er i 2018 kommet en ny betegnelse for at beskæftige sig med det naturfaglige område i daginstitutioner. Betegnelsen i dagtilbudsloven for læreplansområdet er fra december 2018 "natur, udeliv og science". Det er en ændring fra den tidligere betegnelse "natur og naturfænomener".

Den lille, letlæste bog på 61 sider er skrevet for at inspirere de voksne der



arbejder i praksis med børn om natur, udeliv og science i daginstitutioner og anden pædagogisk virksomhed. Bogen er bl.a. skrevet på baggrund af Brostrøm og Frøkjærs bog "Science i Dagtilbud" fra Dansk Pædagogisk Forum i 2015. Jeg anmeldte "Science i Dagtilbud" i MONA 1-2016.

Denne nye bog, "Science, bæredygtighed og matematisk opmærksomhed",

begrunder først hvorfor det er vigtigt at beskæftige sig med feltet, ud fra et dan-nelsesmæssigt synspunkt og derefter ud fra et politisk synspunkt formuleret i den nationale naturvidenskabsstra-tegi efterår 2018. Politikerne ønsker flere unge der vil arbejde inden for naturvi-denskab – derfor skal daginstitutionerne starte udviklingen.

Danmarks Evalueringsinstitut har i 2015 dokumenteret at det er utydeligt for pædagogerne hvordan man pædagogisk kan arbejde med læreplanstemaet “na-turfænomener”. Det søger denne bog at rette op på.

Bogen peger på at en styrkelse af børns opmærksomhed over for omverdenen er grundlæggende for at arbejde med fæ-nomenerne natur, udeliv og science. De voksne der omgiver børnene, har betyd-ning for hvordan børns opmærksomhed bliver vakt. Med-undring, med-aktivitet og lydhørhed hos de voksne fremhæves som afgørende for børnene. Bogen fokuserer på begrebet science for at kvalificere de konkrete iagttagelige naturfaglige fæ-nomener mod en mere science-faglig for-ståelse og angiver et forslag til metode:

- Man skal lade børns egen undring være udgangspunktet.
- Man skal inddrage deres eksisterende faglige erfaringer og udfordre disse.
- Man skal skabe en science-kultur præ-get af børns egne observationer, be-skrivelser, målinger, sorteringer.
- Man skal inspirere til tolkninger samt dannelse af hypoteser.

Børnene skal med Vygotskys ord gå fra hverdagslæring til faglig læring. Dette kræver selvsagt nogle voksne der selv er i stand til det. Først og fremmest skal fællesskabet starte udviklingen. Børne-nes fællesskaber skal styrkes. At imitere hinanden er en væsentlig del af det at udvikle sig.

Matematisk opmærksomhed hører med til science-forståelse. I Danmark har man gennem mange år bevidst arbejdet med sprogpakken i daginstitutioner og indskoling. Nu, mener forfatterne, er tu-ren kommet til science og matematisk opmærksomhed. Forfatterne refererer til en forsker (Bishop, 1988) som beskriver at matematisk opmærksomhed handler om lokalisering, design, tælling, måling, leg, spil samt forklaringer.

Bogen har et helt afsnit om bæredyg-tighed i børnehaver og vuggestuer med udgangspunkt i Børne- og Socialministe-riets ønske om at børn i daginstitutioner skal opnå en begyndende forståelse for bæredygtig udvikling. Bogen postulerer dog ikke at det at beskæftige sig med na-turfænomener og science nødvendigvis giver forståelse for bæredygtighed. Her har det også betydning hvordan man gør det!

De voksnes aktive deltagelse som in-spirerende rollemodeller præciseres. De voksne skal tilrettelægge læringsmiljøer der er mangfoldige, aktive, kreative og udvikler børnenes evner. Der lægges vægt på at børns trivsel og læring ska-bes gennem deres egen aktive virksom-hed. Læringsmiljøet skal udvikles fysisk,

æstetisk, mentalt og didaktisk og danne udgangspunktet for aktiviteterne.

Børnene skal omgives af et sprudlende og inspirerende miljø der inviterer dem til at lege og eksperimentere med science-materialer. Det er vigtigt at være åben over for børnenes egne spørgsmål og initiativer, men det er også vigtigt at udfordre dem med nye spørgsmål og fænomener.

Børnenes aktive virksomhed består både af følelser, fantasi og forestillinger, og den voksne kan med sin større viden og sit engagement få ny science-læring ud af børnenes virksomhed. Det er vigtigt at gribe de tilfældige og spontant opståede science-læring-situationer og få det bedste ud af dem.

Det er ikke afgørende at fokusere på "det rigtige facit", men på at børnene arbejder sig hen mod en foreløbig forståelse som kan udfordres af de andre børn og de voksne. Man er altid på vej. Barnet skal gå fra passiv tilskuer til aktiv deltager i et socialt fællesskab. Den sociale interaktion med pædagogen og de andre børn kan være med til at udvikle barnet hvis de voksne kan skabe det rette miljø.

Disse pædagogiske ideer som bogen peger på, kan anvendes på folkeskolens yngre årgange. Man kunne f.eks. læse

bogen i indskolingsteamet og diskutere hvad skolen kan gøre for at kvalificere sine natur-, udelivs- og matematikfællesskaber. Jeg savner dog noget mere fagligt stof og referencer om matematisk opmærksomhed, selvom den grundige litteraturliste kan inspirere til selv at gå videre.

Bogen igennem gøres opmærksom på de voksnes vigtige rolle med at have viden, opsætte rammer og udfordre. Det gør man dog ikke uden en god uddannelse.

Derfor kan det undre mig at det danske samfund konstant skærer 2 % ned på både pædagogers og læreres uddannelse, også inden for dette felt. Nedsættelserne på pædagogers og læreres uddannelse kan nok så mange velmenende fondstilskud og nye projekter ikke rette op på. Det kan den nye betegnelse for feltet "natur, udeliv og science" heller ikke. Det kræver godt uddannede voksne og ordentlige normeringer at så naturfaglige stjernefrø. Politikere må forstå at kommende ingeniører og forskere skal plejes allerede i vuggestuen og børnehaven. Det kan denne bog inspirere til at gøre, man vi mangler flere uddannede lærere og pædagoger inden for feltet, og vi mangler bedre normeringer!

