

# MONIA

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



AARHUS  
UNIVERSITET



SYDDANSK UNIVERSITET

DTU



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET  
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2018-4

# 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 naturvidenskabelige område ved Roskilde 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, Læruddannelsen 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, Læruddannelsen 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](http://www.science.ku.dk/mona).

### **Manuskripter**

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

### **Abonnement**

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

### **Produktionsplan**

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

*MONA 2018-4 udkommer 5. december 2018.*

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 18. august 2018.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 25. september 2018

*MONA 2019-1 udkommer 7. marts 2019.*

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 13. november 2018.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 4. januar 2019.

*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.

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

ISSN: 1604-8628. © MONA 2018. Citat kun med tydelig kildeangivelse

# Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene?  
*Jens Dolin*
- 28 Fællesfagligheden til prøve  
Udfordringer i første års implementering af den fælles prøve i naturfagene i folkeskolen  
*Lars Brian Krogh, Peer Daugbjerg*
- 55 Biologi og idræt – et funktionelt kompetenceudviklende tværfagligt samarbejde?  
*Lars Domino Østergaard, Anita Bjørkelund, Steffen Elmose, Oline Anita Bjørkelund og Poul Ravn Stidsen*
- 72 **Temabidrag**
- 73 Symposium om den fælles naturfagsprøve  
*Christina Frausing Binau, Nana Quistgaard, Elzebeth Wøhlk*
- 82 Skole-virksomhedssamarbejde og den fællesfaglige undervisning  
*Peer S. Daugbjerg, Torben Mikkelsen, Thorkild Pedersen*
- 93 Integration af fysik og kemi i den naturvidenskabelige studieretning  
*Hanne Krøyer, Jesper Munk Jensen*
- 103 Matematik som redskab i den virkelige verden  
*Gry Lottrup Jyde, Julia Suhr*
- 110 Internationale tværfaglige fællesskaber i undervisningen  
*Niels Anders Illemann Petersen, Thomas Kjærgaard, Anna Bruun*
- 120 Naturfagsundervisningen sat i skema  
*Anne Marie Kirkeby*
- 128 Fællesfaglig undervisning med feltarbejde  
*René Larsen Vilsholm*
- 136 Matematik skal mere end at levere M'et i STEM  
*Kirsten Søs Spahn, Anette Vestergaard Nielsen*
- 144 Fælles front mod fake news og sensationsjagt  
*Katrine Skovgaard Rasmussen*
- 150 **Kommentarer**
- 151 Løsning?  
*Gert Hansen*
- 154 Er populær matematikundervisning uambitiøs – og derfor nem?  
*Tomas Højgaard*
- 162 **Litteratur**
- 163 Det fælles i naturfagene – en trædesten i et vadested  
*Sanne Schnell Nielsen*

# Fra redaktionen

Dette nummer har sin oprindelse i Big Bang konferencen der blev afholdt 5.-6. april i år. Ligesom ved 2017-konferencen har vi bedt oplægsholderne på konferencens MONA-spør der i 2018 havde titlen *Tværfaglighed og faglighed*, om at omskrive deres konferencebidrag til en artikel til dette temanummer. Det var der mange der tog imod – så mange at nummeret er det mest voluminøse i tidsskriftets historie.

Oplægsholderne kunne vælge at skrive et forskningsbidrag der blev peer-reviewet efter MONAs sædvanlige retningslinjer. I denne kategori bringer vi her tre artikler. Den første er Jens Dolins *Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene?* Artiklen er et bidrag til den aktuelle debat om hvorvidt de naturvidenskabelige fag i dele af uddannelsessystemet skal undervises integreret eller undervises og læres som adskilte fag. Artiklen tager udgangspunkt i det grundlæggende spørgsmål “hvorforskal børn og unge have naturvidenskab?” og afdækker konsekvenserne heraf såfremt svaret er “fordi de skal være naturvidenskabeligt dannede”. Den argumenterer for at integreret naturfag fremmer elevernes naturvidenskabelige dannelse mere end enkeltfag, og påpeger hvordan fagenes lukkethed og status vanskeliggør integration. Den giver også nogle bud på hvordan integration kan realiseres på forskellige uddannelsesniveauer.

Den næste artikel, Lars Brian Krogh og Peer Daugbjergs *Fællesfagligheden til prøve*, beskæftiger sig med udfordringerne i implementeringen af den fælles prøve i naturfagene i folkeskolen som i 2017 for første gang blev afviklet for alle elever i 9. klasse. Den nye mundtlige prøve inddrager alle udskolingens naturfag, og den tager udgangspunkt i elevernes fællesfaglige arbejde inden for en selvvalgt problemstilling. Den betoner også elevernes naturfaglige kompetencer. Der kunne forventes udfordringer for det prøveforberedende arbejde da få danske naturfagslærere er uddannet til at varetage fællesfaglig, problemorienteret og kompetencefokuseret undervisning. Første års prøveafvikling blev fulgt af et forskningssamarbejde, og artiklen her belyser hvordan det gik med at håndtere disse nye udfordringer.

Den tredje artikel har titlen *Biologi og idræt – et funktionelt kompetenceudviklende tværfagligt samarbejde?* Den er forfattet af Lars Domino Østergaard, Steffen Elmose og Oline Anita Bjørkelund. I naturfagssamarbejdet om fælles faglige fokusområder i folkeskolens overbygning er der biologifaglige områder der er vanskelige at integrere med fysik/kemi og geografi. Artiklen beskriver hvordan disse områder i tværfagligt samarbejde med *idræt* kan dækkes ind og være med til at udvikle både elevernes naturfaglige og idrætsfaglige kompetencer. Projektet belyste hvilke fordele der er for elevernes kompetenceudvikling i de to fag, og ligeledes hvilke udfordringer der er ved at arbejde undersøgelsesbaseret og tværfagligt i de to fag.

Mangfoldigheden i MONA-sporets tema afspejledes også i at det til dette nummer

af MONA var muligt at beskrive og reflektere over det konkrete projekt man holdt oplæg om, eller man kunne aflevere et dialogisk indslag om temaet. Disse artikeltyper blev vurderet af MONA-redaktionen med hensyn til relevans, nyhedsværdi, designkvalitet og formidlingskvalitet. Fofatterne fik tilbagemelding med ønsker om revision – og alle genafleverede og har fået optaget deres bidrag. Resultatet bringer vi her i form af ni bearbejdede konferencebidrag. De enkelte bidrags overskrifter er fint beskrivende for indholdet, så vi nøjes af pladshensyn med at anføre dem her på listeform. Den første og den sidste af dem er beskrivelser af diskussionsfora, de øvrige syv fortæller om forfatternes erfaringer fra konkrete fællesfaglige aktiviteter. Det drejer sig om *Symposium om den fælles naturfagsprøve* af Christina Frausing Binau, Elzebeth Wøhlk og Nana Quistgaard, *Skole-virksomhedssamarbejde og den fællesfaglige undervisning* af Peer S. Daugbjerg, Thorkild Pedersen og Torben Mikkelsen, *Integration af fysik og kemi i den naturvidenskabelige studieretning* af Hanne Krøyer og Jesper Munk Jensen, *Matematik som redskab i den virkelige verden* af Gry Lottrup Jyde og Julia Suhr, *Internationale tværfaglige fællesskaber i undervisningen* af Niels Anders Illemann Petersen, Thomas Kjærgaard og Anna Bruun, *Naturfagsundervisningen sat i skema* af Anne Marie Kirkeby, *Fællesfaglig undervisning med feltarbejde* af René Larsen Vilsholm, *Matematik skal mere end at levere M'et i STEM* af Kirsten Søs Spahn og Anette Vestergaard Nielsen, og endelig *Fælles front mod fake news og sensationsjagt* udarbejdet af Katrine Skovgaard Rasmussen. Redaktionen supplerer iøvrigt dette sidste bidrags litteraturliste med en oversigt fra videnskab.dk, *5 spørgsmål du bør stille dig selv når du læser om forskning*. Alt i alt: Der er virkelig megen interessant læsning i denne sektion

Jens Dolin har varetaget rollen som temareda ktør.

Af kommentarer til tidligere numres artikler bringer vi to. Gert Hansen giver i *Løsning?* sine reaktioner på Brian Krog Christensens “FYMA – om integration af to fag” der blev bragt i MONA 2018-3, og Tomas Højgaard skriver i *Er populær matematikundervisning uambitiøs – og derfor nem?* om Tom Steffensen og Helle Østerbys “Hvorfor er matematik så populært i 7.a?” fra MONA 2018-1. Højgaard har i øvrigt indflettet en række responser fra Steffensen og Østerby på de spørgsmål han rejser.

Endelig har vi også en boganmeldelse fra Sanne Schnell Nielsen af “*Det fælles i naturfagene – fra indskoling til prøve i 9. klasse*” skrevet af Bodil Nielsen og Keld Nørsgaard og udgivet af Samfundslitteratur, 2018.

Lad os slutte af med at nævne at næste års Big Bang konference bliver afholdt i Odense den 2.-3. april 2019. April 2019. MONA er naturligvis med på konferencen igen og står for sporet *Lærerkompetencer nu og de kommende år*. Vi regner med efterfølgende at lave et temanummer om dette interessante emne efter samme retningslinjer som det vi præsenterer her.

Artiklerne i denne sektion udspringer af 2018 Big Bang konferencens MONA-spor om *Tværfaglighed og faglighed*. Alle er forskningsbidrag der er blevet peer-reviewet efter MONAs sædvanlige retningslinjer.

# Artikler

# Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene?



Jens Dolin, Institut for  
Naturfagsdidaktik,  
Københavns Universitet

**Abstract:** *Det er en aktuel debat, hvorvidt de naturvidenskabelige fag skal undervises integreret i dele af uddannelsessystemet, eller hvorvidt de skal undervises og læres som adskilte fag. Debatten afspejler både uddannelsespolitiske, faginterne og didaktiske skillelinjer, hvor de bagvedliggende præmisser ikke altid er tydelige. Artiklen tager udgangspunkt i det grundlæggende spørgsmål i enhver didaktik 'Hvorfor skal børn og unge have naturvidenskab?' og afdækker konsekvenserne heraf, hvis svaret er 'fordi de skal være naturvidenskabeligt dannede'.*

*Artiklen argumenterer for at integreret naturfag fremmer elevernes naturvidenskabelige dannelse mere end enkeltfag. Det vises hvorledes fagenes lukkethed og status vanskeliggør integration og giver nogle bud på hvorledes integration kan realiseres på forskellige uddannelsesniveauer.*

## Indledning – om problematikken og dens aktualitet

Debatten i naturfagene om *fagintegration* versus *fagopdeling* er ikke ny og hænger sammen med den almindelige uddannelsespolitiske debat om tværfaglighed kontra særfaglighed. Også her i MONA er tværfaglighedsproblematikken i de naturvidenskabelige fag behandlet, senest i en oversigtsartikel, *Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag* (Sillasen & Linderoth, 2017), og en artikel om fagintegration mellem fysik og matematik i gymnasiet, *FYMA – om integration af to fag* (Christensen, 2018).

Det er uden for denne artikels rammer at afdække selve tværfaglighedsbegrebet, men bredt forstået vil en tværfaglig tilgang til undervisning i de naturvidenskabelige fag (som i alle fag) sige at elevernes læring sker via aktiviteter på tværs af faggrænserne. De fleste teoretikere opridser en systematik i arten af aktiviteter på tværs af de involverede fag, typisk gående fra støttefaglighed og flerfaglighed over fagintegration til fagoverskridelse (Dolin & Goddixen, 2017; Klein, 2019). Den vigtigste skelnen ligger mellem *multidisciplinaritet* og *interdisciplinaritet*. I den første form vil flere fag bidrage individuelt til et fælles tema eller problem hvilket allerede sker

i vid udstrækning på alle trin i det danske uddannelsessystem. Ved den anden form for tværfaglighed arbejdes med en fælles, overordnet problemstilling som fagene bidrager til og underordner sig, og der kan være forskellige grader af opløsning af fagstrukturen. Denne artikel koncentrerer sig om den sidste form for tværfaglighed hvor det vigtigste i undervisningen ikke er fagene, men sagen. Det er vurderingen af hvorvidt sagen skal have prioritet over fagene i (dele af) uddannelsessystemet, der er i centrum i artiklen, og dette hænger uløseligt sammen med de formål der opstilles for uddannelserne, og de forskellige uddannelses- og undervisningsstrukturers evne til at opfylde disse formål.

## Hvorfor skal unge have naturfag?

Argumenterne for at børn og unge skal have naturfag, er traditionelt samlet i fire grupper (Sjøberg, 1998):

- Økonomiargumentet (forberedelse til arbejde og uddannelse i højteknologisk samfund).
- Nytteargumentet (praktisk mestring af dagligdagen).
- Demokratiargumentet (grundlag for meningsdannelse og deltagelse i demokratiet).
- Kulturargumentet (naturvidenskaben er en vigtig del af vores kultur).

Herudover nævner Svein Sjøberg at naturfagene – i lighed med andre fag – kan stimulere nysgerrighed, kreativitet og fantasi, og vælger at medtage disse sider under de to sidste kategorier. Sjøberg betegner de to første kategorier som *instrumentelle*, dvs. de er midler til at nå andre mål, mens de to sidste bliver kategoriseret som *dannelsesperspektiver* idet de har værdi i sig selv ved at bidrage til et meningsfuldt liv for den enkelte. Efter en grundig analyse af de fire grupper konkluderer Sjøberg (s. 182) at hvis naturfagene skal have en almendannende funktion, så skal vægten lægges på demokrati- og kulturargumenterne – med de konsekvenser det vil have for det faglige indhold i skolefagene.

Sjøbergs instrumentelle formål med naturfagene svarer til den *Vision 1* for alment orienteret naturfag (scientific literacy) som den canadiske professor Douglas Roberts (2007) opstiller. Han finder syv forskellige formålsbetoninger for naturfagene hvoraf de tre kigger “inward towards science” som han kalder *Vision 1*, og de fire kigger “outward from science to a larger world of human affairs” hvilket han kalder *Vision 2*.

Jeg vil senere udfolde dannelsesforståelsen, men først vise hvorledes arbejdet med at udforme en *national naturvidenskabsstrategi* illustrerer de to forskellige sæt argumenter for at børn og unge skal have naturfag.

En bred politisk aftale af 3. juni 2016 om styrkede gymnasiale uddannelser (Un-



dervisningsministeriet, 2016) indeholdt også et krav om at udarbejde en naturvidenskabsstrategi. Hermed mentes der en strategi for udviklingen af *undervisningen* i naturvidenskab, dvs. naturfagene – ikke i naturvidenskaberne selv. En ministerielt udpeget *strategigruppe* bestående af 44 personer der repræsenterede et bredt udvalg af organisationer og fagmiljøer med interesse i de naturvidenskabelige uddannelser, blev under ledelse af et formandskab sat til at udforme et forslag til strategien. Arbejdet var baseret på et kommissorium af 26. september 2016 (Bohm et al., 2017, bilag A) der fastsatte at strategien inden for en overordnet fælles ramme skal:

- “Styrke den naturvidenskabelige almendannelse hos alle børn og unge (dagtilbud, grundskole og ungdomsuddannelse), herunder særligt i lyset af den teknologiske og digitale udvikling, som præger samfundet og vores hverdag. Den enkeltes evne til individuelle valg og deltagelse i samfundsmæssige beslutninger, der involverer natur og teknologi, skal styrkes.
- Fremme, at piger og drenge i dagtilbud bliver nysgerrige på samt får forståelse og interesse for naturen og naturfænomener samt får en tidlig naturfaglig dannelse.” (Ibid., s. 4)

Her er det tydeligt at dannelsesperspektiverne er i forgrunden, og strategigruppen arbejdede da også med dette for øje. Der blev afholdt bilaterale møder med udvalgte interessenter (faglige foreninger, KL, uformelle miljøer m.m.), der blev som baggrundsviden bestilt tre videnskortlægninger, og der var input på en hjemmeside – alt i alt et meget grundigt arbejde med bred accept fra hele sektoren. Rapporten *Sammen om naturvidenskab* (Bohm et al., 2017) blev indsendt til ministeren den 2. juni 2017, og i overensstemmelse med kommissoriet havde den vægt på at styrke almendannelsen og interessen for naturvidenskab, bl.a. gennem en række konkrete forslag til at styrke didaktikken og tværfagligheden. Den 15. juni 2017 svarer ministeren formandskabet at hun har “...nedsat en lille rådgivningsgruppe med forskere og praktikere, som skal give deres vurdering af de afgivne anbefalinger og rådgive mig om prioritering og konkretisering af anbefalingerne”.

Ministerens rådgivningsgruppe bestod af tre fysikere fra Niels Bohr Institutet ved Københavns Universitet, en folkeskolelærer og en gymnasielærer. Gruppens anbefalinger (Undervisningsministeriet, 2017) går i en noget anden retning end strategigruppens. De anbefaler bl.a. at der “...skal være fokus på at styrke undervisernes engagement og passion for deres fag gennem et stærkt fokus på kernefaglighed frem for didaktik” (ibid., s. 2), og at ministeriet “justerer det faglige indhold i natur/teknologi, biologi, geografi og fysik/kemi med fokus på at styrke det kernefaglige indhold...” (ibid., s. 5).

Den endelige nationale naturvidenskabsstrategi kom 18. marts 2018 (Undervis-

ningsministeriet, 2018), og den lægger sig i sin formålsformulering mere op ad rådgivningsgruppen end ad strategigruppen idet den i sin indledning skriver at:

“Vi har brug for børn og unge, der har dybe kundskaber inden for naturvidenskab, og som kan omsætte deres viden til resultater, produkter og løsninger.

...

Naturvidenskab og teknologi er en vigtig nøgle til Danmarks fortsatte vækst og velfærd. Og så er naturvidenskab en spændende vej at gå for hver enkelt ung, der vælger at uddanne sig inden for området og senere omsætte sin viden på arbejdsmarkedet i Danmark og i hele verden” (ibid., s. 5).

Her er Sjøbergs instrumentelle kategorier klart i forgrunden. De naturvidenskabelige fag ses samlet set som vigtige for den økonomiske udvikling, og de enkelte uddannelsesstrin ses som rekrutteringsbaser for de næste – for til sidst at kunne øge rekrutteringen til de teknisk/naturvidenskabelige uddannelser.

Selve forløbet er desuden interessant – og urovækkende. Det er et problem for ethvert felt, her uddannelsesområdet, hvis forskningsforankrede og vidensbaserede anbefalinger der nyder bred tilslutning i feltet, fejes til side af en minister på baggrund af anbefalinger fra nogle af ministeren håndplukkede personer uden grundlæggende kendskab til feltet. Holdningsbaserede beslutninger vil så i stigende omfang præge uddannelsespolitikken.

## Hvorledes kan naturvidenskabelig dannelse forstås?

Både strategioplægget og den nationale naturvidenskabsstrategi taler om naturvidenskabelig dannelse, så for at kvalificere debatten er det nødvendigt at definere hvad vi forstår ved naturvidenskabelig dannelse, og her er det nyttigt først at afdække hvilke målkategorier der er i spil i det danske uddannelsessystem. Ultrakort beskrevet strides de tre formål *kompetence*, *viden* og *dannelse* om magten (se Dolin (2017) for en grundigere analyse). Viden og dannelse er de traditionelle formål som blev stærkt presset ved kompetencediskursens indførelse omkring årtusindskiftet. Hvor viden primært er en *indholdskategori*, og kompetence primært er en *handlingskategori* (evnen til at bruge viden i konkrete kontekster), så er dannelse en *personlighedskategori* der beskriver hvorledes den opnåede viden og de tillærte handlinger har påvirket den lærendes holdninger og meninger. Jeg vil her referere til den definition på naturvidenskabelig dannelse som er anvendt i rapporten om naturvidenskabelig almindelse i gymnasiet (Dolin et al., 2016), hvilket er den samme definition som lå til grund for strategigruppens arbejde (Bohm et al., 2017, s. 15). Her beskrives naturvidenskabelig almindelse som bestående af tre dimensioner:

- En *vidensdimension* (indholdsaspektet)  
Viden om den naturbundne verden og dens mangfoldighed og helhed og forståelse af naturvidenskabens nøglebegreber og principper og evne for naturvidenskabelig tænkemåde.
- En *perspektiveringsdimension* (kritiske refleksioner-aspektet)  
Forståelse af naturvidenskaberne som menneskeskabte projekter og hvad dette betyder for deres styrker og begrænsninger. At kunne anvende naturvidenskabelig viden til individuelle og samfundsrelaterede formål og se fagene i forhold til andre fagområder.
- En *personlighedsdimension* (identitetsaspektet)  
At tænke på naturvidenskab som vedkommende og relevant og at holde sig orienteret om naturvidenskab. Naturvidenskabelige værdier og attituder præger ens adfærd. Man bruger naturvidenskabelige fag til at udvide sin horisont med, som et refleksionsredskab til at tage stilling og danne meninger med og i sidste ende til at sikre at man kan agere med myndighed.

Det er personlighedsdimensionen der er den centrale bærer af dannelsen, og som adskiller dannelse fra det angelsaksiske begreb *scientific literacy*. Scientific literacy, som det fx defineres i det kanoniske projekt om naturvidenskabelig uddannelse med henblik på scientific literacy, *Project 2061/Science for All Americans* (AAAS, uå), handler om at forstå naturens mangfoldighed og naturvidenskabens nøglebegreber og principper, at evne naturvidenskabelig tænkemåde, at forstå at naturvidenskab, matematik og teknologi er menneskeskabte projekter og hvad det betyder for deres styrker og begrænsninger, og at kunne anvende naturvidenskabelig viden og tænkemåde til individuelle og samfundsrelaterede formål. Alt sammen elementer der dækker de to første punkter af ovenstående definition, og som er en uddannelse til oplyst borger, det angelsaksiske *citizenship*. Det der er specielt ved dannelsesdimensionen, som et unikt centraleuropæisk/nordisk begreb knyttet til uddannelse, er dets fokuseren på det personlighedsformende i det faglige arbejde, at den lærende gennem arbejdet med det faglige også udvikler sin identitet. Det vil sige at ud over de elementer der indgår i scientific literacy, forholder eleven sig personligt til stoffet, man tænker på naturvidenskab som vedkommende og relevant, og naturvidenskabens værdier og metoder præger ens holdninger og handlinger, og man udvikler sig som menneske vha. naturvidenskaberne: Man bruger naturvidenskabelige fag til at udvide sin horisont med, til at tage stilling og danne meninger med: alt i alt til at muliggøre at man kan agere med myndighed.

Hele denne debat om formålene med uddannelserne og fagenes deraf følgende rolle

i arbejdet med sagen og deres muligheder for at fremme de unges dannelse udspiller sig forskelligt på uddannelsernes forskellige arenaer.

## Forskellige uddannelsesniveauer har forskellige problematikker og konflikter

Det er oplagt at balancen mellem integration af naturfagene og særfaglighed bør være forskellig på forskellige uddannelsestrin – afhængigt af formålene med at have fagene på de enkelte uddannelsestrin. Det synes også umiddelbart rimeligt at fagintegration – eller *integrated science* som det kaldes internationalt – er mere meningsfuld på grundskolens almindelige niveauer, mens den rene særfaglighed i højere grad kan passe på de videregående uddannelsestrin. Dette hænger sammen med en argumentation gående på at vægt på naturvidenskabelig dannelse bedst tilgodeses ved at eleverne arbejder med problemstillinger som både er samfundsmæssigt relevante og relevante og meningsfulde for eleverne, dvs. med Sjøbergs dannelseskategorier for øje og Roberts' Vision 2 som formål. I et dannende perspektiv bør det således være sagen der skal drive det meste af undervisningen, og det vil netop sige at arbejde fagintegreret.

Men det er en vigtig pointe at både fagintegration og særfaglighed er nødvendig på alle uddannelsestrin; det er vægtningen mellem de to måder at organisere naturvidenskabsundervisningen på der er forskellig.

## Naturfagene i grundskolen

Arbejdet med den nationale naturvidenskabsstrategi viste de forskelle der er med hensyn til hvilke formål man anser for vigtigst for naturfagene – og dette har konsekvenser for holdningerne til fagintegration. Strategigruppen argumenterede således for at:

“Naturvidenskabelig almindelig dannelse og kompetence kræver i mange tilfælde en sammenhængende forståelse på tværs af fagene, hvilket bedst opnås gennem en sammenhængende undervisning i naturfagene.

Strategigruppens anbefalinger:

- Undervisningsministeriet igangsætter et 3-årigt forsøg med et nyt, integreret naturfag med henblik på at tilvejebringe et styrket beslutningsgrundlag for den fremtidige organisering af naturfags-undervisningen.
- De naturfagsdidaktiske forskningsmiljøer udfører følgeforskning og evaluerer løbende forsøgene.

- Professionshøjskolerne udvikler efter- og videreuddannelse for de deltagende naturfagslærere, således at forsøget bidrager til kapacitetsopbygning for de deltagende skoler.”

(Bohm et al., 2017, s. 8)

Den nationale naturvidenskabsstrategi vil starte forsøg med:

“Styrkelse af eksisterende digitale prøver i fysik/kemi, biologi og geografi. Det er vigtigt, at prøverne i naturfagene undersøger elevernes faglighed i dybden. Der er et behov for, at prøverne styrkes. Derfor skal de eksisterende digitale prøver i de tre naturfag udvikles på forsøgsbasis med det formål, at eleverne prøves mere dybdegående og bredt fagligt. Forsøget kan blandt andet indebære en udvidelse af de eksisterende enkeltfaglige prøvers varighed og opgaveantal.” (Undervisningsministeriet, 2018, s. 16)

Strategigruppen tager således konsekvensen af at skulle fremme naturfagernes almendannende formål ved at foreslå uddannelsesmæssige ændringer der muliggør en mere sagsorienteret og for eleverne meningsfuld undervisning. I modsætning hertil følger ministeren rådgivningsgruppens anbefalinger om at styrke særfagligheden, endda ved at styrke det enkeltfaglige testregime. Selv mere fornuftige, fx mere valide, enkeltfaglige prøver vil i praksis mindske vægtningen af at arbejde ud af fagene og dermed kunne svække naturfagernes almendannende elementer.

## Gymnasiet

Også gymnasiet er præget af den aktuelle politiske tendens til at ville styrke enkeltfagene og en tilsvarende uvilje mod fagintegration. 2005-reformen af ungdomsuddannelserne indførte tvungne tværfaglige elementer såsom det markante almenstudieforberedelse der skulle fylde 10 % af den samlede undervisningstid. Denne konstruktion er nedlagt i 2016-reformen, og tværfagligheden er nu lagt ud i fagene som udtryk for en re-traditionalisering hvor fagene konstituerer fagligheden.

## Videregående uddannelser

På de videregående uddannelser er fagspecialiseringen naturligt nok større således at selv basisfagene er opdelt i discipliner der studeres selvstændigt. Her er det dybden, eller det snævre blik, der er i centrum. Men netop derfor er en evne til at se ud over faget vigtig – både af dannelseshensyn og af hensyn til senere jobparathed. Jeg har siddet til en del møder i aftagerpanelerne for fagene på det naturvidenskabelige fakultet ved Københavns Universitet, og mens alle roste kandidaternes dybe faglighed,

blev der udtrykt ønske om bedre såkaldte T-kompetencer, nemlig evnen til at kunne forbinde sin faglige viden med andre fag.

Men der er næppe tvivl om at netop på de videregående uddannelser har studier på tværs af faggrænser svære vilkår. På Københavns Universitet havde et fireårigt forsknings- og udviklingsprojekt, *Tværfaglige og tværfakultære uddannelser* (<https://www.ind.ku.dk/english/interdisciplinarity/>), til formål at styrke den tværdisciplinære undervisning og uddannelse på universitetet. Ved at undersøge en række tværfakultære studier blev det tydeligt hvor vanskeligt det var at realisere egentlig fagintegration på tværs af faglige – og ikke mindst administrative – barrierer. Undervisernes forskellige fagopfattelser og forskningstilgange betød at det ofte var op til de studerende at etablere den ønskede integrerede forståelse, og flertallet af de involverede i tværfakultære uddannelser som deltog i interviews, oplevede udfordringer af administrativ eller økonomisk karakter som satte barrierer for undervisningen eller den form for tværdisciplinaritet som var intentionen med uddannelserne (Nielsen & Nielsen, 2017).

## Om fag og fagopdeling

Arbejdet med at finde den rette balance i uddannelsessystemet mellem enkeltfag og forskellige former for fagligt samspil er lige så gammelt som fagene selv – og kan egentlig føres tilbage til fagenes oprindelse. Jeg vil derfor kort undersøge hvad man kan forstå ved fag, for derefter at angribe fagopdelingen fra en systemteoretisk og fra en magt- og identitetsorienteret synsvinkel.

### *Hvad er fag, og hvad er formålene med fag?*

Et fag udgør en organisering af viden og måder at opnå viden på som tilbyder en bestemt optik på verden og dens problemstillinger (Dolin & Goddixen, 2017, s. 540). Prisen for at bruge denne specielle, langtseende optik er de begrænsninger som den giver på grund af fagets indsnævrede synsfelt. Mange politikere og naturvidenskabsfolk argumenterer for at disse fagoptikker også vil hjælpe elever og studerende der ikke skal have naturvidenskab senere i livet, til at kunne forholde sig struktureret til de mangfoldige problemer der fordrer naturvidenskabelig indsigt. Hovedspørgsmålet i en fagintegrationssammenhæng er selvsagt dels om dette er rigtigt, dels om de mange optikker er en hensigtsmæssig måde at få elever til at tilegne sig en sammenhængende forståelse af deres omverden på. Der er (mig bekendt) ikke forskning der underbygger det første, men ganske meget der tyder på at naturvidenskab (ligesom al anden videnskab) der er lært i en dekontekstualiseret skolesammenhæng, sjældent bruges i senere livssituationer (Ryder, 2001). Der vil senere i artiklen blive argumenteret for – den ret logiske påstand – at en sammenhængende forståelse bedst opnås gennem en sammenhængende undervisning.

De fleste af skolens fag er knyttet til et videnskabsfag og er ofte en nedskalering af dette såkaldte *basisfag* til et niveau der passer til det pågældende uddannelsesstrin, mens andre kan være knyttet til et erhvervsområde eller et kunstnerisk udfoldelsesfelt. Denne nedskalering kaldes inden for især den franske didaktiktradition for den første *didaktiske transposition* (hvor den anden didaktiske transposition er overføringen af uddannelsesfaget til den konkrete klasse) (Winsløw, 2006). Denne forståelse af fag kan ses som udtryk for en såkaldt *pipeline*-opfattelse hvor fagene ses som fødekæde til næste niveau i uddannelsessystemet med studiet af basisfagene som endemål (Feinstein et al., 2013). Fagene lukker sig her om sig selv og udgør i vid udstrækning i sig selv formålet med naturfagsundervisningen. Fagene kan godt have overordnede formålsformuleringer om dannelse og samfundsrelevans, og det har de fleste, men i en pipeline-tilgang vil det i sidste ende handle om at sikre at fagene læres som selvstændige enheder – altså i overensstemmelse med Roberts' Vision 1.

Den vestlige verdens lande arbejdede for 10-25 år siden på at udvikle deres obligatoriske naturfagsundervisning i retning af *scientific literacy* og *science for all* i overensstemmelse med Roberts' ovennævnte Vision 2. Således viste et OECD-studie af 23 casestudier fra 13 lande af innovationer i science-, matematik- og teknologiuddannelse at alle landene udviklede deres curriculum i retning af mere praksis-orientering og mere integration mellem fagene (Atkin, 1998). Det ser nu ud til at være ved at vende så " ...mange naturvidenskabsfolk og policy-makers vender deres opmærksomhed bort fra naturvidenskabens rolle i hverdagslivet og argumenterer for større fokus på den såkaldte pipeline: forberedende (preprofessional) uddannelse som afleverer naturvidenskabsklare elever til gymnasier og universiteter" (Feinstein et al., 2013, s. 314).

Evalueringen af grundskolens naturfag kan tjene som eksempel på denne udvikling. Her er der en fællesfaglig prøve som tester elevernes evne til at bruge fagene på problemstillinger der rækker ud over de enkelte fags kerneområder, men samtidig har man en udtræksprøve som tester fagspecifik viden – for at sikre at fagene læres i deres egen ret.

Det er i denne sammenhæng interessant at hvis fagene skal være aktuelle og afspejle udviklingen i de videnskabelige samfund, så skal fagene udvikle sig væk fra basisfagene, og det vil uvægerligt medføre en større integration. Denne tendens er ikke ny. Et OECD-studie viste fx at de traditionelle faggrænser ikke afspejlede datidens behov, og at videnskabelig forskning i stigende grad var blevet integreret på tværs af traditionelle faggrænser (Atkin, 1998). Denne tendens er siden accelereret. I et interview 20. august 2018 udtaler Eske Willerslev således at "Den vigtigste udvikling inden for naturvidenskaberne sker mellem fagene". Eske Willerslev er leder af et af de mange tværvidenskabelige centre der op gennem 2000-årene er oprettet på Københavns Universitet for at være i stand til at indfange den frontforskning som ikke passer ind i de eksisterende organisatoriske (faglige) rammer.

### *Fagene som selvstændige systemer*

Lige så snart man opdeler viden i fag, i selvstændige enheder, vil disse enheder udvikle deres egen logik og berettigelse, på mange områder uafhængigt af hvorledes man uden for fagene betragter verden, og dermed også uden at kunne give den sammenhæng som man uden for fagene ser i verden. Denne systemiske lukkethed er på et teoretisk niveau begrebspå af Luhmanns systemteori (Luhmann, 2000). Denne teori er omfattende og kompleks, men en af styrkerne i teorien er dens beskrivelse af forholdet mellem system og omverden. Hvis faget ses som et (socialt) system, og omverdenen som alt andet, dvs. andre fag, uddannelsessystemet, virkeligheden, så er de to begreber *autopoiese* og *selvreferentialitet* centrale. Autopoiese vil sige at systemerne er selvskabende ud fra egne ressourcer; de udvikler sig i forhold til deres egen logik. Selvreferentialitet betyder at de er lukkede systemer der reproducerer sig selv og skaber sig selv i sig selv uden direkte påvirkning fra omverdenen. Men de kan på den anden side ikke overleve uden omverdenskontakt – derfor betinges denne lukkethed af en selektiv åbenhed. Systemet kommunikerer med omverdenen ved hjælp af systemets egne begreber og værdier.

I denne forstand udgør de enkelte naturvidenskabelige fag – som alle fag – et luhmannsk system. Lærerne er uddannet i fag, de efteruddannes i fag, skolen er struktureret om fag, lærerne er organiseret i faglige foreninger, og der afholdes fagspecifikke konferencer og udgives fagtidsskifter, begge med såvel fagfagligt som fagdidaktisk indhold.

Denne systemiske lukkethed har nogle klare fordele i forhold til fagenes egenudvikling som kan foregå effektivt inden for systemet selv, kun følgende systemets egen logik. Men i forhold til personer der er uden for fagene, og i forhold til at bruge fagene uden for sig selv er der oplagte ulemper. Disse ulemper kan til dels imødegås ved at lade fagsystemerne være delsystemer af et større system således at de får nogle nye kommunikative muligheder. Det er muligt fordi fagene kan samles i faggrupper der har en lang række fællestræk, på universiteterne samlet i fakulteter, således at fx de naturvidenskabelige fag samles i et naturvidenskabeligt fakultet, og naturfagene i indskolingen i et integreret sciencefag.

### *Naturfagenes fællestræk*

De naturvidenskabelige fag – traditionelt betragtet som fysik, kemi, biologi og (natur) geografi – bliver generelt opfattet som en sammenhængende fagblok med en lang række fællestræk hvilket på alle uddannelsesstrin har manifesteret sig i forskellige tiltag og bestemmelser der netop skal fremme og understøtte fagenes fællestræk. I grundskolen er der ens kompetenceområder, ens kompetencemål og ens generelle færdigheds- og vidensmål for naturfagene, og der er i udskolingen formuleret seks fællesfaglige fokusområder og indført en fællesfaglig prøve. Gymnasiet har et fælles



naturvidenskabeligt grundforløb, og de naturvidenskabelige fag har meget ens formålsformuleringer og kompetencer. På de videregående uddannelser er fagene samlet på samme fakultet, nogle universiteter har en fælles basisindgang til fagene, og der er fælles moduler på tværs af studierne. I en didaktisk sammenhæng er det desuden vigtigt at det giver mening at tale om en fælles naturfagsdidaktik, en *naturfaglig områdedidaktik*, bl.a. begrundet i fællestræk ved brug af sprog, forklaringsmodeller og teorier og det at være fælles om det praktiske arbejde som en central arbejdsform (Sørensen et al., 2004). Dette understøttes af en række didaktikbøger for naturfagene som helhed (Krogh & Andersen, 2016; Jorde & Bungum, 2003).

Det er ligeledes karakteristisk at naturfagene i internationale sammenhænge omtales under et, ofte sammen med matematik, teknologi og ingeniørvidenskab under forkortelsen STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Bag dette rammeværk er der tydeligvis en række stærke politiske og økonomiske interesser, som beskrevet af Jette Reuss Schmidt (2017), men i et didaktisk perspektiv er det meningsfuldt at samtænke naturfagene med matematik, teknologi og engineering (Sillasen, Daugbjerg & Nielsen, 2017). Dette er også på dagsordenen i en række aktuelle udviklingsprojekter som fx Engineering i Skolen, som oven i købet har udviklet en engineering-didaktik (Auener et al., 2018).

Netop fordi naturfagene har mange fællestræk, har de konstitueret et samlet system i luhmannsk forstand. Der er internationalt set både en lang række tidsskrifter og konferencer for naturfagene som et hele, ligesom der i Norden og i Danmark er konferencer (Big Bang, DASERA-seminarer, Nordiske Forskersymposier) om undervisning i naturfag og tidsskrifter (MONA, NorDiNa) som samler naturfagene under et.

Der er således såvel epistemologisk som genstandsmæssigt og systemisk belæg for at udvikle et samlet sciencefag, gerne med elementer af teknologi og engineering.

### *Fordelene ved at integrere naturfagene*

Fagopdelt undervisning har den klare styrke at den har været der altid og derfor er veludviklet og velkendt. Kolossale mængder af viden er samlet i fagene og transponeret ud i fagenes lærebøger, og som beskrevet ovenfor er hele uddannelsessystemet opbygget om fag der udgør sammenhængende systemer i et traditionelt fagopdelt curriculum.

Men som allerede Hirst (1974) forklarede, begrænser fag elevernes tankegang og udvikling ved at kunstiggøre og fremmedgøre læreprocesserne sammenlignet med deres livserfaringer (her efter Venville et al., 2002, s. 51). Mange forskere har konkluderet at elevernes faldende interesse i og motivation for naturfag i vid udstrækning skyldes at naturvidenskaben præsenteres som en samling dekontekstualiserede og værdifri kendsgerninger som ikke er linket til elevernes egne erfaringer (Osborne, Simon & Collins, 2003). Dette hænger sammen med den ofte påpegede kendsgerning at vores (om)verden ikke er opdelt i fag, og langt de fleste centrale og aktuelle problemstillinger

ikke meningsfuldt kan bearbejdes ved hjælp af kun ét fag. Hvis formålet med at lade eleverne have naturvidenskab i skolen er at de kompetent kan forstå og forholde sig til samfundsmæssige og personlige problemstillinger med et naturvidenskabeligt indhold, altså Roberts' Vision 2 og Sjøbergs dannelsesperspektiver, så er det nødvendigt at fagene arbejder sammen. Eller som Bodil Nielsen og Kjeld Nørgård (2017) skriver i deres bog *Det fælles i naturfagene* om de tre naturfag i grundskolen:

“Når eleverne skal forstå komplekse situationer fra den nære eller fjerne omverden, skal de bruge viden fra alle tre fagområder. [Hvis de] fx [skal] forstå nogle af de sammenhænge, der har betydning, da en flodbølge ramte et japansk atomkraftværk ...: Geografi kan forklare, hvorfor flodbølgen/tsunamien opstod, fysik/kemi kan forklare, hvorfor værket brød sammen pga. flodbølgen, og hvorfor der opstod sundhedsfarlig stråling, og biologi kan forklare, hvad der sker, når mennesker udsættes for store mængder stråling” (s. 20).

Og videre:

“Fagene er altså komplementære i den forstand, at de hver for sig bidrager til et samlet billede og dermed kan give eleverne en sammenhængende forståelse. En sådan sammenhængende forståelse kan føre videre til, at eleverne erkender, hvordan naturvidenskab generelt har betydning for både, hvordan vi indretter verden, og hvordan vi forstår den” (s. 20).

Det virker således sandsynligt at hvis man arbejder overvejende fagintegreret og dermed lader en sag være den røde tråd i undervisningen, så vil indholdet i højere grad end ved fagopdelt undervisning være samfundsmæssigt eller personligt relevant. En række forskningsrapporter bekræfter dette.

Den vel mest grundige analyse af integrated science er foretaget af *The Committee on Integrated STEM Education* nedsat af The National Academy of Engineering og The Board on Science Education of the National Research Council (Honey, 2014). Komiteen identificerede og karakteriserede eksisterende tilgange til integrated science (STEM) i USA og undersøgte evidensen for den integrerede tilgangs betydning for forskellige parametre såsom interesse, læringsudbytte, studieparathed og rekruttering til STEM-uddannelser. Om indholdet i integreret science fandt de: “... the committee's review of programs finds problem solving to be a common element of many integrated approaches to STEM learning” (s. 136).

Tilsvarende konkluderer Venville et al. (2012) på deres review af en lang række eksempler på forskellige versioner af integrated science at fagintegrationen typisk sker i en kontekst hvor der linkes til den omgivende verden og elevernes personlige erfaringer.

Ud over de faglige hensyn til at eleverne lærer noget for dem og samfundet relevant, er der en lang række andre argumenter for at arbejde fagintegreret:

**Samfundsmæssige:** Evnen til at forbinde og tænke på tværs er essentiel i personlige, civilsamfundsmæssige og arbejdsmæssige sammenhænge.

**Synergimæssige:** Der er mulighed for en række både tidsmæssige, omfangsmæssige og erkendelsesmæssige besparelser ved at arbejde med et problem eller en emnekreds således at de samme begreber og processer ikke skal introduceres i flere fag.

**Pædagogiske/motivationsmæssige:** Det er motiverende at arbejde med en realistisk, kompleks problemstilling – den udfordring der ligger i at kunne forfølge et problem uhindret af faggrænser, kan drive en læreproces og modvirke en ellers splittet hverdag. Således fandt Honeys (2014) litteraturreview at integrerede STEM-uddannelser kunne give positiv interesse for og identitet i forhold til naturfagene (ibid., s. 142). Åström (2008) henviser ligeledes til forskning som viser at “...integrated Science motivates student interest in Science to a greater extent than subject specific Science and they also agreed on that integrated Science adjusts to student interests better than subject-specific Science” (s. 59).

**Læringsteoretiske:** Arbejde på tværs af faggrænser vænner eleverne til det perspektivskifte som er nødvendigt for at kunne bruge den erhvervede viden i nye sammenhænge. Graden af transfer af en given viden og kompetence øges nemlig med antallet af links til andre kontekster og dermed med graden af kompleksitet i lærings-situationen (Perkins & Salomon, 1988).

**Holdningsmæssige:** Ved at arbejde på tværs af fag ændrer såvel elever som lærere deres opfattelse af og holdninger til fagene og deres betydning.

Ovenstående ret snusfornuftige betragtninger om integration mellem de naturvidenskabelige fag og de generelle argumenter for at arbejde fagintegreret er i overensstemmelse med de begrundelser for integrated science der fremføres i *Handbook of Research on Science Education* (Czerniak, 2007) og Eurydice-rapporten *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research* (EACEA, 2011, specielt s. 59 ff). Her lægges vægt på at “integration seems to make ‘common sense’ or have ‘face validity’” (Czerniak, 2007), og at “in real life knowledge and experience are not separated into distinct subjects” (EACEA, 2011).

Når dette sammenholdes med de tidligere nævnte mange fællestræk mellem naturfagene, er der stærke argumenter for at integrere naturfagene på de almindelige uddannelsesniveauer så meget som muligt, gerne i form af ét integreret sciencefag.

## Måder at gøre det på

Der er utallige måder at organisere fagintegration på. Den tidligere omtalte rapport *STEM Integration in K-12 Education* udarbejdet for National Academies of Science (Ho-

ney, 2014) opstiller en model for integrated science som bl.a. indeholder en sektion om indhold af og form for integrationen. Her skelnes mellem typer af forbindelser mellem fagene; graden af vægt på enkeltfag samt varighed, omfang og kompleksitet af integrationsindsatsen. I deres masteropgave har Christina F. Binau og Dorte Salomonsen (2018) en grundig gennemgang af elementer der kan indgå i en analyse af integreret naturfag, og ved hjælp af den opstillede model analyserer de grundigt erfaringerne med integrated science i Irland og Norge, ligesom de perspektiverer resultaterne til de danske fællesfaglige elementer i naturfagsundervisningen.

Hvilken form for integration der er bedst, vil selvsagt afhænge af de formål der opstilles for uddannelsen, ligesom det vil være nødvendigt at følge og evaluere uddannelsen for løbende at kunne tilpasse den de givne betingelser.

Det er vigtigt at understrege at et integreret naturfag ikke skal være en sammenstykning af enkeltfag. Enkeltfagene ser virkeligheden med forskellige perspektiver som hver især er nyttige. Men hvis disse perspektiver skal give eleverne et sammenhængende hele, skal udgangspunktet ikke være fagene, men den givne sag. Dette betyder dog ikke at fagene ikke findes i fagintegrerede uddannelser, eller at eleverne ikke kan eller skal lære fagspecifik viden, sprogbrug osv. Den relevante faglige viden skal blot underlægges det problem som man aktuelt arbejder med. Det er simpelthen u hensigtsmæssigt i et uddannelsessystem først at fylde elever med viden for så at tro at de senere kan anvende den. Viden skal tilegnes i faglige processer som indbefatter anvendelse i forskellige sammenhænge og personlig stillingtagen til det lærte. Dette understøttes af nyere læringsteori om situeret læring (Dolin & Kaspersen, 2017, specielt s. 165 ff) som netop påpeger hvorledes det lærte afhænger af situationen hvori det er lært.

Graden af integration bør være stor på de lavere klassetrin og gradvist mindskes hen mod de videregående uddannelser. I grundskolens indskoling skal den nuværende integration i form af faget natur/teknologi bibeholdes, men der bør arbejdes hen imod en høj grad af integration i udskoling, gerne i form af ét sciencefag, som foreslået i *Sammen om naturvidenskaben* (Bohm et al., 2017). Dette sciencefag kunne gerne fortsætte i første klasse i stx (ligesom i Norge) for i de sidste klasser at splittes op i enkeltfag med henblik på at forberede til videregående studier. Også på de videregående uddannelser ville det være nyttigt hvis der første år på fagstudierne var et bredere integreret fagmodul som, måske i form af cases der involverer flere fag, også gerne humanistiske og samfundsvidenskabelige, giver de studerende en forståelse af nødvendigheden af at kende og kunne arbejde sammen med andre fag. Dette vil dels kunne lette et tidligt studieskift inden for de naturvidenskabelige fag, dels kunne øge jobparatheden.

## *Hvad ved vi om effekten af at integrere naturfagene?*

Megen evaluering af elevers udbytte af undervisningen måler på let målbare effekter såsom begrebsforståelse, konkret viden og enkle procedurer. Dette er også et vigtigt udbytte af al undervisning og lettere at måle end sammenhængende forståelse, kompetencer og holdninger. Men pointen ved integreret naturfag er at den skal give eleverne en brugbar helhedsforståelse og et bidrag til deres dannelse – elementer der er svære at måle. Det er især svært at sammenligne effekten af forskellige organiseringer af undervisningen, netop fordi de valgte effektmål ofte er forskellige og ikke tilpasset de konkrete formål (Honey, 2014, s. 141).

Der er en lang række forskningsresultater som behandler læringsudbyttet ved integreret naturfag; se fx Binau og Salomonsen (2018, s. 26 ff) og Venville et al. (2012, s. 743 f). I et dansk forskningsreview konkluderer Nielsen et al. (2017, s. 33 f):

“De få eksisterende undersøgelser af omfattende forsøg på at integrere naturfagene i et curriculum indikerer (...), at et integreret naturfagscurriculum kan lede til større læringsudbytte og styrkelse af de affektive dimensioner (...). Mindre tværfaglige forløb har dog også potentiale til at styrke elevers motivation.”

Uanset disse forskningsresultater er pointen at hvis formålet med naturfagene på de almene niveauer er at motivere eleverne til at engagere sig i naturvidenskabeligt prægede problemstillinger af vigtighed for dem selv og samfundet og give dem kompetencer til at bearbejde sådanne problemstillinger, så vil et integreret naturfag kunne gøre det mindst lige så godt som den nuværende fagopdeling – og sandsynligvis bedre.

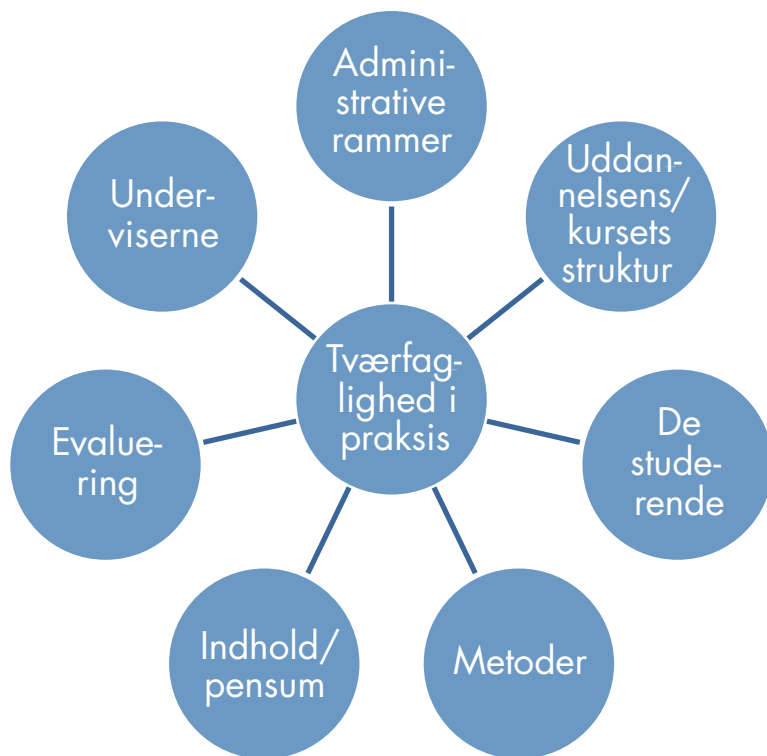
## **Forhindringer for at realisere fagintegration**

Det er altid vanskeligt at ændre det eksisterende. Det gælder især de sammenhængende systemer som fag udgøres af.

### *Uddannelsers kompleksitet og tilknyttede fagsyn og interesser*

At erstatte enkeltfag på en uddannelse med et integreret modul vil kræve en omfattende re-organisering af hele uddannelsen, fra styredokumenter og administrative forhold over den enkelte uddannelsesinstitutions opbygning til klasserummet og underviseres og elevers og studerendes opfattelser, læreruddannelserne m.m.

Det tidligere omtalte projekt *Tværfaglige og tværfakultære uddannelser* ved Københavns Universitet arbejdede gennem hele projektforløbet med spørgsmålet: *Hvor sidder tværfagligheden?* Spørgsmålet blev illustreret med nedenstående figur der viser nogle af de mange elementer der kom i spil når tværfaglige uddannelser skulle realiseres.



**Figur 1.** Hvert af de viste elementer var specielt indrettet efter fag. Specielt et vigtigt område som evaluering viste sig afgørende for integrationens succes. Det var fx ofte vanskeligt at finde censorer der kunne bedømme de ønskede kompetencer.

Også for de fællesfaglige elementer i folkeskolens naturfag er den fælles afgangsprøve en udfordring. Selvom flertallet af lærerne anser den fælles prøve for en god ide, så er der 29,3 % som er overvejende uenige heri (Krogh & Daugbjerg, dette nummer af MONA). Her er det en vigtig pointe at "...markant negative lærerholdninger (er) tydelige og klart forbundet med en læreropfattelse af at den nye fællesfaglighed ødelægger faget og fagligheden. Bekymringen kommer tydeligst til udtryk hos fysik/kemilærere i samplet." Forfatterne fornemmer en konflikt mellem lærernes traditionelle fagsyn (med vægt på faglig viden, forståelse og begrebsstruktur) og den nye fællesfagligheds forøgede vægt på naturfaglige kompetencer og problemhåndterende almindannelse.

I et luhmannsk perspektiv er det ikke så underligt at lærernes fagopfattelser vanskeliggør accept af anderledes fagsyn, ligesom det også er klart at der er knyttet interessevaretagelse til et ønske om at bibeholde fagene som det centrale:

“... meget af hvad der sker i udskoling og ungdomsuddannelser, synes designet til at beskytte faginteresser (...), og dette kunne forklare hvorfor integration af læreplaner og samarbejde på tværs af faggrænser er så svært at opnå” (Venville et al., 2002, s. 54, egen oversættelse).

### *Enkeltfag har højere status end integrerede fag*

Den engelske sociolog Basil Bernstein (1971) skelner mellem to typer curriculum. Bernstein anvender curriculum i betydningen hvorledes fag og deres indhold bringes i relation til hinanden (ibid., s. 157 ff). Han skelner mellem curriculum hvor indholdet af et fag er isoleret fra andre fag; det har en *lukket* relation til andre fag i modsætning til fag hvor indholdet har en reduceret isolation fra andre fag; de siges at have en *åben* relation til andre fag. Den første type læreplaner kalder Bernstein *fagopdelt læreplan* (collection type) og den anden type for *integreret læreplan* (integrated type). Denne opdeling er således baseret på hvor skarpe *grænserne* er mellem fagene hvilket beskrives ved hjælp af *klassifikation* hvor et curriculum med en stærk klassifikation har skarpe grænser mellem fagene. Bernstein understreger også at stærk klassifikation skaber en stærk følelse af medlemskab og identitet inden for de enkelte elementer i curriculum (ibid., s. 159).

Hvis hele denne begrebsgymnastik anvendes på såvel naturfagene selv som på enkeltfag kontra fagintegration, så kan vi konstatere at indholdet i skolefag som matematik, fysik, kemi, biologi og geografi er afgrænset fra hinanden og andre fag, og de er derfor stærkt klassificerede. Stærkest klassificeret er uden tvivl matematik, hvorefter følger fysik og kemi og så igen biologi, og svagest klassificeret er geografi. I modsætning til fagenes stærke klassifikation er integrerede fag som “integrated science” svagere klassificerede fordi grænserne mellem delfagene er brudt ned.

Pointen er her at jo stærkere klassificeret et fag er, jo højere er dets status (Venville et al., 2002, s. 57). Derfor har matematik den højeste status efterfulgt af fysik og kemi og med biologi og geografi med den laveste status. Samtidig afhænger vilkårene for fagudvikling og -sammenlægning netop af fagenes klassifikation:

“... svækkede klassifikationer kan blive anset som forsøg på at bryde eller svække eksisterende monopoler ... Dette påvirker hele stemningen omkring udvikling og fremme af ny viden.” (Bernstein, 1971, s. 164)

Her ses måske en forklaring på at netop fysik/kemi-lærerne har den største modstand mod den fælles prøve i grundskolen.

Bernstein introducerer også begrebet *rammesætning* (frame) som udtryk for pædagogikken i forskellige curricula: “... rammesætningen refererer den grad af kontrol læreren og eleven har over udvælgelse, organisering og tempo af den viden der over-

føres og modtages i den pædagogiske relation” (ibid., s. 159, egen oversættelse). Det er således et udtryk for hvor styrende læreplanerne er, hvor detaljeret de er beskrevet, og dermed for hvor mange frihedsgrader lærer og elever har i den daglige undervisning.

Bernstein (1971, s. 156 ff) anfører at indholdet i integreret science ofte er mindre skarpt rammesat end i fagene. Det betyder at det politiske system har mindre indflydelse på og kontrol med et integreret sciencefag hvilket måske forklarer de senere års vægtning af det enkeltfaglige.

## Opsummering

Vægtningen af det fællesfaglige og det enkeltfaglige i naturfagene er grundlæggende et spørgsmål om hvilke formål der prioriteres i fagene, og hvorledes disse formål bedst opnås.

Der ligger bag vægtningen også forskellige opfattelser af hvad et fag er – om det er noget stabilt, nærmest ontologisk, der derfor skal bibeholdes som noget konstituerende for uddannelsessystemet, eller om det er noget historisk udviklet, socialt konstrueret, der kan opløses og tilpasses nye forhold. Disse opfattelser er tæt knyttet til fagenes relative lukkethed om sig selv og til de magtinteresser der er knyttet hertil.

Det er meningsløst at spørge om fagopdelt undervisning er bedre end integreret undervisning i naturfagene – uden straks at tilføje “bedst til hvad?” hvilket er tæt koblet til “bedst for hvem?”. Og her er vi i et felt som i vid udstrækning unddrager sig traditionel, randomiseret forskning. Det er derimod nødvendigt at argumentere for hvorledes formålene på konkrete uddannelser og uddannelsesstrin bedst realiseres – og her er der for de almindelige niveauer solide argumenter for at integrere naturfagene frem for at undervise i dem som individuelle fag hvis man vil tage de overordnede formål med uddannelserne alvorligt. I artiklens forståelse skal naturfagene i et dannelsesperspektiv forberede eleverne til at blive myndige borgere der med personligt engagement kan forholde sig til aktuelle og væsentlige problemstillinger der har et naturvidenskabeligt element. Det gøres bedst hvis naturfagene ikke læres som selvstændige enheder, men indgår integreret i arbejdet med den givne sag – med respekt for deres forskellige muligheder for at bidrage til helheden.

## Referencer

- AAAS (uå). *Project 2061*. (lokaliseret 23/9 2018 på <https://www.aaas.org/programs/project-2061>)
- Atkin, J. M. (1998). The OECD study of innovations in science, mathematics and technology education. *Journal of Curriculum Studies*, 30(6), 647-660.



- Auener, S., Daugbjerg, P. S., Nielsen, K. og Sillasen, M. K. (2018). Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor. Aarhus: VIA. (lokaliseret 23/9 2018 på <https://engineerthefuture.dk/engineering-i-skolen>)
- Bernstein, B. (1971). *Class, Codes and Control. Volume I. Theoretical Studies towards a Sociology of Language*. (lokaliseret 23/9 2018 på [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwi1j\\_38goPeAhUL3qQKHR\\_sDkMQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Ffanekawarnapendidikan.files.wordpress.com%2F2014%2F04%2Fclass-codes-and-control-vol-1-theoretical-studies-towards-a-sociology-of-language-by-basi-bernstein.pdf&usg=AOvVaw1dZ-8673651Lgz66\\_PXF-o](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwi1j_38goPeAhUL3qQKHR_sDkMQFjAAegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Ffanekawarnapendidikan.files.wordpress.com%2F2014%2F04%2Fclass-codes-and-control-vol-1-theoretical-studies-towards-a-sociology-of-language-by-basi-bernstein.pdf&usg=AOvVaw1dZ-8673651Lgz66_PXF-o)).
- Binau, C. F. og Salomonsen, D. (2018). *Integreret naturfag i Danmark?* KU/IND. (lokaliseret 23/9 2018 på <https://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/62-integreret-naturfag-i-danmark/>)
- Bohm, M., Salomonsen, D., Quistgaard, N., Binau, C. F., Wøhlk, E. B., Jensen, L. V. og Kronvald, O. (2017). *Sammen om naturvidenskab. Anbefalinger til en national strategi for de naturvidenskabelige fag*. København: ASTRA (lokaliseret 23/9 2018 på <https://astra.dk/naturvidenskabsstrategi>).
- Christensen, B. K. (2018). FYMA – om integration af to fag. *MONA* 3, 7-24.
- Dolin, J., Jacobsen, L. B., Jensen, S. B., Johannsen, B. F. (2016). Evaluering af naturvidenskabelig almindelse i stx- og hf-uddannelserne. *MONA Forskningsrapportserie for matematik- og naturfagsdidaktik nr. 3*. 144s. (lokaliseret 23/9 2018 på <http://www.ind.ku.dk/mona/serie/2016-3>).
- Dolin, J. (2017). Dannelse, kompetence og faglighed. I: Dolin, J., Ingerslev, G. H. & Jørgensen, H. S. *Gymnasiepædagogik. En grundbog*. 3. udgave. København: Hans Reitzels Forlag. 29-54.
- Dolin, J. & Goddixsen, M. P. (2017). Fag, hovedområder og fagligt samspil. I: Dolin, J., Ingerslev, G. H. & Jørgensen, H. S. *Gymnasiepædagogik. En grundbog*. 3. udgave. København: Hans Reitzels Forlag. 539-560.
- Dolin, J. & Kaspersen, P. (2017). Læringsteorier. I Dolin, J., Ingerslev, G. H., & Jørgensen, H. S. (red.). *Gymnasiepædagogik. En grundbog*. 3. udgave. København: Hans Reitzels Forlag. 156 – 208
- EACEA (2011). *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research*. Brussels:Eurydice.
- Feinstein, N. W., Allen, S., Jenkins, E. (2013). Outside the Pipeline: Reimagining Science Education for Nonscientists. *SCIENCE*, VOL 340, p. 314-317.
- Hirst, P.H. (1974). *Knowledge and the curriculum: A collection of philosophical papers*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber, H. (Eds) (2014). *STEM Integration in K-12 Education. Status, Prospects, and an Agenda for Research*. National Academies of Science. Washington: National Academies Press (lokaliseret 23/9 2018 på <https://www.nap.edu/download/18612>)
- Jorde, D. og Bungum, B. (red.) (2003). *Naturfagsdidaktik*. Oslo: Gyldendal.

- Klein, J. T. (2010). A taxonomy of interdisciplinarity. I: Frodeman, R., Thompson, J. & Mitcham, C. (eds.). *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. Oxford: Oxford University Press.
- Krogh, L. B. og Andersen, H. M. (2016). *Fagdidaktik i naturfag*. København: Frydenlund.
- Luhmann, N. (2000). *Sociale systemer*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Nielsen, A. K. og Nielsen, D. (2017). *Administrative og økonomiske muligheder og udfordringer*. (lokaliseret 23/9 2018 på <https://www.ind.ku.dk/english/interdisciplinarity/materials/>)
- Nielsen, B. & Nørgaard, K. (2017). *Det fælles i naturfagene*. København: Samfundslitteratur.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Perkins, D. N. & Salomon, G. (1988). Teaching for Transfer. *Educational Leadership*, 46(1), 22-32.
- Rambøll Management Consulting (2018). *Statusnotat. Evaluering og følgeforskning. Indførelsen af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning form og indhold undervisningens form*. (lokaliseret 23/9 2018 på <https://uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/180319-statusrapport-faelles-naturfagsproeve.pdf>)
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. In A.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 729-780.
- Ryder, J. (2001). Identifying Science Understanding for Functional Scientific Literacy. *Studies in Science Education*, 36:1, 1-44.
- Schmidt, J. R. (2017). Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag. Det virkelige liv og STEM-rammeværket. *MONA* 4, 89-92.
- Scott, D. (2008). *Critical essays on major curriculum theorists*. London: Routledge.
- Sillasen, M. K., Daugbjerg, P. & Nielsen, K. (2017). Engineering – svaret på naturfagenes udfordringer? *MONA* 2, 64-82.
- Sillasen, M. K. & Linderth, U. H. (2017). Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag. *MONA* 3, 19-38.
- Sjøberg, S. (1998). *Naturfag som allmenndannelse*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Sørensen, H., Andersen, A.M., Busch, H., Hyllested, T., Nielsen, K., Sølberg, J. & Østergaard, L. (2004). Naturfagsdidaktik som områdedidaktik. I: Schnack, K. (red.). *Didaktik på kryds og tværs*. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.
- Undervisningsministeriet (2016). *Aftale mellem regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Liberal Alliance, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti og Det Konservative Folkeparti om styrkede gymnasiale uddannelser*. (lokaliseret 23/9 2018 på <https://uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/gymnasieaftalen/implementering>).
- Undervisningsministeriet (2017). *Rådgivningsgruppens anbefalinger til en naturvidenskabsstrategi*. (lokaliseret 23/9 2018 på <https://uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2017/dec/171208-ny-naturvidenskabsstrategi-skal-styrke-dannelse-og-kernefaglighed>).
- Undervisningsministeriet (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. Regeringen. (lokaliseret 23/9 2018 på <https://astra.dk/naturvidenskabsstrategi>).

- Venville, G., Wallace, J., Rennie, L.J. & Mallone, J. A. (2002). Curriculum integration: Eroding the high ground of science as a school subject? *Studies in Science Education*, 37, 43-83.
- Venville, G., Rennie, L.J. & Wallace, J., (2012). Curriculum Integration: Challenging the Assumption of School Science as Powerful Knowledge. In Fraser, B. J., Tobin, K. G. & McRobbie, C. J. (eds.). *Second International Handbook of Science Education*. Springer. 737-749.
- Winsløw, C. (2006). *Didaktiske Elementer. En indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik*. København: Biofolia.

## English abstract

*A current and lively debate in Denmark addresses whether science in school should be taught as an integrated science subject or as separate, individual subjects. But the fundamental question 'why should young people have science in school?' is rarely a premise in this debate. This article uncovers the consequences of this question if the answer is 'because they should be scientifically literate' by joining the international concept of scientific literacy with the special Danish/Nordic/Central European concept of Bildung (Danish: dannelse): conceptually, Bildung adds to scientific literacy aspects of personality formation and of making use of science in everyday life. The article argues for the necessity of integrating science to enable students better to cope with socio-scientific issues. It also identifies problems related to such integration due to the closedness of subjects, in a Luhmannian sense, and to the higher status of individual subjects compared to integrated science, as described by Bernstein. Finally, the article presents some ideas for integrating science at various educational levels, acknowledging the role of the individual science subjects.*

# Fællesfagligheden til prøve

## Udfordringer i første års implementering af den fælles prøve i naturfagene i folkeskolen



Lars Brian Krogh, VIA UC  
Læreruddannelsen i Aarhus



Peer Daugbjerg, VIA UC  
Læreruddannelsen i Nørre  
Nissum

**Abstract:** I foråret 2017 blev den nye fællesfaglige prøve for naturfagene fysik/kemi, biologi og geografi for første gang afviklet for alle elever i 9. klasse. Den nye mundtlige prøve er karakteriseret ved at inddrage alle udskolingens naturfag, tage udgangspunkt i elevernes fællesfaglige arbejde inden for en selvvalgt problemstilling samt vægtlægge elevernes naturfaglige kompetencer. Da få danske naturfagslærere er uddannede til at varetage fællesfaglig, problemorienteret og kompetencefokuseret undervisning, må prøven og det prøveforberedende arbejde forventes at udgøre en udfordring. Første års prøveafvikling har været fulgt tæt af et forskningssamarbejde, og artiklen belyser hvorledes det er gået med at håndtere disse nye udfordringer.

## Den fællesfaglige, problembaserede og kompetenceorienterede prøve – resultater fra første års følgeforskning

### Indledning

I sin strukturelle tænkning om hvorledes man bedst organiserer børns læring af naturvidenskab, har dansk folkeskole i mange år været en hybrid: For de mindste elever har man valgt et integreret naturfag (natur/teknologi), mens man i overbygningen underviser i separate naturfag, biologi, geografi og så fysik/kemi, hvor undervisningen i de to sidstnævnte videnskabsfaglige områder alligevel ikke er udskilte. Grundtænkningen har dog været at der undervises fagopdelt i naturfagene i grundskolens overbygning.

Internationalt har der været fremført både økonomiske og pædagogiske argumenter for større faglig integration. I forlængelse af økonomiske argumenter har man set større faglig integration som et middel til at øge rekrutteringen til naturvidenskabelige/tekniske uddannelser (fx udtrykt via dele af STEM-diskursen) eller som en nødvendig ramme om udviklingen af de tværgående kompetencer som skønnes nødvendige for at børn og unge kan (indgå i og) bidrage til fremtidens globale økonomi

(fx udtrykt i OECD's projekt 21th Century Skills (Ananiadou & Claro, 2009)). De pædagogiske argumenter har primært handlet om at fagoverskridende undervisning med afsæt i virkelighedsnære problemstillinger vil kunne gøre naturfagsundervisningen mere spændende, meningsfuld, virkelighedsnær og dermed også mere anvendelig for eleverne i deres liv ud over skolen. I forlængelse heraf har naturfaglig dannelse og personlig handlekompetence været naturlige målkategorier.

Skiftende danske regeringer har givetvist vægtet disse argumenter forskelligt, men under ét har intentionerne de seneste 10-15 år bevæget sig i retning af større naturfaglig integration via en række væsentlige trædesten:

- Identifikation af fire fælles naturfaglige kompetencer – mhp. at styrke samspil på tværs og progression på langs af naturfagene (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003).
- Formuleringen af enslydende trinmål i Fælles Mål 2009 (se fx Sillasen & Linderoth, 2017).
- Erfaringer med fælles prøve i naturfag (bl.a. i perioden 2010-12, se fx Binau, 2016).
- Formuleringen af Fælles Mål med de fælles naturfaglige kompetencer som organiserende princip for alle naturfagene, herunder også natur/teknologi (Undervisningsministeriet, 2014).
- Krav om seks *fællesfaglige forløb i overbygningen*, heraf fire inden for en autoriseret liste med seks tematikker, "Fællesfaglige Fokusområder" (FFO, Undervisningsministeriet, 2014; Folkeskoleloven.). Disse omfatter to eller alle tre naturfag og tager afsæt i en problemstilling som elever og lærere har formuleret sammen.
- Indførelse af en fælles mundtlig prøve i biologi, fysik/kemi og geografi – med afsæt i det forudgående arbejde inden for fællesfaglige fokusområder (Prøvebekendtgørelsen, 2015). Prøven var frivillig for skoler i skoleåret 2015/16, men obligatorisk fra skoleåret 2016/17.

Med de fælles kompetencer i Fælles Mål, med indførelsen af fællesfaglige fokusområder og med den nye fælles praktisk/mundtlige prøve har man konstrueret et sammenhængende fællesfagligt system og en ny fællesfaglig agenda. På tegnebrættet synes der at være skabt "Constructive Alignment" (Biggs, 1996) internt i systemet idet naturfaglige kompetencemål samt fællesfaglig og problemorienteret undervisning matcher evalueringsformatet og vurderingskriterierne ved den afsluttende praktiske/mundtlige prøve i naturfagene (men ikke den sideløbende enkeltfaglige udtræksprøve – mere om dette nedenfor). Det er imidlertid afgørende hvorledes systemet forstås og implementeres i praksis. Fra politisk hold indikerer kommentaren til lovforslaget om den nye prøve at man godt ved at der ikke forlods er alignment i systemet, men at man snarere ønsker at bruge prøven som baglæns katalysator for den relevante undervisningsudvikling: "*En fælles prøve vil understøtte mere varieret*

og *anvendelsesorienteret undervisning*” (Undervisningsministeriet, 2015). I udgangspunktet er meget få naturfaglige lærere i Danmark uddannet til at varetage fællesfagligt, problembaseret og kompetencerettet arbejde. Helt centrale bekymringer handler således om hvorvidt lærerne vil være i stand til at levere den fællesfaglige og problemorienterede undervisning til gavn for elevernes sammenhængende læring, og hvorledes arbejdet med problemstillinger og naturfaglige kompetencer kommer til udtryk i den fælles prøve.

Disse (og en række andre) forhold følges til dørs i et igangværende femårigt (2017-2021) følgeforskningsprojekt om implementeringen af den fælles prøve, kommissioneret af Styrelsen for Undervisning og Kvalitet. Nærværende artikel er en udløber af denne følgeforskning som er foretaget i et samarbejde mellem VIA UC, UCC og Rambøll der har forestået projektledelsen.

I denne artikel vil vi med empiri fra prøveperioden foråret 2017 forsøge at besvare følgende spørgsmål:

Q1: Hvad er lærernes oplevelse af og holdning til den nye fællesfaglighed?

Q2: Hvordan går det med at implementere den nye, udfordrende fællesfaglighed, problembasering og kompetenceorientering – i undervisningen og til det første års prøveafvikling?

De to forskningsspørgsmål er forbundne idet lærernes holdninger og forestillinger om et reformtiltag er afgørende filtre/forstærkere når viden (faglig/fagdidaktisk) skal omsættes til praksis i klasseværelset (se fx konsensusmodellen for læreres PCK (Gess-Newsome, 2015)). Undervisernes svar på første forskningsspørgsmål danner således en bund for at fortolke og diskutere resultaterne for andet forskningsspørgsmål.

### *Intentionerne om fællesfaglighed, problembasering og kompetenceorientering*

Det nye fællesfaglige system er først og fremmest kendetegnet ved tre komponenter for hvilke intentionerne nu vil blive indkredset. Hensigten er her at etablere en grund som de faktiske forhold (jf. Q2) kan holdes op imod.

#### *1. Den fællesfaglige undervisning:*

I denne artikel vil vi forstå termerne “fællesfaglig” hhv. “fællesfagligt samspil” vha. den taksonomi over grader af fagligt samspil som er indført af Klausen (Klausen, 2011). Her er især sondringen mellem niveau 2 (“Flerfaglighed”) og niveau 3 (“Fællesfaglighed”) vigtig: Hvor flerfaglighed svarer til at flere fag belyser et fælles emne parallelt, så tager fællesfagligheden afsæt i en fælles problemstilling som omdrejningspunkt for erkendelsesmæssig merværdi og kompetencetilegnelse. Når man nærlæser de ministerielle styringsdokumenter, så kan de stundom forvirre, fx når de i den sene-

ste prøvevejledning (Undervisningsministeriet, januar 2018) skriver: "I denne prøvevejledning, hvor begrebet fællesfaglig anvendes i betydningen tværfaglig ..." (s. 6). I og med at termen tværfaglighed normalt forstås i to noget forskellige varianter, så bidrager denne linje ikke til præcisering. Alligevel efterlader dette mest undervisningsanvisende skrift ingen tvivl om at man *fra officielt hold faktisk har tilstræbt en fællesfaglighed svarende til navnet og beskrivelsen af Klausens niveau 3*. En række officielle citater kan tjene som belæg for at der bør arbejdes med afsæt i problemstillinger, og at fagene er nærværende, men underordnede det problemrettede arbejde [NB: Fed skrift er vores fremhævninger i den officielle tekst]:

*"Det er centralt, at eleverne oplever **arbejdet med naturfaglige problemstillinger** inden for et fokuserede område som **ét samlet forløb**, hvor naturfagene fysik/kemi, biologi og geografi **bidrager med fagets relevante indhold, når det er aktuelt i læringsprocessen.**"* (Undervisningsministeriet, 2018, s. 10).

*"Det understreges, at eleverne skal prøves, i **hvilket omfang de udviser naturfaglige kompetencer. Det betyder bl.a., at det ikke er de enkelte naturfag eleverne prøves i, men i hvilket omfang de kan anvende relevante dele af naturfagene til at belyse den aktuelle naturfaglige problemstilling.**"* (ibid, s. 21)

*"Målet er således, at eleverne skal opleve, at naturfag ikke blot er adskilte og måske lidt "tunge" vidensfag, men derimod fag, der giver eleverne nogle **grundlæggende naturvidenskabelige tankegange og metoder, som gør dem i stand til at belyse forskellige naturfaglige problemstillinger, der går på tværs af fagene.**"* (Undervisningsministeriet, 2015, s. 4).

Det fællesfaglige har således vægt på at eleverne kan "arbejde med naturfaglige problemstillinger fra forskellige fagperspektiver" (ibid. afsnit 2.12).

2. *Problembaseringen*: At undervisningen bør tage udgangspunkt i problemstillinger, burde være tydeliggjort ovenfor. Problemstillingen er om noget den fagintegrerende omstændighed i et fællesfagligt forløb. Yderligere pointeres det at problemstillingerne skal være virkelighedsnære, og at det er eleverne som formulerer dem og har ejerforhold til dem [NB: Fed skrift er på ny vores fremhævninger i den officielle tekst]. Prøvevejledningen har undergået mindre ændringer i formuleringer fra 2015 til 2018. Her er valgt den mest eksplicitte version]:

*“Eleverne skal motiveres af den virkelighedsnære tilgang i undervisningen – og i prøvesituationen – hvor der i høj grad tages udgangspunkt i naturvidenskabelige problemstillinger i hverdagen og omverdenen.”* (Undervisningsministeriet, 2015)

*“Eleverne skal have mulighed for at udarbejde egne problemstillinger indenfor det fællesfaglige fokusområde med tilhørende arbejdsspørgsmål fra fagene fysik/kemi, biologi og geografi.”* (Undervisningsministeriet, 2015, Prøvevejledningen, s. 6)

*“Det er vigtigt, at det ikke er læreren/lærerne, der formulerer problemstillinger for eleverne. Lærernes opgave er med åbne spørgsmål at hjælpe eleverne på vej, at fremme elevernes refleksion og at sikre, at eleverne føler ejerskab til opgaven.”* (Undervisningsministeriet, 2015, Prøvevejledningen, s. 10)

Problembaseringen skal give eleverne ejerskab til arbejdet i naturfagene og i øvrigt give dem mulighed for at udfolde samtlige fire naturfaglige kompetencer.

### 3. Den gennemgribende kompetenceorientering:

Kompetenceorienteringen kommer til udtryk i strukturering og beskrivelse af fagenes læseplaner og Fælles Mål samt nu også i vurderingskriterierne for den fælles prøve. Målbeskrivelserne for samtlige naturfag er nu konsekvent bygget op omkring de samme fire naturfaglige kompetencer: undersøgelseskompetence, modelleringskompetence, perspektiveringskompetence og kommunikationskompetence. Ydermere er der formuleret fælles færdigheds- og vidensmål inden for hver af disse naturfaglige kompetencer. Med den seneste udvikling (Undervisningsministeriet, 2017) er den officielle detailstyring slækket, men de fælles naturfaglige kompetenceområder forbliver et fagovergribende skelet som sammen med et fagspecifikt sæt af færdigheds- og vidensområder udspænder det enkelte fag.

I vurderingskriterierne for prøven formuleres det mest overordnede niveau: *“Eleven prøves, i hvor høj grad denne udviser kompetence inden for alle de naturfaglige kompetencer ved inddragelse af færdigheder og viden til at belyse den selvvalgte naturfaglige problemstilling”* (Prøvevejledning, dec. 2015, s. 18). På det underliggende niveau handler det om hvorvidt eleven:

- “kan tilrettelægge, udføre og drage konklusioner af en eller flere naturfaglige undersøgelser, herunder ved brug af modeller og med relevante perspektiver
- forklare og begrunde valg af praktiske undersøgelser og modeller
- kan forklare sammenhænge mellem praktiske undersøgelser, modeller og naturfaglig teori med udgangspunkt i den selvvalgte naturfaglige problemstilling



- kan argumentere for naturfaglige forhold og anvende relevant fagterminologi fra både fysik/kemi, biologi, og geografi
- kan anvise og begrunde relevante handlemuligheder i forhold til den selvvalgte naturfaglige problemstilling.” (s. 28 ff)

Kompetenceorienteringen fremhæver vigtigheden af at eleverne kan benytte deres naturfaglige færdigheder og viden i arbejdet med deres problemstilling.

### *Forskning i læreres udfordringer i forhold til fællesfagligt problembaseret og kompetenceorienteret arbejde*

Som omtalt ovenfor, så bygger den nye fællesfaglighed på arbejde med virkelighedsnære problemstillinger som eleverne belyser/undersøger med metoder og begreber hentet fra de tre naturfag. Formålet er at eleverne etablerer fagovergribende forståelse uden at fagenes integritet sættes over styr. En tilsvarende forståelse af fagligt samspil genfinder man i udvalgte dele af den internationale naturfagsdidaktiske litteratur om “interdisciplinary science teaching” (se fx Lederman & Niess, 1997; Shen, Sung & Zhang, 2015). Selve prøveformatet i den fælles prøve modsvarer internationale forestillinger om socio-kulturel evaluering (se fx Gipps, 1999).

Faglig integration er af største vigtighed for elevernes udbytte, fx dokumenteret gennem et metastudium af samspillet mellem naturfag og matematik (Hurley, 2001) hvor flerfaglighed fremstår direkte kontraproduktivt. En række studier peger imidlertid på forskellige lærerudfordringer i forhold til at realisere en problemorienteret undervisning på integreret vis:

Først og fremmest påpeger Czerniak og Johnson. (Czerniak & Johnson, 2014, s. 396) at “betydelige forandringer i det traditionelle læringsrum er nødvendige for at implementere en integreret tilgang succesfuldt”. På denne måde udfordrer en sammenhængende problembasering lærernes traditionelle forståelser af fag og undervisning. Meier et al. (Meier, Nicol & Cobbs, 1998) identificerer forskellige typer af barrierer for integreret samspil, bl.a. knyttet til sådanne lærerholdninger, manglende lærerviden inden for samspilsfagene samt vanskelighed ved interdisciplinær evaluering af elevkompetence (“performance-assessment”, s. 442).

Hvad angår implementering af den problembaserede undervisning i naturfag, peger bl.a. Mergendoller (Mergendoller, Markham, Ravitz & Larmer, 2006) på at frihedsgraderne i denne type undervisning kræver udvikling af særlige måder at styre og stilladse eleverne på – og i forlængelse heraf en særlig lærerrolle. En anden udfordring består i at der på tværs af de samspillende naturfag etableres et fælles sprog og fælles tilgange til undervisning (se fx Keebaugh, Darrow, Tan & Jamerson, 2009). Det kunne meget relevant være omkring problemstillinger og naturfaglige kompetencer.

Kompetenceorienteret naturfagsundervisning kendes bl.a. fra tysktalende lande

(“länder”) og det amerikanske curriculum Next Generation Science (National Research Council, 2012). I tysktalende lande er naturfagsundervisningen systematisk baseret på kompetencer, kundskaber og færdigheder, og i visse tyske bundeslande og schweiziske kantonen er fagintegrationen så udviklet at der undervises i temaer frem for naturfaglige discipliner/fag (Labudde, 2013). Flere steder har der været arbejdet med undersøgelseskompetence og udvikling af værktøjer til evaluering af elevernes eksperimentelle kompetence (Metzger, Gut, Hild & Tardent, 2014). Metzger et al. (2014) præsenterer således en matrix til evaluering af elevernes kompetenceudvikling i forhold til problemets kompleksitet og kvaliteten af løsningen. Et studie af kompetencetilrettelagt undervisning i England udpeger en række udfordringer, bl.a. at det faglige indhold fortsat dominerer timerne, og at kompetencerne ikke adresseres eksplicit: “Lærerne synes at forvente, at eleverne automatisk udvikler færdigheder og kompetencer hvis blot de får praktiske muligheder for at afprøve dem i undervisningen” (Byrne, Downey & Souza, 2013, s. 357). Som en anden relevant pointe konkluderer Byrne et al. at kompetenceorienteringen synes at undergrave lærernes selvtillid og vanlige læreridentitet som eksperter i indhold.

### Metode

Følgforskningen i nærværende projekt er forankret i et pragmatisk forskningsparadigme (Johnson & Onwuegbuzie, 2004) og betjener sig af Mixed Methods (fx Creswell & Clark, 2010). I det første år (2017) er der foretaget følgende empiriindsamling som danner grundlaget for denne artikel:

*Kvantitativ dataindsamling:* Der er indsamlet surveydata fra stratificerede samples af naturfagslærere, 9.-klasseselever og pædagogisk ledelse fra 342 skoler, jf. oversigt i tabel 1. Næsten alle surveydata er indsamlet i den prøveforberedende periode i foråret 2017. Undtaget er postprøve-surveyen med elever som blev indsamlet umiddelbart ved skoleårets afslutning.

Hvem er spurgt?	Antal responser (svarprocent)
Lærere (fysik/kemi, biologi og geografi)	781 (73 %)
Udskolingsledere	295 (86 %)
Elever (pre-survey)	10.299 (58 %)
Elever (post-survey)	4.267 (24 %)

**Tabel 1.** Oversigt over kvantitativ empiriindsamling i følgforskningen 2017

Lærer- og elevsurveys indgår i denne artikel – og om lærersurveyen er det relevant at vide at alle respondenter har gennemført et antal (fra et til otte) fællesfaglige forløb i 9. klasse i skoleåret 2016/2017. Lærernes undervisningsfaglige baggrund fremgår af tabel 2.

Fagkombination	Antal	Procent
Ikke naturfag	24	3,1
Kun geografi	101	12,9
Kun biologi	90	11,5
Biologi + geografi	74	9,5
Kun fysik/kemi	190	24,3
Fysik/kemi+ geografi	62	7,9
Fysik/kemi + biologi	135	17,3
Alle tre fag	105	13,4

**Tabel 2.** Fordeling på undervisningsfag i lærersamplet (N=781)

Som det fremgår, er der få lærere uden undervisningsfagsbaggrund i naturfag, mens fysik/kemi er det hyppigste undervisningsfag. Man bemærker også at knap halvdelen af lærerne i samplet har undervisningskompetence i mere end ét naturfag.

#### *Kvalitativ dataindsamling:*

Der er indsamlet righoldig empiri fra et forskelligartet udsnit af syv caseskoler, heraf nogle med erfaringer fra pilotafprøvning af den nye fælles prøve samt nogle med høj hhv. gennemsnitlig løfteevne i de tre naturfag. Empiriindsamlingen er hvert sted foretaget med fokus på én klasse over to besøgsdage: én i den prøveforberedende periode samt én dag med afvikling af fælles prøve i naturfagene.

På disse dage er der foretaget:

- *Semistruktureret observation:*
  - af den prøveforberedende undervisning
  - af prøver (i alt 36 prøvegrupper).
- *Semistrukturerede interviews:*
  - Med lærerteams
  - Med ledelse
  - Med elevfokusgrupper
  - Prøvedebriefing med eksaminatorer og censorer.

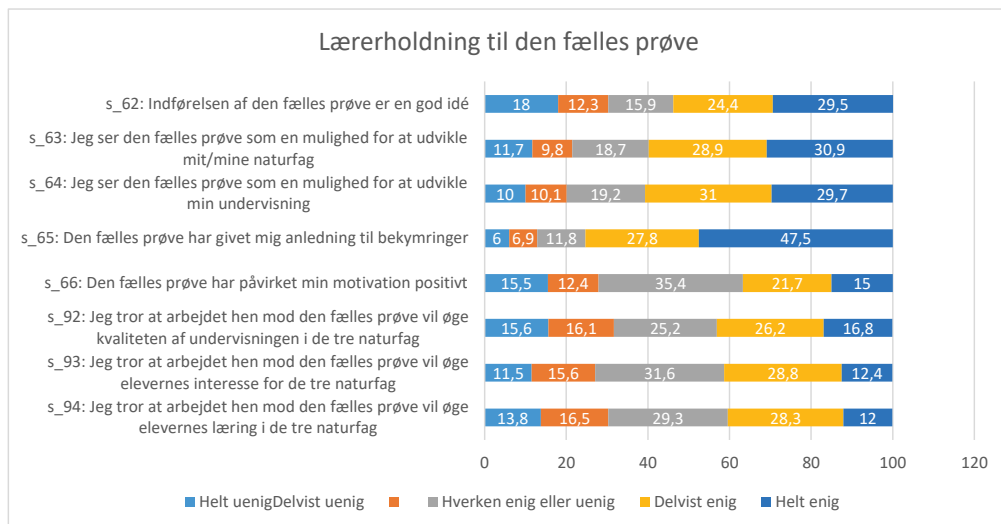
Derudover er der samlet elevartefakter m.m. ind fra caseskolerne.

De kvantitative data er indsamlet i SurveyXact og analyseret med standardstatistiske metoder i programmet SPSS. Kvalitative interviewdata er fuldt transkriberede og kodet i NVivo. Observationsprotokollerne var forstrukturerede så det var nemt at etablere tværgående analytiske matricer med specifikke observationsnoter for hver af de udvalgte tematikker og på denne måde identificere gennemgående træk og problematikker. Efter første besøg på en caseskole blev der konstrueret en "caserapport" som fastholdt hovedpunkter af empiri og indtryk i en sammenlignelig template-form samtidig med at hypoteser og spørgsmål til opfølgning ved næste besøg blev indskrevet. I forlængelse af andet besøg blev caserapporten ajourført og udbygget. I den forstand udgør den endelige caserapport for hver skole en analytisk sammenfatning af denne case i år 2017. Caserapporterne er relevant empiri her og nu – men mindst lige så relevante for følgeforskningens longitudinale komponent, dvs. når der i 2019 og 2021 igen skal indsamles kvalitativ empiri på caseskolerne. Undervejs i analysearbejdet blev der holdt et syntesemøde med deltagelse af hele forskergruppen hvor kvantitative og kvalitative resultater og tolkninger blev afprøvet mod hinanden i en proces hvor de to tilgange løbende og ligeværdigt befrugtede hinanden ("konvergent mixed methods design").

## Resultater

**Q1: Hvad er lærernes oplevelse af og holdning til den nye fællesfaglighed?** Udgangspunktet er her at lærernes oplevelse af og holdning til fællesfaglighed og den fælles prøve er afgørende idet de som filter og forstærker afgør hvorledes intentionerne om fællesfaglighed omsættes til praksis (jf. Gess-Newsome, 2015, s. 31).

*Lærernes oplevelse af den nye fællesfaglighed:* Her er lærernes oplevelse ambivalent, sådan som det også fremgår af figur 1. På den positive side erklærer den overvejende del af lærerne (53,9 %) sig *helt* eller *delvist* enige i det vitale udsagn at *indførelsen af den fælles prøve er en god idé*. Over 60 % af lærerne ser tillige den fælles prøve som en mulighed for at udvikle både egen undervisning og deres fag. *Der er altså belæg for at hævde at de fleste lærere er positive over for den fælles prøve og ser muligheder i den.*



**Figur 1.** Lærernes svar på holdningsmæssige spørgsmål i tilknytning til prøven

Mest markant er det dog at 75,3 % af lærerne tilslutter sig at *Den fælles prøve har givet mig anledning til bekymringer* (47 % erklærer sig *helt enige*). Interviews på caseskolerne giver her indblik i at bekymringerne findes i forskellige kategorier:

*Tidsbekymring:* En gruppe af lærere er grundlæggende ikke afvisende over for den nye fællesfaglighed, men udtrykker bekymring over at den levner mindre tid til de tre fag hver især. Det gælder især lærere i geografi som har det mindste timetal af naturfagene i overbygningen. Bag tidsbekymringen ligger hos nogle også en opfattelse af fællesfagligheden som et *add-on*, et ekstra mål som der ikke er afsat ekstra tid til. En lærer udtrykker meget direkte at det ville være *“meningsfuldt hvis det var et ekstra fag der var sat timer af til ...”*. Fornemmelsen er her at lærerne anser at eleverne først skal lære den sædvanlige faglighed for så at *anvende* denne i det fællesfaglige arbejde. De synes ikke at vide/anerkende at (visse aspekter af) faglighed kan etableres gennem det fællesfaglige arbejde.

En særlig tidsbekymring handler om om man nu kan nå at kvalificere eleverne til både den obligatoriske fælles prøve og de skriftlige udtræksprøver i hvert af fagene. Her oplever lærerne at de to prøver vægter hhv. naturfaglige kompetencer og faktuel viden, dvs. så forskellige mål at den fællesfaglige undervisning ikke alene kan kvalificere til begge. Indtrykket fra interviews er at lærerne har søgt at håndtere denne tidsbekymring ved at nedprioritere forberedelsen til den skriftlige udtræksprøve<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Tilsyneladende har lærerne i almindelighed – trods deres bekymring – formået at kvalificere eleverne til begge prøveformer. I hvert fald viser en analyse af prøvekaraktererne fra 2016/17 at eleverne til den fællesfaglige prøve har opnået et karaktergennemsnit på pæne 7,4, mens karaktererne i de skriftlige udtræksprøver for biologi og geografi

*Kompetencebekymring:* Generelt fremstår den fællesfaglige selvtillid (self-efficacy) høj i samplet, som det fremgår af tabel 3.

Fagkombination	Middelværdi	Stand. error på middelværdi
S_89: Jeg er fagligt rustet til at indgå i fællesfaglige undervisningsforløb	3,91	0,039
s_91: Jeg er fagligt rustet til at vejlede eleverne i at formulere en naturfaglig problemstilling med arbejdsopgavespørgsmål fra de tre naturfag	3,76	0,039

**Tabel 3.** Indikatorer for lærernes fællesfaglige selvtillid ("self-efficacy")

Gennemsnittene dækker dog over at ca. 15 % af lærerne i hvert af spørgsmålene svarer overvejende negativt. Det er nærliggende at læse en bekymring for den relevante kompetencebaggrund ind i disse svar. ANOVA-analyse af koblingen mellem faglig selvtillid og faglig baggrund viser:

- Som gruppe har lærere med kun ét undervisningsfag signifikant ( $p < 0,05$ ) mindre fællesfaglig selvtillid end lærere med to eller tre. Det indikerer at faglig selvtillid og bekymring netop handler om at kunne overskride det enkelte fag og bringe fag i samspil.
- For lærere med undervisningsbaggrund i flere naturfag er tendensen konsekvent (men typisk kun med  $p$  af størrelsesordenen 0,15) at lærere med fysik/kemi har højest fællesfaglig selvtillid, og geografilærere lavest faglig selvtillid.

Af caseskoleinterviews fremgår især bekymring og vanskeligheder hos geografilærerne over hvorledes de får deres fag meningsfuldt ind i det problembaserede arbejde i forhold til at finde relevante forsøg og ved at indgå i evaluering på tværs af fagene. Som en geografilærer siger: *"For første gang ... i mit naturfag føler jeg mig en lille smule ... fagligt inkompetent, ikke ..."*. En anden geografilærer tilstår: *"Jeg dækker kun geografi ... Så jeg vil have svært ved at vurdere sværhedsgraden af det som eleverne nu kommer med [til prøven]."*

Samtidig tilkendegiver flere lærere uden undervisningskompetence i geografi at de har tilsvarende svært ved meningsfuldt at inddrage geografi.

er uændrede i forhold til det foregående år. For fysik/kemi ser der umiddelbart ud til at være et fald på ca. 0,5, men angiveligt er samplet her usammenlignelige (2015/16 gælder kun et subset af prøveskoler, mens 2016/17-tallene gælder alle skoler).

*Fagbekymring:* Samtidig med at flertallet af lærerne anser den fælles prøve for en god idé, så er der dog hele 29,3 % som er overvejende uenige heri. Spørgsmålene i figur 1 er blevet eksplorativt faktoranalyseret (med Kaiser-Guttman-kriterium), og det viser sig at de alle ligger i samme faktor, dvs. der kan etableres ét samlet indeks for hvor positiv man er over for den fælles prøve, elevernes udbytte heraf og dens udviklingspotentiale. Lærere som har et indeks på mindre end 2,5 (gennemsnit pr. spørgsmål i indekset), forekommer at være gennemført negative over for disse fællesfaglige træk. En analyse godtgør at ca. 20 % af lærerne i denne forstand er gennemført negative over for fællesfagligheden.

I interviews er markant negative lærerholdninger tydelige og klart forbundet med en læreropfattelse af at den nye fællesfaglighed ødelægger faget og fagligheden. Bekymringen kommer tydeligst til udtryk hos fysik/kemilærere i samplet. Man fornemmer en tydelig konflikt mellem lærernes traditionelle fagsyn (med vægt på faglig viden, forståelse og begrebsstruktur) og den nye fællesfagligheds forøgede vægt på naturfaglige kompetencer og problemhåndterende almindelse. Et par citater til illustration af denne oplevelse: Én taler direkte om at fællesfagligheden *“... forfladiger vores fag!”*. En anden lærer konstaterer sigende: *“Det kommer hovedsageligt til at handle om problemstillingen i stedet for forsøg eller noget fagligt.”* I et interview på en skole spekulerer lærerne i om bekymringen måske også handler om skiftet i undervisningsformer, først og fremmest lærerkontrolltabet ved overgangen til en mere elevcentreret undervisning. Under alle omstændigheder er gruppen af fagbekymrede for stor, og forbeholdene for markante til at man kan ignorere det i den videre implementeringsproces.

Ifølge figur 1's spørgsmål s\_93-s\_94 forekommer lærerne neutrale i deres vurdering af hvorvidt det prøverettede arbejde øger elevernes faglige interesse og læring (kun interessesvarene er akkurat signifikant positive). Dette dækker dog over stor variation, og interviews med lærere indikerer at der både er en sammenhæng med hvor langt man på skolen er nået med at realisere den fællesfaglige dagsorden, og med hvilket lærings- og fagsyn man anlægger, jf. den just omtalte fagbekymring. Hvad angår læringsdelen, anskueliggøres dette af to citater:

*“Faglig forståelse ... er lige så god som (for) den traditionelle undervisning ... de får større indsigt, jeg har oplevet at de har engageret sig i nogle problemstillinger som de ikke tidligere har, altså de får en anden form for større overblik over hvad det er for nogle ting der er i spil når man taler om landbrug ...”* [lærer fra “frontløberskole”]

Censor: *“De(n) [faglige viden] forsvinder, ikke, fordi de kan ... de vil næsten ikke kunne tegne et ... vandmolekyle nu. Det tror jeg faktisk ikke der er nogen der vil kunne.”*

Eksaminator: "... det er rigtigt at de forsvinder fordi de skal kunne perspektivere, så skal de kunne modellere, så skal de kunne ..." [debriefende interview efter prøveafholdelse]

De grundlæggende holdninger og bekymringer hos danske lærere modsvarer i vid udstrækning de barrierer og udfordringer som man har set internationalt i forhold til fællesfaglig undervisning (se fx omtalen af Meier et al. (1998) og Byrne et al. (2013) ovenfor). Her ekspliciteres netop forbehold knyttet til det faglige indhold, til fagover-skridende kompetencer samt lærernes overbevisninger, fagforståelser og rolleudøvelse.

*Det sammensatte miks af lærerholdninger hvor flertallet er grundlæggende positivt stemte over for fællesfagligheden, 3/4 gør sig bekymringer, og 1/5 er markant negative, udgør en kompleks baggrund for at forstå og fremme implementeringen af fællesfagligheden.*

**Q2: Hvordan går det med at implementere den nye, udfordrende fællesfaglighed, problembasering og kompetenceorientering – i undervisningen og til det første års prøveafvikling?**

*Et par overordnede indikatorer:* I lyset af ovenstående er det relevant at fastslå at eleverne overordnet set er positive over for den undervisning som de nu engang har fået. Fx svarer 38 % af eleverne positivt på at de har lært "lidt mere" eller "meget mere end normalt" i de fællesfaglige forløb end i undervisningen i de tre fag hver for sig. Kun 20 % er af den modsatte opfattelse. Tilsvarende svarer 45 % af eleverne før prøven positivt til s\_72, *Jeg føler mig klar til den fælles prøve i de tre fag*, mens 30 % her er overvejende uenige. Efter prøven tilkendegiver 50 % af eleverne tilmed at de klarede sig bedre end forventet. Det oplevede læringsudbytte i den nye fællesfagligheds år 1 står således på solid grund, mens elevernes fællesfagligt prøverettede selvtilid forekommer høj uden at være urealistisk. Med individuel og lokal variation føler eleverne jævnt hen at de lærer noget som de er beredte på at lade sig bedømme på!

Hvor opløftende disse indikatorer end er, så siger de meget lidt om hvordan det er gået med at realisere de specifikke intentioner om fællesfaglighed, problembasering og kompetenceorientering i den naturfaglige undervisning ved udløbet af det første år med fælles prøve. Dette rapporteres i de følgende afsnit.

## Implementeringen af fællesfagligheden i undervisningen

*Om antallet af fællesfaglige forløb:* I survey ved slutningen af året er lærerne blevet spurgt: "Hvor mange fællesfaglige forløb har du været med til at gennemføre i dette skoleår på 9. årgang?" Hertil svarer næsten halvdelen (48,4 %) at de har været med til at gennemføre fem. Det indikerer, at lærerne har haft rige muligheder for at gøre



sig fællesfaglige erfaringer i det senest forløbne år. Da lærerne meget vel kan have været involveret i fællesfaglige forløb i flere klasser, siger svarene desværre ikke noget om antallet af fællesfaglige forløb i *den enkelte klasse*. På en række caseskoler har der imidlertid været afviklet fire fællesfaglige forløb alene i 9. klasse. Det generelle indtryk er her at fællesfaglige forløb har fyldt meget i 9.-klassesåret, først og fremmest fordi man på adskillige af skolerne for sent har erkendt hvilke krav den fælles prøve stiller til det forudgående fællesfaglige arbejde.

*Om organiseringen af de "fællesfaglige" forløb:* Ovenfor er der blevet argumenteret for at intentionen om fællesfaglighed handler om at der tages afsæt i virkelighedsnære problemstillinger, og at fagene bringes ind hvor og når det er relevant for at belyse den valgte problemstilling.

I surveyen er lærerne blevet spurgt *Hvordan arbejder du og dine kolleger typisk når I gennemfører fællesfaglige forløb?*. Tabel 4 viser svarfrekvenser for to af de fire mulige svaroptioner.

Typisk er fællesfaglige forløb struktureret	Frekvens (%) – kun 2 af 4 svaroptioner vist. Flere svar tilladt
S_45_1: Med udgangspunkt i et fælles emne	87.2
S_45_2: Med udgangspunkt i en fælles problemstilling	32.1

**Tabel 4.** *Udgangspunkter for arbejdet med fællesfaglige forløb*

Da procenttallet alene for disse to svaroptioner overstiger 100 %, er det klart at nogle lærere må have svaret JA til begge disse udgangspunkter for de fællesfaglige forløb. Dette kan skyldes at visse forløb er gennemført faseopdelt, fx startende inden for et emne og sidenhen snævret ind til en problemstilling. Det er alligevel markant at for hver gang lærerne omtaler et udgangspunkt i en problemstilling, så er der tre som tager udgangspunkt i et emne. I termer af Klausens taksonomi over fagligt samspil, så er den emnebaserede flerfaglighed ca. tre gange så hyppig som fællesfaglighed med afsæt i problemstillinger! Dertil kommer at kun 34 % af lærerne svarer at de gennemfører de fællesfaglige forløb som *fælles undervisning på tværs af naturfagene*, på et senere survey spørgsmål om hvordan de fællesfaglige forløb implementeres (s\_48). Der forekommer således at være langt igen før intentionen om egentlig fællesfaglig undervisning er realiseret.

I interviews med lærere og elever bestyrkes dette indtryk, omend med en nuancering: De fleste lærere opererer faktisk med en *fællesfaglig periode* i deres fællesfaglige

fokusområdeforløb – men den udgør klart den mindste del af forløbet, og problemstillingen er kun kortvarigt strukturerende for hvad der foregår. Et par eksempler kan anskuelig gøre forskellige grader af flerfaglig dominans i forløbstænkningen hos caseskolelærere:

*“Vi starter op med dem i to ugers, sådan rimelig fast lærerstyret forløb hvor vi breder ud, hvad er det det her handler om ... hvad er det for nogle ting der er spændende. Så kører de selv i to-tre uger, og så har vi sidste uge hvor vi afvikler noget evaluering.”*

*“Hvis vi nu fx tager det her med energi, fx. Fællesfagligt område. Jamen, så har vi haft om det i biologi, og vi har haft om det i fysik, og vi har haft om det i geografi hver for sig ... Op til ... Og så samler vi det den dag og siger ... ud fra alt det I har lært, nu skal vi samle det.”*

Figur 2 samler en række af de mest relevante indikatorer for elevernes oplevelse af den fællesfaglige undervisning. I surveyen har vi bedt dem karakterisere den faktiske undervisning på udvalgte dimensioner (“faktisk”) samt tilkendegive om de gerne ser mere af denne slags (“ønsket”).

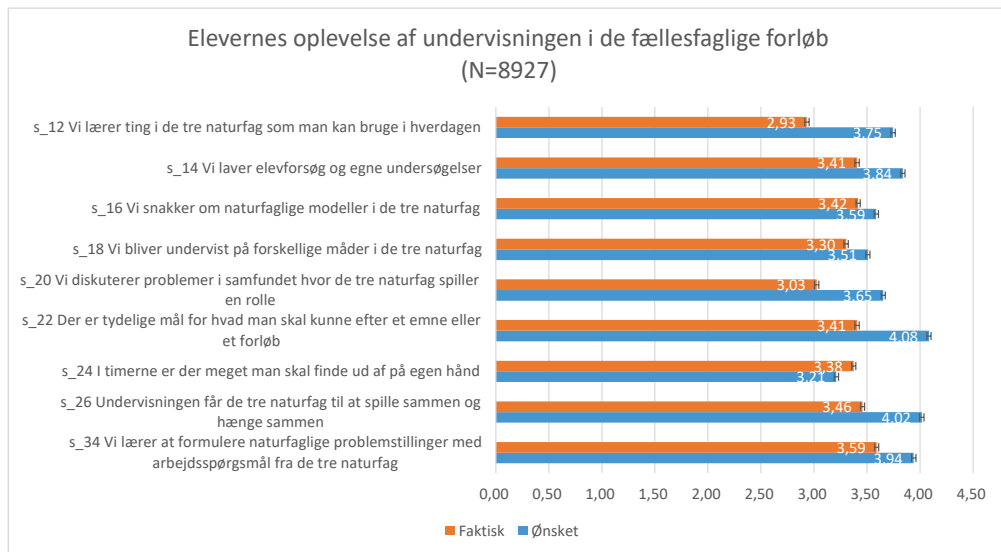
Her indikerer elevernes svar på s\_26 at eleverne i overvejende grad oplever at se fagene spille sammen og hænge sammen. Hvor meget svarene er præget af at de er afgivet i den sidste prøveforberedende periode hvor der i særlig grad er arbejdet med at etablere sammenhæng, er svært at sige. Under alle omstændigheder ønsker eleverne sig markant og signifikant større sammenhæng. På tværs af caseskoleelever var en del elever således kritiske over for den etablerede sammenhæng:

*“Hele sidste år var alle naturfagene samlet, men det var ikke en stor succes. Det blev meget rodet, og det var svært at se sammenhængen.”*

*“Men jeg synes godt at de der tre fag kunne have været bedre arbejdet sammen, sådan hvis man kigger på vores 9. klasse, ikke. Fordi det har været sådan lidt adskilt, det her skal du vide i biologi, det her skal du vide i fysik, og det her skal du vide i geografi, så det bliver ikke samlet helt sådan ...”*

*“Jeg synes ikke der har – at der har slet ikke været styr på det hos os. Der har været forskellige emner og også sådan på forskellige tidpunkter.”*

*“Jeg synes det er interessant, men det ku’ have været meget mere interessant hvis jeg havde et overblik.”*



**Figur 2.** Elevernes oplevelse af undervisningen i de fællesfaglige forløb

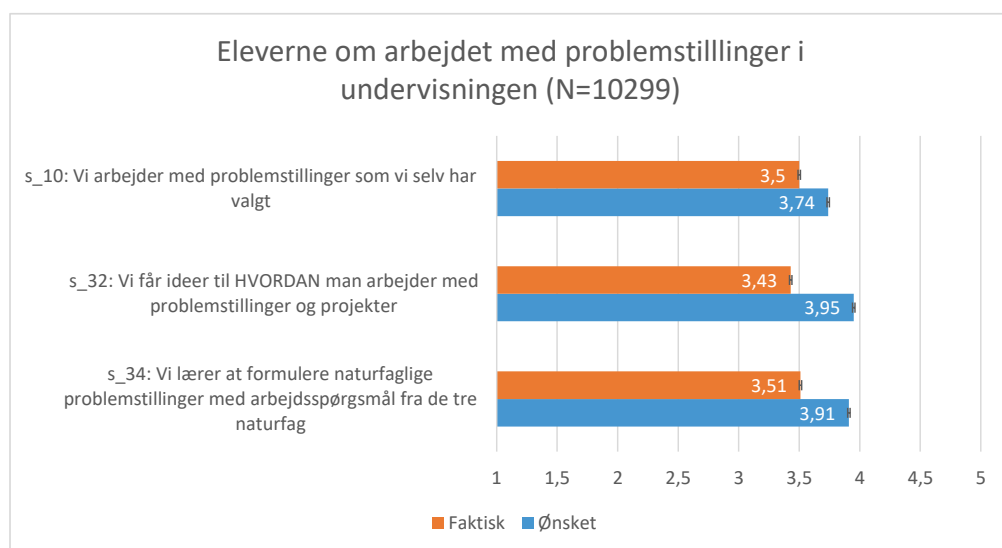
Det er nærliggende at tolke den dominerende fagopdelte, flerfaglige strukturering som lærernes måde at håndtere deres bekymring om "tid nok", utilstrækkelige lærerkompetencer og erosion af fagene og deres undervisningstraditioner. Alle bekymringer minimeres i det flerfaglige format hvor man så til gengæld overlader det til eleverne at få skabt sammenhæng på tværs af fagene. Symptomatisk har vi i størstedelen af de observerede prøveobservationer set at de monofaglige arbejdsspørgsmål adresseres sekventielt og uden eksplicit kobling til den overordnede problemstilling. I de færreste tilfælde er elevernes fremlæggelse rundet af med en opsummering og konklusion i forhold til gruppens problemstilling. Begge dele indikerer at der er *grænser for hvor langt man er nået med at etablere fællesfaglige (overgribende) vidensstrukturer.*

## Implementeringen af det problembaserede i undervisningen og prøven

Over 70 % (72,5 %) af lærerne er overvejende enige i at de fællesfaglige forløb fremmer en problemorienteret undervisning. 58 % mener at de fremmer en anvendelsesorienteret undervisning, mens 59,6 % mener at det gør undervisningen mere virkelighedsnær. Hvad de sidste to angår, så er eleverne imidlertid mindre positive. Fx viser svarene på s\_12 og s\_20 i figur 2 at eleverne akkurat er neutrale i deres oplevelse af nytteværdi i hverdagen og samfundsmæssig relevans. Sammenholdt med svaret på s\_34 tegner der sig et billede af at der vitterlig formuleres problemstillinger, men at formuleringsprocessen og/eller det endelige indhold kun i moderat grad fremmer

elevernes oplevelse af anvendelighed og relevans. Mulige forklaringsmodeller søges afdækket i det følgende.

Elevsvar i figur 3 godtgør at eleverne i rimelig udstrækning oplever at have været med til at vælge de problemstillinger som der arbejdes med (se s\_14 hvor det også fremgår at eleverne gerne ville have *endnu større* indflydelse). Når dette tilsyneladende ikke slår klart igennem på oplevelsen af anvendelighed og relevans, så kunne det skyldes at eleverne er henvist til at formulere deres "egne" problemstillinger inden for et relativt snævert "skole-science-univers" som ikke reelt kobler til elevernes livsverdener.



**Figur 3.** Elevernes oplevelse af arbejdet med problemstillinger i undervisningen

I interviews med lærere og elever på caseskolerne er der adskillige eksempler på at elevernes indflydelse på problemstillingerne først i den afsluttende fase nærmer sig det intendede niveau:

*“Vi siger at problemstillingen er den samme til alle, det har vi faktisk gjort ... i 9. klasse i fem af de forløb de har fået, det er først i den sjette, har de selv lavet problemformuleringen.”*  
[lærer, skole x]

*“Eleverne har været meget positive i forhold til arbejdet med de her fællesfaglige fokuspunkter ... de har virkelig taget fat på en positiv måde, synes jeg, i det. Også selvom det var vores problemstilling, også selvom det ikke var deres eget ... udgangspunkt, at det var vores ...”* [lærer, skole y]

*“Vi skulle vælge tre ud af 20 forskellige emner og så lave problemstillinger for disse tre emner. Herfra udvalgte læreren så hvilken problemstilling vi skulle arbejde videre med og undersøge.” [elev, skole z]*

Anskuet positivt antyder citaterne at der arbejdes med progression og med at træne eleverne i at formulere problemstillingerne. Anskuet negativt indikerer citaterne at eleverne først sent får mulighed for at udtænke problemstillinger, og at de undervejs i høj grad arbejder med problemstillinger som læreren har fundet relevante. Aikenhead (Aikenhead, 2006) har diskuteret hvorledes forskellige relevanser former curriculum og betinger elevernes læring og motivation. Hvis elevernes autonomi får spillerum for sent til at blive udfoldet, og/eller såfremt elevernes bud på problemstillinger filtreres gennem lærerens skole-science-relevanser (“wish-they-knew” eller “have-cause-to-know”), så kunne det forklare den moderate oplevelse af relevans og nytteværdi i hverdagen.

I forbindelse med prøveafviklingen på caseskolerne har vi indsamlet og analyseret problemstillingerne fra 36 observerede prøvegrupper. Generelt forekommer disse relevante og plausible, men elevinteresser og elevstemme anes kun undtagelsesvist; således forekommer følgende problemstillinger at være de mest elevorienterede.

*Hvilke udfordringer er der med vandforsyning ved en fremtidig kolonisering af Mars? Havpattedyr og sanser: Vi vil undersøge hvordan marsvinene bruger ekkolokalisering til at finde føde.* I det omfang der ligger elevinteresser omme bag valget af problemstilling, så forekommer selve formuleringen at være slebet til af et underviserfilter undervejs i vejledningsforløbet op mod prøven.

Indholdsmæssigt tyder vores analyse af de indsamlede prøveproblemstillinger på at problemstillingerne i almindelighed er fællesfaglige og fagoverskridende i den intenderede forstand. Undtagelsesvist synes en enkelt formulering at være biased i retning af et bestemt fag, fx denne fysik/kemi-orienterede: *“Hvad er kinetisk energi? Hvilke former optræder den i? Hvordan kan man udnytte denne energiform så den i fremtiden bliver et vigtigt element i arbejdet for at skabe en bæredygtig energiforsyning på globalt og lokalt plan?”* Kravet om at der skal kunne udarbejdes arbejdsspørgsmål i alle tre naturfag er givetvist med til at sikre fagoverskridende bredde her. Imidlertid er de fagopdelte arbejdsspørgsmål en udfordring for elevernes arbejde i retning af en helhedsorienteret forståelse af problemstillingen. Risikoen er at de understøtter eller fastholder eleverne i at bygge fagopdelte vidensstrukturer frem for den integrerede vidensstruktur som fællesfagligheden optimalt set skulle opbygge. Figur 4 viser et illustrativt eksempel på at en duelig fællesfaglig problemstilling “modarbejdes” af monofaglige arbejdsspørgsmål som er uden fælles fokus.

**Problemstilling:**

Hvordan kan man forhindre mangel på rent vand i fremtiden?

**Arbejdsspørgsmål:**

**Fysik:** Kan man bruge havvand til vanding og drikkevand?

Vandprøver: Forurenede stoffer (kemi).

**Biologi:** Hvordan påvirker forurenede vand dyr, planter og mennesker?

**Geografi:** Vandets kredsløb. Områder med vandmangel pga. klimaændringer, el niño, vandværk i DK

*Figur 4. Eksempel på problemstilling og arbejdsspørgsmål fra prøven*

Spørgsmålene i eksemplet er generelle og klart skole-science-relevante, men kunne måske have etableret personlig elevrelevans hvis de var blevet formuleret med afsæt i den nære elevkontekst. I forlængelse heraf peger lærersurvey-svar på at lærerne i rimelig grad inddrager naturressourcer i nærområdet (3,4 på en skala fra 1 til 5), men ellers mener at det er vanskeligt at finde tid til at komme ud af huset. Her står tidsbekymringen således i vejen for at undervisningen overskrider skolen i retning af virkeligheden og elevernes livsverdener.

## Implementeringen af det kompetenceorienterede i undervisningen og prøven

I vores survey har vi spurgt lærerne i hvilken grad de i deres undervisning har fokus på hver af de fire naturfaglige kompetencer. Som det fremgår af tabel 5, mener lærerne at de har stort fokus på disse tværgående kompetencer.

(N=772) I hvilken grad har du i din undervisning fokus på ...	Middelværdi	Stand. error på middelværdi
S_12: ... undersøgelseskompetence	4,36	0,03
S_13: ... modelleringskompetence	4,48	0,03
s_14: ... perspektiveringskompetence	4,44	0,03
S_15: ... kommunikationskompetence	4,47	0,03

*Tabel 5. Fokus på naturfaglige kompetencer – lærernes selvsvurdering*

Af lærerinterviews på caseskolerne forud for prøverne ser billedet imidlertid mindre rosenrødt ud. Forskellige problematiseringer træder frem af følgende lærercitater fra fire forskellige skoler:

*“Jamen vi regner med at de sådan set kommer ind ad bagvejen. Vi bruger ikke noget tid på dem overhovedet ...”*

*[som senere i interviewet bliver til]*

*“Jo, jo, altså vi har vist dem de der fire de bliver prøvet i og sådan noget. Og så har vi ikke snakket om det siden.”*

*“...med nogle års erfaring, så vil vi selv blive skarpere på det [med naturfaglige kompetencer]. Det kræver at jeg selv er meget skarp på at få italesat dem ... det har jeg først været her til sidst i forløbet. Jeg er blevet meget bevidst om selv at det er vigtigt for eleven. Så den erfaring tager jeg med mig i mit lærerarbejde. Næste gang jeg står med et hold, så må jeg blive mere tydelig på, hvad er en naturfaglig model? Hvad er det den kan bruges til? Og selvom vi har set tusindvis af modeller, så har jeg aldrig italesat det som en model.” (Lærers postrefleksion ifm. prøven)*

Første citat udtrykker en ubegrundet tro på at en kompetence som undersøgelseskompetencen mere eller mindre automatisk opstår hos elever hvis blot de laver undersøgelser af en eller anden slags. Synspunktet, som udtrykkes af flere caseskolelærere, ignorerer totalt at en sådan kompetence kræver italesættelse og tilegnes gennem målrettet træning – med skyldig hensyntagen til progression, ved brug af øvelser med afstemte frihedsgrader så eleverne lærer sig undersøgelsesdesign og selvstændig fortolkning, samt et metablik på kvalitet i naturvidenskabelige undersøgelser. Fra forskningen om elevers tilegnelse af Nature of Science, herunder naturvidenskabelige processer (Lederman, 2007), ved man at pointerne kun kan etableres hvis de *ekspliciteres*, og eleverne bringes til at *reflektere* over dem i en konkret kontekst. Det sidste citat viser en lærer som undervejs i det første år har revideret sin tro på at kompetencerne kan tilegnes implicit til at erkende behovet for at eksplicitere. Indtrykket fra caseskolerne er således at det kompetencerettede arbejde forud for prøven i bedste fald har været *implicit*, helt og aldeles svarende til lærerne i det tidligere omtalte studium af Byrne et al. (2013).

Dette indtryk bestyrkes af observation ifm. den fælles prøve. I den semistrukturerede observationsprotokol var fire af ni fokuspunkter knyttet til de naturfaglige kompetencer. På tværs af de observerede 36 prøver, og konfirmeret af adskillige forskere/empiriindsamlere ved det interne syntesemøde, er det *“påfaldende, hvor lidt de naturfaglige kompetencer fylder – i tale og bevidsthed hos alle prøveaktører”* (Rambøll, 2018, s. 54). Kun i et enkelt tilfælde oplever vi at lærere, elever og/eller censor bringer naturfaglige kompetencer *eksplicit* på banen, at de italesættes, og at der spørges ind

til dem. Den generelle underbelysning af naturfaglige kompetencer er især mærkbar hvad angår undersøgelseskompetence og modelleringskompetence.

Undersøgelseselementet i de observerede prøver er typisk karakteriseret ved at eleverne fremviser en forsøgsopstilling de har lavet, evt. med præfabrikerede data. Oftest er der tale om standardforsøg hvortil der foreligger vejledning/internetbeskrivelser, og i mange tilfælde reproduceres forsøg eleverne med stor sandsynlighed har lavet/set i det forudgående arbejde inden for det fællesfaglige fokusområde. Under prøven samler eleverne ikke data ind og forholder sig derfor ikke fortolkende eller kritisk til data og indsamlingsmetoder. I prøvedialogen med lærer og censor vil fokus næsten udelukkende være på de forståelser som forsøget er tænkt til at vise, ikke på undersøgelsesproces og evne til at håndtere denne.

Tilsvarende udfoldes modelementet typisk i prøverne ved at eleverne medbringer præ-fabrikerede modeller, først og fremmest lavet af andre, men også konkrete modeller som de selv har frembragt. Også her drejer dialogen med lærer og censor sig primært om den faglige forståelse som modellen er tænkt til at illustrere og kompleksitetsreducere.

Fælles for den observerede praksis mht. evaluering af begge kompetencer i prøven kan man især pege på følgende problemer:

- *Utilstrækkelig lærerforståelse af undersøgelses- og modelleringskompetence – og hvordan disse evalueres.*

Den observerede fokusering på faglig viden og forståelse afspejler en traditionel prioritering i naturfagene. Bevidst eller ubevidst har lærerne ikke taget den nye proces- og kompetenceorientering til sig. Som omtalt ovenfor har mange lærere en misforstået opfattelse af at kompetence kan tilegnes uden at den direkte adresseres. Ud fra prøveobservationerne mangler der et aktivt sprog om (del)kompetencerne hos både elever og lærere, og især synes der at mangle metaviden om undersøgelse og om modellering. Yderligere vil man med fordel kunne bevidstgøre lærerne om de naturfaglige kompetencer og træne dem i at evaluere disse, fx ved at diskutere videooptagelser af elever der udfører undersøgelser eller arbejder med modeller.

- *Manglende proces- og kompetenceudfoldelse i prøvesituationen.*

Det ligger i kompetencebegrebet, herunder også i den oprindelige konceptualisering af naturfaglige kompetencer (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003), at kompetence er evne til vidensbaseret handling inden for et givet område. Valid evaluering af naturfaglig kompetence kræver at man ser eleverne udføre de relevante handlinger som er specificeret i operationaliseringen af kompetencen. Fx skal man – for at evaluere undersøgelseskompetence – se eleverne designe forsøg, gennemføre systematisk



undersøgelse, konkludere og forholde sig kritisk til undersøgelsens resultater osv. (Undervisningsministeriet, 2018).

Det afgørende må her være at give rum og opmærksomhed til de processer der ligger som delkompetencer i fx undersøgelseskompetencen. Læreren bør sørge for at eleverne faktisk gennemfører forsøg og fortolker data som en del af prøven. Flere elevdesignede forsøg vil være godt ligesom færre præfabrikerede data. Rigtig autentisk kunne det blive hvis læreren valgte at formulere "uddybende spørgsmål" som kræver at eleverne foretager nye, evt. beslægtede, undersøgelser. I mange af de observerede prøver har eleverne været så forpræparerede at de har siddet uvirksomme i de perioder hvor de ikke har været i direkte prøvedialog med eksaminator og censor.

Afslutningsvis skal det nævnes at selvom lærerne sjældent opererer med et eksplicit begreb om perspektiveringskompetence, så har de fleste en velkonsolideret forståelse af at et fags perspektiver ligger på grænsen af faget, og at de måske overskrider faget i retningen af noget samfundsmæssigt og/eller andre fag. Ud fra denne forståelse indebærer prøven næsten uundgåeligt perspektivering; fx overskrides det enkelte fag via arbejdsspørgsmål og perspektiveringer fra de øvrige. Derfor oplever og italesætter lærerne at perspektivering fylder meget ifm. prøven og arbejdet hen imod denne. At dette i variabel grad anskues som et fremskridt, fremgår af nedenstående citater fra caseskolerne:

*"... perspektiveringen fylder for meget i forhold til de andre. Sniksnak-delen kommer ind i perspektiveringen hvor man kan tale sig fra tingene..."*

*"Jeg tænker også perspektiveringskompetence, som i hvert fald de her er meget gode til, hvor det mere kan være dybden der går tabt, ikke. Enormt gode til at se hvad betyder det for samfundet og alt det der."*

## Afsluttende diskussion og konklusion

Vi har i det foregående søgt at diskutere undersøgelsens resultater løbende og mens de blev fremlagt. I denne afsluttende diskussion vil vi uddrage nogle hovedresultater som vi mener er kritiske for det videre arbejde med at implementere den fælles prøves særlige karakteristika: fællesfagligheden, problembaseringen og kompetenceorienteringen under ét.

- Man skal huske at undersøgelsen vedrører første obligatoriske år i en ambitiøs prøvereform. Det er ikke overraskende at vores undersøgelse identificerer en række problemer i denne fase – snarere er det imponerende at den nye prøve er blevet gennemført planmæssigt og til elevernes betryggelse.
- Flertallet af lærerne opfatter den fællesfaglige prøve som en god idé og ser muligheder for at udvikle deres undervisning ad denne vej. Eleverne er tilsvarende positive; fx mener flertallet at den fællesfaglige undervisning i højere grad får naturfagene til at spille sammen og hænge sammen (blot ønsker de *yderligere* udvikling hvad dette angår). Overordnet er der således et holdningsmæssigt afsæt for det videre udviklingsarbejde.
- Når 3/4 af lærerne udtrykker bekymring over fællesfagligheden, så bør man fra ansvarligt hold, det være sig i STUK, i kommuner, i skoleledelse og lokale fagteams, stå sammen om at minimere bekymringen. De kompetencerettede bekymringer burde imødegås med ekstraraglige/fællesfaglige kursustilbud/systematiserede erfaringsudvekslinger så lærernes komfortzoner udvides. Relevant i denne sammenhæng viser vores lærersurvey at 71 % af lærerne i perioden frem mod første prøve havde ønsket sig kompetenceudvikling mht. den fælles prøve, mens kun 20 % angiver faktisk at have gennemført en sådan supplerende kompetenceudvikling. Det er lidt uklart om lærerønskerne primært har været rettet mod det fagfaglige eller det fagdidaktiske. Fagdidaktisk forekommer en opkvalificering i forlængelse af denne artikels tre omdrejningspunkter, fællesfaglighed, problembasering og kompetenceorientering, at være indlysende. Hvis man som en del af denne indsats kunne give lærerne indsigt i og troen på at problembaseret arbejde faktisk også bidrager til at etablere fagfaglig viden, så ville man både adressere dele af lærerbekymringen for om der er tid nok, og for at den traditionelle faglighed forsvinder.
- Fra ministerielt hold ville man kunne minimere et andet tidsbekymrende aspekt ved at skabe større konvergens mellem prøveformater/evalueringskriterier i den nye fælles prøve og de vidensbaserede udtrækningsprøver i de tre naturfag så eleverne kun skal kvalificeres i én retning.
- Når forløbene i de fællesfaglige fokusområder er domineret af flerfaglighed på bekostning af fællesfaglighed, så er det overladt til eleverne at skabe sammenhæng. Undervisningens organisering kommer således til at lave benspænd for de tankeskemaer og kompetencer som den enkelte etablerer. Det bør være muligt at lave indsatser, fx ved lokalt at sikre fælles lærertid til at co-planlægge og udføre en integreret og reelt fællesfaglig undervisning. Som en naturlig del af dette kunne der udvikles fælles sprog og tilgange til det fællesfaglige sådan som den internationale litteratur efterspørger (Keebaugh et al., 2009). En spirende ængstelse med afsæt i sidste års caseskolebesøg er at man mange steder vil stille sig tilfreds med de undervisningsformater og den prøvepraksis som man har udviklet inden for det første

prøveår. Hvad angår de centrale reformintentioner, så viser vores undersøgelse at dette vil være at sænke overliggeren utidigt. Hvis ministeriet i fuldt omfang vil høste den intenderede gevinst i form af en mere varieret og anvendelsesorienteret undervisning, så gælder det om at holde reformprocessen konstruktivt i gang. Det være sig via tydeligere signaler om hvad det vil sige at undervise *fællesfagligt*, og evt. eksplicitering via eksemplariske forløbsskitser. Det være sig fx gennem videoer der gør det muligt at diskutere og evaluere elevkompetence i prøvelignende situationer. Og sidst, men ikke mindst kunne ministeriet gå aktivt ind i at understøtte udvikling af efteruddannelse med fokus på problembaseret læring i naturfag.

- Elevernes oplevelse af relevans i det problembaserede arbejde – og store dele af evnen til at arbejde problembaseret – afhænger af at eleverne selv formulerer problemstillinger og tilhørende arbejdsspørgsmål. Problemstillinger bør være i et sprog som stadig bærer deres stemme og er af relevans for deres livsverdener. I det indsamlede prøvemateriale fra første prøveår tegner der sig et billede hvor den reelle elevstyring først får plads til slut og da inden for relativt snævre rammer. Det bliver interessant at se om dette ændrer sig i næste undersøgelsesrunde hvor flere klasser formentlig har været i gang med fællesfaglige forløb siden 7. klasse og dermed på et tidligere tidspunkt må forventes at kunne håndtere de mere krævende projekt- og problembaserede processer, herunder problemformuleringens kunst. Et forhold ved den aktuelle fællesfaglige prøve som kan medvirke til at gøre problemformuleringsarbejdet kompliceret, er kravet om at problemstillingen skal belyses med arbejdsspørgsmål der kan relateres til de tre naturfag og deres kompetencer (jf. prøvevejledningen). Dette gør at eleverne ikke frit kan vælge deres vej til at arbejde med og besvare problemstillingen; de skal honorere vurderingskriterier som bygger på de tre fags kompetencer og øvrige fagmål. De fagforsikrende arbejdsspørgsmål står nemt i vejen for arbejdet med en problemstilling og med faglig integration. Her kunne man med fordel genoverveje kravet om fagopdelte arbejdsspørgsmål.
- Der er behov for at styrke et eksplicit og målrettet arbejde med naturfaglige kompetencer og med evaluering af disse. I det omfang der arbejdes med naturfaglige kompetencer i undervisningen, så sker det typisk *implicit*, dvs. det bedrives ud fra en forestilling om at elever automatisk tilegner sig undersøgelseskompetence ved at lave undersøgelser af en vilkårlig art. Der er behov for at både lærere og elever får et begreb og et sprog om de centrale kompetencer og deres forskellige fremtrædelsesformer/delaspekter så der kan arbejdes eksplicit og reflekteret med dem. Derved vil man have en mulighed for at flytte balancepunktet i den daglige undervisning fra videnstilegnelse i retning af processer og kompetencetilegnelse. 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 implemente-

ringsfases overvejende vægt på at eleverne ved prøven fremviser præfabrikerede produkter forsøgsopstillinger/forsøgsresultater til fordel for at de in situ gennemfører undersøgelse og modellering samt indgår i dialog om alle håndte metaaspekter af de to kompetencer – sådan som det forudsættes i operationaliseringen af disse kompetencer i prøvevejledningen.

Samlet set betyder de afdækkede udfordringer i prøveår 1 at der er behov for professionel udvikling inden for en række centrale områder. Som tydeliggjort i fx The Interconnected Model of Professional Growth (Clarke & Hollingsworth, 2002), så er der mange veje til denne, men et vekselspil mellem eksterne inputs, kollegadiskussioner og afprøvninger i eget klasserum anses for nødvendigt. Transformationen fra faglig vidensforvalter til fællesfaglig kompetencefacilitator kræver imidlertid også at den enkelte lærer er villig til at reflektere over disse nye elementer i forhold til sine grundantagelser om fag og om sin egen faglærerrolle. Forskningen i professionel udvikling peger på at sådanne omkalfatringer kun kan foregå over tid. Så vi glæder os over at kunne følge udviklingsprocessen helt frem til 2021.

## Tak

Forfatterne ønsker at takke gode projektfolk hos Rambøll Management Consulting samt professionshøjskolekollegerne Ole Goldbech, Sanne Schnell Nielsen, Charlotte Ormstrup og Søren Witzel Clausen. De har alle bidraget til artiklens empiriske grundlag, men af forskellige grunde har de valgt ikke at medvirke i udarbejdelsen af denne artikel.

## Referencer

- Aikenhead, G.S. (2006). *Science Education for Everyday Life – Evidence Based Practice*. New York: Teachers College Press.
- Ananiadou, K. & Claro, M. (2009). *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries* (Education Working Papers No. 41).
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher Education*, 32, 347-364.
- Binau, C.F. (2016). Fælles prøve som katalysator for fællesfaglig undervisning. *MONA (Matematik og Naturfagsdidaktik)*, 1, 36-50.
- Byrne, J., Downey, C. & Souza, A. (2013). Teaching and learning in a competence-based curriculum: the case of four secondary schools in England. *The Curriculum Journal*, 24(3), 351-368.
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967.

- Creswell, J.W. & Clark, V.L.P. (2010). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Czerniak, C.M. & Johnson, C.C. (2014). Interdisciplinary Science and STEM Teaching. Invited handbook chapter to appear in Lederman, N.G. & Abell, S.K. (Eds.), *Handbook of Research on Science Education 2nd Edition*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 395-412.
- Dolin, J., Krogh, L. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser* (s. 59-142). København: Undervisningsministeriet.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK; Results of the thinking from the PCK summit. I: A. Berry & P. Friedrichsen (red.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (s. 28-42). Routledge.
- Gipps, C. (1999). Socio-Cultural Aspects of Assessment. *Review of Research in Education*, 24, 355-392.
- Hurley, M.H. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: the search for evidence and definitions from new perspectives. *School Science and Mathematics*, 101(5), 259-268.
- Johnson, R.B. & Onwuegbuzie, A.J. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Keebaugh, A., Darrow, L., Tan, D. & Jamerson, H. (2009). Scaffolding the Science: Problem Based Strategies for Teaching Interdisciplinary Undergraduate Research Methods. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 21, 118-126.
- Klausen, S.H. (2011). *På tværs af fag – fagligt samspil i undervisning, forskning og teamarbejde*. Akademisk Forlag.
- Labudde, P. (2013). *Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.-9. Schuljahr*. Bern: Haupt Verlag.
- Lederman, N.G. & Niess, M.L. (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics*, 97(2), 57-58.
- Lederman, N. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. I: S. Abell & N. Lederman (red.), *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mergendoller, J.R., Markham, T., Ravitz, J. & Larmer, J. (2006). *Scaffolding Project Based Learning: Tools, Tactics and Technology to Facilitate Instruction and Management*. Novato, California USA: Buck Institute for Education.
- Metzger, S., Gut, C., Hild, P. & Tardent, J. (2014). Modelling and assessing experimental competence: An interdisciplinary progress model for hands-on assessments. *E-Proceedings of the ESERA 2013 conference*.
- National Research Council. (2012). *Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academies Press.
- Rambøll, V. U. og U. (2018). *Statusnotat – evaluering og følgeforskning: Indførelsen af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning for undervisningens form*

*og indhold*. Retrieved from <https://uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/180319-statusrapport-faelles-naturfagsproeve.pdf>.

Shen, J., Sung, S. & Zhang, D. (2015). Toward an Analytic Framework of Interdisciplinary Reasoning and Communication (IRC) Processes in Science. *International Journal of Science Education*, 37(17), 2809-2835.

Sillasen, M.K. & Linderoth, U.H. (2017). Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag. *MONA (Matematik og Naturfagsdidaktik)*, 3, 19-38.

Undervisningsministeriet. (2015). *Lovforslag L181, bemærkninger*. Retrieved from [http://www.ft.dk/RIpdf/samling/20141/lovforslag/L181/20141\\_L181\\_som\\_fremsat.pdf](http://www.ft.dk/RIpdf/samling/20141/lovforslag/L181/20141_L181_som_fremsat.pdf).

Undervisningsministeriet. (2017). *Lovforslag 2017-L49, bemærkninger*. Retrieved from [https://www.ft.dk/ripdf/samling/20171/lovforslag/149/20171\\_149\\_som\\_fremsat.pdf](https://www.ft.dk/ripdf/samling/20171/lovforslag/149/20171_149_som_fremsat.pdf)

Undervisningsministeriet, S. for undervisning og kvalitet. (2018). *Vejledning til folkeskolens prøver i naturfagene fysik/kemi, biologi og geografi – 9. klasse*.

## English abstract

*In spring 2017 a new interdisciplinary end examination was implemented for all students in grade 9 in Denmark. It is oral, problem-oriented, competence-driven and encompasses the Danish science subjects physics/chemistry, biology, and geography. Since Danish science teachers are not educated for interdisciplinary, problem-oriented, and competence driven teaching this new agenda is supposed to challenge them. The present article reports how these particular challenges were met at the first year's examination. Data derive from a large mixed methods study (surveys, interviews, observation) of the first examination period.*

# Biologi og idræt – et funktionelt kompetenceudviklende tværfagligt samarbejde?



Lars Domino Østergaard,  
Sport Sciences,  
Aalborg Universitet



Steffen Elmoose,  
læreruddannelsen, UCN



Oline Anita Bjørkelund,  
Sport Sciences,  
Aalborg Universitet



Poul Ravn Stidsen,  
læreruddannelsen, UCN

**Abstract:** *I naturfagssamarbejdet om fælles faglige fokusområder er der biologifaglige indholdsområder der er vanskelige at integrere i samarbejdet med de to andre naturfag i overbygningen. I nærværende artikel beskrives hvordan disse områder i tværfagligt samarbejde med idræt kan dækkes ind og være med til at udvikle både elevernes naturfaglige og idrætsfaglige kompetencer. Igennem to projektperioder arbejdede elever fra fire folkeskoler tværfagligt og undersøgelsesbaseret med fællesfaglige problemstillinger for biologi og idræt. Ved hjælp af observationer og interviews blev det belyst hvilke fordele der var i forhold til elevernes kompetenceudvikling i de to fag, og ligeledes hvilke udfordringer der er ved at arbejde undersøgelsesbaseret og tværfagligt i de to fag.*

## Indledning

Der er rigtig mange gode argumenter for at biologi og de andre naturfag arbejder tværfagligt om en række fællesfaglige emner. Ikke kun stimulerer det elevernes motivation for de forskellige fag ved at samarbejdet giver mening og er relevant, men det øger også elevernes læring i de pågældende naturfag (Asghar, Ellington, Rice, Johnson & Prime, 2012; Sillasen & Linderoth, 2017). Desværre er der indikationer for at visse af biologifagets kerneområder ikke bliver dækket i det naturfaglige samarbejde i og omkring de fællesfaglige fokusområder der leder frem til den afsluttende naturfagsprøve (Hald & Binau, 2017). I prøven indgår biologifagligheden ofte med forklaringsmodeller

eller overordnede betragtninger i forhold til forsøg eller områder der er præget af en fysik- og kemifaglig baggrund, hvilket efterlader biologifaget med indholdsområder der umiddelbart ikke er forenelige med fysik/kemi og geografi.

Et af de områder der umiddelbart ikke bliver behandlet i det tværfaglige samarbejde med de andre naturfag, er menneskekroppens anatomi og fysiologi som er en del af indholdsområdet *krop og sundhed* der relaterer til alle de fire kompetenceområder der skal dækkes af folkeskolens biologiundervisning (Undervisningsministeriet, 2017a). Viden og færdigheder med reference til menneskekroppens anatomi og fysiologi er vanskeligt integrerbart i de seks fællesfaglige fokusområder der er nævnt i læseplanen for naturfagene. Det er derimod oplagt at biologi indgår i tværfagligt samarbejde med idræt der som fagdisciplin skal integrere viden og færdigheder om emneområderne *krop og identitet*, *sprog og skriftsprog* og til dels *kropsbasis* der giver indhold til idrætsfagets tre kompetenceområder (Undervisningsministeriet, 2017b) hvori der er overlap mellem de to fag.

Ved at etablere et tværfagligt samarbejde mellem biologi og idræt der dækker området menneskekroppens anatomi og fysiologi, vil det være muligt at gøre undervisningen i biologi og idræt meningsfuld, relevant og motiverende, at appellere til elevtyper der normalt ikke er så engageret i de to fag, og samtidig øge elevernes faglige læring i fagene (Cone, Werner & Cone, 2009; Sillasen & Linderoth, 2017). Endelig vil det også være en måde at implementere bevægelse og fysisk aktivitet i biologifaget så bevægelsen bliver en integreret del af den faglige undervisning frem for bare et supplement eller i form af *brain boosters* (Østergaard, 2017). Målet med de valgte aktiviteter er jo netop at understøtte og perspektivere elevernes faglige læring og dermed bidrage til deres kognitive forståelse – i både biologi og idræt.

Med udgangspunkt i ovenstående vil vi i denne artikel argumentere og redegøre for et tværfagligt samarbejde mellem biologi og idræt der er gennemført med det formål at inddrage elementer fra indholdsområdet kroppens anatomi og fysiologi. Med henblik på at tilgodese elevernes udvikling af kompetencerne og for yderligere at stimulere elevernes aktive deltagelse i læringsprocessen i de to fag har vi valgt en undersøgelsesbaseret undervisningsmetode som grundlaget i det tværfaglige biologi-idræt-forløb.

## Tværfaglighedsbegrebet

Tværfaglighed er et mangfoldigt begreb der gennem tiderne har haft forskellige betegnelser og grader af fagligt samspil (Cone et al., 2009; Sillasen & Linderoth, 2017). Begreber som *flerfaglighed*, *tværfaglighed*, *fællesfagligt samarbejde* eller *emne- og projektarbejde* dækker alle over et samarbejde mellem et eller flere fag der hver især bidrager mere eller mindre med fagspecifik viden og fagspecifikke færdigheder eller kompetencer. Samarbejde mellem fagene kan variere fra meget uformelt



hvor et fag bliver brugt som *hjælpedisciplin* i et andet fag. Det kan fx være hvor matematik anvendes som hjælpedisciplin til at udregne energi i fødevarer i biologi eller til at udregne den procentvise forøgelse af længdespring i idræt, over et mere formaliseret samarbejde med et *fællesfagligt fokus* hvor fagene hver især bidrager med viden, færdigheder og kompetencer til løsning af fællesfaglige problemstillinger, til det der kaldes *fagoverskridende samarbejde* eller *partnership* (Cone et al., 2009) hvor grænserne mellem de enkelte fag er nedbrudt så den egentlige faglige læring forekommer ved synergi mellem fagene. Tværfagligt samarbejde udmærker sig specielt ved at elevernes brug af *higher order thinking skills* (Lewis & Smith, 1993) bliver stimuleret idet både deres kritiske tænkning og reflektive evner trænes og forbedres gennem arbejdet med fællesfaglige problemstillinger. Samtidig øger eleverne deres evne til at anskue de opstillede problemfelter på baggrund af flere faglige perspektiver hvilket endvidere stimulerer deres kreativitet (Cone et al., 2009; Sillasen & Linderoth, 2017).

Hatch og Smith (2004) har beskrevet et tværfagligt forløb hvor fysik, matematik og idræt samarbejdede med fokus på matematiske polynomier, Newtons bevægelseslove og brug af biomekaniske principper til at forbedre udførelsen af et kuglestød. Projektet havde et fællesfagligt fokusområde hvortil hver disciplin bidrog med fagspecifik viden og fagspecifikke færdigheder og kompetencer. På baggrund af videooptagelser af forskellige kastevinkler beregnede og bearbejdede eleverne data med reference til Newtons bevægelseslove og matematiske formler, hvorefter de i fællesskab kom frem til en optimal kastevinkel og acceleration (styrke) for at støde kuglen længst muligt i et kuglestød. Elevernes reaktioner fremhævede bl.a. begreber som relevans, at fysikken bliver anvendelig, og at "parabler kan være meningsfulde". Overordnet understøtter studiet de tidligere nævnte fordele ved tværfagligt samarbejde, samtidig med at det viste at elevernes læring, brug af fagspecifikke termer og aktiv deltagelse i læringsprocessen blev stimuleret.

Et andet studie, udført af Spintzyk, Strehlke, Ohlberger, Gröben og Wegner (2016), undersøgte fordele ved tværfagligt samarbejde mellem biologi og idræt. To grupper af elever blev undervist hhv. enkeltfagligt og tværfagligt inden for humanbiologi (muskelopbygning og -sammenrækning, det kardiovaskulære system og guidelines ift. styrke og udholdenhedstræning) og idræt (fokus på forskellige løbestile, fx intervalløb og langdistanceløb). Som afslutning på forløbet skulle eleverne planlægge, implementere og gennemføre et 12-ugers løbetræningsforløb. Elevernes viden inden for områderne løbetræning og relevant biologi blev testet ved en skriftlig test, og resultatet viste at de elever der havde modtaget tværfaglig undervisning, havde en meget bedre forståelse af indholdsområdet og en meget bedre testscore, hvilket demonstrerede at elevernes faglige kompetencer i højere grad blev udviklet ved tværfaglig undervisning i de to fag frem for enkeltfaglig undervisning.

Med udgangspunkt i litteraturen om tværfaglighedsbegrebet og de positive forhold for kompetenceudvikling der er knyttet til begrebet, vil vi i næste afsnit belyse det videnskabsteoretiske fundament for hhv. biologifaget og idrætsfaget samt valget af de fagelementer der indgik i vores tværfaglige undersøgelsesbaserede forløb.

## Biologi og idræt. To fag med naturvidenskabelig baggrund fra forskellige faggrupper

Selvom både biologi- og idrætsfaget forsknings- og udviklingsmæssigt er forankret som naturvidenskabelige fagdiscipliner på universitetsniveau, hører de to fag til i hver deres faggruppe i folkeskolen med hver deres videnskabsteoretiske baggrund.

På den ene side har biologifaget, der hører til i naturfagsgruppen, primært baggrund i videnskabsfaget biologi der på alle uddannelsesniveauer viser sig gennem tre dimensioner (Sjøberg, 2012): *biologi som proces* med særegne metodiske tilgange til at skabe viden, *biologi som produkt* hvor kundskabssystemet består af begreber, teorier og love, samt *biologi som social institution* hvor faget kommer til udtryk i samfundssammenhænge. Biologi er sammen med de andre naturfag i grundskolen funderet i den positivistiske videnskabsteori med kriterier for hvordan metoder, resultater og analyser behandles og valideres. Derudover har faget en række begreber og karakteristiske metoder og processer som er særegne for biologifaget i grundskolen (Marion & Strømme, 2015). Endelig omfatter grundskolefaget biologi også væsentlige undervisningsmæssige formål af etisk og social karakter med samfundsmæssige perspektiver som fx "Eleven kan forklare sammenhænge mellem naturfag og samfundsmæssige problemstillinger og udviklingsmuligheder" (Undervisningsministeriet, 2017a).

På den anden side hører idrætsfaget i folkeskolen til den praktisk-musiske faggruppe og har på alle uddannelsesniveauer videnskabsteoretiske rødder i *både* naturvidenskab, samfundsvidenskab og humaniora (Rønholt & Peitersen, 2008). Det kommer bl.a. til udtryk gennem de positivistisk funderede undersøgelsesmetoder og almene human- og samfundsvidenskabelige betragtninger og refleksioner elever og lærere i faget benytter sig af (Østergaard, 2018). Den naturvidenskabelige baggrund viser sig specielt gennem valg af teorier til at beskrive og undersøge menneskekroppen, de fysiske aktiviteter og de fysiske aspekter af sundhed, herunder teorier fra videnskabsfagene fysik, kemi og biologi. Desuden viser den naturvidenskabelige baggrund sig gennem metodevalg når den fysiske aktivitet skal beskrives og analyseres gennem kvantitative metoder (Rønholt & Peitersen, 2008). De samfundsvidenskabelige metoder kommer til udtryk gennem undersøgelse af de samfundsmæssige og organisatoriske sammenhænge som idrætsaktiviteter indgår i, og endelig viser den humanistiske tradition sig gennem de mere ekspressive sider af deltagerens aktiviteter (Rønholt & Peitersen, 2008). Kulturelle værdier, herunder deltagerens identi-

tetsudvikling og sociale kompetencer, er ligeledes inkluderet i grundskolefaget idræt (Undervisningsministeriet, 2017b).

Når idrætsfaget i folkeskolen nu omfatter tre fakultære videnskabelige områder og skal samarbejde med biologi som primært har sine rødder i naturvidenskaben, må de respektive faglærere i samarbejde udvælge relevante læringsmål så det alt i alt i undervisningen giver sammenhæng og mening i forhold til elevernes læring inden for de to fag. Som konsekvens deraf vil samarbejdsmulighederne mellem fagene nok hovedsageligt findes inden for indholdstemaer om anatomi og fysiologi, udvikling og træning samt undersøgelser af fysiske aktiviteter der kan beskrives og analyseres ved hjælp af naturvidenskabelige arbejdsmetoder (Undervisningsministeriet, 2017a, 2017b). Undersøgelserne skal naturligvis perspektiveres i henhold til fagenes og folkeskolens formål.

Idet elevernes faglighed i både biologi og idræt vurderes i forhold til kompetence-tilegnelse, vil vi i det følgende afsnit redegøre for hvilke kompetencer der er dækkende for de to grundskolefag.

## Kompetencebegreberne i de to fag

Biologifaget i grundskolen er på linje med de andre naturfaglige skolefag målsat ved hjælp af følgende kompetenceområder: undersøgelseskompetence, modelleringskompetence, perspektiveringskompetence og kommunikationskompetence (Undervisningsministeriet, 2017a). Der er dog ikke konsensus om definition og forståelse af det naturfaglige kompetencebegreb (Elmose, 2018). Undervisningsministeriet anvender primært en OECD-inspireret opfattelse af kompetence i Forenklede Fælles Mål, hvori- mod en fagdidaktisk begrundet opfattelse af naturfaglig kompetence udspringer af en sammenknytning af kompetenceudvikling med almindelse (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003; Elmose & Sillasen, 2013). Nærværende projekt baserer sit naturfaglige kompetencebegreb på den fagdidaktisk begrundede opfattelse af naturfaglig kompetence som kan defineres som: "Evne og vilje til handling, alene og sammen med andre, som udnytter naturfaglig undren, viden, færdigheder, strategier og metaviden til at skabe mening og autonomi og udøve medbestemmelse i de livssammenhænge hvor det er relevant" (Dolin et al., 2003, s. 71). Der eksisterer endnu ikke nogen definition eller didaktisk begrundet udredning af de enkelte kompetenceområder i Forenklede Fælles Mål. Ved fx undersøgelseskompetencen formuleres det som at eleven kan designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i biologi. Et andet forslag der relaterer sig til ovenstående dialektisk begrundede definition, kunne lyde: "[elevers] evne og vilje til at undre sig og stille spørgsmål til naturfaglige fænomener og foretage undersøgelser for at finde svar på spørgsmålene" (Elmose, 2018, s. 7).

Evne og vilje til handling går igen i målene for idrætsfaget idet en didaktisk be-

grundet udredning af begrebet idrætskompetence er formuleret som: "kompetencer, som gør deltagerne i stand til at handle selvstændigt og autonomt først og fremmest indenfor idrætten, men med en opmærksomhed på den almene, kropslige, personlige og sociale dannelse, der er integreret i idrætslige processer" (Rønholt & Peitersen, 2008, [s.56]). I Forenkledte Fælles Mål for idræt formuleres tre kompetenceområder som man må formode udgør den samlede idrætskompetence: *alsidig idrætsudøvelse, idrætskultur og relationer* samt *krop, træning og trivsel* (Undervisningsministeriet, 2017b). Specielt for det sidste kompetenceområde er der i de underordnede færdigheds- og vidensmål for 7.-9. klassetrin flere indholdsområder der umiddelbart er forenelige med de biologifaglige indholdsområder. Det underbygger mulighederne for et tværfagligt samarbejde om indholdsområder der inkluderer læringsmål i både biologi og idræt.

## Undersøgelsebaseret undervisning

Undersøgelsesbaseret undervisning (UBU) eller Inquiry Based Science Education som metoden også kendes som, er efterhånden en didaktisk begrundet og udbredt metode inden for naturfagsundervisningen hvor eleverne aktivt involveres centralt i læreprocessen (Østergaard, Sillasen, Hagelskjær & Bavnthøj, 2010; Rocard et al., 2007). Det særegene ved metoden er at eleverne både skal være kognitivt og fysisk aktive i undervisningen idet de centralt er involveret i alle metodens fire faser: De er med til at opstille eller afdække problemer (problemafdækning), de forfatter selv deres arbejdshypoteser (hypotesedannelsen), de udarbejder og foretager undersøgelser ud fra egne valg af undersøgelsesmetode (undersøgelse af hypotese), og endelig præsenterer og perspektiverer de selv deres resultater (konklusion og validering). Endvidere stimuleres elevernes *higher order thinking skills*, såsom at kunne analysere, syntetisere, evaluere og reflektere, som samlet er med til at øge elevernes kompetenceudvikling og deres ansvar for egen læring (Artigue, Baptiste, Dillon, Harlen & Léna, 2011; Østergaard, 2018). At den undersøgelsesbaserede metode understøtter udviklingen af *higher order thinking skills*, og at elevernes kognitive og fysiske læring ligeledes har været beskrevet i forhold til idrætsundervisningen (Metzler, 2011; Østergaard, 2016, 2018), gør at denne metode er anvendelig i det nærværende tværfaglige biologi-idræt-projekt.

På det grundlag er vi kommet frem til følgende problemformulering: *Hvordan kan biologi- og idrætsfagene tværfagligt samarbejde om undersøgelsesbaseret undervisning angående kroppens anatomi og fysiologi med henblik på at udvikle elevernes naturfaglige undersøgelseskompetence og deres idrætslige kompetence med fokus på området krop, træning og trivsel?*

## Metode

### *Design, deltagere og kontekst*

Projektet blev designet som et multiple case study (Yin, 1994) der inkluderede i alt 122 elever (62 drenge, 60 piger) fordelt på seks klasser (63 elever fra 7. klasse, 59 elever fra 8. klasse) fra fire folkeskoler i Nordjylland (omtales følgende som Nord-, Syd-, Øst- og Vest-skolen). Fra hver folkeskole deltog der to lærere med linjefag i biologi og idræt i kombination eller som enkeltfag. Projektet forløb over i alt to perioder af otte uger hvor eleverne blev instrueret og guidet af deres faglærere i at arbejde undersøgelsesbaseret med tværfaglige problemstillinger både i biologi- og idrætstimerne. Sted- og personnavne for skoler, lærere og elever er i det følgende anonymiseret.

### *Udførelse*

Som introduktion til den undersøgelsesbaserede metode og det tværfaglige arbejde deltog alle lærerne i tre workshops før og mellem de to undersøgelsesforløb. I den første workshop blev der med udgangspunkt i forskningslitteratur fokuseret på den undersøgelsesbaserede metode og begrebet tværfaglighed (Artigue et al., 2011; Cone et al., 2009; Metzler, 2011). Endvidere var der et oplæg med eksempler og mulige indholdsområder fra Fælles Mål i hhv. biologi og idræt der kunne danne grundlag for tværfagligt undersøgelsesbaseret samarbejde. Efterfølgende udarbejdede lærerne på skolerne oplæg til tværfaglige undersøgelsesbaserede undervisningsforløb som i den anden workshop blev diskuteret og optimeret i fællesskab med de andre lærere og involverede forskere. Efter det første undervisningsforløb med undersøgelsesbaseret tværfaglig undervisning blev der afholdt en tredje workshop hvor de involverede forskere sammen med lærerne kom med feedback på de gennemførte forløb, hvorefter der blev skitseret fire nye undersøgelsesbaserede tværfaglige forløb i biologi og idræt. Med det formål at optimere det kommende forløb fik hver skole desuden tilknyttet en forsker der var med til at sparre om de initierende forberedelser til det andet forløb. Det første forløb klasserne gennemgik, fungerede som et pilotstudie hvor både lærere og elever erhvervede erfaring med at arbejde undersøgelsesbaseret og tværfagligt, hvorfor det primært er data fra det andet forløb der indgår i det aktuelle forskningsprojekt.

Baseret på erfaringer fra det første forløb fik eleverne på baggrund af klasseoplæg gruppevis mulighed for at vælge hvad de ville arbejde med i relation til et overordnet tema klassernes lærere havde valgt. Det kunne fx være kost/proteinindtag og 100-m-løb (Syd-skolen) eller muskler/åndedrætssystemet og hånd- og hovedstand (Vest-skolen). I grupper skitserede eleverne selv, supporteret af læreren, et undersøgelsesspørgsmål der efterfølgende dannede grundlag for deres undersøgelse der for hovedpartens vedkommende inkluderede tekster og videoer fra internettet samt aktiviteter udført enten i klasselokalet, idrætshallen eller udendørs. Efter at eleverne

havde gennemført og behandlet deres undersøgelser, berettede de for andre elever i klassen hvad og hvordan de havde arbejdet med deres undersøgelsesspørgsmål, og hvad de var kommet frem til. På den måde fik alle elever ud over deres eget emne og deres egen problemstilling også informationer om de andre emner.

### *Indsamling og analyse af data*

Data blev indsamlet i form af videoobservationer og feltnoter foretaget i løbet af andet forløb samt i form af semistrukturerede interviews (Kvale & Brinkmann, 2015) med grupper af elever fra de forskellige klasser (i alt 28 elever fordelt på otte grupper; varighed 15-41 minutter) samt alle de involverede lærere (varighed 30-60 minutter). Lærerne blev interviewet to og to. Alle interviews blev transskriberet ordret og efterfølgende analyseret fænomenologisk fortolkende og bearbejdet if. tematisk kodning (Braun & Clarke, 2006). Der blev identificeret i alt 137 koder som blev kategoriseret i fire overordnede temaer og et specielt tema om lærersamarbejde for lærerne. I resultatafsnittet har vi med udgangspunkt i den tematiske kodning søgt efter tegn på den naturfaglige undersøgelseskompetence som værende elevernes vilje og evne til at undre sig, opstille hypoteser og søge svar gennem undersøgelser. Som tegn på idrætskompetenceområdet krop, træning og trivsel har vi identificeret eksempler på at eleverne kan undersøge og vurdere samspil mellem krop, træning og trivsel. Endelig blev data indsamlet i form af et spørgeskema som eleverne udfyldte efter hvert af de to forløb. Data fra denne undersøgelse vil i indeværende kvalitativt orienterede artikel ikke blive behandlet, men vil blive brugt supplerende til at understøtte udsagn og iagttagelser (fx om hvordan og hvor eleverne arbejdede med deres undersøgelser).

## Resultater

I det følgende vil resultaterne blive diskuteret i forhold til eksisterende litteratur og lærernes kommentarer til forløbet som de udtrykte ved interviews efter at projektperioden var afsluttet. Da det ikke er muligt at præsentere alle de resultater vi er kommet frem til efter analysen af interviews og observationer af lærere og elever i seks klasser fordelt på fire skoler, har vi i det følgende valgt at fremhæve enkelte episoder der underbygger elevernes kompetenceudvikling i relation til faserne i det undersøgelsesbaserede forløb.

### *Problemafdekning*

I den første fase af undervisningsforløbet var det især det idrætsfaglige kompetenceområde *krop, træning og trivsel* (Undervisningsministeriet, 2017b) eleverne fik skærpet og udviklet. På skolerne blev eleverne præsenteret for dels idrætsfaglige discipliner/udfordringer og dels biologifaglige områder. Fx fik alle elever på Syd-skolen mulighed

for at afprøve 100-meter-løb, spydkast, kuglestød, højdespring og andre atletikdiscipliner for at koble krop og træning/udførelse af disciplinen før de i grupper valgte hvad de ville arbejde med. På Vest-skolen valgte eleverne gymnastikdiscipliner på baggrund af et tidligere forløb hvor de kropsligt havde afprøvet og øvet/trænet de forskellige muligheder som fx hoved-/håndstand, flikflak, saltomortale og overslag. Udgangspunktet var for idrætsdisciplinen i alle tilfælde kropsligt og erfaringsbaseret. I forhold til det biologiske indholdsområde eleverne skulle arbejde med, udvalgte elevgrupperne fra Syd-skolen biologiemner eller begreber de selv fandt var relevante for den idrætsdisciplin de fokuserede på. De mulige emner og begreber blev præsenteret i form af en planche lærerne havde udarbejdet. Eleverne fra Vest-skolen, derimod, deltog alle i en fælles brainstorm over biologiemner eller begreber der kunne relateres til deres fælles idrætsemne, gymnastik. Efterfølgende valgte eleverne i grupper selv hvilke emner eller begreber der var mest relevante for deres valgte disciplin.

### *Hypotesedannelse*

Med udgangspunkt i de valgte idrætsdiscipliner og biologiindhold opstillede eleverne med hjælp fra lærerne arbejdshypoteser der dannede fundament for deres efterfølgende undersøgelser. En gruppe af elever fra Syd-skolen havde valgt 100-meter-løb og kost og næringsstoffer som deres fokus. Efter selv at have løbet, trænet og målt løbehastigheder i skolegården og set videoer af professionelle løbere på internettet opstillede gruppen en problemformulering der omhandlede hvilke kostvaner der bedst understøttede træning og præstation i et 100-meter-løb, idet gruppen ønskede at undersøge sammenhæng mellem spisevaner og hvad en varieret kost betød for præstationen. Gruppens arbejdshypotese eller antagelse var at “... vi tror at en varieret kost er bedre end en kost baseret udelukkende på kød eller en vegetarisk kost”<sup>2</sup>. Deres valg af hypotese begrundede eleverne i at det er vigtigt at spise varieret for at kunne løbe hurtigt, som Sanne sagde, og “Man spiser sådan meget mere lige ... sådan lidt af det hele ... og vi troede at [Jacob] ville løbe hurtigst da han måtte få sådan lidt af hvert” (Rune).

Ovenstående tolkes som at eleverne reflekterer med baggrund i deres forforståelse baseret på almengyldige kostregler (fx viden om kostpyramiden og forældres formåninger) i forhold til en krævende fysisk aktivitet. De har reflekteret fra et erfaringsrum (viden om kost) til et andet (viden om fysisk aktivitet) (Wackerhausen, 2008) og vist at de kan kombinere og integrere viden og færdigheder fra to separate områder, hvilket tolkes som både et tegn på at de kan foretage en undersøgelse og vurdering af samspillet mellem krop, træning og trivsel og som et element i den naturfaglige

---

2 Elevernes hypotese er formuleret som et kvalificeret gæt, hvilket også kan anses som en hypotese. Se endvidere Ellebæk og Østergaard (2009).

undersøgelseskompetence (Undervisningsministeriet, 2017a, 2017b). Andre grupper på Syd-skolen, men også fra de andre skoler, kombinerede ligeledes viden og færdigheder fra to separate erfaringsrum. Dog forekom der eksempler på kombinationer hvor det biologiske emneområde blot supplerede det idrætsfaglige frem for at blive fagligt integreret. Det sås bl.a. på Nord-skolen. En gruppe der arbejdede med spydkast og havde valgt muskler som deres biologiske del, fokuserede udelukkende på tilløb og præcision i kastet i deres hypotese som lød: "Jo kortere tilløb vi har, desto mere præcist kan vi kaste." De så fx ikke på hvordan man kunne styrke relevante muskler ved fx anaerob træning af de hurtige muskelfibre i fx biceps som funktion af den længde de kunne kaste spyddet.

### *Undersøgelse af hypotese og konklusion og validering*

Det at kunne arbejde hypotetisk-deduktivt er en vigtig del af den naturfaglige undersøgelseskompetence (Dolin et al., 2003), og det var der mange eksempler på at eleverne viste at de kunne i undersøgelsesfasen. Elevgruppen på Syd-skolen der arbejdede med kost og 100-meter-løb, valgte at designe deres undersøgelse så én elev spiste vegetarisk i en uge, en anden elev spiste varieret i en uge, mens den tredje elev kun spiste kød i den samme uge. På baggrund af løbstider noteret før deres "kostuge" sammenlignet med løbstider opnået efter kunne de slutte at Jacob, der kun havde fået kød i en uge, var den af de tre der procentvist havde øget den hastighed hvormed han løb distancen. Resultatet stemte ikke overens med deres hypotese, så de søgte efter forklaringer på nettet og kom frem til at det måtte handle om proteiner og opbygning af muskelmasse.

**Rune:** Jacob forbedrede sig med to sekunder, og han måtte jo ikke spise salat og det ... og jeg forbedrede mig kun med et sekund, og [Sanne] forværrede sig kun ...

**Jacob:** Det var fordi hun ikke måtte spise kød ... og så troede vi at det var kødet der gjorde det [at man løb hurtigere] ...

[...]

**Rune:** Mmmmm ... det er det samme med æg ... der er jo mange proteiner i æg ... og det vidste jeg ikke i forvejen.

**Sanne:** ... og jeg fandt ud af hvor mange proteiner der var i kød ... det vidste jeg ikke i forvejen ...

**Jacob:** Vi fandt ud af det ved at søge på nettet ... og det har min mor og far også sagt ... at der var meget protein i æg ...

Ovenstående citater viser at eleverne foruden at arbejde med den naturfaglige undersøgelseskompetence også reflekterede over og perspektiverede deres fund. I den efterfølgende PowerPoint-præsentation af resultaterne viste de foruden videoklip af deres løb også tabeller hvor de havde anført deres løbstider og procentvise forøgelse



som resultat af deres kost-intervention. Desuden havde de fundet frem til at proteiner og proteinindtag er vigtigt for at kunne løbe hurtigt. Eleverne viste derfor igennem deres arbejde med den valgte problemstilling elementer af idrætskompetenceområdet krop, træning og trivsel (Undervisningsministeriet, 2017a). Endvidere viste eleverne tegn på kritisk evaluering af egne resultater, fx i form af overvejelser over aktuel dagsform: "... men [Jacob] havde måske også bare en god dag, og vi andre en dårlig dag." Denne form for kritiske refleksioner er essentielle faktorer i en læringsproces (Mezirow, 2006) og en del af den naturfaglige undersøgelseskompetence. Yderligere tegn på det idrætsfaglige kompetenceområde krop, træning og trivsel blev vist gennem forløbet og ved deres fremlæggelse idet de efter at have afprøvet en række atletikdiscipliner havde opnået ekspertise inden for 100-meter-løb, hvor de i deres evaluering redegjorde for hvordan man bedst løb 100-meter i forhold til de skridtlængder/løbemønstre løberne benytter sig af gennem løbet (Undervisningsministeriet, 2017b).

Elevfremlæggelserne på de andre skoler demonstrerede ligeledes at de fleste elever havde arbejdet både med den naturfaglige undersøgelseskompetence og det idrætsfaglige kompetenceområde krop, træning og trivsel. På Nord-skolen præsenterede eleverne en PowerPoint om deres atletikdisciplin, deres hypotese, deres undersøgelse og deres resultater og relaterede dem til deres biologiske indholdsområde (som for de fleste var muskler, deres navne og funktion) for efterfølgende at instruere og guide de andre elever i spydkast, længdespring eller hvilken atletikdisciplin de nu havde erhvervet viden om. Fokus i instruktionerne var på den korrekte udførelse af disciplinen med inddragelse af idrætsteoretisk viden. På Vest-skolen udførte eleverne i praksis den gymnastikdisciplin de igennem forløbet havde øvet, og efterfølgende perspektiverede de til biologifagligt indhold. Gruppen der havde arbejdet med hoved- og håndstand, havde undersøgt relationen mellem muskelarbejde, iltoptagelse og energiomsætning. I deres præsentation fortalte en af eleverne hvordan ilten kom rundt i kroppen så musklerne kunne arbejde. Han indledte med: "Det starter med at  $O_2$ 'en ... altså ilten ... kommer ned i lungerne, hvor de kommer helt ud i alveolerne ..." og fortsatte fortællingen om iltens vej til musklerne imens han brugte sig selv som illustration idet han pegede på lunger, hjerte, benmuskler og så videre. Ovenstående tolker vi som tegn på at gruppen både havde arbejdet med den naturfaglige undersøgelseskompetence og havde erhvervet viden om samspil mellem krop, træning og trivsel idet de efter introduktionen demonstrerede relevante opvarmingsøvelser og hvordan de selv havde erhvervet viden om hvordan en hovedstand kan stabiliseres ved fx at placere hænderne i en trekant i forhold til hovedets placering.

## Diskussion

I de efterfølgende interviews med lærere var det specielt det tværfaglige lærersamarbejde, lærernes mangel på fagspecifik viden og stilladsering der blev italesat som centralt for elevernes optimale kompetenceudvikling. Faktorer der ligeledes i litteraturen er afgørende for et vellykket tværfagligt undersøgelsesbaseret samarbejde (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007; Placek, 2003).

På Øst-skolen havde lærerne foruden manglende erfaring med at arbejde undersøgelsesbaseret ikke mulighed for at afsætte den ekstra tid det tværfaglige samarbejde krævede når det skulle formidles på en anden vis end blot som hjælpediscipliner fra et fag til et andet (Cone et al., 2009). Manglen på metodekendskab og faglig integration gjorde desværre at forløbet ikke fungerede for eleverne. Godt nok lærte de om muskler, muskelfibre og deres opbygning i biologi, og i idræt udviklede og afprøvede de træningsøvelser, men tværfagligt fik eleverne ikke optimale muligheder for at kombinere eller perspektivere deres viden. Netop samarbejdet og den tid der allokeres til forberedelse, er vigtig når der skal arbejdes tværfagligt (Placek, 2003). Lærerne skal ikke kun være positivt indstillet over for det kommende kollegiale samarbejde og mene at det er meningsfuldt at arbejde tværfagligt; de skal også være villige til at sætte sig fagligt ind i fag de ikke selv er hovedansvarlige for (Placek, 2003). Det kan også ses i projektet, hvor det kun er en af de otte lærere der er linjefagsuddannet i både biologi og idræt. Foruden udtalelser der gik på et øget tidsforbrug som følge af planlægning af det fælles forløb, blev det også fremhævet i lærernes evaluering af forløbet at der skulle investeres meget tid til at læse op på det fag læreren ikke var linjefagsuddannet i: "... ulempen er at det kræver en kæmpe [fagspecifik] viden af læreren for at kunne vejlede i den rigtige retning ..." (lærer, Syd-skolen). Manglen på lærernes faglige samarbejde og fagspecifikke viden medførte ofte at mange elever i deres undersøgelser ikke kunne få den nødvendige faglige sparring der kunne være med til at lede dem til nye og udfordrende undersøgelser der yderligere kunne have styrket deres faglige kompetencer inden for begge fag, som det fx blev set i eksemplet med eleverne der ikke kunne kombinere viden om muskler med præcision i spydkast.

Foruden nye, tidskrævende faglige udfordringer var der også didaktiske udfordringer for lærerne ved samarbejdet der influerede på elevernes læring. Som led i den undersøgelsesbaserede undervisning skulle lærerne guide, instruere og stilladser eleverne i deres tværfaglige kompetenceudvikling, og det gav igen store udfordringer når de fx skulle skifte rolle fra idrætslæreren der vidste det hele, til at opfordre eleverne til selv at stille spørgsmål (observation, Vest-skolen). Idet *inquiry based learning* anses som en kompleks form for læring (Hmelo-Silver et al., 2007), kræver det for det første at eleverne har et vist kendskab til det område de skal arbejde med, for det andet at lærerne fagligt kan "give slip" på deres rolle som faglige eksperter og for det tredje kan guide eleverne ved at stille undersøgende spørgsmål som kan stimulere eleverne

i deres videre arbejde med at undersøge deres tværfaglige problemstilling. De tre faktorer var også fremtrædende i lærernes evaluering af projektet. Det første punkt var forsøgt afhjulpet ved at strukturere oplægget til det tværfaglige samarbejde, og i forhold til det første undervisningsforløb fungerede det også bedre for eleverne, der hurtigere og mere systematisk i andet undervisningsforløb fandt en tværfaglig problemstilling og fik påbegyndt deres undersøgelse. Det underbygges af et citat fra en lærer: "Ja, det synes jeg [som svar på om lærerne synes eleverne havde arbejdet med deres undersøgelseskompetence] ... altså de har svært ved at opstille en problemstilling ... det er generelt ... det er noget nyt og anderledes her i udskolingen ... men når de nu bliver hjulpet på vej ... og desto flere gange de prøver det ... desto lettere bliver det for dem at opstille en problemstilling" (lærer, Vest-skolen). Dog var det for nogle af eleverne stadig en udfordring, og det var i disse tilfælde at lærerne skulle have guidet og stimuleret eleverne i højere grad ved at stille "de rette" stimulerende spørgsmål (Jelly, 2009). Det var især en udfordring for de lærere der ikke følte at de var fagligt ordentligt klædt på. Disse lærere faldt tilbage til en mere traditionel lærerrolle hvor de som faglige "lærereksperter" deduktivt kom med svar og opstillede løsninger frem for induktivt at opfordre til undersøgelser, hvilket var med til at begrænse elevernes muligheder for tværfaglig kompetenceudvikling.

Der var dog også positive faktorer som lærerne i deres evaluering fremhævede ved forløbet. En af de mest udtalte fordele ved arbejdsformen var at den motiverede eleverne bredt idet den tværfaglige tilgang engagerede ikke-biologiinteresserede elever med fokus på idræt og praktiske øvelser, mens ikke-idrætsinteresserede elever blev engageret og involveret på grund af den biologiske og teoretiske tilgang til faget. Der var med andre ord flere elever der aktivt tog del i undervisningen: "Ja, de var meget motiverede ... og også de elever der normalt ikke er alt for motiverede [for idræt] ... de bidrog godt ... også at nogle af dem der fx var skadet ... så var de stadig inde over for at filme eller et eller andet ... altså de deltog på en eller anden måde aktivt i undervisningen" (lærer, Vest-skolen). Endvidere var der flere af lærerne der i deres interview fremhævede at arbejdsopgaverne i forløbet fremstod som meningsfulde og relevante for eleverne idet de guidet af lærerne selv valgte fokus og selv opstillede mål med deres arbejde. Det er faktorer der understøttes af tidligere forskning om både tværfaglig undervisning (Hatch & Smith, 2004) og den undersøgelsesbaserede metode (Ellwood & Abrams, 2018; Metzler, 2011). Elevernes motivation, engagement og interesse i det de arbejdede med, viste sig bl.a. ved at nogle af eleverne "blev specialister" (lærer, Syd-skolen) og instruerede og hjalp hinanden i arbejdsgrupperne. Endvidere var der flere af eleverne der tilegnede sig et "*intersprog*" (lærer, Vest-skolen) som er en start på opbygning af et egentligt fagfagligt korrekt sprog. Følgende blev det tolket som en teorifaglig fordybelse og kompetenceudvikling inden for biologi og specielt i idrætsfaget hvor denne form for faglighed fint ligger i tråd med de skærpede krav til

teoriinddragelse i Fælles Mål og introduktionen af teoretiske perspektiver til eksamen i idrætsfaget (Undervisningsministeriet, 2017b).

Den større teorifaglige fordybelse sker dog på bekostning af det fysisk aktive element i idrætsfaget. Når eleverne skal arbejde tværfagligt, viser forskning at der skal afsættes tid til planlægning af undersøgelse og bearbejdning af de data der er indsamlet til belysning af det fællesfaglige emne, hvad enten det er træning af muskelgrupper, eller det er matematiske og fysiske betragtninger af et kuglestød (Cone et al., 2009; Hatch & Smith, 2004; Spintzyk et al., 2016). Endvidere, som anført af Metzler (2011) og Østergaard (2016), fordrer den undersøgelsesorienterede undervisning både kognitiv og fysisk aktivitet, og med den større elevinvolvering og ejerskab af undersøgelserne metoden også medfører, er det givet at eleverne i idræt bruger ekstra tid på kognitivt arbejde ved bl.a. på internettet at udforske den rette udførelse af idrætsdisciplinerne og siden validere deres resultater (generel observation). Idrætsfagligt var eleverne mindre fysisk aktive sammenlignet med deres almindelige fagopdelte idrætstimer, mens de til gengæld var mere fysisk aktive i de timer der primært blev afholdt i biologilokalet, hvilket afspejles i citatet: "Jeg må ærligt indrømme at de er mindre aktive i idræt ... men på den anden side havde vi også nogle gange hvor de i biologi gik over i hallen og så lavede noget aktivitet der" (lærer, Vest-skolen). For idræt er det selvfølgelig en udfordring da eleverne i faget skal være fysisk aktive, men til gengæld understøtter det intentionerne i folkeskolereformen om at idrætsfaglig teori skal inddrages i praksisfaget (Undervisningsministeriet, 2014). I biologifaget understøttes reformens krav om at eleverne får 45 minutters bevægelse i løbet af en skoledag, og det på en måde så bevægelsen ikke kun er i form af brain breaks eller kombineret med det faglige indhold, men meningsfuldt fagligt er integreret (Østergaard, 2017; Undervisningsministeriet, 2014).

## Konklusion

I indeværende projekt har vi vist hvordan tværfaglig undersøgelsesbaseret undervisning i biologi og idræt kan understøtte elevernes udvikling af både den naturfaglige undersøgelseskompetence der er knyttet til biologifaget, og det idrætsfaglige kompetenceområde krop, træning og trivsel. Det var specielt i faserne for hypotesedannelse og undersøgelse af hypotesen at eleverne viste tegn på kompetenceudvikling. Yderligere fandt vi også at eleverne både i biologi og idræt tilegnede sig en faglig fordybelse der bl.a. kom til udtryk som "ekspertviden" inden for det område eleverne havde valgt at fordybe sig i, hvilket yderligere understøtter at eleverne fagligt udvikler sig igennem forløbet. Endelig har vi vist at lærerne mener at det er en undervisningsmetode der kan engagere og motivere eleverne bredt, forstået på den måde at elever der normalt ikke var så aktive i den fagopdelte biologi- eller idrætsundervisning, blev

mere involveret i den tværfaglige undervisning. Denne form for øget faglig opmærksomhed viser at eleverne har både vilje og evne til at arbejde fagligt, hvilket er en del af selve kompetencebegrebet, hvorved de får skærpet og udviklet deres biologi- og idrætsfaglige kompetencer igennem forløbet.

I forhold til bedre at kunne understøtte fremtidige tværfaglige undersøgelsesbaserede forløb fandt vi at det specielt handler om at lærerne får afsat tid til at etablere et samarbejde om de tværfaglige muligheder og udfordringer der opstår når der skal igangsættes fællesfaglig undervisning. Ydermere er det vigtigt at de involverede lærere har nødvendige faglige og didaktiske forudsætninger inden for begge de områder der indgår i det tværfaglige forløb, for på bedste vis at kunne vejlede og udfordre eleverne fagligt. De faglige udfordringer der blev synliggjort i forløbet, var dels hvordan biologi bedre kan blive integreret i det fællesfaglige emne, og dels hvordan den fysiske aktivitet specielt i idræt evt. kan prioriteres. Det er punkter der evt. kan blive undersøgt i kommende forskningsaktiviteter omhandlende tværfaglig undersøgelsesbaseret undervisning i biologi og idræt. Endelig fandt vi at et tværfagligt undersøgelsesbaseret undervisningsforløb i biologi og idræt kan være med til at understøtte de ministerielle krav til fagligt at kombinere teori og praksis i idræt og samtidig understøtte elevernes tilegnelse af naturfaglige kompetencer gennem relevant og faglig meningsfuld bevægelse.

## Referencer

- Artigue, M., Baptiste, P., Dillon, J., Harlen, W. & Léna, P. (2011). *Learning through inquiry*. Downloadet fra: [http://www.fibonacci-project.eu/resources/resources\\_for\\_implementing\\_inquiry.html](http://www.fibonacci-project.eu/resources/resources_for_implementing_inquiry.html).
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F. & Prime, G.M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 4.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Cone, T.P., Werner, P.H. & Cone, S.L. (2009). *Interdisciplinary elementary physical education*. Human Kinetics.
- Dolin, J., Krogh, L. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser – En antologi*. København: Undervisningsministeriet.
- Ellebæk, J.J. & Østergaard, L.D. (2009). "Best Practice" – visdommen i dansk naturfagsformidling. *MONA*, 4.
- Ellwood, R. & Abrams, E. (2018). Student's social interaction in inquiry-based science education: how experiences of flow can increase motivation and achievement. *Cultural Studies of Science Education*, 13(2), 395-427.

- Elmose, S. (2018). Naturfaglig kompetence i ministeriets udlægning – kan læreren bruge begrebet som målkategori? *MONA*, 2, 38-56.
- Elmose, S. & Sillasen, M. (2013). Naturfaglig kompetence og IBSE. Model for evaluering af elevers kompetenceudvikling i undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. *NorDiNa*, 9(2), 99-112.
- Hald, M. & Binau, C. (2017). Inddrag primærmaterialer i naturfagsprøven. *MONA*, 4, 74-79.
- Hatch, G.M. & Smith, D.R. (2004). Integrating Physical Education, Math, and Physics. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 75(1), 42-50.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G. & Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational psychologist*, 42(2), 99-107.
- Jelly, S. (2009). Elevspørgsmål i natur/teknik. I: S. Tougaard & L.H. Kofod (red.), *Metoder i naturfag: En antologi*. Hellerup: Experimentarium.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Interview: Det kvalitative forskningsinterview som håndværk*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Lewis, A. & Smith, D. (1993). Defining higher order thinking. *Theory into practice*, 32(3), 131-137.
- Marion, P.V. & Strømme, A. (2015). *Biologididaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Metzler, M. (2011). Inquiry teaching. I: M. Metzler (red.), *Instructional models in physical education*. Taylor & Francis.
- Mezirow, J. (2006). An overview on transformative learning. *Lifelong learning: Concepts and contexts*, 24-38.
- Placek, J.H. (2003). Interdisciplinary curriculum in physical education: Possibilities and problems. I: C.D. Ennis & A.H. Silverman (red.), *Student learning in physical education: Applying research to enhance instruction*. Champaign, IL: Human Kinetic.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education NOW!* Downloadet fra [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf).
- Rønholt, H. & Peitersen, B. (2008). *Idrætsundervisning – en grundbog i idrætsdidaktik*. København: Institut for Idræt, Københavns Universitet.
- Sillasen, M.K. & Linderoth, U.H. (2017). Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag. *MONA*, 2017(3), 19-38.
- Sjøberg, S. (2012). *Naturfag som almindannelse*. Aarhus: Klim.
- Spintzyk, K., Strehlke, F., Ohlberger, S., Gröben, B. & Wegner, C. (2016). An Empirical Study Investigating Interdisciplinary Teaching of Biology and Physical Education. *Science Educator*, 25(1), 35.
- Undervisningsministeriet. (2014). *Folkeskoleloven (LBK nr.1510)*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2017a). *Fælles Mål (biologi)* (Vol. 2017). København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2017b). *Fælles Mål (idræt)*. København: Undervisningsministeriet.

- Wackerhausen, S. (2008). Erfaringsrum, handlingsbåren kundskab og refleksion. *Refleksion i praksis*, 1(1), 3-21.
- Yin, R.K. (1994). *Case Study Research: Design and Methods* (Vol. 23). Beverly Hills, CA.
- Østergaard, L.D. (2016). Inquiry-based Learning Approach in Physical Education: Stimulating and Engaging Students in Physical and Cognitive Learning. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 87(2), 7-14.
- Østergaard, L.D. (2017). A taxonomy of physical activities in school. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol. 88, No. Suppl. 1, A133-A134.
- Østergaard, L.D. (2018). Creation of new routines in physical education: second-order reflection as a tradition-challenging form of reflection stimulated by inquiry-based learning. *Sport, Education and Society*, 1-13. (published online 17. aug 2018).
- Østergaard, L.D., Sillasen, M., Hagelskjær, J. & Bavnthøj, H. (2010). Inquiry-Based Science Education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det? *MONA*, 4.

## English abstract

*In interdisciplinary science teaching in secondary school, certain learning goals in biology are difficult to integrate with the other subjects. However, in collaboration with physical education (PE), these goals can form a basis for interdisciplinary teaching. This paper describes how an interdisciplinary and inquiry based approach working with topics related to learning goals has an impact on students' development of competences in both biology and PE. By observing and interviewing students and teachers during their interdisciplinary inquiry based work we found both advances and limitations in regard to this learning approach. Enhanced student engagement and development of selected competencies were among our findings.*

Også denne sektion udspringer af 2018 Big Bang konferencens MONA-spor om Tværfaglighed og faglighed. Den indeholder en række konferencebidrag i redigeret form. Bidragene beskriver konkrete projekter eller er dialogiske indslag om temaet. De er alle blevet vurderet af MONA-redaktionen med hensyn til relevans, nyhedsværdi, designkvalitet og formidlingskvalitet.

# Tema bidrag



# Symposium om den fælles naturfagsprøve



Christina  
Frausing  
Binau,  
konsulent  
i Astra



Elzebeth Wøhlk,  
konsulent  
i Astra



Nana  
Quistgaard,  
konsulent  
i Astra

## Introduktion

Nedenstående dialogiske indslag har til formål at bringe perspektiver fra Astras "Symposium om erfaringer fra den fælles naturfagsprøve" på Big Bang-konferencen 2018 frem til MONAs læsere.

### *Første symposium på Big Bang*

Formålet med symposiet, som præsenteres i denne artikel, var at blive klogere på erfaringerne med den fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi der blev indført i grundskolen i 2017. Der er lavet følgeforskning i forbindelse med prøven som er udgivet i rapporten "*Statusnotat. Evaluering og Følgeforskning. Indførelse af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning for undervisningens form og indhold*" (Rambøll, 2018), herefter kaldet følgeforskningsrapporten.

Der har ikke tidligere været afholdt oplæg med et symposium-format på Big Bang-konferencen. Symposium-formatet er kendt fra videnskabelige konferencer og har til formål at bringe flere stemmer i spil idet et komplekst tema belyses fra flere vinkler af forskellige oplægsholdere faciliteret af en diskutant. Erfaringer fra den fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi er et sådant komplekst emne, og Astras formål var derfor at bruge symposium-formatet på Big Bang til at nuancere debatten.

Der blev inviteret tre oplægsholdere der repræsenterede forskellige positioner. Disse var:

- Mads Joakim Sørensen (MJS), der repræsenterede Undervisningsministeriets stemme. MJS er læringskonsulent og kunne samtidig nuancere sine indspark med erfaringer fra sin praksis som naturfagslærer på en skole i København.

- Lars Brian Krogh (LBK), der repræsenterede følgeforskningens stemme. LBK er tilknyttet læreruddannelsen på VIA og har en baggrund fra Aarhus Universitet. I denne sammenhæng har han været med til at gennemføre de spørgeskemaundersøgelser, observationer og interviews der ligger til grund for følgeforskningsrapporten.
- Signe Vithner (SV), der repræsenterede stemmen fra praksis. SV er lærer og naturfagsvejleder på Parkvejens Skole i Odder. Desuden er hun naturfagskoordinator i Odder Kommune.

Astra bød velkommen og faciliterede debatten som diskutant.

Materialer fra symposiet findes her: [bigbangkonferencen.dk/præsentationer-2018](http://bigbangkonferencen.dk/præsentationer-2018).

### Selve symposiet

Der var afsat 105 minutter til symposiet. Det begyndte med en kort introduktion og straks efter oplæg på hver 15 minutter fra de tre oplægsholdere. Derefter igangsatte Astra en Mentimeterundersøgelse<sup>3</sup> for at afdække hvilke emner der trængte sig på blandt deltagerne, og som de helst ville diskutere. På forhånd havde Astra som arrangør af symposiet gennemlæst oplægsholderne præsentationer og følgeforskningsrapporten (Rambøll, 2018) og på baggrund af dette udvalgt de temaer deltagerne kunne vælge imellem i afstemningen. Da resultatet var klart, begyndte debatten styret af diskutanten, der forelagde de mest populære emner for oplægsholderne i kombination med at tage tillægsspørgsmål der opstod undervejs, fra salen. Nedenfor (tabel 1) ses de emner deltagerne helst ville tale om.

Emne	Afstemningsresultat i procent
Fagopdelt og fællesfaglig undervisning	27
Vurdering af naturfaglig kompetence	25
Vejledning af elever	20
Lærernes samarbejde	17
Strukturer og støtte i kommuner og på skoler	6
Kompetenceløft af lærere	5

**Tabel 1.** Resultatet af afstemning på menti.com hvor deltagerne markerede hvilke af de forud udvalgte emner de ønskede at paneldebatten fokuserede på.

I det følgende udfoldes de emner som blev diskuteret i debatten.

<sup>3</sup> Mentimeter er et elektronisk afstemningssystem. Se [menti.com](http://menti.com).

## Debatten

### *Fagopdelt og fællesfaglig undervisning*

Mere end en fjerdedel af symposiets deltagere ønskede at panelet skulle gå et spadestik dybere i sammenhængen mellem fagopdelt og fællesfaglig undervisning. Det ser nemlig ud til at dette felt giver anledning til både bekymring og begejstring: Af følgeforskningsrapporten kan der spores en oplevet *modsætning* mellem den fagopdelte og den fællesfaglige del af undervisningen hvor lærerne er bekymrede for om der er tid og plads til begge dele. Og omvendt er lærernes primære årsag til positiv indstilling til det fællesfaglige at det kan bidrage til en bredere naturfaglig dannelse – og på den måde bidrage til *noget mere* end den fagopdelte undervisning alene (Rambøll, 2018, s. 11-12). Der er således grund til nærmere granskning.

Panelets deltagere bragte forskellige perspektiver til torvs. Fra forskerside pegede LBK på at der ikke *er* et modsætningsforhold mellem den fagopdelte og den fællesfaglige del af naturfagsundervisningen, men at sammenhængen snarere er at det fællesfaglige er en ramme om at eleverne lærer det de ellers ville have lært i fagene fagopdelt – altså en måde at lære det på. Her medgav LBK at udfordringen er at få de to dele af naturfagsundervisningen til at hænge sammen.

Til dette kunne SV byde ind med den måde hvorpå de har løst udfordringen med sammenhæng og vidensdeling på Parkvejens Skole ved hjælp af fælles planlægning og forberedelse. På det overordnede niveau udarbejdes fælles årsplaner, og på det undervisningspraktiske niveau udmøntes det i at de samme fagportaler benyttes, og helt konkret at lærerne udarbejder fælles slides der vises til eleverne. Erfaringen fra SV's skole er at der ses en bevægelse i retning af at naturfagslærerne bliver mere nysgerrige og åbne over for de andre fag. Denne erfaring er interessant set i lyset af at følgeforskningsrapporten viser den sammenhæng at de lærere (ca. 13 %) der har undervisningskompetence i alle tre naturfag, er dem der svarer mest positivt på spørgsmål der handler om lærernes self-efficacy, altså lærernes tiltro til egne kompetencer. Det kan antyde en sammenhæng mellem "bred faglighed og bredt smil", og derfor kan det ses som en gevinst hvis det fællesfaglige samarbejde mellem naturfagslærerne fører til større åbenhed for de andre naturfag. Den åbenhed og nysgerrighed kan måske på sigt føre til større (fælles)faglig sikkerhed.

### *"Fællesfaglighed" forstås på mange måder*

Fra salen kom det perspektiv at naturfagslærere i Danmark "*ikke er vant til at arbejde tværfagligt*", som det blev udtrykt. Dette gav anledning til at der blev dykket ned i forståelsen af de ord vi betegner det faglige samspil med: tværfagligt, fællesfagligt, flerfagligt og parallelfagligt. LBK knyttede i den anledning an til endnu et perspektiv i følgeforskningsrapporten: 67 % af de fællesfaglige forløb gennemføres som parallelfaglige (også kaldet flerfaglige) forløb, mens kun den resterende tredjedel foregår som

“*fælles undervisning på tværs af naturfagene*”, som ordlyden er (Rambøll, 2018, s. 39). Der ser altså ud til ikke at være den samme forståelse af hvad slags fagligt samspil et fællesfagligt forløb egentlig skal være kendetegnet af.

Således bevægede debatten sig ind på organisering af den fællesfaglige undervisning. Her kunne MJS supplere SV's oplevelser med aktuelle erfaringer fra *sin* praksis: Årsplanerne på MJS' skole ligner Parkvejens Skoles, men adskiller sig i måden de fællesfaglige forløb organiseres på: Problemstillingerne som elevernes arbejde skal tage udgangspunkt i, kommer ind på et meget tidligt tidspunkt i undervisningen. Problemstillingerne bliver således styrende for forløbet, hvorved den *fællesfaglige* tilgang styrkes. Det blev debatteret at der er en bred vifte af måder at organisere fællesfaglige forløb på. Når følgeforskningsrapporten beretter at nogle lærere udtrykker det foromtalte modsætningsforhold som at det fællesfaglige opleves som et *add-on* – noget ekstra der ikke er afsat ekstra tid til – så kan det se ud til at bunde i en forståelse af at undervisningen skal opdeles i enkeltdele. Først skal eleverne “klædes på” med indhold og begreber fra færdigheds- og vidensområderne, og derefter skal de anvende det nu indlærte stof i en fællesfaglig kontekst. Her foreslog LBK i stedet at problemstillingerne køres i stilling som såkaldte *driving questions* i begyndelsen af hele det fællesfaglige forløb med det formål at samle og rammesætte de forskellige dele af undervisningsforløbet.

### *To slags undervisning på vej mod de to naturfagsprøver?*

Endelig var debatten om fagopdelt og fællesfaglig undervisning inde på de to forskellige prøver der sætter punktum for naturfagsundervisningen i grundskolen: den fælles praktisk/mundtlige prøve over for den digitale udtræksprøve – og den undervisning der leder frem mod de to. Astras diskutant spurgte paneldeltagerne: *Nogle lærere udtrykker bekymring for at fagene har to prøver der måske ovenikøbet måler på forskellige ting. Hvad er jeres holdning til det – og hvordan kan lærerne gøre eleverne parate til prøverne uden at hakke undervisningen op så noget passer til den ene prøve, og noget passer til den anden prøve?*

LBK's melding var ret kontant: Der er nødt til at ske en udvikling inden for den digitale prøve – ellers er de to prøver uforenelige. Hertil kunne MJS fra Undervisningsministeriets side melde at der faktisk *er sket* en udvikling i retning af at prøve eleverne i mere kompetenceorienteret stof. Desuden er der endnu større forandringer på vej: Regeringens nyligt fremlagte nationale naturvidenskabsstrategi åbner for udvikling af de digitale prøver der bl.a. skal bidrage til at elevernes besvarelser bliver mere brugbare for lærerne (Regeringen, 2018, s. 16). Mens der ventes på at dette bliver en realitet, er det naturfagslærernes udfordring at balancere undervisningen så der er sammenhæng mellem de fællesfaglige forløb der udgør rygraden i fx SV's og MJS' skolers årsplaner, og de fagopdelte forløb der enten forbereder eleverne til

eller samler op på de fællesfaglige forløb eller drejer sig om de dele af de tre naturfag de enkelte naturfagsteams finder vanskeligt at behandle i en fællesfaglig ramme. Måske ligger noget af løsningen i at huske på hvad det er alle tre naturfag sigter på, og som søges målt omend på to forskellige måder i de to prøveformer, nemlig: elevernes udvikling af naturfaglig kompetence. Hermed er vi ovre i debattens næste omdrejningspunkt.

### *Vurdering af naturfaglig kompetence*

LBK fremhævede i sit oplæg om følgeforskningsrapporten (se også Krogh og Daugbjerg, 2018, i dette nummer af MONA) at det var vanskeligt at få øje på de naturfaglige kompetenceområder til de prøver der blev observeret, og i de mange interviews der ligger til grund for evalueringen. Dette udsagn udløste – sikkert blandt andre faktorer – at 25 % af tilhørerne ønskede at debattere emnet “vurdering af naturfaglig kompetence”. Det viser sig nemlig at lærerne på den ene side selv vurderer at de underviser kompetencebaseret – men at evaluatorene på den anden side har haft vanskeligt ved at observere at det giver sig til udtryk i prøvesituationerne. En forsigtig konklusion fra LBK var da også at det kan være lærerne endnu ikke er helt sikre på hvad det egentlig vil sige at undervise kompetencebaseret og at vurdere elevernes naturfaglige kompetence til prøven.

MJS kunne fortælle at Undervisningsministeriet som en direkte konsekvens af dette har udbudt en række kurser rundt i hele landet målrettet de lærere der skal afvikle naturfagsprøven i juni 2018. Temaet for disse kurser er vurdering af naturfaglig kompetence.

Dette udløste ret hurtigt et spørgsmål fra salen. Tvivlen gik på hvorvidt evalueringen viser at der er tale om to modsatrettede formål for undervisningen, eller om eleverne bliver dygtigere til det af fagenes indhold der er beskrevet i færdigheds- og vidensområderne, ved at blive undervist med fokus på naturfaglig kompetence. LBK pointerede at lærernes fokus måske i en periode bør rette sig imod kompetencemålene snarere end færdigheds- og vidensområderne.

Et aspekt af arbejdet med de naturfaglige kompetenceområder er elevernes kompetencemæssige progression frem mod den afsluttende prøve i 9. klasse. Her fortalte både MJS og SV hvordan de i fagteamet er begyndt at se på den røde tråd – dels i 7.-9. klasses naturfagsundervisning, men også overgangen fra natur/teknologi. Hele panelet var enige om at når eleverne er blevet undervist kompetencebaseret i nogle flere år – altså når der begynder at komme elever i udskoling som allerede er godt i vej med deres naturfaglige kompetenceudvikling – så vil arbejdet blive lettere. Det vil naturligvis også have indflydelse at lærerne i stigende grad har erfaringer med både at undervise kompetencebaseret og at føre til fælles prøve og bedømme eleverne ud fra deres opnåelse af naturfaglig kompetence.

## Lærersamarbejde

17 % af deltagerne i symposiet ønskede at tale om lærersamarbejde og den kendsgerning at lærertilfredsheden med prøven ifølge følgeforskningsrapporten korrelerer positivt med graden af lærersamarbejde. Rapporten viser at der er udtalt tilfredshed med prøven blandt lærere og især ledere, men at arbejdet byder på udfordringer når naturfagsteamet sammen skal planlægge den fælles undervisning og forløbet frem mod prøven. Dette var et væsentligt tema i symposiet som flere af deltagerne spørgsmål kredsede om: *“Hvordan får lærerne mulighed for at samarbejde frem mod prøven i en travl hverdag hvis ledelsen ikke prioriterer området?”*, *“Hvordan kan arbejdet med den fælles undervisning bedst struktureres?”*. Af den fælles årsplan og forløbsplanerne fra SV's skole fremgik det tydeligt hvordan skolen havde struktureret arbejdet med den fælles undervisning. SV indviede os i skolens overvejelser om undervisningsmaterialer og deres valg af en fælles fagportal for at mindske forskelligheden mellem de tre naturfag. SV's funktion som naturfagsvejleder blev foldet ud i debatten og holdt op imod følgeforskningsrapportens konklusioner der viser at de fleste ressourcepersoner i undersøgelsen har et begrænset mandat og handlerum, og at den distribuerede ledelsesform kan være en udfordring.

Lærersamarbejdet om undervisning af hele den diverse elevgruppe kom frem i forbindelse med følgeforskningsrapportens lille, forsigtige konklusion om en mulig kønsbias i den fælles prøve. Der er endnu tale om et lille datagrundlag, så de kommende års rapporter vil vise om der er tale om et egentligt problem. SV kunne fortælle at den diverse elevgruppe bestemt er et tema på naturfagsteamets møder, og at det opleves som en stor opgave at sikre at alle elever trives og lærer noget i forløbene. Egentlig havde hele 20 % af deltagerne også prioriteret emnet *“vejledning af elever”*, men dette hjørne af debatten omkring den mulige kønsbias og lærernes oplevede udfordringer med at tilgodese alle elever blev alt hvad vi nåede i denne omgang.

## Forslag til diskussionstemaer i fagteamet

Som opfølgning på symposiet har vi i Astra diskuteret: Hvad så nu? Som nævnt ovenfor ændres den digitale selvrettende prøve ikke lige med det første, og hvis lærerne skal blive skarpere på at undervise og bedømme kompetencebaseret, kræver det både kompetenceudvikling og dynamiske praksisfællesskaber blandt naturfagslærerne. Det er ikke løst med et fingerknips, selvom en del af udfordringerne naturligt må blive imødekommet efterhånden som flere får erfaringer med at undervise og føre til prøve på denne nye måde. Indtil videre skal vores opfordring lyde: Sæt den fælles undervisning og prøven til debat! Tal om den i fagteamene, i de kommunale naturfagsnetværk og mellem lærere og skoleledelse.

### *Fællesfaglig praksis*

Et sted at starte kunne være med spørgsmålene: Hvornår er et forløb fællesfagligt? Hvad gør det fælles – eller rettere: Hvordan gør vi det fælles? Diskuter fx om det sker via fagteamets fælles valg af aktiviteter til forløbet, beslutning om fælles fagbegreber som omdrejningspunkt for undervisningen, fælles mål der rammesætter forløbet, eller et “driving question” som ledestjerne for elevernes arbejde.

### *Faglig nysgerrighed og teamets sammensætning*

Et andet oplagt tema er den faglige nysgerrighed naturfagslærerne imellem. Hvordan opnås der indblik i de enkelte fags arbejdsmetoder og indhold på tværs af lærerteamet, og hvordan sikres både åbenhed om *mit* fag og adgang til *dit*? Af følgeforskningsrapporten fremgår det at der er fokus på rekruttering af naturfagslærere med undervisningskompetence i flere af de naturfaglige fag, og det vil være relevant at stille sig det spørgsmål på skolen: *Hvordan sammensætter vi de stærkeste naturfagsteams? Er det få, meget bredt kvalificerede lærere der i den yderste konsekvens ikke behøver at samarbejde med nogen – eller er det en bredere sammensat gruppe af “specialister” der til gengæld har et stort behov for at samarbejde tæt?*

### *Koordinering af naturfagsområdet*

I symposiet var det tydeligt at SV udfyldte en vigtig funktion på sin skole som naturfagsvejleder og tovholder på naturfagsteamets udvikling af både undervisning og prøve. I følgeforskningsrapporten fremhæves det at en stor del af resourcepersonerne ikke får tilstrækkeligt mandat og handlerum til at understøtte fagteamets arbejde; den distributive ledelse problematiseres, og frustrationer med området fremhæves. Der skal ikke herske nogen tvivl om at naturfagsteamets arbejde skal koordineres – det være sig af en naturfagsvejleder, en pædagogisk afdelingsleder, en teamkoordinator eller andet – og *det* er et centralt tema at drøfte både kommunalt og lokalt på skolerne: *Hvordan sikres retning og fokusering i dette store udviklingsarbejde? Hvordan sikres synergier med andre indsatser på naturfagsområdet – og på skolen i det hele taget? Og hvad tager teamet fat i nu – og hvad venter lige en postgang?*

Med ovenstående opfordringer givet til fagteamene skal der også lyde en opsang til Undervisningsministeriet: Lærerne har brug for tydelige udmeldinger! Følgeforskningsrapportens konklusioner om at lærerne muligvis “opererer med en anden forståelse af fællesfaglighed end den intendede” (Rambøll, 2018, s. 17), kalder på en forklaring om hvad det intendede mon er. Der er brug for et fælles sprog, tydelige definitioner og måske nogle gode eksempler på hvordan et fællesfagligt forløb kan være organiseret i forhold til det der ville falde i kategorien flerfagligt eller parallelfagligt.

## Det vi ikke talte om

Af tidsmæssige årsager var der tre af temaerne vi ikke nåede at tale om; det gør dem dog stadig relevante i debatten om arbejdet med den fælles naturfagsprøve. Ovenfor er temaet *vejledning af elever* beskrevet, og herunder ridses kort de to sidste temaer op: *strukturer i kommuner og skoler* samt *kompetenceløft*.

### *Strukturer i kommuner og skoler*

Når det kommer til lærernes samarbejde frem mod den fælles prøve – det være sig samarbejdet om både undervisningen og selve prøveforløbet – spiller de skole- og kommunemæssige strukturer en væsentlig rolle. Her trænger følgende spørgsmål sig på: *Har skoleledelsen sat ressourcer af så naturfagslærerne omkring en klasse har mulighed for at planlægge reelle fælles undervisningsforløb der er mere end blot parallelle faglige emner? Deltager lærerne i et fagteam? Er der netværk på tværs af skolerne så videndeling om indhold, metoder, materialer mv. kan finde sted? Er kommunens visioner og strategier for naturfagene beskrevet i en kommunal naturfagshandleplan, og indgår disse som et grundlag for skolernes arbejde med området?*

Følgeforskningsrapporten viser at en væsentlig del af den kompetenceudvikling som lærerne har gennemgået frem mod dette første års prøve, netop har karakter af skole- og kommunebaserede netværk, informationsmøder og systematiseret videndeling ved ressourcepersoner på skolerne. De kommunale naturfagskoordinatorer bliver vurderet som en betydelig ressource i forhold til at implementere den nye prøveform, mens skolelederne kun i begrænset omfang har været involveret. Der hvor skolernes ledelse udstikker klare rammer og prioriterer lærernes tid til samarbejde, ses de mest positive vurderinger af prøven.

### *Kompetenceløft*

Kompetenceløft af lærere er en central faktor når undervisningen skal udvikles, og nye tiltag implementeres. Følgeforskningsrapporten viser at både ledere og lærere vurderer at lærerne har de tilstrækkelige faglige kompetencer, men at lærerne efterspørger kompetenceudvikling inden for de af naturfagene som de ikke på nuværende tidspunkt er uddannede i. Desuden noterer evaluatorene sig at lærernes og ledernes selv-vurderinger ikke nødvendigvis står helt mål med det der kan observeres ved prøverne når det kommer til planlægning af problemorienteret og reel fællesfaglig undervisning samt vejledning af elever i formulering af problemstillinger. Set i lyset af den nationale naturvidenskabsstrategi (Regeringen, 2018) kan man nok forvente at der vil komme fokus på kompetenceløft af naturfaglige undervisere i de kommende år.



## Referencer

- Krogh, L.B. og Daugbjerg, P. (2018). Fællesfagligheden til prøve – udfordringer ifm. første års implementation af den fælles prøve i naturfagene i folkeskolen. MONA, 2018-4.
- 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.
- Regeringen. (2018). National naturvidenskabsstrategi. Undervisningsministeriet.

# Skole-virksomhedssamarbejde og den fællesfaglige undervisning



Peer S. Daugbjerg, VIA  
UC, Nørre Nissum



Thorkild Pedersen,  
Naturvidenskabernes Hus



Torben Mikkelsen,  
Naturvidenskabernes Hus

**Abstract:** Naturfagene i grundskolens overbygning har fået et fælles fokus i form af den fællesfaglige prøve med tilhørende fællesfaglige undervisningsforløb og fokusområder.

Vi præsenterer her eksempler på samarbejder mellem skoler og virksomheder hvor vi kaster lys over hvordan skole-virksomhedssamarbejde tilføjer autenticitet til fællesfaglighed i naturfagsundervisning, og hvilke muligheder det skaber for læreres udvikling af fællesfaglig naturfagsundervisning. Eksemplerne illustrerer at skole-virksomhedssamarbejde kan udvikle fællesfaglig naturfagsundervisning ved at tilføje autentiske kontekstuelle aspekter, men også skabe autentiske møder med teknisk eller naturfagligt uddannede medarbejdere.

## Indledning

Naturfagene i grundskolens overbygning har fået et fælles fokus i form af den fællesfaglige prøve med tilhørende fællesfaglige undervisningsforløb og fokusområder. Det formelle grundlag for dette arbejde er fastlagt i "Vejledning til folkeskolens prøver i fagene fysik/kemi, biologi og geografi – 9. klasse" (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2018). Det fællesfaglige arbejde består af tre faser: 1) den fællesfaglige undervisning i fællesfaglige fokusområder i løbet af 7., 8. og 9. klasse, 2) det projektorganiserede 4-6 ugers prøveforberedende arbejde efter elevernes lodtrækning først i april måned af fællesfagligt fokusområde og 3) selve den mundtlige 2 timers fællesfaglige prøve. På baggrund af den fællesfaglige undervisning opgiver lærerne minimum fire naturfaglige fokusområder som eleverne trækker lod imellem. Den fællesfaglige

undervisning skal udover at udvikle elevernes naturfaglige kompetencer forberede eleverne på at arbejde fællesfagligt i den prøveforberedende periode og gå til selve den fællesfaglige prøve.

Det særlige ved arbejdet med fællesfaglighed i naturfagene i grundskolens overbygning er vægtningen af at eleverne er i stand til at belyse naturfaglige problemstillinger ud fra deres viden såvel som deres færdigheder (Nielsen & Nørgaard, 2018). Dette kan lyde som store krav at stille til elever i grundskolen, men et nyligt litteraturstudie tyder på at integration af naturfag kan lede til større læringsudbytte for grundskoleelever (Nielsen et al., 2017). Endvidere har mindre tværfaglige forløb potentiale til at styrke elevers motivation; og inddragelse af teknologiske artefakter har potentiale til at skabe kontekster for tværfaglige samarbejder (Nielsen et al., 2017). Disse mulige læringsmæssige gevinster skal indfries gennem naturfaglæreres daglige undervisning. Her er der nogle udfordringer, fx læreres manglende lyst til at afgive deres fags kernefaglighed, men også en manglende selvtillid til at undervise i andre naturfag (Sillasen & Linderoth, 2017). Noget tyder dog på at tværfaglige undervisningsmaterialer og større samarbejde i fagteams vil kunne afhjælpe en del af denne problematik (Sillasen & Linderoth, 2017) således at det ikke bliver elevernes opgave at få øje på fællesfagligheden på tværs af naturfagene.

Et studie af læreres arbejde med den fællesfaglige prøve i forsøgsperioden 2016 viste at lærere kan løfte opgaven og få eleverne til at arbejde fællesfagligt i alle faser af den fællesfaglige prøve (Daugbjerg, Krogh & Ormstrup, 2018). Undervisningsministeriet igangsatte i foråret 2017 en mere omfattende undersøgelse af den fællesfaglige undervisning og selve prøven. I forbindelse med lærernes arbejde med den fællesfaglige prøve viser denne undersøgelse at lærerne og de naturfaglige lærerteams har behov for en tæt dialog med skolens ledelse og for at den kommunale forvaltning langt mere aktivt tager del i at udvikle skolens naturfaglige kultur og skabe gode rammer for lærernes arbejde med den fællesfaglige undervisning. For den enkelte lærer og i lærerteam-et vil det desuden være relevant at have fokus på følgende forhold i undervisningen:

1. "Hvordan det i og på tværs af fagene sikres, at eleverne i højere grad oplever undervisningen som sammenhængende og relevant i forhold til deres hverdag og de aktuelle samfundsudfordringer.
2. **Hvordan undervisningen gøres praksisnær, fx ved at flytte undervisningen ud i naturen, besøge virksomheder, museer eller andre relevante aktører i lokalområdet.**
3. At sikre nødvendig undervisningsdifferentiering, således at de elevgrupper, der har lav selvkontrol og svært ved at administrere de dele af de fællesfaglige forløb, der lægger op til meget selvstændigt arbejde, får den nødvendige støtte."  
(Rambøll, 2018, s. 64, vores fremhævning)

## *Praksisnær undervisning og autenticitet i undervisningen*

I artiklen her vil vi især belyse forhold 2 da det peger på blandt andet skole-virksomhedssamarbejde. Samtidig peger det på et behov for at få præciseret hvad praksisnærhed kan bidrage med til naturfagsundervisning. Praksisnærhed kan forstås både som illustration af praksis og opløsning af praksis. Illustration af praksis kan ske ved at undervisningen efterligner en praksis hvor eleven ville kunne udfolde sine kompetencer. Dette er fx når der i undervisningen bages småkager efter forskellige opskrifter for at illustrere forskellige diæter til forskellige mennesker med behov for særlig kost, fx sukkersyge, ældre, glutenallergikere etc., i forbindelse med arbejde med sundhed i biologi. Opløsning af praksis betyder at komplicerede arbejdsprocesser i en praksis analyseres og deles op i delprocesser som hver især trænes og undersøges som en del af en samlet praksis på fx en virksomhed (Jacobsen, Jensen & Størner, 2010). Opløsning af praksis er fx når en længere fremstillingsproces af en kop nedbrydes i formgivning, valg af materiale, udskæring/opmåling og bearbejdning af materialer til selve koppen og til sidst emballering i forbindelse med arbejde med produktion i fysik/kemi. Praksisnærhed er især kvalificeret i relation til erhvervsuddannelser hvor vekselvirkningen mellem skole og praktik understøtter eleverne i deres udførelse og forståelse af deres erhvervs praksis. Det mest relevante i grundskolens naturfagsundervisning er opløsningen af en praksis med henblik på at analysere dennes lærings- og undervisningspotentialer. Ved at eleverne oplever naturfaglige fænomener og processer i autentiske omgivelser, kan der etableres relationer mellem skolens naturfag og skolens lokalsamfund (Cunningham, 2018). Opløsningen af en given praksis gør mange aspekter af autenticitet mulige. Det kan være autentiske *forhold*, fx hygiejneregler i forbindelse med produktion af vingær, det kan være autentiske *genstande* i form af fx kædesave på en skole for skovarbejdere, det kan være autentiske *problemstillinger*, fx opsamling af vatpinde på et rensningsanlæg, eller det kan være autentiske *aktiviteter*, fx malkning (jf. Nielsen et al., 2017). Et vigtigt aspekt i elevernes oplevelse af besøg er også de medarbejdere de møder de pågældende steder (Thomsen, 2016). Disse medarbejders daglige praksis kan bidrage til at vise eleverne hvordan naturvidenskab praktiseres på virksomheder. I dette møde kan elevernes mulighed for at stille direkte spørgsmål fremme mødet med det autentiske som en personlig proces. Dialogen mellem elever og medarbejdere vil tydeliggøre sociale aspekter af naturfagene, blandt andet ved at "*skjulte sider af naturvidenskabens processer og kulturer bliver en del af naturfagsundervisningen*" (Thomsen, 2016, s. 68). Virksomhederne tilbyder altså både en *autentisk kontekst* og *autentiske møder med mennesker* som arbejder med naturfag i deres hverdag. Det afgørende er om eleverne opfatter konteksten og møderne som autentiske. Det er naturfagslæreres opgave at tilrettelægge og gennemføre undervisningen og samarbejde med virksomheder så det fremmer elevernes oplevelse af autenticitet med henblik på at kvalificere en øget praksisnærhed. Et element i dette er

netop mødet med personer som arbejder med naturvidenskab i deres daglige arbejde. Sådanne rollemodeller kan være afgørende for unges forståelse af uddannelsesmuligheder indenfor naturfaglige og tekniske fag (Archer et al., 2012).

Her præsenterer vi eksempler på praksisnær undervisning der gør det muligt efterfølgende at diskutere spørgsmålet om *hvordan skole-virksomhedssamarbejde tilføjer autenticitet til fællesfaglighed i naturfagsundervisning, og hvilke muligheder det skaber for læreres udvikling af fællesfaglig naturfagsundervisning.*

## Undervisningseksempler

Eksemplerne på skole-virksomhedssamarbejde er hentet fra aktiviteter i projektet "Sammen skaber vi fremtidens skole". Projektet uddanner lærere til at samarbejde med virksomheder gennem fire workshops og afprøvning af skole-virksomhedssamarbejde (Pedersen & Daugbjerg, 2018). Fællesfagligheden inden for og mellem grundskolens naturfag har været pejlemærket for såvel workshopindhold som for den gennemførte grundskoleundervisning. Generelt har de deltagende lærere selv rapporteret om hvordan deres undervisningsforløb er gået. Dette har været bidrag til gruppediskussioner på de to sidste workshops, men især den sidste workshop havde fokus på erfaringsudveksling mellem de deltagende lærere. De mangfoldige muligheder for autenticitet ved et virksomhedsbesøg kræver at de deltagende lærere laver en nøje fagdidaktisk analyse under forberedelsen, herunder udvælgelse af fagligt indhold og elevernes arbejdsmetoder.

Nogle lærergrupper er blevet bedt om at levere fyldige beskrivelser af deres undervisningsforløb; en del af disse er i kort form præsenteret på websitet <https://www.nvhus.dk/tektanken/>. Tektanken er et landsdækkende netværk mellem virksomheder og uddannelsesinstitutioner der faciliteres af Naturvidenskabernes Hus. I netværket gør virksomhederne det muligt for elever i grundskolen og gymnasiet at arbejde praktisk med virksomhedsrelaterede opgaver og møde rollemodeller inden for naturvidenskab, teknologi og IT-branchen.

Uddrag af tre forløbsbeskrivelser er i denne artikel gengivet med vægt på den fællesfaglige undervisning og på arbejdet med problemstillinger og arbejdsspørgsmål. I de beskrevne eksempler er arbejdet med problemstillinger og arbejdsspørgsmål ikke kun foregået i de 4-6 uger efter lodtrækningen af fællesfagligt fokusområde primo april. Dette arbejde har således været mere eksemplarisk end direkte prøveforberedende.

### *Kedler – hvor bruges de, og hvordan fremstilles de? Samarbejde med en kedelproducent*

Formålet med dette virksomhedssamarbejde er at kunne undervise i bl.a. import af metaller, energiomsætning og kulstofkredsløbet i en lokal og konkret kontekst.

Fremstillingsprocessen opløses således i flere elementer hvor der udvælges nogle få til videre bearbejdning. Undervisningen tager udgangspunkt i en fælles problemstilling for hele klassen: "Bæredygtig energi – nu og i fremtiden". Undervisningen styres af to fællesfaglige arbejdsspørgsmål: *Hvor bruges kedler i vores hverdag? Hvorfor er vi så afhængige af energi i produktionen?* Endvidere arbejdes der med monofaglige arbejdsspørgsmål (tabel 1).

Monofaglige arbejdsspørgsmål	
Geografi	Hvor kommer råvarerne til virksomheden fra? Hvorfor er Danstoker ejet af et indisk selskab (Thermax)?
Fysik/kemi	Hvad sker der når man tilsætter andre metaller til jern? Hvordan omdannes kemisk energi til andre formål? Hvilken strålingstype kan bruges til måling i metaller? Hvad sker der under svejsningsprocessen? Hvor stort er trykket i en kedel?
Biologi	Hvilke biobrændsler er gode til opvarmning af kedler? Hvordan tænker man at fremtidens kedler skal udformes i forhold til biobrændsler? Hvorfor er svejserøg farlig for kroppen? Hvordan beskytter man de ansatte mod svejserøg?

**Tabel 1.** Monofaglige arbejdsspørgsmål i samarbejde med kedelproducent.

Samarbejdet begynder med et opstartsmøde i maj måned på virksomheden som efterfølges af et planlægningsmøde i september måned, også på virksomheden. Her aftales nærmere detaljer om selve undervisningsforløbet som består af forskellige aktiviteter i perioden fra september til april året efter. Eleverne skal i deres samarbejde med virksomhedens medarbejdere indsamle viden og materialer så de kan besvare de to fællesfaglige spørgsmål nævnt ovenfor.

Undervisningen med relation til samarbejdet starter i september måned ved at en medarbejder fra virksomheden besøger 9. årgang og fortæller om virksomheden og de ansatte og deres forskellige uddannelser. I november måned besøger 9. årgang virksomheden hvor de i mindre grupper får en rundvisning. Efter nytår besøger nogle af disse grupper virksomheden for at blive undervist mere detaljeret i fremstillingsprocessen, i jern og andre metaller som råvarer og i kedeldesign. Blandt andet introduceres de til de autentiske forhold vedrørende svejsning. Gennem disse besøg opløses produktionen af kedler i flere delprocesser som hver for sig indgår i undervisningen i naturfag. Samarbejdet med kedelproducenten har været meget lærerstyret i starten, men med mulighed for at eleverne efterfølgende har kunnet fordybe sig i dele af kedelvirksomheden efter egen interesse.

## Breezer, slik og saltchips – samarbejde med en gærfabrik

Det overordnede formål med virksomhedssamarbejdet er at eleverne fra 8. klasse kan forklare sammenhænge mellem sundhed og bæredygtighed og unges indtag af alkohol, sukker og salt. Endvidere er der formuleret detaljerede læringsmål vedrørende alkohol, kulhydrater og salt. Forløbet er et delforløb i et fællesfagligt forløb kaldet "Ernæring og livets kemi".

Den overordnede fælles problemstilling formuleres sådan: Breezer er en sukkerholdig alkoholisk drik som mange unge kender og jævnligt drikker. Det er også almindelig kendt at unge spiser meget slik og saltholdige chips. Hvilke konsekvenser kan der være ved indtagelse af Breezer, slik og chips? Hvordan kan vi omgås alkohol, kulhydrater og salt set i lyset af både sundhed og bæredygtighed?

Forløbet er opdelt i fire moduler. Det første er et fællesmodul for alle elever hvor der arbejdes med den grundliggende teori omkring alkohol, kulhydrater og salte. Det andet modul er besøg på virksomheden med fokus på produktion og udvikling af nye produkter. Her får eleverne produkter som de kan anvende i deres udvikling og forsøg på skolen. I det tredje modul arbejder eleverne eksperimenterende med selvvalgte problemstillinger og arbejdsspørgsmål. I det fjerde modul kommer virksomhedsmedarbejdere på besøg hos skolen, og elevernes udbytte fremlægges for dem. Dette besøg på skolen er en stor motivationskilde for eleverne. Virksomhedsmedarbejdere får en mere direkte oplevelse af elevernes faglige niveau ved at besøge dem på deres skole, hvilket gør at de bedre kan tilpasse deres niveau til eleverne under elevernes besøg på virksomheden. Denne pointe fremhæver betydningen af at udvikle skole-virksomhedssamarbejde over nogle år.

Fællesfaglige problemstillinger	Fællesfaglige arbejdsspørgsmål
Hvordan kan man fremstille fødevarer som stadig smager af salt, men som bidrager til at kroppen opretholder en sund saltbalance?	Hvordan er en gærcelle opbygget? Hvilken betydning har salt for det osmotiske tryk henover cellemembranen? Hvordan fungerer en nervecelle? Hvorfor er det vigtigt at få salt i kroppen? Hvorfor kan for meget salt være skadeligt? Hvordan laver man et erstatningsprodukt for salt? Hvad menes der med gærekstrakt? Kan man erstatte salt med gærekstrakt i produkter som eksempelvis chips eller brød og dermed begrænse saltindtaget? Hvad kan man gøre for at formindske samfundets saltforbrug?

<p>Hvordan kan man producere alkohol på en bæredygtig måde?</p>	<p>Hvordan laver man alkohol?  Hvordan kan produktionen af alkohol optimeres?  Hvordan kan man producere alkohol på en bæredygtig måde?  Hvordan påvirkes gæringsprocessen når der anvendes forskellige gærtyper som almindeligt bagegær, tørtgær og vingær?  Hvordan påvirkes gæringsprocessen ved brug af forskellige sukkerarter?</p>
---	--

**Tabel 2.** *Eksempler på fællesfaglige problemstillinger og arbejdsspørgsmål i samarbejde med gærfabrik.*

I arbejdet med problemstillingen vedrørende salt er det i arbejdet med gærekstrakt som erstatning for salt at virksomheden bidrager med dels gærekstrakt, dels viden om hvem de sælger deres gærekstrakt til. I arbejdet med problemstillingen vedrørende alkohol er det især i arbejdet med gærtyper og gæringssubstrater at virksomheden leverer dels materialer (gærtyper og fx melasse), dels viden om gærtypernes særlige tilpasninger og anvendelse. I begge disse aktiviteter bruges elementer fra gærproduktion til illustration af fødevareproduktion generelt. Endvidere præsenteres eleverne for autentiske genstande fra gærproduktion i form af gærekstrakt og gærtyper.

Det vigtigste i dette samarbejde er ikke et virksomhedsbesøg, men derimod inddragelse af gærproducentens viden om egne produkter og deres afsætning.

### *Dyrkning af foder – samarbejde med en mælkeproducent*

Formålet med dette samarbejde mellem en mælkeproducent og en 8. klasse er overordnet set at eleverne får skabt sammenhæng mellem det teoretiske arbejde på skolen og det omgivende samfund. En del af samarbejdet er et besøg som skal gøre at eleverne kan:

- finde deres egne interesser inde i projektet. Efter besøget er der mulighed for selv at udvikle arbejdsspørgsmål og underemner til problemformuleringen.
- sammenflette forståelsen af landmandens gødningsplaner med hvilken jordtype landmanden arbejder med, samt bruge denne viden til at forklare jordtypers fremkomst gennem teori om sidste istid.
- få input til deres forståelse for gødningens virkning ift. planters vækst.
- kvalificere deres forståelse for hvorfor landmanden gøder som han gøder – hvor meget kunstgødning eller naturgødning.



Forløbet er afviklet i august-september da det giver de bedste vilkår for at eleverne opnår udbytte med samarbejdet med en landmand ift. høst, vækst, dyrkning af jorden osv. Forløbet inkluderer to besøg hvor det første er alment orienterende om en landmands arbejde og hverdag; under det andet besøg undersøges dyrkningsjorden nærmere, og der stilles opklarende spørgsmål til landmanden. Endelig har elever med særlig interesse for landbrug mulighed for et tredje besøg.

Dette samarbejde har fokus på det fællesfaglige fokusområde "Produktion med bæredygtig udnyttelse af naturgrundlaget". Andre fokusområder kan også inddrages:

"Teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår" og "Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer". Alle 3 fokusområder er aktuelle med hensyn til opgivelser til den mundtlige naturfaglige prøve, og de kan inddrages i underemnet landbrug. Dette forløb er gennemført ud fra en fælles problemstilling: *Hvordan kan landmanden drive gården nu og i fremtiden så der år efter år kan produceres afgrøder samt holdes dyr med mindst mulig påvirkning af miljø og økosystemer?*

Dette forløb har en tydelig opdeling i hvordan arbejdsspørgsmålene er knyttet til forskellige fag. Endvidere har alle elever arbejdet med de samme arbejdsspørgsmål. Disse kan betragtes som en grundpakke der gør eleverne i stand til at svare fyldestgørende på problemstillingen. Det er dog muligt at erstatte eller tilføje andre arbejdsspørgsmål hvis eleverne har lyst til at arbejde med projektet fra en anden vinkel.

Geografi	Biologi	Fysik/kemi
Hvilken jord er god for landmanden at dyrke sine afgrøder i?	Hvordan er en majsplante opbygget, og hvordan vokser den?	Hvilke grundstoffer er der i mineralsk gødning/kunstgødning og i naturgødning?
Hvilken indflydelse har den sidste istid haft på den danske jord så den er brugbar til landbrug? Er der lige muligheder i hele Danmark?	Hvorfor er det nødvendigt at gøde, samt hvilke fordele og ulemper har landmandens gødning i det danske miljø?	Hvilke kemiske reaktioner/fysiske ændringer sker der når gødning spredes på marken?
Hvornår er et landbrug bæredygtigt?	Udover selve afgrøderne, hvilke organismer er også til stede på marken og under jordens overflade?	Hvordan bevæger kvælstof (N) sig rundt mellem atmosfæren, planter og mennesker?

**Tabel 3.** Uddrag af de fælles arbejdsspørgsmål som eleverne arbejder med i samarbejdet med mælkeproducenten. Uddraget har fokus på landmandens dyrkning af foder til sine malkekøer.

Nogle af disse arbejdsspørgsmål er fakta-spørgsmål, mens andre er holdningsspørgsmål. Dette betyder at de skal besvares gennem forskellige arbejdsmetoder. Eksempel-

vis undersøges jordens dyrkningsværdi gennem jordanalyser, mens bæredygtigheden af landbrugsproduktion kræver en interessentanalyse om hvad forskellige organisationer mener er bæredygtig fødevareproduktion. Denne forskellige behandling af de enkelte elementer afspejler hvordan den konkrete foderproduktion er opløst i flere elementer som behandles hver for sig og på hver sin måde.

I dette samarbejde indtager besøget på landbruget en central rolle i undervisningen, men det samlede forløb indeholder også andre elementer som perspektiverer det konkrete besøg. Samarbejdet med malkekvægsproducenten introducerede således nogle autentiske problemstillinger vedrørende fødevareproduktion for eleverne. Nogle elever inddrog samarbejdet med malkekvægsbesætningen i deres fællesfaglige prøve.

## Diskussion og opsummering

De tre præsenterede eksempler på samarbejder mellem skoler og virksomheder har været del af et projekt med fokus på udvikling og kvalificering af skole-virksomhedsarbejde. Et af kravene til kvalificeringen var at samarbejdet skulle tage afsæt i fællesfaglige fokusområder. I undervisningen relateret til samarbejdet har elever og lærere så arbejdet videre med fællesfaglige problemstillinger og såvel fællesfaglige som monofaglige arbejdsspørgsmål. De præsenterede eksempler demonstrerer således at det er muligt at planlægge og gennemføre fællesfaglig undervisning i samarbejde med virksomheder. I eksemplerne er der formuleret formål og problemstillinger som styrer valg af aktiviteter. Disse formål og problemstillinger er i varierende grad fællesfaglige. Problemstillingen knyttet til gårdbesøget er den der umiddelbart åbner mest for fællesfaglige tilgange; til gengæld har dette forløb i lighed med besøget hos kedel-producenten tydelige mono-faglige arbejdsspørgsmål. I alle tre eksempler kunne det have været nyttigt at have haft opfølgende observationer af elevernes videre arbejde i den fællesfaglige undervisning. Elevernes udbytte har vi desværre ikke mulighed for at behandle mere indgående, bl.a. fordi vi har meget få data på denne absolut relevante del af uddannelsesinitiativer, men projektets fokus har været på udvikling af læreres kompetencer til at arbejde med skole-virksomhedssamarbejde (Pedersen & Daugbjerg, 2018).

Som fremhævet i indledningen peger evalueringen af år 1 med den fællesfaglige prøve blandt meget andet på værdien af læreres fokus på praksisnær undervisning, blandt andet i samarbejde med virksomheder (Rambøll, 2018). I et forsøg på at kvalificere hvad skole-virksomhedsarbejde bidrager med, præsenterede vi i indledningen forskellige aspekter af autenticitet: *forhold, genstande, problemstillinger* og *aktiviteter*. Disse mulige aspekter genfinder vi i eksemplerne ovenfor, fx i de *autentiske forhold* der gør sig gældende for dyrkning af foderafgrøder for en mælkeproducent; eller de – ganske vist specielle – *autentiske genstande* som en gærproducent kan bidrage med

til fødevarerproduktion i form af fx gærekstrakt; eller de *autentiske problemstillinger* der er knyttet til diskussionen om bæredygtigt landbrug; eller endelig de *autentiske aktiviteter*, fx svejsning, der er knyttet til produktion af kedler. Autenticitet i skole-virksomhedssamarbejde kan således relateres til forskellige aspekter af konteksten, men også til de personer som eleverne faktisk møder (Thomsen, 2016). En af virksomhederne i eksemplerne kommer på besøg på skolen for at forberede eleverne inden deres besøg på virksomheden. Dette medfører at relationen mellem elever og medarbejdere fra virksomheden opbygges allerede på skolen i elevernes vante omgivelser. En relation som så kan udbygges yderligere under et besøg hvor eleverne møder medarbejderne igen, men også møder andre medarbejdere på virksomheden med andre uddannelsesbaggrunde, herunder tekniske og naturfaglige.

Skole-virksomhedssamarbejde kan altså udvikle fællesfaglig naturfagsundervisning ved at tilføje autentiske kontekstuelle aspekter, men også autentiske møder med teknisk eller naturfagligt uddannede medarbejdere. Dette kan ske gennem en opmærksomhed på hvordan man arbejder med den praksisnærhed som skole-virksomhedssamarbejde bidrager med i arbejdet med det fællesfaglige i naturfagene.

## Referencer

- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. & Wong, B. (2012). Science Aspirations, Capital, and Family Habitus: How Families Shape Children's Engagement and Identification with Science. *American Educational Research Journal*, 49(5), 881-908. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ979643&site=ehost-live>.
- Cunningham, C.M. (2018). *Engineering in elementary STEM education: curriculum design, instruction, learning and assessment*. New York: Teacher College Press.
- Daugbjerg, P.S., Krogh, L.B. & Ormstrup, C. (2018). Læreres udfordringer ved ny fællesfaglighed i naturfagene i Danmark. *Nordina*, 14(2), 203-220.
- Tektanken (2018). Retrieved June 15, 2018, from <https://www.nvhus.dk/tektanken/>.
- Jacobsen, K., Jensen, L.B. & Størner, T. (2010). *Den praksisnære undervisning og den fagstolte elev i de merkantile, social- og sundheds- og landbrugs-uddannelserne*. UC Metropol, NCE.
- Nielsen, B. & Nørgaard, K. (2018). *Det fælles i naturfagene*. København: Samfundslitteratur.
- Nielsen, J.A., Waadegaard, N., Dolin, J. & Bruun, B. (2017). Undervisning og læring i STEM. I: J.A. Nielsen (red.), *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi* (s. 19-49). København: Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Pedersen, T. & Daugbjerg, P.S. (2018). Sammen skaber vi fremtidens skole: et projekt om skole-virksomhedssamarbejde. *MONA*, 2018(1), 40-56.
- Rambøll. (2018). *Indførelse af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning for undervisningens form og indhold*.

- Sillasen, M. & Linderoth, U.H. (2017). Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag. *MONA*, 2017(3), 19-38.
- Styrelsen for Undervisning og Kvalitet. (2018). *Vejledning til folkeskolens prøver i fagene fysik/kemi, biologi og geografi – 9. klasse*.
- Thomsen, A. (2016). *Eksterne partnere i naturfagsundervisningen. Skole-virksomhedssamarbejde: elevers læringsudbytter i naturfag ved samarbejde med virksomheder og mødet med autentisk praksis uden for skolen. Ph.d.-afhandling*. Kbh.: DPU – Danmarks Institut for Pædagogik og Uddannelse, Aarhus Universitet.

# Integration af fysik og kemi i den naturvidenskabelige studieretning



Hanne Krøyer, Grenaa  
Gymnasium



Jesper Munk Jensen,  
Grenaa Gymnasium

Mange undervisere uanset niveau oplever at deres elever ikke selv er i stand til at skabe transfer mellem relaterede fag. Eleverne er ikke i stand til at anvende viden opnået i et fag i et andet relateret fag som fx fagene fysik og kemi. Desuden har man i undervisningssektoren haft en forventning om at fagene fysik og kemi helt naturligt og uden større besvær kan lave tværfaglige samarbejder på de gymnasiale uddannelser. Denne forventning har vi bl.a. fra folkeskolens fysik/kemi-fag. Men på STX, hvor fagene netop udfoldes hver for sig, ligger sådanne samarbejder ikke altid lige for. I dette projekt har vi forsøgt dels at afdække nogle af de forhindringer der er for sådanne tværfaglige samarbejder, dels at finde måder hvorpå vi kan styrke det tværfaglige samarbejde og skabe større transfer mellem fagene.

## Projektet

### *Rammen om projektet*

I 2014 fik vi mulighed for at udpege en naturvidenskabelig studieretningsklasse til at deltage i et DASG (Danske Science Gymnasier) skoleudviklingsprojekt hvor Lars Brian Krogh fra VIA University College, Århus, var tilknyttet som ekstern konsulent for de deltagende skoler. Projektets overordnede fokus var eksperimentelt arbejde. Da netop det eksperimentelle arbejde og tilgangen til det eksperimentelle arbejde er fælles for fagene fysik og kemi, var dette et naturligt springbræt for et didaktisk projekt omkring større integration af fagene fysik og kemi. Projektet blev igangsat i skoleåret 2014/15 som et DASG-projekt der blev afsluttet efter et år. Herefter kørte projektet videre yderligere et år med Grenaa Gymnasiums opbakning i regi af SIP (Skoleudvikling i praksis) – og FIP (Faglig udvikling i praksis). Selve projektet blev derfor afsluttet samtidig med at klassen efter 2. g blev delt op efter elevernes valg af fysik A eller kemi A. Vi fortsatte dog med elementer fra projektet på de respektive fysik A- og kemi A-hold i 3. g.

## *Ideer og benspænd*

I den indledende arbejdsproces forsøgte vi at afdække alle de steder vi kunne finde grundlag for et tværfagligt samarbejde; vi havde en forventning om at vi skulle undervise i fælles emner parallelt i fagene. I forbindelse med DASG-projektet blev vi opmærksomme på en undersøgelse af Hurley (2010) omkring effekten på indlæring af tværfaglige samarbejder mellem matematik og science-fag. Undersøgelsen viste bl.a. at parallel undervisning i fagene havde en svag negativ effekt på elevernes indlæring, hvorimod sekvenseret undervisning i de to fag gavnede begge fag, dog mest matematik. I de øvrige tre undervisningsmetoder hvor fagene gradvist blev undervist mere og mere integreret, gavnede denne tilgang begge fag, dog mest science-faget. På baggrund af Hurleys undersøgelse blev vi tvunget til at tænke i nye baner omkring hvordan en integration af fysik og kemi skulle organiseres.

Desuden mødtes vi af en række organisatoriske benspænd idet klassen indgik i en blandet studieretningsklasse med bioteknologi-studieretningen hvor matematik A og fysik B var de fælles studieretningsfag. Det vil sige at fysikholdet bestod af hele klassen, altså af elever der både havde valgt den naturvidenskabelige studieretning og bioteknologi-studieretningen, i modsætning til kemiholdet som kun omfattede den halvdel af klassen der havde valgt den naturvidenskabelige studieretning. Dette var yderligere en grund til at fokusere på andre aspekter af integration mellem fagene ud over undervisning i fælles emner. Et andet benspænd var at undervisningen i fysik startede umiddelbart efter afslutningen af NV-forløbet i begyndelsen af november, hvorimod undervisningen i kemi først startede efter elevernes endelige valg af studieretning i slutningen af januar måned. Fysik var desuden bundet af en intern aftale på skolen om at undervise i de samme emner i alle klasser i 1. g af hensyn til elever der fortrød deres valg af studieretning og valgte at skifte studieretning i løbet af 1. g. Endelig skulle fysik indgå i et AT-forløb i januar/februar i 1. g sammen med samfundsfag omkring bæredygtig energiforsyning.

Alle disse benspænd vanskeliggjorde integrationen mellem fagene, så vi var tvunget til at tænke i andre baner end vi først havde forestillet os. Vi valgte derfor at sætte fokus på fire aspekter af undervisningen i fysik og kemi, nemlig den fagfaglige eller indholdsmæssige del, fagenes arbejdsmetoder, fagenes begreber og hvad man kunne kalde fagenes standarder; med det formål at klarlægge mulige tilgange til integration af fagene.

Vi startede med at sammenligne læreplaner for at afdække faglige overlap. Da klassen startede med både fysik og kemi på B-niveau inden eleverne skulle vælge hvilket af de to fag de ville hæve til A-niveau i 3. g, sammenlignede vi læreplanerne for henholdsvis fysik B og kemi B. De eneste egentlige overlap omhandlede gasser, farver og atomer. Desuden kunne fagene drage nytte af hinanden i forbindelse med undervisning i energi og visse aspekter af organisk kemi samt omkring el-lære og

redox-kemi. På den baggrund og under hensyntagen til alle de tidligere nævnte ben-spænd, samt at nogle emner naturligt går forud for andre, lagde vi en overordnet plan for undervisningen i fagene igennem de to år (se fig. 1).

<b>Plan for undervisningen i Fysik b og Kemi b</b>		
<b>Semestre</b>	<b>1xw Fy</b>	<b>1x Ke</b>
<b>1. g efterår</b>	NV-forløb Fysik og Naturgeografi	NV-forløb Kemi og biologi
	Kosmisk zoom	<i>Ingen undervisning</i>
	Energi	<i>Ingen undervisning</i>
<b>1. g forår</b>	<b>Vedvarende energi AT-innovation</b>	<b>Energi i forbindelse med organisk kemi (understøttende)</b>
	<b>Gaslove (understøttende)</b>	<b>Stofmængder, masser, volumener, blandinger</b>
	Bølger	Ligevægte
	Stjerner	Syre-baser
<b>2. g efterår</b>	<b>El-lære (understøttende &amp; fælles projekt)</b>	<b>Redoxkemi og elektrokemi (understøttende &amp; fælles projekt)</b>
	Kernekemi (inddragelse af mængdeberegninger)	Kompleks-kemi
	Atomfysik	Farvestoffer
<b>2. g forår</b>	<b>SRO/MiniSRP Farver</b>	
	Mekanik	Kemiske bindinger
	Kosmologi	Udvidet organisk kemi og biokemi

Figur 1. Plan for undervisningen i fysik B og kemi B i klassen.

Da de fagfaglige overlap var begrænsede, og da eksperimentelt arbejde også var et fokusområde, var næste skridt at se på fagenes metoder, herunder særligt fagenes tilgange til eksperimentelt arbejde. Da begge fag havde et ønske om at styrke elevernes udbytte af det eksperimentelle arbejde, blev det besluttet at arbejde med åbne eksperimentelle problemstillinger på baggrund af modellen for IBSE (Inquiry based science education)/UBNU (Undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning). Denne arbejdsmetode er ofte ret tidskrævende, men ved at dele opgaven med at lære eleverne denne arbejdsmetode mellem fagene håbede vi at kunne indhente noget af undervisningstiden igen.

I løbet af diskussionerne omkring de fagfaglige og de metodiske overlap gik det op for os at fagene benytter mange af de samme begreber, men ikke altid med helt identisk betydning. Det fik os til at vælge en tredje tilgang til integrationen af fysik og kemi med fokus på linkskabende begreber (cross cutting concepts). Vi overvejede derfor fra starten hvilke begreber fagene har til fælles, og fik klarlagt hvordan vi benytter begreberne både på samme måde og forskelligt. Formålet var at blive bevidst om hvilke begreber fagene har til fælles, men ikke mindst forskellighed i brugen eller betydningen af begreberne. Et godt eksempel er "standardtilstand"; begge fag er enige om at standardtilstand befinder sig ved 1 atm. tryk, men i fysik er standardtemperaturen 0 °C, hvorimod den i kemi er 25 °C. Dette kan let forvirre eleverne, og for at stilladsere eleverne bedst muligt opererede vi derfor med linkskabende begreber.

Endelig diskuterede vi fagenes standarder eller krav til skriftligt arbejde, betydende cifre, enheder, usikkerheder etc. med det formål så vidt muligt at stille ensartede krav til eleverne og lave en koordineret indsats i forhold til disse områder.

Intentioner og virkelighed er som oftest to forskellige ting, hvilket også gjorde sig gældende i dette projekt. Den realiserede undervisning i fysik B og kemi B er vist i figur 2. De første og største afvigelser fra den intenderede undervisningsplan opstod da vi ikke fik mulighed for at lave studieretningsopgave i klassen, samt at kemiholdet fik mulighed for at lave kemishow på en lokal folkeskole i forbindelse med Naturvidenskabsfestivalen. Da den oprindelige plan derfor ret hurtigt var faldet til jorden, blev hele planen ændret, og fokus flyttede derfor endnu mere væk fra fællesfaglige emner og over på fagenes metoder og særligt på det eksperimentelle arbejde.

### *Åbne eksperimentelle problemstillinger*

I forbindelse med det eksperimentelle arbejde blev der i begge fag arbejdet frem mod en IBSE-baseret tilgang i form af åbne eksperimentelle problemstillinger i mange forløb. De forløb hvor der indgik åbne eksperimentelle problemstillinger, er markeret med en stjerne i oversigten i figur 2.

I arbejdet med åbne eksperimentelle problemstillinger kan vælges en række forskellige tilgange alt efter antal og typer af frihedsgrader man giver eleverne. Antallet af frihedsgrader samt de specifikke frihedsgrader vælges ud fra de almene hensyn til stilladsring af eleverne og progression i det eksperimentelle arbejde. I klassen har der primært været arbejdet med frihed i forhold til forsøgsdesign. Formålet med at vælge en mere åben tilgang til det eksperimentelle arbejde er at skabe større ejerskab hos eleverne samt ansvar for egen læring og i sidste ende forhåbentlig øget læring hos eleverne.

Da arbejdet med de åbne eksperimentelle problemstillinger blev påbegyndt, var



	KEMI B	FYSIK B
<b>1.g efterår</b>	NV-Salt og sundhed	NV - Hvorfor blæser det*
		Kosmisk zoom
		Energi*
<b>1.g forår</b>	Organisk kemi*	AT2 - Fossiltfrit Djursland
	Blandinger og mængder	Gaslovene*
	Ligevægte*	Bølger*
	Syrer og baser*	
<b>2.g efterår</b>	Repetition	Ellære*
	Redox kemi*	Atomere og kvantefysik*
	Kemishow(*)	Mekanik*
	Opgaveregning	
	Mere organisk kemi samt polymere*	
	Juleforsøg og opgaveregning	
<b>2.g forår</b>	Reaktionshastighed	Tryk og opdrift*
	Syrer og baser II*	Kernefysik*
	Isomerer	Kosmologi
	Repetition	Eksperimentelt projekt*

**Figur 2.** Den realiserede undervisning i fysik B og kemi B. Stjerner angiver de forløb hvori der har indgået åbne eksperimentelle problemstillinger.

klassen stadig i opstartsfasen af deres naturvidenskabelige undervisning. Den generelle tilgang til de åbne eksperimentelle problemstillinger har derfor været at eleverne forud for de "åbne" forsøg<sup>1</sup> blev undervist i den nødvendige teori og evt. lavede mindre, mere "lukkede" forsøg. Formålet var at klæde eleverne fagligt på til selv at blive i stand til at designe fremgangsmåder til eksperimentelle undersøgelser.

1 Åbne forsøg vil her sige forsøg hvor eleverne selv skulle designe deres fremgangsmåde.

I begge fag er de faglige spørgsmål eller formålet med de åbne forsøg formuleret og gennemgået af læreren. I forbindelse med de åbne forsøg har eleverne forud for forsøgene haft en designsession hvor de i ikke-selvvalgte grupper<sup>2</sup> skulle samarbejde om at komme frem til en undersøgelsesmetode. Designprocessen blev fulgt op af en præsentation af elevernes bud på fremgangsmåder i plenum hvor der var mulighed for at elever og lærer fik diskuteret svagheder og fejlkilder i forbindelse med de valgte fremgangsmåder. Denne runde tjente to formål, dels at give eleverne formativ feedback på deres designideer, dels at sikre at alle elever ville opleve at de mestrede de ting forsøgene lægger op til.

I takt med at eleverne blev mere og mere trænede udi naturvidenskabelig tankegang og arbejdsmåder, blev der gradvis givet flere og flere frihedsgrader, især i forhold til det skriftlige produkt der typisk fulgte efter det eksperimentelle arbejde. Her var den overordnede form fra starten fastlagt af læreren, men selve indholdet er givet fri. I forbindelse med det skriftlige arbejde anvendtes en stor del omlagt skriftlighed til at eleverne i mindre grupper kunne diskutere hvad der var relevant indhold. Derefter blev der samlet op, og eleverne fik formativ feedback, enten direkte mellem læreren og den enkelte gruppe eller i plenum mellem lærere og elever og indbyrdes mellem eleverne.

Erfaringerne blandt lærerne er at for at opnå et tilfredsstillende forløb er det vigtigt at de åbne eksperimentelle problemstillinger indtænkes som det centrale omdrejningspunkt i forløbene da disse kræver målrettet og tydelig stilladsering af eleverne. Dette bakkes også op af elevudsagn i to skriftlige, anonyme evalueringer omkring arbejdet med de åbne eksperimentelle problemstillinger der blev gennemført i klassen. Den første i december 2014 og den næste i maj 2015. Den første evaluering er altså relativt tidligt i forløbet. Eksempler på elevkommentarer fra denne evaluering er givet i figur 3 sammen med vores opsummeringer af de vigtigste pointer. På daværende tidspunkt var meldingen fra eleverne at lukkede forsøg gav tryghed. Eleverne mente at lukkede forsøg var lettere med mindre risiko for at lave fejl, og at de særligt lettede rapportskrivningen. Dog følte de sig også mere bundne af lukkede forsøg, og de så en fare i at lukkede forsøg ikke i samme grad lagde op til refleksion og dermed også indebar en risiko for mindre fagligt udbytte.

I modsætning hertil mente eleverne at de åbne forsøg tvang dem til mere refleksion, og at det faglige udbytte dermed også blev større. En elev skriver: *“Et forsøg jeg selv har været med til at udtænke, har jeg nemmere ved at huske i længden. Men et mere lukket forsøg er generelt lettere at gå til og derved også mest effektivt ift. tiden.”* Desuden gav

---

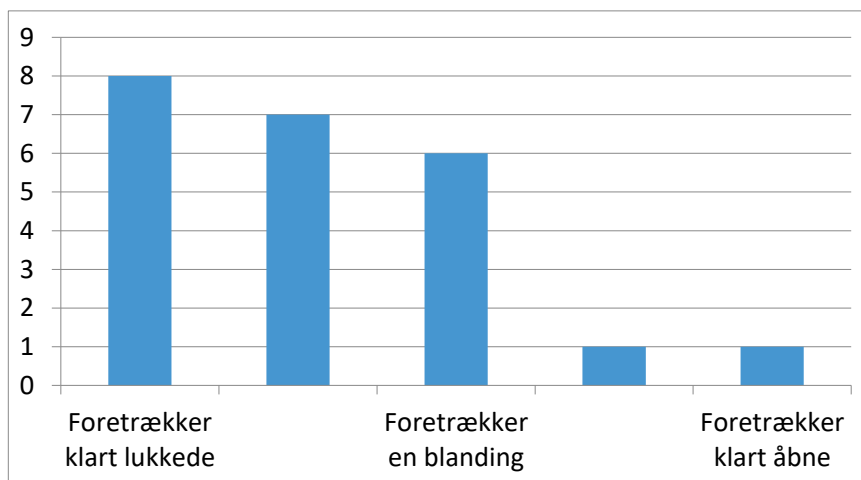
2 Klassen er velfungerende, men stærkt kønsopdelt, og derfor er det generelt en undtagelse at eleverne arbejder i selvvalgte grupper.

	Lukkede øvelsesvejledninger	Åbne øvelsesvejledninger
<b>Fordele</b>	<p>Eksempler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Man ved hvad der kræves, og hvad man skal gå i gang med. Det er let at gå til, og meget overskueligt. Let at skrive rapport ud fra.</li> <li>– Man kan ikke rigtigt lave fejl, da man får det hele forklaret</li> </ul> <p><b>Sammenfatning:</b>  <b>Nemt</b>  <b>Svært at lave fejl, ved hvad man skal gøre lettere rapportskrivning (Tryghed)</b></p>	<p>Eksempler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Det er nødvendigt at vi selv tænker over det vi laver, og at vi forstår det vi laver</li> <li>– Frihed, forskellighed og skal selv komme med ideer og input</li> <li>– Man er sikker på at ens rapport er formuleret med ens egne ord</li> <li>– Vi lærer nok lidt mere</li> <li>– Nemmere at huske senere</li> </ul> <p><b>Sammenfatning:</b>  <b>Mere selvstændig refleksion.</b>  <b>Mere frihed.</b>  <b>(Større læring.)</b></p>
<b>Ulemper</b>	<p>Eksempler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Der er ikke så meget plads til “at tænke selv”.</li> <li>– Nemmere at glemme igen, eller måske forstår man det ikke helt alligevel.</li> <li>– At man ikke selv tænker ud fra opgaven over hvilke formler og lignende der skal bruges</li> </ul> <p><b>Sammenfatning:</b>  <b>Tænker ikke så meget selv.</b>  <b>Mindre forståelse.</b>  <b>Bundet.</b></p>	<p>Eksempler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hvis man ikke forstår det er man totalt “lost”</li> <li>– Man får nok ikke så godt et resultat</li> <li>– Svært at få startet samt forholde sig til det mest væsentlige</li> <li>– Man risikere at lave fejl i opgaven, når man selv skal tænke over det</li> </ul> <p><b>Sammenfatning:</b>  <b>Tvivl</b>  <b>Sværere at komme i gang.</b>  <b>Lettere at lave fejl.</b>  <b>(Utryghed)</b></p>

Figur 3. Eksempler på elevkommentarer, samt en opsummering af pointerne fra elevernes kommentarer.

mange elever udtryk for en faglig tilfredsstillelse ved at have større frihed i forhold til det eksperimentelle arbejde. Denne større frihed gav dog samtidig anledning til en vis frustration og utryghed da mange elever oplevede opstartsfasen som svær og gav udtryk for at de ikke brød sig om at lave fejl. Ligeledes oplevede en del elever at de havde sværere ved at komme i gang med rapportskrivningen derhjemme fordi de manglede en vejledning at støtte sig til. En anden elev skriver: *“Jeg kan lide begge dele, men det kommer an på emnet vi skal arbejde med. Hvis emnet er svært, vil jeg da helst have en lukket vejledning, men hvis emnet er let, vil jeg helst have en åben vejledning.”* Alt i alt var eleverne dog ikke blinde for de åbne forsøgs potentiale, og de gav selv udtryk for at arbejdet med åbne eksperimentelle problemstillinger skal medtænkes som en del af den faglige progression i fagene. En tredje elev opsummerer

det som følger: *“Lukkede i starten. Bevæge sig hen imod den åbne.”* Direkte adspurgte hvad eleverne foretrak, var der dog umiddelbart en del der foretrak lukkede forsøg, omend flertallet af eleverne foretrak en større eller mindre grad af blanding af åbne og lukkede forsøg (se figur 4).



Figur 4. Elevpræferencer i forhold til åbne og lukkede eksperimenter.

På baggrund af den første evaluering og særligt elevernes oplevelse af åbne forsøg som lidt utrygge samt vanskelighederne med den efterfølgende rapportskrivning justeredes lærernes tilgang til de åbne forsøg. Der blev arbejdet på at gøre stilladseringen i forbindelse med åbne forsøg endnu tydeligere. I de senere forløb blev det eksperimentelle arbejde mere centralt i forhold til indlæringen i forløbet idet de blev opbygget omkring arbejdet med et åbent forsøg. Desuden blev der sat ind på at støtte opstarten af rapportskrivning ved at bruge omlagt skriftlighed – og det virker! I evalueringen i maj 2015 gav eleverne udtryk for at de følte sig fagligt klædt på til at gå i gang med åbne forsøg, og de pegede på at opsamlings- eller vidensdelingssessioner undervejs var en relevant hjælp. Ligeledes gav de udtryk for at anvendelsen af omlagt skriftlighed i fagene til skrivning på klassen var en stor hjælp til at komme i gang med rapportskrivningen fordi læreren var en aktiv del af den indledende skriveproces hvor den formative feedback de fik her, hjalp dem på vej.

## Erfaringer

Hvis man skal forsøge at opsummere erfaringerne fra dette projekt, har vi oplevet et skift i den måde det eksperimentelle arbejde indgår i undervisningen. Tidligere handlede det eksperimentelle arbejde ofte om i praksis at anvende eller eftervise

ting der var undervist i tidligere i forløbet. Der er nu sket et skift til at tingene læres i forbindelse med det eksperimentelle arbejde, så det eksperimentelle arbejde er blevet en integreret del af undervisningen. Desuden har vi oplevet at eleverne som følge heraf fik et større udbytte af det eksperimentelle arbejde, bl.a. fordi eleverne fik mere ejerskab til det eksperimentelle arbejde. Endvidere oplevede vi en større faglig og metodisk bevidsthed hos eleverne, og at eleverne oplevede en øget synergi mellem fagene og en lettere transfer mellem fagene pga. de linkskabende begreber og den fælles sprogbrug samt de ensartede krav eleverne blev mødt med i forhold til fx udformning og argumentation i det skriftlige arbejde.

Netop i forbindelse med det skriftlige arbejde gav eleverne mundtligt udtryk for at de oplevede en stor sammenhæng imellem fagene. Dette afspejledes også i kvaliteten af det skriftlige arbejde, særligt i forbindelse med studieretningsprojektet, hvor eleverne udviste en stor sikkerhed i hvordan de skulle formidle det naturvidenskabelige stof, behandle resultater, argumentere og konkludere, hvilket i sidste ende også afspejledes i karaktererne.

Holdet kom til eksamen i fysik B. Her indgår der en eksperimentel del hvor eleverne skal udføre forsøgene fra undervisningen. I den forbindelse var der fokus på at få dokumenteret deres eksperimentelle arbejde i form af journaler eller rapporter for at sikre at de havde det tilgængeligt til eksamen. Her blev metodeafsnittet meget vigtigt idet de ikke kunne læse hvordan forsøget skulle udføres, ud fra vejledningen.

Erfaringen fra eksamen var at eleverne var i stand til at udføre forsøgene lige så godt som andre hold der har arbejdet med lukkede problemstillinger. Faktisk virkede det som om arbejdet med åbne eksperimentelle problemstillinger og usikkerheder havde givet eleverne en god ballast til eksamen.

Fokus på fagenes metoder medførte også at vi undervisere selv fik en øget bevidsthed om hvad der foregik i det andet fag uden at det var påkrævet at bruge ekstra tid på forberedelse, og at vi tog den bevidsthed med ind i undervisningen hvor den blev brugt aktivt. Lærerne oplevede desuden at den ekstra tid der gik med at arbejde med åbne eksperimentelle problemstillinger, kunne indhentes igen da vi sparede en del tid i undervisningen ved at trække på metoder fra hinandens fag. Det var fx i forbindelse med det skriftlige arbejde hvor en af lærerne brugte tid på at introducere eleverne til genren naturvidenskabelige rapporter, hvilket den anden lærer derefter ikke behøvede at bruge tid på, men kunne gå direkte til træningen i rapportskrivning da eleverne allerede kendte til denne genre. Ligeledes brugte den ene lærer tid på at undervise eleverne i betydende cifre, hvilket igen sparede den anden lærer tid da man nu kunne gå direkte til at bruge det aktivt i undervisningen. Den lærer der fulgte op og anvendte metoder eller begreber introduceret i det andet fag, kom i sådanne situationer automatisk til at italesætte de ligheder der er mellem fagene, og derved forhåbentlig facilitere en transfer mellem fagene.

## Ændret praksis

Har projektet så haft en konstituerende effekt på undervisningen? Dertil er svaret JA!

I skoleåret 2017/18 fik vi mulighed for at få endnu en klasse af samme type som forsøgsklassen og med mange af de samme benspænd som også gjaldt for forsøgsklassen. I denne klasse har vi helt naturligt et større fokus på øget integration af tværfaglige kompetencer som fx et fælles fokus på usikkerheder, fejlkilder og betydende cifre. Samtidig stiller vi i de to fag de samme krav til brugen af betydende cifre samt behandlingen af usikkerheder og fejlkilder.

Vi har ligeledes ændret praksis med hensyn til brugen af det eksperimentelle arbejde i undervisningen. Åbne eksperimentelle problemstillinger trænes i begge fag og indgår som en mere integreret del af læringsprocessen hvor teorien læres igennem arbejdet med at forstå og forklare forsøget, frem for at det eksperimentelle arbejde bliver en eftervisning af teorien. Herved bliver det eksperimentelle arbejde også en mere autentisk del af arbejdet i fagene og afspejler i højere grad fagenes egentlige metoder.

Dette begrænser sig ikke kun til den fælles klasse, men det er en ændret praksis vi også har taget med ud på vores øvrige hold og til en vis grad til vores øvrige fag. Vi må dog også konstatere at ser vi på de øvrige naturvidenskabelige fag, er det sværere at integrere fagene.

Det personlige udbytte for de involverede lærere har altså været stort og har ændret vores tilgang til vores undervisning. Dog har det været svært at udbrede til vores faggrupper, og selvom vi snakker sammen på tværs af faggrupperne, kommer integrationen ikke af sig selv. Dette skyldes bl.a. et manglende kendskab til hvad de øvrige fag laver, og ikke mindst hvordan vi gør. Mange har et overordnet kendskab til hinandens fag. Det kræver imidlertid en mere dybdegående dialog omkring undervisningen og fagenes tilgang at opnå en tilstrækkelig viden om fagenes metoder således at man kan sætte denne viden i spil i undervisningen. Da dagligdagen er presset, bl.a. pga. besparelser, er der mindre tid til netop en sådan dialog og et didaktisk udviklingsarbejde, og det er derfor svært at udbrede erfaringerne til resten af faggrupperne. Desuden har vi inden for fagene mange forskelligartede hold fordelt på tre ungdomsuddannelser, STX, HF og IB, med hver deres særegne hensyn der skal tages. Dette medfører også at integration af fagene ikke altid er mulig. Dog må vi også sige at set i lyset af de nye læreplaner i fagene med skærpede krav til tværfagligt samarbejde og netop besparelser i sektoren ser vi klart det beskrevne projekt som en god tilgang til at styrke samarbejdet og integrationen imellem fagene fysik og kemi.

## Referencer

Hurley, Marlene M. (2010). *Reviewing Integrated Science and Mathematics: The Search for Evidence and Definitions From New Perspectives*. School Science and Mathematics. 101. 259-268.

# Matematik som redskab i den virkelige verden



Gry Lottrup Jyde,  
Skoletjenesten København  
Zoo



Julia Suhr, Skoletjenesten  
København Zoo

Til dette års Big Bang-konference havde vi fornøjelsen af at bidrage med et oplæg i MONA-sporet. I denne artikel vil vi komme med vores bud på hvordan matematikfaget i samspil med andre fag i høj grad kan højne kvaliteten og udbyttet af forløb i eksterne læringsmiljøer.

## Indledning

Zoologisk Have København har i flere år tilbudt undervisningsforløbet Matematik i Zoo for 3.-6. klasse samt en række særligt tilrettelagte forløb hvor matematik har været et element i det tværfaglige arbejde. Vores hovedfokus er biologi, men vi ser ikke biologi som et afgrænset fag; tværtimod bliver vi nødt til at kigge udad og inddrage flest mulige fag for at udbrede interessen og forståelsen for biologi. Her ser vi i høj grad matematik som et nødvendigt redskab vi skal bruge for at blive klogere på biologien. I vores hverdag møder vi naturfag og matematik mange gange, og vi tænker sjældent over at de hænger uløseligt sammen. På baggrund af flere års erfaring i at tilrettelægge og afvikle tværfaglige forløb har vi i Skoletjenesten København Zoo skabt en undervisning hvor fagene gensidigt understøtter hinanden, og hvor tværfagligheden bliver italesat som en nødvendighed for at løse problemer.

I vores dagligdag oplever vi en stigende efterspørgsel fra lærere hvor netop matematik og tværfaglighed er i fokus. Vores opfattelse er ikke at der mangler tværfaglighed ude på skolerne, men måske nærmere at man mangler at italesætte og tydeliggøre tværfagligheden. I folkeskoleloven står det da også tydeligt formuleret at der skal undervises i tværgående emner og problemstillinger (Folkeskoleloven). For os at se er det væsentligt at eleverne tilmed får en forståelse for at virkeligheden ikke er fagopdelt, men at fagene er en konstruktion der er skabt af samfundet som en praktisk arbejdsdeling (Breindahl, 1990).

Den stigende efterspørgsel på tværfaglige forløb i Skoletjenesten København Zoo kan skyldes at mange lærere oplever det udfordrende og tidskrævende at tilrettelægge tværfaglige forløb hjemme på skolen, eller blot at lærerne lettere kan forsvare ekskursioner hvis turen har et bredere formål og kan ramme flere fag. Det er netop her vi som eksternt læringsmiljø kommer ind i billedet. Vi er ikke begrænset af en fagopdeling, og vi kan tilbyde forløb hvor vi med dyreverdenen i fokus kan visualisere hvordan vi altid arbejder tværfagligt, og at verden er tværfaglig. I Zoo bliver eleverne sat over for en hverdagsudfordring, og her bliver det tydeligt hvordan virkelighedens problemer ikke kan løses med handlederskaber og metoder fra et enkelt fag. Tværfagligheden udspringer dermed af at dyrepasseren, såvel som andre medarbejdere i Zoo, oplever hverdagsudfordringer der overskrider afgrænsningerne mellem fagene i folkeskolen. Netop at kunne arbejde tværfagligt er vigtigt, for eleverne lærer at tænke kreativt og anvende problemløsningsmetoder fra alle skolens fag. Og vigtigheden af tværfaglighed kan kun blive større i fremtiden da eleverne er en del af et samfund i hastig udvikling hvor arbejdsbetingelser hurtigt kan ændres. En vigtig opgave for folkeskolen er derfor at træne eleverne i at tænke og løse opgaver tværfagligt så de kan magte de nye opgaver der opstår i fremtiden (Breindahl, 1990).

Undervisningen i Zoo har fokus på anvendelsen af matematik og ikke på at tilægge sig konkrete matematiske færdigheder. Vi er derfor i høj grad afhængige af et samarbejde med lærerne, som fagligt skal forberede eleverne på hvilke matematiske redskaber de vil få brug for i Zoo. Det er væsentligt for os at vi ikke overtager matematikundervisningen, men derimod supplerer med anvendelsesmuligheder der ikke er tilgængelige i det normale klasserum.

I det følgende vil vi beskrive og forklare vores praksis omkring tværfaglige forløb med matematik, både med udgangspunkt i vores faste grundforløb og vores særligt tilrettelagte forløb.

## Faste forløb

Vores faste matematikforløb er bygget op omkring en hjemme-ude-hjemme-struktur. Klassens lærere bliver hermed nøglepersoner der skal sikre en god transfer mellem skole og Zoo. Hjemme på skolen kan læreren via vejledning og arbejdsark fra Zoo forberede eleverne på hvad en regnehistorie er, og hvordan der skal arbejdes med regnehistorier i Zoo. Når eleverne kommer i Zoo, møder de en Zoounderviser som fortæller om udvalgte slanger, deres foder, og hvilke matematiske udfordringer man som dyrepasser støder på i hverdagen i Zoo. Eleverne får mulighed for at komme helt tæt på de dyr som de præsenteres for, ved at holde dem og observere dem. Herefter er det op til eleverne selv at finde på regnehistorier ud fra informationer om de konkrete dyr og fortællinger om dyrepasserens arbejde. Herved bruger eleverne de matemati-



ske redskaber de besidder, i en anderledes sammenhæng til at udregne et konkret og virkeligt hverdagsproblem. En vigtig biologisk pointe eleverne kommer frem til gennem deres regnehistorier og sammenligning af disse, er at aktivitetsniveauet hos dyr har en stor betydning for hvor meget foder de har brug for. Konkret kommer eleverne frem til at en mindre, men aktiv slange faktisk på længere sigt spiser mere end en større og mere passiv slange. Ved at arbejde med matematikken på denne måde kan vi hjælpe til med at fjerne adskillelsen mellem matematik og biologi og tydeliggøre tværfagligheden ved at fagene er afhængige af hinanden.

Tilbage på skolen kan eleverne arbejde videre med de regnehistorier de lavede i Zoo, og fx bytte regnehistorier med klassekammerater eller arbejde sammen med yngre elever om at løse regnehistorierne. Ved at koble de yngre elever på forløbet er det muligt at skabe en endnu bedre transfer mellem det der er sket i Zoo, og den matematik eleverne arbejder med til daglig hjemme på skolen. Det vil være naturligt at eleverne udover at forklare de matematiske problemstillinger og løsninger bruger tid på at beskrive og forklare for de yngre elever hvad de har oplevet, og hvorfor det er væsentligt at vide noget om hvor meget slangerne spiser.

Vores faste matematikforløb i Zoo er delt op i to niveauer: 3.-4. klasse (45 min) og 5.-6. klasse (90 min). Forløbene er opbygget så der er god sammenhæng og progression mellem de to forløb, men kan sagtens bruges uafhængigt af hinanden. I forløbet for 3.-4. klasse er der fokus på opbygningen af en regnehistorie. Eleverne arbejder med at færdiggøre regnehistorier ved at lave afsluttende spørgsmål til en kendt faktatekst og efterfølgende løse dem. I forløbet til 5.-6. klasse skal eleverne selv opbygge hele regnehistorien ud fra fakta om slanger og mus samt kriterier der opstilles i fællesskab for klassen. Ved at arbejde med regnehistorier på denne måde forsøger vi at ramme både elevernes individuelle niveau og deres interesse inden for feltet. Eleverne kan arbejde ud fra de forudsætninger de kommer med, og skal ikke bruge energi på at forstå matematikken. I stedet skal eleverne fokusere på hvordan matematik kan bruges som redskab til at blive klogere på biologien, og i dette tilfælde hvor meget foder slanger skal have, og hvorfor.

## Matematik i ZOO, 5.-6. klasse

Eleverne får følgende informationer:

### Mælkesnog

Skoletjenesten har 2 voksne mælkesnoge der hver spiser ca. 100g mus hver 14. dag.



### Kongepyton

Skoletjenesten har 3 kongepytoner der hver spiser ca. 120g mus hver 3. uge.



Ud fra disse informationer skal eleverne lave deres egne regnehistorier.

På et år bliver det tydeligt, hvis man sammenligner mælkesnogen og kongepytonen, at mælkesnogen spiser mere end kongepytonen til trods for at den er mindre. Ved opsamlingen sætter vi ord på hvordan foder og aktivitetsniveau hænger sammen.

## Gymnasieforløb

Udover vores faste grundforløb med titlen "Matematik i Zoo" anvender vi ligeledes matematiske redskaber til at blive klogere på biologi og psykologi på gymnasieniveau. Under overskrifterne "Respiration og Stofskifte" samt "Angst" bruger vi matematiske metoder til at analysere data som eleverne selv har opsamlet. Forløbene er baseret på elevernes eksperimenter, og hertil bruges dataloggere til at opsamle og dokumentere data i forsøgene. Under "Respiration og Stofskifte" måler eleverne kuldioxid- og iltkoncentrationen over tid i et lufttæt kammer med hhv. et lille pattedyr, et større pattedyr og et krybdyr. Data fra forsøgene er afgørende for at få en forståelse for forskelle i energiforbrug for hhv. pattedyr og krybdyr og ligeledes forskellen på varmetab hos pattedyr i forhold til deres overfladeareal og volumen. I undervisningen sætter vi data fra forsøgene ind i et Excel-ark og springer derved udregningerne over. Dette har vi valgt at gøre for at bruge tiden i Zoo til diskussion af resultaterne.

Under forløbet "Angst" måles pulsen over tid på en forsøgsperson under mødet med et dyr; en fugleedderkop eller en større slange. Pulsmålingerne kan fortælle os hvordan kroppen kan reagere i mødet med noget ukendt. I Zoo analyserer vi pulskurverne ved visuel sammenligning, men hjemme på skolen er det oplagt at gå i dybden med en matematisk sammenligning. Ved begge forløb vil lærerne efterfølgende få tilsendt Excel-ark med de opsamlede data så eleverne hjemme på skolen kan arbejde i dybden med resultaterne.

## Særligt tilrettelagte forløb

Udover de faste forløb har vi flere samarbejdsskoler hvor lærerne har ytret ønske om at bruge matematik tværfagligt. I disse forløb har vi mulighed for at tilrettelægge og planlægge undervisningen i samarbejde med lærerne og deres læreplaner, og vi har desuden mere tid sammen med eleverne. Tiden betyder at eleverne kan lave flere forskellige praktiske øvelser så vi kommer mere i dybden og omkring flere matematiske hverdagsproblematikker. I det følgende nævnes nogle eksempler fra særligt tilrettelagte forløb.

For 3. klassetrin har vi under temaet dyreadfærd og dyrevelfærd brugt geometri og opmåling som redskab til at konkretisere muligheder og udfordringer inden for temaet. Vi har fælles diskuteret dyrevelfærd, og med geden som eksempel har eleverne lavet observationer i anlægget for dværggeder for at blive klogere på deres adfærd. Efterfølgende har eleverne lavet arealopmålinger af indendørs- og udendørsanlæg, opmålt størrelse på gederne og optalt voksne og unge individer i flokken. Elevernes egne målinger og observationer blev herved udgangspunktet for diskussion af dyreadfærd og dyrevelfærd. Eleverne oplevede gennem forløbet at hverken teori om geden eller praktisk arbejde i forhold til opmåling kunne stå alene, men de forskellige aktiviteter understøttede hinanden og er lige nødvendige for at kunne nå frem til et resultat.

I et tværfagligt innovationsforløb for 5. klassetrin har vi arbejdet med matematikken som redskab til at tydeliggøre og konkretisere argumenter i en diskussion om bæredygtighed. Eleverne blev stillet udfordringen "Hvordan kan Zoo genbruge de store mængder af næsehornsfort der hvert år produceres i Zoo?". Idéerne var talrige og rummede alt fra biogas over byggesten til tøjproduktion. I Zoo fik eleverne en række oplevelser og informationer som de, ved brug af egen matematisk viden, skulle bearbejde så de endte med nogle konkrete beregninger på hvor mange containere fort der transporteres væk fra Zoo hvert år. Eleverne målte og vejede både friske og tørrede forte samt tog mål af en affaldscontainer, hvorefter de, med en viden om hvor mange forte hvert næsehorn laver dagligt, kunne beregne dels hvor meget fortene fylder, dels hvor mange containere der fyldes hvert år. For at imødekomme elevernes faglige niveau valgte vi at simplificere beregningerne ved at udvikle en "fortepresse"

så eleverne kunne regne på kasseformede lorte. Det er væsentligt at man i sådanne projekter rammer elevernes faglige niveau hvor de er trygge og tør bruge deres matematiske viden og derigennem udvikle deres matematiske kompetencer. Mange elever i 5. klasse kan godt arbejde med mere avancerede formler, men i og med de i forvejen er ude af deres vante rammer, og formålet ikke er at tilegne sig ny matematisk viden, men derimod at anvende allerede kendt viden, er det vigtigt for os at ramme et niveau hvor alle elever oplever succes med deres beregninger. Gennem de matematiske beregninger fik eleverne et indblik i hvor mange tons lort der er tale om, og det gav dem mulighed for at regne på om deres idéer var rentable. Fx hvor mange byggesten man kan producere på et år, eller hvor meget "rent" vand man kan udvinde af lortene.

### Specialforløb, 5. klasse

Eleverne fik følgende informationer:

Voksent næsehorn laver ca. 30 lorte dagligt.

I ZOO er der 3 voksne næsehorn.

Derudover måler eleverne selv en affaldscontainer samt vejer og måler lorten vha. lortepressen.

Ud fra disse oplysninger skal eleverne udregne hvor mange containerfulde næsehorns lort der produceres i ZOO på et år.

Når eleverne har fået indblik i hvilke mængder af lort der produceres i ZOO, skal de gennem en innovationsproces der munder ud i at eleverne selv kommer med nogle konkrete bud på hvordan ZOO kan genanvende lorte med fokus på bæredygtighed.



## Afslutning

Ved at tilbyde matematikforløb forventer vi at være med til at nedbryde rammerne mellem biologi og matematik. Vi ønsker ikke at eleverne skal lære matematiske redskaber hos os, men at de trænes i at bruge de redskaber de allerede besidder. I Zoo bliver eleverne stillet over for en helt konkret udfordring som tager udgangspunkt i hverdagen i Zoo. Ved at være med til at løse et "ægte" problem kobler vi de matematiske færdigheder eleverne lærer i skolen, med den verden som problemerne skal løses i.

Med matematikforløbene har vi desuden det mål at gøre matematik og biologi til tværfaglige turdage og dermed understrege at ekskursioner ud fra skolen aldrig bør baseres på et enkelt fag. Tværtimod er ekskursioner oplagte muligheder for at have fokus på hvordan alle folkeskolens fag gensidigt understøtter hinanden.

## Referencer

Breindahl, P. (1990): Om faglighed – og om tværfaglighed. KVAN, årgang 10, nr. 27, s. 69-80.  
Folkeskoleloven (Bekendtgørelse af lov om folkeskolen): <https://www.retsinformation.dk>.

# Internationale tværfaglige fællesskaber i undervisningen



Niels Anders Illemann  
Petersen, UCN  
Læreruddannelsen



Thomas Kjærgaard, UCN  
Læreruddannelsen



Anna Bruun, UCN  
Læreruddannelsen

**Abstract:** Gennem udviklingsarbejde på UCN læreruddannelsen, Aalborg, i samarbejde med Howest UC, Belgien, Høgskolen i Østfold, Norge, samt University of Northampton, England, er der indhentet erfaringer med muligheder og udfordringer i en undervisning hvor der i grundskolen indgår samarbejde mellem elever på tværs af landegrænser.

Når elever er afhængige af resultater fra et andet land for selv at kunne komme videre med deres eget projekt, bliver der opmærksomhed på hvad deres samarbejdspartnere arbejder med, og dermed mulighed for at skabe den læring som er den ekstra dimension i et internationalt projekt.

## Indledning

Regeringen lancerede i juni 2013 handlingsplanen “Øget indsigt gennem globalt udsyn” med fokus på internationalisering, bl.a. hos lærerstuderende (Øget indsigt gennem globalt udsyn, 2015). I grundskolens naturfag er der ifølge forenklede fælles mål også fokus på globalt udsyn, bl.a. i faget biologi (“Eleven kan diskutere løsnings- og handlemuligheder ved bæredygtig udnyttelse af naturgrundlaget lokalt og globalt”), samt i naturfagenes fællesfaglige fokusområder (“Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan”, EMU Danmarks læringsportal, u.å.).

Hvordan kan et globalt udsyn give øget indsigt? Inden for grundskolens fag er der emner som vi vil mene eleverne kan få en øget indsigt i ved at give dem et globalt udsyn, fx klimaforandringer, energiforsyning eller produktion og teknologi. Det er emner der ikke kun knytter sig til et enkelt fag, og samtidig emner der er relevante

at give et internationalt fokus i undervisningen. I artiklen er der fokus på både de muligheder og udfordringer der ligger i en undervisning hvor der indgår samarbejde med undervisningsinstitutioner på tværs af landegrænser.

## Projektbeskrivelse

Gennem udviklingsarbejde på UCN læreruddannelsen, Aalborg, i samarbejde med Howest UC, Belgien, Høgskolen i Østfold, Norge, samt University of Northampton, England, er der indhentet erfaringer med de muligheder og udfordringer der ligger i at få undervisere og lærerstuderende samt lærere og elever til at indgå i et tværfagligt samarbejde hvor internationalisering bliver relevant. Udviklingsarbejdet er et treårigt Erasmus+-projekt, "Digital Learning across Boundaries (DLaB)", hvor målet er at udvikle innovative, tværfaglige og interkulturelle anvendelser af teknologi i undervisningen (<http://DLaBerasmus.eu/>).

Erfaringerne stammer fra konkrete tværfaglige internationale samarbejder i DLaB mellem undervisere på læreruddannelserne, lærerstuderende, lærere på skolerne og eleverne. Omdrejningspunktet for samarbejderne er i alle tilfælde undervisning på grundskoler i de fire lande med elever på mellemtrinnet (9-14 år).

Det overordnede fokus gennem hele projektet er at overskride kulturelle og geografiske barrierer ved hjælp af digitale teknologier, og hvert år har et tema som adresserer forskellige vinkler i et internationalt tværfagligt samarbejde.

Første år (2016-2017) var temaet Technology Outdoors, andet år var temaet STEM to STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics), og her på tredje år er temaet CLIL (Content and Language Integrated Learning). Temaerne i projektet er valgt ud fra tilgange der potentielt har indflydelse på undervisningspraksis og dermed vil kunne være med til at forandre denne (DLaB, u.å.).

Inden for de enkelte temaer er der arbejdet med forskellige emner. Det første års tema, Technology Outdoors, var inddelt i fire emner: Science Outdoors, Creating Trails, Wild Writing og Art in the Environment. I hvert land arbejdede fire klasser med hvert sit emne, og de indgik i et samarbejde med klasser fra de andre lande som også arbejdede med samme emne. I denne artikel er der fokus på resultaterne fra de klasser der samarbejdede internationalt om Science Outdoors. Science Outdoors-klasserne undersøgte og udvekslede data om klimaforandringer. Samarbejdet foregik ved at klasserne i de respektive lande lavede forskellige undersøgelser i deres eget lokalområde. Derefter udvekslede de undersøgelsesmetoder, resultater samt konklusioner med deres partner-klasser fra de andre lande. Dette samarbejde foregik over en periode på 3 måneder. Til slut skulle de enkelte klasser på baggrund af samarbejdet drage en konklusion.

Andet års tema, STEM to STEAM, var inddelt i tre kategorier: Seeing STEAM, Hearing

STEAM og Experiencing STEAM. I hvert land var der tre klasser på mellemtrinnet der samarbejdede inden for de enkelte emner. Artiklen her har fokus på resultater fra de klasser der samarbejdede internationalt om Experiencing STEAM. Samarbejdet var dette år koncentreret i tre internationale dage fordelt over 3 måneder hvor alle klasser i alle lande arbejdede samtidig, og igen skulle der udveksles information undervejs. Til alle klasser i alle fire lande var der begge år tilknyttet en underviser fra læreruddannelsen, to til tre lærerstuderende samt klassens egen lærer. I de klasser vi har fokus på, var klassens egen lærer en naturfagslærer.

Elevernes materialer blev udvekslet via den digitale platform eTwinning ([www.etwinning.net](http://www.etwinning.net)) som netop er oprettet af EU som en kommunikationsplatform for europæiske skoler.

Kommunikationen mellem klasserne foregik via Skype.

## Baggrund

Internationalisering er ifølge Tove Heidemann der har internationalisering som forskningsområde, defineret som:

“en ændringsproces, hvor ledere og medarbejdere indretter uddannelsen, således at man kan samarbejde med partnere i andre lande. Det sker gennem øget mobilitet af studerende og lærere, fælles udviklingsprojekter og inddragelse af internationale aspekter og perspektiver i undervisningen” (Heidemann, 2016, s. 158).

Samarbejdet mellem grundskolerne i DLaB indbefatter ikke øget mobilitet af eleverne, men vi definerer det som internationalisering da de resterende parametre er opfyldt.

De teknologier der muliggør det samarbejde DLaB bygger på, er forholdsvis nye, hvilket betyder at der ikke er mange afrapporterede projekter fra Danmark at referere til. Dog har vi fundet inspiration i projektet 21st Century Europe, Energy and Media. Dette projekt er et EU-projekt støttet af Comenius-programmet. Projektet iscenesatte et tværfagligt, europæisk samarbejde mellem et gymnasium i London, i Bourgogne og Aalborg Tekniske Gymnasium. Projektet bød på 3 fysiske møder og 9 virtuelle møder. De virtuelle møder foregik via Skype, og eleverne samarbejdede via Google Docs (Georgsen, Nyvang & Torp, 2007).

Af andre eksempler på at man arbejder med internationalisering herhjemme, kan nævnes:

- Besøg fra en undervisningsassistent fra et andet land via AIESEC (<https://www.aiesec.dk/>)



- Verdenstimen hvor undervisningen tager udgangspunkt i de 17 verdensmål (<https://verdenstimen.dk/>)
- Skoletjeneste i Aalborg Zoo hvor der fx kan være fokus på økosystemer (Aalborg Zoo, u.å.)
- Røde Kors-oplevelsen hvor der fokuseres på Røde Kors' udfordringer og løsninger på kriser i verden (Røde Kors, u.å.).

## Emne: Klimaforandringer – beskrivelse af et undervisningsforløb

Eleverne i en dansk, en norsk og en belgisk 6. klasse skulle undersøge årsager og konsekvenser omkring klimaforandringer i deres lokalområde og udveksle resultaterne med hinanden, hvorefter klasserne hver for sig skulle bruge resultaterne til at drage konklusioner omkring klimaforandringer.

I den danske klasse blev projektet introduceret med en diskussion omkring klimaforandringer. Eleverne nævnte drivhuseffekt og CO<sub>2</sub>, at isen på polerne ville smelte, og at nogle områder i verden ville blive oversvømmet. Læreren fortalte om de hændelser i skolens lokalområde med kraftigt regnskyl hvor kloakker var blevet oversvømmet – var det mon klimaforandringer? Der blev diskuteret hvor CO<sub>2</sub> kommer fra, og læreren foreslog at de kunne måle CO<sub>2</sub>-indhold i luften samt bruge digitale kort til at undersøge hvor i lokalområdet der var risiko for oversvømmelser. Resultaterne skulle formidles til den norske og den belgiske klasse på to planlagte skype-møder samt via en egenproduceret “nyhedsudsendelse” ved hjælp af Green Screen. Nyhedsudsendelsen skulle deles med den norske og den belgiske klasse på eTwinning. Formidlingen skulle foregå på engelsk. Den norske klasse undersøgte forekomsten af Stillehavsøsters; den belgiske klasse undersøgte hvordan landbrug og industri havde indflydelse på udledning af drivhusgasser.

Forløbet indeholdt følgende elementer:

- Introduktion til klimaforandringer, diskussion på klassen
- Valg af målbare årsager og konsekvenser ifht. klimaforandringer
- Indsamling af data i lokalområdet
- Udveksling af data med den norske og belgiske klasse via Skype
- Konklusion på baggrund af egne data samt data fra den norske og den belgiske klasse
- Formidling af konklusioner via egenproduceret nyhedsudsendelse på eTwinning.

Eleverne var meget optaget af CO<sub>2</sub>-målingerne i deres grupper og optaget af at der skulle indsamles resultater som den norske og belgiske klasse kunne bruge. Eleverne kom med forslag til undersøgelser: Der skulle indsamles luft i et trafikeret vejkryds tæt

på skolen, i klasseværelset, deres egen udåndingsluft samt udstødningsgasser fra en bil. Alle elever indsamlede prøver i plastposer samt målte  $\text{CO}_2$ -indhold med  $\text{CO}_2$ -måler og dataopsamlingsudstyr, de kiggede på kort og indtastede forslag til vandstandsændringer og diskuterede resultaterne.



Figur 1. Måling af  $\text{CO}_2$ -indhold i luftprøve.

Men under den del hvor kommunikation med de udenlandske klasser skulle forberedes og gennemføres via Skype, samt den del hvor nyhedsudsendelsen skulle produceres, var elevernes deltagelse anderledes. Læreren inddelte eleverne i grupper således at der i hver gruppe var mindst én elev med kompetence til at løse formidlingsopgaverne. Sætninger skulle formuleres på engelsk, og tekster skulle skrives som forberedelse til skypemøderne og nyhedsudsendelserne. Nyheder skulle læses op, og nyhedsudsendelsen skulle filmes og redigeres. Green Screen kræver grøn baggrund som de havde ét sted på skolen. Der skulle således kun laves én udsendelse hvilket begrænsede arbejdsopgaverne. Nogle elever faldt fra; der var tilsyneladende ikke brug for dem i deres grupper. Alle var dog stadig meget opsatte på at resultaterne skulle med i formidlingen. De var stadig interesserede i Norges og Belgiens resultater, men de manglede en rolle som de kunne udfylde i formidlingsarbejdet.

## Analyse af projektets erfaringer

### *Indbyrdes afhængighed mellem klasserne*

Vi observerede som beskrevet i emnet om klimaforandringer at eleverne er engagerede i at indsamle data. Ifølge Dohn (2014) kan engagement betegnes som motiveret adfærd. Det er vores erfaring fra udviklingsarbejdet, som understøttes af Wengers teori om praksisfællesskaber (Wenger, 2004), at når eleverne arbejder i praksisfællesskaber etableret på baggrund af indbyrdes afhængighed, medfører det at eleverne bliver opmærksomme på hvad deres samarbejdspartnere arbejder med. I dette tilfælde er alle parter afhængige af at udveksle resultater på tværs af grænser for at nå en konklusion på deres undersøgelser.

Den indbyrdes afhængighed og opmærksomhed mellem klasserne åbner muligheden for at eleverne kan opnå den indsigt som er den ekstra dimension i et internationalt projekt, jævnfør indledningen. Arbejder man med klimaforandringer, så arbejder man med en problemstilling der går på tværs af grænser. For at få den forståelse at det ikke kun er et lokalt problem, kan samarbejde med andre der arbejder med klimaforandringer i et andet land, være relevant. For at eleverne "ser" hvad de andre arbejder med, skal den indbyrdes afhængighed skabes. Herved får eleverne opmærksomhed på hvad der sker andre steder i verden, og dermed tilegner de sig indsigt i at klimaforandringer er et globalt problem.

Ifølge Dohn (2007) er interesse stimulerende for motivationen. For nogle af eleverne skyldes motivationen i projekterne sandsynligvis en situationel interesse da det ikke umiddelbart er sådan at alle eleverne på forhånd er interesseret i undervisningens tema. Den situationelle interesse kan fremmes ved hands-on-aktiviteterne i projektet, men også ved at der er en meningsfuldhed i elevernes arbejde og deres behov for at indgå sociale relationer (Dohn, 2007). Meningsfuldheden i dette projekt er tilgodeset ved at eleverne laver undersøgelser og producerer resultater som deres partner-klasse har brug for. Desuden arbejdes der med et autentisk indhold i form af selve temaet klimaforandringer, men også fordi de resultater de producerer, skal bruges af andre.

### *Elevernes mulighed for deltagelse*

Ifølge Wenger (2004, s. 161) er viden kompetent deltagelse i praksis. Inden for det praksisfællesskab som findes mellem to klasser og deres lærere i det internationale samarbejde, er der en række kompetente deltagelseshandlinger. Det er fx erkendelse af noget nyt inden for det tema de arbejder med, opdagelse af faglige sammenhænge, spørgsmål til temaet, tolkning af resultater, ideer til undersøgelser, formidling af sammenhænge til partnerklasserne og til hinanden, ideer til formidling samt løsning af praktiske problemer i forbindelse med undersøgelse og formidling.

Praksisfællesskabet fastslår hvad der skal til for at være en kompetent deltager (Wenger, 2004, s. 161). Den enkelte elev i en klasse der indgår i samarbejdet, er sandsynligvis en kompetent deltager i klassens eget praksisfællesskab fordi eleverne hver især har forskellige roller i klassen. Der er i den enkelte klasse flere muligheder for at være en kompetent deltager end de eksempler der er nævnt i afsnittet ovenfor, da kompetent deltagelse i klassen også handler om sociale kompetencer. Men det er til gengæld ikke givet at den enkelte elev er en kompetent deltager i det praksisfællesskab der er på tværs af klasserne i det internationale samarbejde. Kompetent deltagelse i dette nye praksisfællesskab er defineret mere snævert. Det begrænser sig til det der er nævnt i afsnittet ovenfor. I det praksisfællesskab der eksisterer i det internationale samarbejde, er der ikke behov for sociale kompetencer. Det skyldes at det meste af samarbejdet foregår via udveksling af resultater, konklusioner og produkter via eT-winning samt korte skypemøder hvor fokus er på udveksling af information relevant for projektet. I det nye praksisfællesskab mellem klasserne kan man derfor være en outsider hvis man ikke kan bidrage med kompetente deltagelseshandlinger, og man tilegner sig dermed ikke den viden der er målet med praksis. Flere af eleverne kunne ikke bidrage med kompetente deltagelseshandlinger i formidlingsdelen; de faldt fra, også pga. manglende arbejdsopgaver. Når vi taler sammen, skaber vi meninger i en meningsforhandlingsproces (Wenger, 2004, s. 66). Forhandlingen er opnåelse af enighed, og når eleverne arbejder sammen i grupperne, kan nogle af dem opleve deres engagement som meningsfuldt; andre kan opleve at deres engagement er meningsløst.

Ifølge Wenger (2004, s. 71) udvikler man sin deltageridentitet gennem deltagerrelationerne. Deltageridentiteten hos den enkelte elev i klassen får betydning for muligheden for kompetent deltagelse i praksisfællesskabet i det internationale samarbejde. Når læreren i klassen foreslår hvem der skal formidle, indsamle data eller udføre andre opgaver i det internationale samarbejde, eller når eleverne fordeler arbejdet i en gruppe, er det på baggrund af elevens deltageridentitet i klassens eget praksisfællesskab.

For at man kan være engageret i et praksisfællesskab, skal man have betydning, og man skal have mulighed for at bidrage i samarbejdet. Elevernes forudsætning i deres egen klasse er at de kan deltage i skoledagen med deres tilstedeværelse, deltagelse, viden og opmærksomhed. Forudsætningen for gensidigt engagement i det internationale projekt er at de kan deltage i en mere snæver sammenhæng. De skal kunne kommunikere med den anden klasse, formidle, måle og beregne. De skal i det hele taget bidrage med det der har betydning for selve projektet. Læreren er med til at definere hvornår man er en fulgyldig deltager, ved at anerkende og sørge for arbejdsopgaver. Læreren har dermed en opgave i det Wenger (2004, s. 92) betegner som fællesskabsopretholdelse.

Den fælles virksomhed, det som sker når eleverne arbejder sammen, kommer af en kollektiv forhandlingsproces og er defineret af deltagerne i praksisfællesskabet (Wen-

ger, 2004, s. 95). Virksomheden i det internationale samarbejde er ikke så kompleks som den fælles virksomhed klasserne har hver for sig. I det internationale samarbejde er den fælles virksomhed arbejdet i projektet. Det betyder at man som elev ikke kan bidrage med så meget andet end samarbejdet. Virksomheden defineres umiddelbart af deltagere fra forsknings-/udviklingsgruppen der mødes på tværs af landene, heriblandt klassens lærer, men eleverne har som deltagere også mulighed for at forhandle virksomheden inden for de rammer der er givet. Vi kan fx i forsknings-/udviklingsgruppen have besluttet at slutproduktet efter et tema skal være en Green Screen-film, men hvis en elevgruppe på egen hånd vælger at lave stop-motion-film og ender med et godt resultat, er det muligt at det godtages af læreren. Dermed kan erfaring styre kompetencen (Wenger, 2004 s. 163), og eleverne kan opleve kompetent deltagelse.

Kompetence kan omvendt også styre erfaringen (Wenger, s. 162). Her skal elevernes erfaring indordnes for at opnå den definerede kompetence i praksisfællesskabet. Det skal for nogle elever ske for at de kan være en del af praksisfællesskabet i det internationale samarbejde. Det kan være at bruge deres viden om at lave stop-motion-film og tilpasse denne viden således at de kan deltage i arbejdet med at lave Green Screen-film, eller bruge deres sprogkompetencer til at formulere sætninger på engelsk med nye naturfaglige begreber.

Opsamling på analysen:

- Indbyrdes afhængighed mellem klasserne skaber opmærksomhed.
- Indsamling af resultater som partnerklasserne har brug for, giver meningsfuldhed.
- Der er i den enkelte klasse flere muligheder for at være en kompetent deltager end i det internationale samarbejde hvor de sociale kompetencer ikke har betydning. Forudsætningen for deltagelse i det internationale projekt er at eleverne kan bidrage med det arbejde der har betydning for selve projektet.
- Lærerens uddelegering af opgaver har betydning for elevernes oplevelse af deltagelse.
- Det internationale samarbejde defineres af de undervisere der samarbejder om projektet, men kan påvirkes af elevernes erfaringer og dermed have betydning for elevernes oplevelse af deltagelse.

## Konklusion

Når eleverne skal arbejde sammen på tværs af grænser, har den indbyrdes afhængighed positiv indflydelse på deres opmærksomhed omkring den viden som deres partner-klasser bidrager med. Et internationalt samarbejde kan dermed være en fordel for elevernes forståelse af globale sammenhænge inden for et tema.

Da tilegnelse af viden kræver engagement og deltagelse, er det vigtigt at være op-

mærksom på at et internationalt samarbejde uden andre relationer end skypemøder og udveksling af information via digitale medier er et praksisfællesskab med færre muligheder for gensidigt engagement og kompetent deltagelse end i klassens eget praksisfællesskab. Det kan have betydning for nogle af elevernes mulighed for deltagelse.

Formidlingen og teknologien skal holdes enkel således at alle kan være aktive. Teknologier som Green Screen gav kun få elever muligheden for at være aktive på en gang. Små selvproducerede videoer produceret med elevernes egen telefon, stop-motion og lignende giver bedre mulighed for at alle, eller mange små grupper, kan bidrage med et resultat.

## Referencer

- DLaB (u.å.). *Project Themes*. Lokaliseret d. 24. juni 2018 på: <http://DLaBerasmus.eu/project-themes/>.
- Dohn, N.B. (2007). Elevers interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv. *MONA*, (3), 7-24.
- Dohn, N.B. (2014). Motiverende og interesseskabende naturfagsundervisning. Lokaliseret d. 20. september 2018 på: <https://astra.dk/blog/ntsadmin/motivation-og-interesse>.
- EMU Danmarks læringsportal (u.å.). *Biologi – Fælles Mål, læseplan og vejledning*. Lokaliseret d. 24. juni 2018 på: <http://www.emu.dk/modul/biologi-m%C3%A5l-l%C3%A6seplan-og-vejledning>.
- Georgsen, M., Nyvang, T. & Torp, K. (red.) (2007). *Er der en lærer tilstede?: Kvalitet i virtuel undervisning og feedback på elevernes skriftlige arbejde på hf, hhx, htx og stx*. (Elearnng Lab Publication Series; Nr. 11). Aalborg: Department of Communication, Aalborg University.
- Heidemann, T. (2016). Status på internationalisering i læreruddannelsen. *Studier i læreruddannelse og -profession*, 1(1), 157-175.
- Røde Kors (u.å.). *Røde Kors Oplevelsen*. Lokaliseret d. 24. juni 2018 på: <https://www.rodekors.dk/product/6>.
- Wenger, E. (2004). *Praksisfællesskaber*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Øget indsigt gennem globalt udsyn. (2015). Lokaliseret d. 24. juni 2018 på: <https://ufm.dk/uddannelse-og-institutioner/internationalisering/regeringens-strategier-for-internationalisering/oget-indsigt-gennem-globalt-udsyn>.
- Aalborg Zoo (u.å.). *Aalborg Zoos skoletjeneste*. Lokaliseret d. 24. juni 2018 på: <https://aalborgzoo.dk/undervisning.aspx>.

## English abstract

*In an international collaboration, Digital Learning Across Boundaries, the UCN Teacher Education in Denmark, Howest University in Belgium, Høgskolen i Østfold in Norway and the University of Northampton in England have investigated how working with interdependency in joint international projects can improve the learning outcome and motivation of pupils in primary and lower secondary school.*

*By crossing physical and subject boundaries using technology and an innovative approach, the project has gained experience with the opportunities and challenges that arise when collaborating across boundaries.*

# Naturfagsundervisningen sat i skema



Anne Marie Kirkeby,  
Roslev Skole

**Abstract:** *Det startede som en ide mellem to kollegaer, endte med at bringe både elever og lærere tættere på naturfagene. Arbejdet med rubrics og lærende fællesskaber har været med til at forme rammerne om naturfagsundervisningen på Roslev Skole de sidste 3 år. Jeg vil i artiklen her beskrive hvordan vi kom i gang, og de erfaringer vi har gjort os på godt og ondt.*

## En rejse til Toronto

Et kort indblik i det canadiske skolesystem blev startskuddet til en styrkelse af naturfagsundervisningen på Roslev Skole. Vi blev i Canada introduceret til brugen af rubrics og et fast pensums betydning for elevernes faglige udvikling.

Med indførelsen af den nye fælles naturfagsprøve var det oplagt at se på hvordan de strukturer vi mødte i Canadas skolevæsen, kunne bidrage til at styrke elevernes læring i naturfagsundervisningen. Vi havde en forhåbning om at det kunne hjælpe os og eleverne til at nå i mål med kompetencetænkning, ny prøveform og at åbne de enkelte fag op og samle dem igen i en tværfaglig undervisning.

## Rubrics

En rubric er en matrix der anvendes til at synliggøre læringsmål og forventninger til elevernes arbejde. Rubrics kan anvendes af lærere som værktøj til at planlægge et forløb. Eleverne kan anvende rubrics til at få overblik over forventninger og differentierede evalueringskriterier og bruge den aktivt til at fremme egen læring. Den samme rubric kan bruges af både elever og lærere til at evaluere et projekt, en opgave eller et endt forløb.

Vores erfaringer med opbygning og anvendelse af rubrics er mange, og jeg vil her komme med nogle af de vigtigste således at andre selv kan komme i gang med at lave og anvende rubrics i deres egen undervisning. Hvis man ønsker at læse mere



og se andre eksempler på rubrics i andre fag, kan jeg anbefale *I mål med læring* af Mette Molbæk og Sidse Hølvig Mikkelsen (1) der beskriver hele udviklingsprojektet som Roslev Skole deltog i.

Den vigtigste erfaring har for os bl.a. været at når man bruger rubrics i undervisningen i udskoling, så bør man ikke have mere end 4 mål som eleverne skal bedømme sig selv på, og hvert mål bør ikke deles i mere end 4 niveauer. Hvis rubrics gøres mere kompliceret end dette, har de fleste elever svært ved at overskue hvor deres eget niveau er, og hvad de gerne vil opnå, og dermed mister en rubric sin gavnlige effekt som værktøj for eleverne.

## Rubric – Forventninger til fælles naturfagsprøve.

Tag udgangspunkt i din/jeres egen problemstilling.

	Påbegyndt 1	Undervejs 2	Fuldført 3	Eksemplarisk 4
Undersøgelser-kompetence: Du kan designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i naturfag.	Jeg har formuleret en naturfaglig problemstilling, der kan undersøges. Jeg kan forklare faserne i en naturvidenskabelig undersøgelse.	Jeg ligger en plan for hvordan min problemstilling kan undersøges. Jeg opstiller hypoteser (forventninger) til undersøgelserne. Jeg kan udvælge eller selv designe undersøgelser, der belyser problemstillingen.	Jeg kan forklare hvorfor jeg har valgt disse undersøgelsesmetoder. Jeg har styr på resultaterne og kan fortælle hvad de viser. Jeg ved at fx. temperatur er en variabel - jeg ved hvilke variabler der er i mine undersøgelser.	Jeg er grundig i mine undersøgelser, og har styr på det data jeg indsamler. Jeg kan ud fra min undersøgelse finde sammenhænge med min problemstilling. Jeg har forholdt mig kritisk til mine resultater og kan oplyse om evt. fejlkilder.
Modellerings-kompetence: Du kan anvende og vurdere modeller i naturfag.	Jeg kan forklare forskelle på modeller og virkeligheden.	Jeg kan skabe overblik over mit emne ved at bruge modeller. Jeg kan bruge modeller til at forklare mit emne ud fra.	Jeg kan sætte mine egne resultater ind i relevante modeller.(grafer, diagrammer, mm.) Jeg er kritisk overfor modeller - er de tydelige nok?	Jeg skriver altid de rigtige symboler, og bruger så vidt muligt fagbegreber. Jeg kan bruge modellerne til at analysere min problemstilling.
Perspektivering-kompetence: Du kan perspektivere naturfag til omverdenen.	Jeg kan forklare hvordan min problemstilling hænger sammen med virkeligheden	Jeg kan beskrive hvordan udviklingen har været for samfundet - set med naturfagsbriller.	Jeg kan fortælle om udviklingen af den naturfaglige viden.	Jeg er kritisk når jeg sætter naturfaglig viden i forhold til anden viden. Jeg kan genkende når noget er naturfagligt - har rod i fysik/kemi, biologi eller geografi.
Kommunikations-kompetence: Du kan kommunikere om naturfaglige forhold.	Jeg sætter mig ind i hvad ting hedder på fagsprog. (naturfagsord)	Jeg bruger fagsproget når jeg formidler mit arbejde med problemstilling, både mundtligt og skriftligt.	Jeg bruger naturfaglige begrundelser, til at forklare og argumentere. Påstande skal altid op følges med viden og argumenter.	Jeg kan finde det vigtige i en tekst og andre kilder, gøre det til mit eget og bruge det i mit arbejde.
Karakter:	00-02	4	7	10-12

Figur 1. Rubric udarbejdet til naturfag, med beskrivelse af de 4 naturfagskompetencer

En anden vigtig erfaring vi har gjort os, er at niveau 1 i en rubric til et givent læringsmål skal give mening for alle elever i klassen og derfor tage udgangspunkt i elevernes faglige forudsætninger. Det kan betyde at formuleringen af niveau 1 bliver så simpel at det kan virke meningsløst. Det er dog vores erfaring at for de fagligt udfordrede elever er det ikke meningsløst, men meget vigtigt, så de kan se sig selv i de rubrics vi laver. Det er nødvendigt for dem for at kunne anvende den til at dygtiggøre sig.

Formuleringen af indholdet i vores rubrics var noget af det sværeste i processen. Indholdet bør formuleres på et elevvenligt sprog, men uden at gå på kompromis med den faglighed den skal fremme.

Vi er forpligtet til at inddrage og oplyse eleverne om grundlaget de vurderes og evalueres ud fra. Vi har erfaret at når vurderingsgrundlag og forventninger indsættes i en rubric, så kan eleverne vende tilbage til den igen og igen i deres arbejde. Tager man udgangspunkt i Fælles Mål eller prøvevejledningens bedømmelsesgrundlag når man vil formulere læringsmål og forventninger, er det især vigtigt at omformulere det til et sprog eleverne er bekendt med. Til det formål har vi anvendt Blooms taksonomi, med dennes ord til at beskrive forskellige niveauer af læring, og brugt denne som baggrund for ordvalget i vores rubrics. Det kan være ord som: beskrive, forklare, anvende, efterprøve m.m.

Når man skal i gang med at anvende rubrics i naturfagsundervisningen, er det afgørende at man får sine teamkollegaer med på ideen. Det er afgørende for at værktøjet får den opmærksomhed og brug der skal til for at eleverne begynder at benytte det på lige fod med novelleanalyser og regneregler. (Disse kan i øvrigt med fordel også indsættes i rubrics.)

## Lærende fællesskaber

Det kræver en del af et naturfagsteam at starte op med fælles naturfag og rubrics. Første skridt på vejen er at man får alle med. Helt med. Det kommer ikke til at have den ønskede effekt hvis enkelte kollegaer giver håndslag på at deltage i fælles forløb for så at køre deres eget og tale projektet ned i elevernes påhør. Jeg har heldigvis ikke selv oplevet kollegaer håndtere overgangen til fælles naturfag på den måde. Dog oplever jeg en del lærere rundt om i landet og på Big Bang-konferencen der fortæller om hvor svært det er at få andre naturfagslærere med. At det er svært at få dem til at åbne deres undervisning og lukke de andre fag ind.

Når så alle er med, giver det at udarbejde rubrics sammen mulighed for et rigtig godt lærende fællesskab blandt kollegaer. Til at starte med vil man opleve en del uenigheder om fx ordvalg, altså hvad tingene hedder i de tre naturfag, hvad der forventes af eleverne, og hvad indholdet skal være på de forskellige niveauer. Der skal sluges en del kameler, hakkes en hæl og klippes en tå, men når det er gjort, og alle har ofret et par af deres darlings, vil man som team stå tilbage med fælles udgangspunkt for den forestående undervisning.

Det er i dialogerne om vores forskellige opfattelser af hvad "godt arbejde" er, og hvad kvalitet er, at der for alvor kommer gang i det lærende fællesskab. Ved at sætte ord på over for kollegaer hvad man mener det vil sige fx at arbejde undersøgende. Ved at lade kollegaer stille undrende og opklarende spørgsmål får man derved bedre indblik i både egen og andres praksis. Det kræver en del mod og træning at lukke op og tale om sin praksis.

Vi startede med at afholde didaktiske samtaler som det kort er beskrevet af Bente

Bro Andersen, Karen Thastum og Jette Aabo Frydendahl i *Liv i skolen – 1/2016*, s. 47 (2). Vi observerede ikke hinandens undervisning, men medbragte hver et eksempel på en situation, et elevprodukt eller en faglig udfordring som vi førte samtalerne over som vi havde set det gjort i Toronto. Ved at følge en fast samtalestruktur føles det ikke helt så farligt at åbne op. Efter at have praktiseret denne metode nogle gange blev det mere naturligt at samtale om undervisningen, udfordringer og fordele.

For en del kollegaer vil det tage tid at overkomme frygten for at blive kritiseret, og det skal man respektere. Vi kan have meget forskellige opfattelser af hvad god undervisning er, og det skal der være plads til. Det man som team skal være undersøgende på, er derfor ikke hvad kollegaerne gør i undervisningen, men hvordan man kan finde fælles rammer for vejledning og evaluering af eleverne.

## Det lærte vi meget af

Vi lærte på den hårde måde hvilke konsekvenser det kan have at kaste sig ud i sådan et projekt når man ikke helt har fået afstemt hvad det er man gerne vil opnå. Vores første fællesfaglige fokusforløb var en katastrofe. Vi troede vi var enige, men vores rubric til emnet var ikke helt færdig endnu, og det endte med at både vi og eleverne var meget frustrerede. Hvis de spurgte én lærer hvad de skulle, fik de ét svar, spurgte de en anden, fik de et nyt svar, og hvis ikke de havde givet op der og spurgte den sidste, så fik de et helt tredje svar.

Vi lærte at når man underviser tværfagligt og er flere lærere om det, så er det vigtigt at finde et fælles udgangspunkt. Det udgangspunkt kan være svært at finde i naturfagene for selvom der er rigtig mange ligheder, er der også utrolig mange forskelle. Så for os blev det de 4 naturfagskompetencer vi tog udgangspunkt i. Vi gav os derfor til at undersøge hvad der stod om kompetencerne i læseplanen, i Fælles Mål og i prøvevejledningen. Ud fra det startede arbejdet med at formulere de 4 kompetencer i 4 niveauer.

Vi lærte også at man ikke behøver at vide alt om de andres fag når man starter med at lave tværfaglig naturfagsundervisning, for det kommer lige så stille hen ad vejen. Man finder ud af at mange begreber og fænomener beskrives af alle tre naturfag, men med hver deres bidrag. På den måde lærte vi at vi allerede vidste en hel del om de andre naturfag igennem vores eget fag. Et begreb som nærings-ioner er ikke helt så uoverskueligt når man finder ud af at det i biologi beskrives som næringsssalte og i geografi som næringsstoffer. Tre sider af samme sag som giver en større forståelse og et fælles udgangspunkt. Det er igennem arbejdet med det faglige indhold i planlægningen og gennemførelsen af de første forløb at man opdager den kobling der er mellem naturfagene, som eleverne også gerne skal opleve gennem undervisningen.

Vi lærte at det ikke er farligt at dele sin undervisning med kollegaer, og at der ofte

kommer nogle uventede sidegevinster i samarbejdet med kollegaerne. Det er grænseoverskridende de første gange man gør det, men hvis teamet formår at flytte fokus fra alt det der ikke er muligt, til i stedet at respektere de forskelligheder og kvaliteter man hver især har, og italesætte det vi kan byde ind med til den fælles undervisning, så opnår man et positivt lærende fællesskab med elevernes læring og naturfagernes mange spændende vinkler i højsædet.

Vi fik den ekstra gevinst at vores fagteammøder har udviklet en dybere faglighed i arbejdet med at planlægge og evaluere forløbene nu hvor vi har udarbejdet en fælles forståelse af hvad vi mener det vil sige at være naturfagskompetent på 4 niveauer i udskolingen. Vi kan på den måde frigive tid til at planlægge det faglige udbytte af forløbene og de fællesfaglige problemstillinger vi vil arbejde med. Det er ikke meget tid vi har når vi mødes i løbet af året, så det er vigtigt at udnytte tiden til faglige nørderier og planlægning af de gode forløb.

Vi har erfaret at når vi er enige om forventninger og vurderingsgrundlag, så er vores elever bedre stillede og langt fra lige så frustrerede som de var i starten. De ved at de altid kan vende tilbage til deres rubrics for at se hvad det næste trin er. Eleverne kan bruge den som tjekliste når de arbejder med deres fælles naturfagsprojekter, da den ikke knytter sig til et særligt emne eller begreb. De møder den første gang i starten af 7. klasse og lærer lidt ad gangen hvordan de anvender den i deres arbejde. En del af eleverne fanger den ret hurtigt og benytter den selvstændigt, hvilket giver lidt mere plads til at vejlede de elever der har svært ved at komme i gang eller går i stå undervejs.

## Naturfagene vendt på hovedet

Vi har på Roslev Skole struktureret naturfagsundervisningen på de tre årgange på en måde hvor vi forsøger at tilgodese både kernefaglighed og fællesfaglighed. Det har vi gjort ved at tildele hver årgang tre fællesfaglige fokusområder. Det betyder at de tre fokusområder der ligger i 7. klasse, altid ligger i 7. klasse osv. Førhen fulgte vi ofte lærebogssystemernes fordeling af emner til årgangene, eller hvad den enkelte lærer fandt relevant i sit fag, men uden at have et overblik over hvad de enkelte klasser havde hvornår.

Det hele blev vendt på hovedet og sat i faste rammer.

Seks ud af ni af de overordnede fokusområder er undervisningsministeriets fællesfaglige fokusområder; de tre sidste er emner vi selv har sat sammen ud fra hvad vi syntes der manglede. Vi har til hvert fokusområde i hvert fag tilknyttet kernefaglige begreber eller fagområder der kan bidrage til det fælles emne. På den måde forsøger vi at sikre en stor andel kernefaglighed i undervisningen da vi mener at det er lige så vigtigt som at opleve deres fælles bidrag til forståelse af emnerne og problemstillingerne. Nogle emner er blevet flyttet fra årsplanen i 9. klasse til 8. klasse i forhold

til hvor de før lå. Efter at teamet havde gået det igennem, kommet med forslag til ændringer og tilføjelser, og det hele var rettet til, var vi enige om at det var den plan vi ville følge. Vi har én gang årligt planen oppe at vende på et af vores naturfagsmøder for at dele erfaringer og ideer, rette den til og sikre os at alle kan stå inde for den.

## EMNER TIL TVÆRFAGLIG NATURFAG

---

1. emne i 7. klasse: Forbrug af naturens resurser

Fysik/kemi:	Biologi:	Geografi:
Metallerne - udvinding og genbrug. Olie.	Naturens kredsløb. Vi undersøger skoven. Regnskovens mangfoldighed.	Råstoffer.

2. emne i 7. klasse: Lokale og globale klimaforandringer

Fysik/kemi:	Biologi:	Geografi:
Luft. Vind og vejr. Global miljøkemi.	Klimaet forandres, hvordan og hvorfor. Fødevareproduktion og klima. Klimaforandringer og konsekvenser. Klimaforandringer i de fattige lande.	Ozonlaget. Drivhuseffekten. Havstrømme. Vejret.

3. emne i 7. klasse: Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer

Fysik/kemi:	Biologi:	Geografi:
Vand. Syre og baser. Salte.	Iltsvind. Vandkvalitet. Vand og liv.	Genoprettelse af landskaber. Istiden. Det danske landskab. Vands kredsløb.

**Figur 2.** Oversigt over 3 af de 9 emner der undervises efter på Roslev Skole i naturfag.

Vi samler efterfølgende alle materialerne til forløbene på den læringsplatform vi har til rådighed. Det gør vi for at styrke elevernes forståelse af at selvom de har om forskellige begreber i de tre naturfag, så er der en større sammenhæng. Når det er tid til at starte et nyt emne, begynder vi med monofaglig undervisning i de kernefaglige områder der er valgt ud til emnet. Dette forløber ofte over 5-7 uger alt efter hvad årshjulet tillader. De sidste 3-4 uger af forløbet arbejder eleverne tværfagligt. De arbejder med

problemstillinger, laver arbejdsspørgsmål, designer undersøgelser, laver eller afkoder modeller, holder taler, laver film, skriver artikler, besøger virksomheder, får besøg af foredragsholdere, bygger modeller, fremlægger undersøgelser eller underviser mellemtrinnet – mulighederne er mange.

## Naturfagsundervisningen sat i skema

Vi har i skrivende stund netop afsluttet naturfagsprøverne for i år.

Denne årgang er for os noget ganske særligt. Det er nemlig den første årgang der har arbejdet på denne måde med naturfagene i 7., 8. og 9. klasse.

De har:

- øvet sig
- kæmpet med kompetencerne
- lavet naturfagsprojekter
- arbejdet med 9 forskellige naturfagsemner og problemstillinger
- lavet forsøg og eksperimenter
- designet undersøgelser
- læst faglige tekster
- hørt foredrag fra forskere og ildsjæle
- skrevet forundringsspørgsmål og formuleret problemstillinger
- vurderet sig selv og hinanden.

Det har været hårdt til tider, både for dem og os, men det har været det hele værd. Vi har måske ikke løftet alle elever til skyhøje karakterer; til gengæld har de fået nogle gode arbejdsmetoder med i rygsækken.

Vi har nok heller ikke fået dem alle sammen til at tænke naturfag ind i deres fremtidige karrierevalg, men vi havde for første gang hele tre elever der valgte at tage i erhvervspraktik på de naturvidenskabelige uddannelser på Århus Universitet. Vi har slet ikke lavet det hele om til scienceundervisning eller fuldt integreret tværfaglig naturfagsundervisning, for vi er enige om at vores fag hver især har deres vigtige plads i skolen og i elevernes forståelse af verden. Vi synes det er vigtigt at eleverne kan kende fagene og deres indhold når de arbejder tværfagligt, og når de støder på dem uden for skolen.

Vi har gjort vores naturfagsundervisning endnu bedre end den var, og de unge mennesker lærer nu lige så meget om arbejdsmetoder og projektorienteret arbejde i naturfagene som de gør om de kernefaglige begreber. Kombinationen af de to elementer kan forhåbentlig hjælpe dem til at forstå og handle på de fænomener og problemstillinger de møder ude i verden, både nu og i fremtiden.

## Referencer

- (1) Mette Molbæk og Sidse Hølvig Mikkelsen. *I mål med læring*. Lokaliseret 15. september 2018 på: <https://www.emu.dk/sites/default/files/I%20m%C3%A5l%20med%20l%C3%A6ring.pdf>.
- (2) Bente Bro Andersen, Karen Thastum og Jette Aabo Frydendahl. Innovationsaktionslæringsmodellen. *Liv i skolen – 1/2016*, s. 47. Lokaliseret 15. september 2018 på: [https://www.ucviden.dk/portal/da/publications/innovationsaktionslaeringsmodellen\(44155cb7-12d6-4e33-bade-93894ca124af\).html](https://www.ucviden.dk/portal/da/publications/innovationsaktionslaeringsmodellen(44155cb7-12d6-4e33-bade-93894ca124af).html).

# Fællesfaglig undervisning med feltarbejde



René Larsen Vilsholm,  
naturvejleder på  
NaturBornholm

## Undervisning hvor læreren arbejder sammen med en nørd

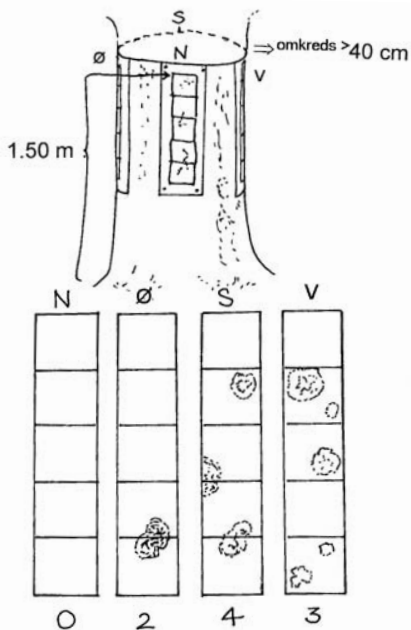
Bag dette fællesfaglige undervisningsforløb ligger et ønske om at lave en meningsfuld, nærværende og måske også spændende opgave inden for naturfag som eleverne skal arbejde med. Det virker motiverende at arbejde med observationer som man selv indsamler i felten. Især hvis det samtidig kan bruges som indgangsvinkel til at forstå sammenhænge i naturen eller åbne øjnene for anvendelsen af de værktøjer der læres i fagene.

Forløbet kan med fordel laves i samarbejde med en lokal naturvejleder eller en anden nørd. Hele forløbet kan bygges op som et rollespil om landskabsforvaltning hvor eleverne skal være med til at skaffe informationer der kan bruges til at træffe en beslutning om gødningsforbud på en bestemt lokalitet. Som naturvejleder er jeg kun med ude at lave feltobservationerne. Det er lærerne der skal bearbejde de observationer som bliver indsamlet af eleverne i felten, og lave observationerne om til søjlediagrammer der skal tolkes, lave pH-målinger, diskutere gødnings påvirkning af naturen og snakke om landskabsforvaltning.



## Tekstboks 1 – biomonitorering

Mange bruger biomonitorering, hvor man registrerer noget i naturen, men kalder det noget andet, fx naturundersøgelse. Det kan være vandløbsundersøgelser hvor forskellige arters tilstedeværelse eller fravær angiver forureningsgraden i et vandløb. Dette undervisningsforløb handler om det samme; vi observerer bare laver på træer i stedet for dyr i vand. Hvis du er utryk ved lav eller ikke mener at kunne genkende laverne, er det nemt at overføre dette forløb til andre arter. Det kan være tilstedeværelse eller fravær af vårfluelarver, brændenælder eller andre arter i to områder – bare det er arter hvor der kan laves feltundersøgelser. For eksemplets skyld er det bedst at undersøge to områder hvor levevilkårene er forskellige, og det afspejles i floraen eller faunaen, og for søjlediagrammernes skyld er det bedst med mange observationer. Det kan klares ved at lave 20 små undersøgelsesfelter på hvert træ, som vist i fig. 1. Hvis eleverne opdeles i små grupper, og hver gruppe laver feltobservationer på flere træer, så ender det med mange observationer. De mange observationer giver et mere tydeligt billede af forskelle og ligheder når to forskellige områder sammenlignes.



Figur 1. Der kigges på 20 felter a 10 x 10 cm på hvert træ.

## Undervisningsforløb med observationer i naturen



*Figur 2. Laver er en dobbeltorganisme der består af svampe og alger. De får næring fra luftens fugt og støv. Ofte er laver specialiserede så nogle elsker at leve hvor der er meget næring, og andre slet ikke tåler det. Her er almindelig væggelav, der findes hvor der er meget næring. Find arterne på Naturbasen; se litteraturlisten.*

### **FØR feltarbejdet**

Før feltarbejdet introduceres eleverne til en realistisk problematik hvor de får til opgave at undersøge om et givent område er påvirket af gødning eller ej. Metoden til at undersøge om der er en påvirkning af gødning eller ej, er at sammenligne to områder – et område hvor der er den formodede forurening fra gødning, og et nærtliggende område hvor der ikke er gødet. Til området med gødningspåvirkning bruger jeg en række træer i et markskel og sammenligner dem med træer af samme art i en skov der formodes at være et område uden gødningspåvirkning. På træerne i begge områder skal eleverne finde antallet af laver der elsker gødning, og antallet af laver der hader gødning. Elevernes job er at lave feltarbejdet og derefter tolke hvad deres feltobservationer fortæller.

Fysik/kemilæreren underviser i kvælstofs forskellige kemiske forbindelser, kvæl-

stofkredsløbet og kvælstofs betydning for pH. Biologilæreren underviser i kvælstofs betydning for planter og planters tilpasning. Geografilæreren underviser i landskabsudnyttelse.

### *UNDER feltarbejdet*

Eleverne indsamler en barkprøve på 1 cm<sup>2</sup> fra hvert træ til pH-måling. Vi indsamlede prøverne i kaffefiltre så eleverne kunne skrive hvor prøven kom fra, og så prøven ikke mugner.

Eleverne registrerer også tilstedeværelse eller fravær af fire forskellige arter af lav i 20 felter på hvert træ. De fire laver er to nitrofile arter der elsker næring (almindelig væggelav og spæd rosetlav), og to acidofile arter der ikke trives med meget næring (almindelig slåenlav og almindelig kvistlav). Hvert af de 20 felter er 10 × 10 cm og fordelt med fem på hver side af træet (nord, øst, syd og vest). Bunden af det nederste felt er 150 cm over jorden. Se figur 1. Eleverne arbejdede sammen i hold af to-tre elever, og hvert hold kunne registrere en-to træer på hver lokalitet. Hvis man vil bruge denne metode, skal man huske at bruge ens træarter. Om laver vokser på egetræer eller hylde træer, betyder lige så meget for laverne som det betyder noget for planter om de vokser på fed eller sandet jord. Det kan være et ekstrarforsøg at sammenligne pH fra bark af forskellige træarter. *Observationerne* blev samlet i en tabel, som vist i tabel 1.

	Nær mark (gødet)	I skov (ikke gødet)
Nitrofile laver	156	36
Acidofile laver	12	69
Samlet antal registreringer = 273		

**Tabel 1.** Observationer fra én klasse.

### *EFTER feltarbejdet*

*Matematiklæreren* får eleverne til at lave grafisk illustration af data (tabel 1 og figur 3) som eleverne skal tolke. På den måde inddrages få timers feltarbejde tværfagligt. I praksis er det vigtigt at lærerne fra hvert fag har en god forståelse for hele forløbet og forstår at arbejde tværfagligt. Hvis det lykkes, vil eleverne opleve at en problematik kan kræve flere fag for at kunne løses, og at de faglige værktøjer som at lave søjlediagrammer eller kende forskel på forskellige arter af lav kan være vigtige redskaber for en større sags skyld. Da jeg gik i folkeskole, lærte vi om søjlediagrammer for at lære om søjlediagrammer. Dengang savnede jeg en forståelse af hvorfor jeg

skulle lære at lave søjlediagrammer. Jeg kan huske at jeg spurgte min lærer hvad jeg skulle bruge de matematiske redskaber til (og jeg kan godt lide matematik), men svaret var det noget intetsigende at det skulle jeg bruge hvis jeg skulle i gymnasiet. Og i gymnasiet fik jeg at vide at det skulle jeg bruge hvis jeg skulle på universitetet. Endelig på universitetet, efter tre års studier, fik jeg en tværfaglig fagopgave hvor min viden om matematik, fysik og kemi fik betydning i en undersøgelse af nogle bakteriers vækst. Jeg synes det er mere tålmodighed end der kan forventes af de fleste, og derfor er det vigtigt at introducere opgaver hvor egne undersøgelser bruges til at forstå naturen og på den baggrund kunne træffe nogle afgørelser om brugen af naturen. Det er også udmærket hvis eleverne fornemmer at det kræver at man tilegner sig diverse værktøjer som fx at kunne lave søjlediagrammer eller genkende forskellige arter af lav.

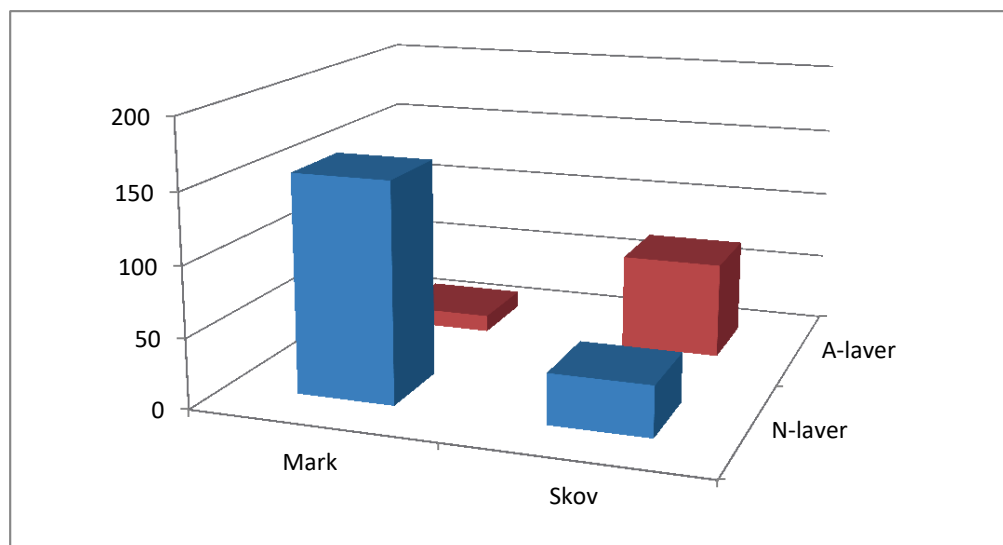
*Fysik/kemilæreren* skal lave pH-målinger og sammenligne dem med artsfordelingen i de to områder. De indsamlede barkprøver smuldres og lægges i meget lidt vand. pH måles i vandet. Barkens pH fra de to områder kan sammenlignes. Vi forventer højere pH i det område hvor der er gødet.

*Geografilæreren* kan opsummere resultatets betydning for landskabsudnyttelse og konflikterne mellem forskellige samfundsgrupper. Hvis der er forskel på de to områder (som der er i dette eksempel), så er det vist at gødningen på marken påvirker den omgivende natur. Der er tydelig forskel i fordelingen af laver i de to områder, således at der i området ved marken er væsentlig flere nitrofile laver, der elsker gødning, end der er acidofile laver, der ikke trives med gødning. Omvendt er træerne i skoven oftere beboet af acidofile laver end nitrofile laver. Da træerne i skoven formodes at være fri for forurening, regnes de som naturlig flora for området. Det betyder at forskelle i lav-floraen på træerne fra skov og mark må skyldes påvirkning i landbrugsområdet.

Husk at diagrammet ikke fortæller HVAD forskellene er på de to områder, kun AT der er en forskel. *Biologilæreren* kan diskutere tilpasning, levesteder og miljøpåvirkninger ud fra resultaterne. Forskelle kan jo også skyldes lysforhold eller alt mulig andet.

HUSK at til grafer er mange små observationer bedre end få grundige observationer. Så led hellere efter det samme dyr/den samme plante mange steder end mange dyr/planter det samme sted.

Hvis man vil vide hvilke planter der kan lide kvælstof, lys eller vand, så søg på "indikatorværdier" på Wikipedia. Der er en god forklaring og link til Ellenberg-indekset (se litteraturlisten).



**Figur 3.** Det indsamlede datasæt vises grafisk. "N" er næringselskende arter, "A" er arter der ikke trives med næring. Der er indsamlet data fra de to områder "skov" og "mark".

## Flere gode opgaver til eleverne

### *Dækningsgrad*

Opgaven visualiserer procentregning. Eleverne ser på træets bark hele vejen rundt om træet fra 50 cm over jorden til 200 cm over jorden og bedømmer hvor mange pct. der er dækket af hhv. mos, lav, planter, svampe, nøgen bark og "andet". Det eneste vi ved, er at det tilsammen giver 100 pct. For nogle elever er det en meget god måde at få diskuteret og visualiseret procenter. Biologilæreren kan hjælpe med at tolke forskellene i dækningsgraden i de to områder hhv. med og uden gødningspåvirkning.

### *Biodiversitetsindeks uden at kunne arter*

I opgaven undersøges det gennemsnitlige antal arter pr. træ for de to områder, hvilket giver et udtryk for antallet af arter på et givent område. Der observeres på træets cylinderformede overflade fra 50 cm til 200 cm over jorden. Det gode er at man ikke behøver at kende arternes navne, men bare skal kunne kende forskel på de forskellige arter. Det bliver tit fortalt at mange laver betyder ren luft, og få laver betyder forurenede luft. Det er ikke altid hele sandheden, men alligevel et brugbart redskab til at vurdere biodiversiteten for et område. Få arter kan også betyde at der er meget skyggefuldt eller alt for tørt i et område.

### *Fordelingen af lav i nord, syd, øst og vest*

Hvilke laver er der flest af på nord-, syd-, vest- og østsiden af træerne? På hvilken side er der mest lav? Informationerne er allerede indsamlet, og det giver hovedsageligt mulighed for at lave flere grafer og diskutere hvorfor vi ser det vi ser. Er det lys, fugt eller andet der spiller ind?

### *Træets omkreds*

Træernes omkreds afspejler deres alder. Er træerne større i skoven end i marken? Lever der flere næringselskende laver på store træer? Er der flere arter på store træer? Der er mange muligheder for at lave flere grafer i denne opgave, og nogle grafer vil vise en sammenhæng, andre vil ikke. Det er en god opgave hvis eleverne gætter på om der er sammenhæng mellem to faktorer, før de laver en graf. Husk at tolke, for selvom der er matematisk sammenhæng er der ikke nødvendigvis en reel sammenhæng – ligesom både antallet af storke og nyfødte børn er dalet dramatisk de sidste 100 år i Danmark, uden at der nødvendigvis er en sammenhæng.

## En lærers refleksion

Matematiklæreren Britt: En af de store fordele ved forløb som de her beskrevne er at “det spiller virkelig op til den fællesfaglige prøve”, men som Britt fortsætter “er det ikke let at gennemføre på en elegant måde første gang”. Det kræver noget erfaring at få flere fag i spil på en gang med udgangspunkt i et sæt feltobservationer hvor flere fag skal have udbytte. Britt tilføjer: “Eleverne ville have fået et større udbytte hvis de kendte til de regnemetoder der skulle bruges. Nu hvor jeg ved hvilke metoder der skal bruges, og hvad resultaterne skal bruges til, er det lettere for mig at præsentere metoderne for eleverne.” Britt fortæller videre: “Det ville øge elevernes interesse, motivation og dermed seriøsitet i feltarbejdet hvis eleverne har en fornemmelse af hvordan datasættet skal bearbejdes bagefter.”

Vi har i øvrigt oplevet at elever der ikke er klædt på til stillestående arbejde i felten, fryser gevaldigt hvilket hæmmer entusiasmen enormt. Naturligvis har læreren fortalt eleverne at de skal have ordentligt tøj på, og feltarbejdet kunne være lagt til sommerdage. Men en nødløsning kan være at lade de elever der ikke er klædt ordentligt på til feltarbejde, blive hjemme på skolen.



**Figur 4.** *Elever der fryser, er ikke motiveret til stillestående feltarbejde.*

## Litteraturliste

Ellenberg index: ([http://www.utb-shop.de/downloads/dl/file/id/27/zusatzkapitel\\_zeigerwerte\\_der\\_pflanzen\\_mitteuropas.pdf](http://www.utb-shop.de/downloads/dl/file/id/27/zusatzkapitel_zeigerwerte_der_pflanzen_mitteuropas.pdf)).

NaturBasen (<http://www.fugleognatur.dk>) Søg på de enkelte arter.

# Matematik skal mere end at levere M'et i STEM



Kirsten Søs Spahn,  
Københavns  
Professionshøjskole



Anette Vestergaard  
Nielsen, Københavns  
Professionshøjskole

**Abstract:** Vi giver i denne artikel et indblik i hvordan et kort forløb kan gennemføres så alle fire bogstaver i forkortelsen STEM bliver (lige)værdigt repræsenteret i undervisningen. Forløbet tager udgangspunkt i en problemstilling som omhandler transport af medicin i den sydamerikanske regnskov. Eleverne får kendskab til problematikken via en video og skal derefter undersøge forskellige former for materialer. Data bliver indsamlet, systematiseret og visualiseret så alle kan forklare hvad de har erfaret. Denne proces gør eleverne i stand til at foretage et kvalificeret valg og dermed gennemføre det arbejde der ligger i at færdiggøre produktet.

STEM-forløb bliver i disse år formuleret, afprøvet og distribueret til mange danske elever. Flere didaktiske forløb designes med baggrund i naturfagene. I et kort forløb har vi, Anette Vestergaard Nielsen, naturfagskonsulent, CFU/KP, og Kirsten Søs Spahn, matematikkonsulent, CFU/KP, undersøgt hvordan fagene i STEM kan spille sammen i en ligeværdig vægtning til gavn for elevernes færdige produkt.

Inspiration til forløbet har vi fået fra Peter Wong, Museum of Science (MOS) i Boston, og hans materiale Amazon Mission fra Building Math-serien. I materialet findes i alt tre udfordringer. Vi valgte at arbejde med elevudfordringen: *Byg en beholder der kan isolere en malariavaccine der skal bringes ind i regnskoven hvor Yanomami-stammen lever.*

Som E'et i STEM, Engineering, valgte vi ingeniørens arbejdsproces i fem faser ("Undersøg", "Få idéer", "Planlæg", "Byg" og "Byg bedre" (jf. <http://www.engineer-project.eu/>)). Om ingeniørprocessen deles i fem, syv eller ni faser, har i dette forløb ikke været i fokus. Vores fokus var at undersøge fagenes tilgang til arbejdet med modellering i forhold til hvordan denne bringes i spil på forskellige tidspunkter i processen. Vi har haft overvejelser over elevernes udvikling af et nuanceret fagsprog, brug af IT, aktiviteter med bevægelser samt mulighed for differentiering.

Udvikling af elevernes fagsprog er inspireret af Beverly Derewiankas didaktiske snegl (K. Bock m.fl., 2016). Derewianka deler undervisningen op i fem faser: Elever



bliver udsat for en fælles **oplevelse** med et bestemt fagligt felt som omdrejningspunkt. Oplevelsen bruges til at hænge viden op på. Herefter **rekonstruerer** eleverne deres erfaringer om det faglige felt i et hverdagsprog suppleret af et begyndende fagsprog i forhold til konteksten. I tredje fase **gør** eleverne undersøgelser, og ny viden **transformeres** til et nuanceret fagsprog. Med det nye nuancerede fagsprog **konstruerer** eleverne tekster passende til kontekst. I sidste fase **reflekteres** over læringsforløbet i forhold til det faglige felt. I den didaktiske model er der fokus på sprogets genrer inden for konteksten og den måde eleverne og læreren interagerer med hinanden og det faglige felt på.

Derewiankas didaktiske snegl kan ses som et net af cirkler langt oven over de øvrige faser i ingeniørprocessen og bringes i spil når eleverne skal lære nyt.

På samme måde bringes forskellige faglige modeller i spil når der er brug for dem. Vi træder ind og ud af matematik og grundskolens naturfag; derfor har vi forsøgt at udarbejde en arbejdsmodel der anvender dele fra hhv. naturvidenskabelige metoder og den matematiske modelleringscyklus. Det betyder at eleverne modtager en undervisning der indeholder fagligt relevante områder fra de involverede fag.

Fra bl.a. *MetodeLab* (MetodeLab, uå), kender vi undersøgelsesmetoder som kan bruges i undervisningen når elever vil vide noget om verden. Vi taler om eksperiment, observation, modeller, *prøv-dig-frem*, eller *søg, spørg, og læs*. Gennem den videnskabelige tilgang undres vi og formulerer en hypotese, med undersøgelsesmetoderne indsamler vi data og fortolker dem, og enten konkluderer vi eller undres på ny. Den noget forenklede proces opkvalificeres med matematiske arbejdsformer.

Når data indsamles, skal de systematiseres, analyseres, fortolkes og præsenteres. Databehandling er matematik. Matematik er ikke kun et redskab naturfagslæreren kan bruge når dataloggeren viser en graf. Matematik er et fag der giver eleverne forudsætninger for at forstå og bearbejde observationer undervejs. Dataanalyse og fortolkning af data skal formuleres i et matematisk sprog ligesom naturvidenskaben kommunikerer i et naturfagligt sprog.

De to arbejdsformer for modellering og de to sprog komplementerer hinanden til gavn for det endelige produkt som er elevernes læring og elevernes færdige fysiske produkt.

Materialet fra MOS præsenterer en række kurser der lærer eleverne den matematik de skal bruge senere. Vi valgte i det færdige forløb at undervise i kontekst så de lærer matematikken i anvendelse. Det betyder at eleverne anvender fx GeoGebra hensigtsmæssigt og sikkert i forhold til opgaven.

Efterfølgende har vi skitseret hvordan proces, faser og cirkler glider ud og ind i det samlede didaktiske design.

## Faserne i forløbet

### Fase 1 – undersøg

I første fase i ingeniørens arbejdsproces bliver eleverne introduceret for et problem de skal løse. I dette tilfælde skal de designe og producere en beholder der kan bringe malaria vaccine ind til indianerne i Amazonregnskoven. Første step er at få overblik over det de skal vide for at løse problemet. Der rejses spørgsmål af videnskabelig og teknisk karakter, fx:

1. Hvem er indianerne, og hvor lever de?
2. Hvad er malaria, og hvordan er det blevet et problem?
3. Hvilke forhold skal vaccinen transporteres under, og hvilke krav er der i øvrigt til beholderen?

Hvis eleverne ikke kender ingeniørens arbejdsproces, skal denne først præsenteres inden de begynder at arbejde i de forskellige faser. I forløbet bruger vi en bevægelsesaktivitet til dette.

For at kunne konstruere viden om spørgsmål 1, 2 og 3 arbejder eleverne med diverse tekster; film, billeder og litterære tekster. Ud fra konteksten udvælges de ord og begreber der skal arbejdes med, fx malaria, vaccine, regnskov og minedrift. Deriwiankas didaktiske snegl om sproglig udvikling er i spil, og aktiviteter fra genrepædagogikken sætter fokus på sproglig udvikling og dermed viden om det faglige tema. "Reading to Learn" (Mulvad, 2008) kan med fordel bruges.

Krav til beholderen formuleres af læreren. Det er muligt at tilpasse kravene i forhold til eleverne, fx antallet af forskellige materialer, beholderens vægt, stabilitet, egenskaber i forhold til stød, fald, fugtighed. Alle krav skal kunne testes. I forløbet er følgende krav formuleret: Beholderen skal være mellem 200 cm<sup>3</sup> og 400 cm<sup>3</sup> i ydre mål og skal kunne indeholde et hønseæg. Indholdet, ægget, i beholderen må ikke gå i stykker når beholderen tabes fra en højde på to meter over gulvet. I testen bruges et rått æg.

Øvrige spørgsmål kræver videnskabelige undersøgelser om varmeledende og isolerende materialer. Eleverne gennemfører tre undersøgelser med indsamling og systematisering af data. Her er naturvidenskab og matematik i samspil. I første trin mærker eleverne med hænderne på forskellige materialer omkring dem. De erfarer at nogle føles kolde, og andre varme. Når eleverne bagefter måler temperaturen på de samme materialer, finder de ud af at de stort set har samme temperatur. Gennem en klassesamtale formuleres i hverdagsprog en generalisering om materialer, fx *nogle ting stjæler varmen, og andre gør ikke*. Inden næste aktivitet præsenteres begreberne isolerende og varmeledende materialer, evt. i en litterær faglig tekst. De faglige begreber overtager nu hverdagsformuleringen. Herefter bruger eleverne undersøgelsesmetoden *prøv dig frem* og undersøger forskellige materialestænger.

Stængerne sættes i varmt vand, og eleverne mærker på dem. De lister materialerne så de bedst isolerende står øverst, og de dårligst isolerende nederst. Listen giver dem overblik over de materialer de kan bruge til deres beholder.

De materialer eleverne har til rådighed til deres prototype, præsenteres, og eleverne gennemfører eksperimenter med forskellige kombinationer af materialer. Elevernes data som består af forskellige målinger på temperatur og isoleringsevne, bliver systematiseret og behandlet i GeoGebra. Resultaterne bruger eleverne til at argumentere for de materialer der i sidste ende skal bruges til prototypen. Efter undersøgelsesfasen har eleverne et godt indblik i hvad de skal designe, til hvem og hvorfor, samt hvilke materialer de skal bruge.

I hele denne fase er det læreren der styrer aktiviteterne. Det er hende der ved hvad der skal gøres, hvordan og hvorfor. Alt efter hvor meget eleverne tidligere har arbejdet med undersøgelsesdesign, kan de være med til at formulere det. I forhold til dette er det muligt at differentiere opgaverne så nogle elever arbejder mere selvstændigt med en stilladseret skriftligt formuleret opgave tilpasset elevernes kompetencer.

### *Fase 2 – få idéer*

I fase 2 skal eleverne udvikle idéer til deres prototype. De tegner flere skitser, præsenterer dem for hinanden og modtager kritik og gode råd til forbedringer. På baggrund af denne proces vælges en idé. Aktiviteter fra KIE-modellen (Jensen, 2009) kan med fordel bruges, især hvis eleverne er bekendt med dem i forvejen. Det er et bevidst valg fra vores side (KSS og AVN) at vi i dette forløb ikke har haft større fokus på denne fase. Læreren er i denne fase en kritisk medspiller der både kan påpege udfordringer ved designet, rose nye idéer og anerkende kreative valg.

### *Fase 3 – planlægning*

I tredje fase planlægger eleverne hvordan de skal bygge deres prototype. De tager udgangspunkt i resultaterne fra deres materialeundersøgelser og den skitse de tidligere valgte. De skal tegne geometriske tegninger enten på isometrisk papir eller i programmer som Tinkercad. De skal udarbejde en materialeliste der er så nøjagtig at spild undgås. De skal i denne fase desuden overveje om de vil bruge fx gaffatape, malertape eller andre teknikker, og at sætte materialerne sammen. Alle valg begrundes i planlægningen. Eleverne planlægger også den tid de har til at bygge. Når først de træder ind i byggefasen, har alle samme tid til rådighed, og alle elever skal være i beskæftigelse hele tiden. Tiden kan være en udfordring, og det er muligt at der skal ændres i designet. Det er vigtigt at pointere for eleverne at i denne fase er det funktionelle design vigtigere end det æstetiske design. Det æstetiske design kan eleverne arbejde videre med i fase 5, *Byg bedre*. Ligesom i fase 2 skal læreren være en anerkende guide, men også spørge ind til opfyldelsen af krav.

### *Fase 4 – byg*

Når eleverne begynder at bygge, skal de følge deres planlægning. Tiden skal holdes, og eventuelle diskussioner skal holdes på et minimum. Læreren skal så vidt muligt ikke blande sig i byggefasen. Hun deler materialerne ud og sørger for at tiden bliver overholdt. Alt efter tid bør hver beholder præsenteres både i forhold til designovervejelser, planlægning og byggeproces inden selve testen. Når tiden er udløbet, gøres prototyperne klar til testen: drop af beholder fra to meter over gulvet med æg. Enten holder ægget, eller også gør det ikke. Det er også muligt at teste hvor længe en isterning kan holdes "i live" i forhold til beholderens isoleringsegenskaber. Selvom eleverne har testet materialer og bør kunne argumentere for de isolerende egenskaber, kan denne test vise beholdernes egenskaber i forhold til hinanden.

### *Fase 5 – byg bedre*

Efter testen kan aktiviteter fra KIE-modellen igen bringes i spil for at gøre produktet bedre. I det hele taget skal eleverne tilbage i alle faserne i forhold til det der skal forbedres. Hvis de har valgt materialer der er for bløde, skal de tilbage og undersøge materialeegenskaber igen.

## **Afprøvning med elever og deres kommentarer**

Forløbet er afprøvet i to omgange med ændringer fra gang til gang. Første gang i en 5.-klasse i Brøndby Strand og senere i en 5.-klasse i Ringsted.

Gennem bevægelsesaktiviteten om ingeniørens arbejdsfaser fik alle børn kendskab til den proces de skulle følge for at kunne løse udfordringen, og de kunne fortsætte til første fase. Arbejdet med diverse tekster gav nogle overraskelser. Vi havde forberedt hvordan en video med portugisisk tale og engelske undertekster skulle præsenteres og gennemarbejdes for at få en mening ud af det en indianerhøvding fortalte om problemstillingen. Inden eleverne så videoklippen, blev centrale ord forklaret. Mange elever kunne læse de engelske undertekster, så arbejdet med teksten efter første gennemsyn blev noget lettere end forventet. Efter andet gennemsyn havde mange elever forståelse for problemstillingen. Forløbets litterære tekst blev læst af eleverne, men ikke gennemarbejdet i det omfang det var ønskeligt. I afprøvningen har vi været nødt til at prioritere de nedslagspunkter i forløbet hvor der var fokus på samspillet mellem naturfag og matematik. Alle elever i begge klasser var dog meget optaget af at diskutere det etiske i store selskabers minedrift i naturfølsomme områder.

Mange elever har brug for at følge anvisninger fra læreren, og jf. elevernes udmeldinger ved afslutningen af forløbet havde de følt sig trygge og vejledt gennem hele forløbet. En del elever kunne undervejs se muligheder for at arbejde i andre retninger og så genveje og løsninger som ikke i forvejen lå i det didaktiske design. Bl.a. er tegning

af en transportkasse i Tinkercad blevet en del af forløbet efter at elever fandt det lettere at tegne på computeren end at tegne på det isometriske papir der var udleveret.

Nogle af eleverne havde ikke den viden der er nødvendig for at forblive engageret gennem hele forløbet. Især elever med dansk som andetsprog havde svært ved at deltage i klassesamtalen om det etiske dilemma omkring minedrift. Desuden havde samme gruppe elever vanskeligt ved at dokumentere deres undersøgelser skriftligt og udfylde de udleverede elevark. En mulighed for at differentiere i denne situation er at bede nogle af eleverne om at lave en video eller en lydoptagelse af deres eksperimenter. For læreren skal det være muligt at kunne redesigne forløbet så det passer til de elever hun arbejder med. I de efterfølgende interviews med eleverne fortalte de at de kunne se undersøgelsesernes relevans, og at det gjorde det lettere at vælge materialer til transportkassen.

Inden anden afprøvning besluttede vi at vi skulle arbejde mere i dybden med GeoGebra. Alle børnene har adgang til programmet, og det ville vi udnytte. Eleverne havde forståelse for hvorfor de skulle lære GeoGebra, selvom indholdet var ude af kontekst i forhold til det øvrige. De opfattede det dog som en matematiktime. I det oprindelige Building Math-forløb er der indlagt kurser i bl.a. at tegne grafer. Kurserne har indholdsmæssigt intet med udfordringen at gøre. Vi gjorde det samme, og selvom eleverne senere kunne forstå sammenhængen mellem kurset og systematisering af data fra undersøgelserne, var flere elever i situationen uforstående over for hvorfor det pludselig var vigtigt at lære hvor meget mælk koster (som var det der var eksemplet i graftegnkurset). I det færdige forløb er dette ændret så alle nye færdigheder bliver lært i kontekst med udfordringen. Eleverne understregede i øvrigt at selvom den første fase var lang, og at det tog lang tid før de fik lov til at bygge, så var det motiverende og engagerende at vide hvorfor de skulle bygge det de byggede.

## Lærernes kommentarer

De lærere der deltog i projektet, Bente Andersen og Maiken Pia Sørensen, har linjefag i hhv. natur/teknologi, biologi og matematik og natur/teknologi, matematik og håndværk og design. Bente Andersen påpegede at eleverne gerne vil udfordres med involvering af digitale teknologier, fx at tegne geometriske figurer på en iPad. Det er med i det færdige forløb. Derudover vil det være en god idé at involvere lokale virksomheder der specialiserer sig i at løse en lignende udfordring. Erhvervsingeniører kan komme på besøg som gæstelærere og give eleverne mulighed for at stille spørgsmål.

Maiken Pia Sørensen mener at forløbet vil blive bedre hvis en lærer med uddannelse inden for håndværk og design bliver inddraget, da der i dele af forløbet kan være større fokus på designudvikling, planlægning og byggeproces, altså processer der kendes fra håndværk og design.

De lærere der var med i afprøvningen, mener begge at når de nu kender ingeniørens arbejdsproces, vil de kunne undervise i andre STEM-forløb hvis de har materialer til rådighed samt korte videoklip med eksempler på hvordan undervisningen og undersøgelserne kan gribes an. De vil gerne frabede sig lange lærervejledninger, og de mener de vil være bedre forberedt efter deltagelse i hands-on-kurser, men har svært ved at se at de har tid til dem.

## Refleksion

Vi, KSS og AVN, gav os selv den udfordring at få tydeliggjort brugen af matematik i STEM-forløb. AVN har tidligere været med til at udvikle STEM-forløb i EU-projektet "Engineer" der involverede skoler og science-museer i Europa. Alle forløb i projektet har et tydeligt aftryk af naturvidenskabelige undersøgelser. En af pointerne ved forløbene er at elever skal have viden og færdigheder for at kunne være kreative og løse hverdagens udfordringer. Derfor fylder undersøgelsesfasen forholdsvis meget både i forhold til tid og indhold uden nødvendigvis at inddrage den matematiske modeleringscyklus. Det ville vi undersøge og ændre i nye forløb.

Som CFU-konsulenter arbejder vi ofte sammen om forskellige opgaver, og det var derfor naturligt at vi som henholdsvis naturfags- og matematikkonsulent var nysgerrige på matematikkens betydning og rolle i STEM-forløb. Vi lånte idéer fra Peter Wong, MOS, og "Varme fødder i Grønland" fra Engineer-projektet og designede *malariavaccine-forløbet*. Det var vores forventning at vi mere eller mindre kunne oversætte forløbet fra Building Math, men vi indså at en hel del, faktisk alt, skulle redesignes så det passede ind i en dansk kontekst. Efter afprøvning er vi nået til følgende konklusioner:

- Elever tænker ikke i fag og glider fint ud og ind af forskellige faglige metoder. For eleverne handler det om at forstå relevansen af det de arbejder med, i forhold til udfordringen.
- En længere introduktion af problemets betydning for slutbrugeren af produktet er motiverende for eleverne gennem hele processen.
- Færdige udenlandske STEM-forløb er gode til at inspirere, men kan ikke oversættes direkte og passe ind i en dansk kontekst.
- Elever vil gerne udfordres til at udnytte digitale værktøjer.
- Færdige STEM-forløb bliver bedre i forhold til elevernes færdige produkt og deres læring når eleverne arbejder kontekstbaseret hvor aktiviteterne tager udgangspunkt i den opgave der skal løses, og ikke i fag.
- Læreren eller de samarbejdende lærere bør have kompetencer inden for flere faglige områder så de kan støtte eleverne i de naturvidenskabelige metoder, designmodel-

ler, den matematiske modelleringscyklus samt elevernes udvikling af et nuanceret fagsprog.

Spørgsmålet er nu om vi igen har opfundet den dybe tallerken. Vi har længe vidst at elever bliver motiveret af virkelighedsnære problemer, og at nye kompetencer, viden og færdigheder bedst læres i den kontekst eleverne befinder sig i, her problemet og ingeniørens arbejdsproces. Den proces vi har været igennem i dette STEM forløb har gjort det tydeligt for os at undervisningen får mere faglig kvalitet når fokus ikke kun er på naturfagene, men også på matematikfaget. Der er en mening med M'et i STEM, og vi bør inddrage designmodeller fra håndværk og design som ligger i E'et. Vi har ikke undersøgt hvorvidt undervisning i T bør have en renæssance i forhold til brug af elektronik, mekanik og digitalisering til at løse fremtidige udfordringer. Men vi ser frem til den udfordring.

## Litteratur

- Bock, K., M.V. Christensen, D.V. Eggensen, N.B. Gøttsche og M. Rydén (red.) (2016). *Genrepædagogik og andre nye veje i læse- og skriveundervisningen. Vilde med sten – indskolingsbørn på opdagerfærd i geologiens sprog*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Jensen, I.F. (2009). *KIE-modellen – innovativ undervisning i folkeskolen*. Erhvervsskolernes Forlag. MetodeLab (uå) <https://www.experimentarium.dk/undervisningsmateriale/metodelab/>
- Mulvad, R. (2008). *At skrive med funktionel lingvistik*. FOKUS – på dansk som andetsprog for voksne, nr. 42.

# Fælles front mod fake news og sensationsjagt



Katrine Skovgaard  
Rasmussen, Tycho Brahe  
Planetarium

Torsdag den 5. april 2018 blev der på årets Big Bang Konference holdt en workshop om hvordan vi kan styrke elevernes evne til at skelne mellem fakta og fiktion i naturfagene. Resultatet blev en liste med gode råd fra deltagerne på workshoppene. I denne artikel vil jeg opsummere vores diskussioner fra workshoppene, og jeg afslutter med en række tiltag der kan gøres på stor eller lille skala.

Vi lever i en tid hvor det sker at fakta nogle gange må vige pladsen for den gode historie. Hvordan kan vi klæde eleverne på til at finde fagligheden? Det var det centrale spørgsmål som vi tog fat på til workshoppene *Fælles front mod fake news og sensationsjagt* på Big Bang Konferencen 2018. Naturfagene bør have et større fokus på at gøre elever i stand til at vurdere naturvidenskab i medie billedet. Men hvordan kan vi konkret klæde eleverne på til at finde sandhederne om videnskaben? Ny naturvidenskabelig forskning skal i dag gerne være banebrydende og nyskabende, men det kan skabe en skævvridning i det videnskabelige samfund fordi små sejre og fejltagelser bliver overset i jagten på sensationen. Spørgsmålet er hvordan vi får flyttet fokus fra overfortolkede resultater til videnskabelig metode. Det begynder med eleverne.

I takt med et øget forbrug af sociale medier har den måde vi får nyheder på, ændret sig. Det gælder også nyheder om videnskab og ny forskning. Og det gælder ikke kun for os voksne. Kildekritik har længe været en del af undervisningen, dog mere traditionelt set som en del af historie- og samfundsfaglige fag. Men det er nu vigtigere end nogensinde at vi lærer eleverne at skelne mellem sensations-overdrevne subjektive udtalelser og faglige og saglige beretninger.

I klassisk historisk kildekritik handler det blandt andet om at vurdere om materialet kan bruges som baggrundsmateriale, og om det er en ensidet fremstilling af situationen. Her bliver det også diskuteret hvem der har skrevet det, og hvad det betyder for materialet. Ikke alle lyver med vilje, men har kilden selv en faglighed til at vurdere historien? Det er bare nogle af de overvejelser som der er behov for at overføre til naturfagene også.



I naturfagene er man traditionelt ikke vant til at skulle tage stilling til det her, men det er faktisk en del af både perspektiverings- og kommunikationskompetencerne i fællesmålene. Det er her vi ser et stort problem med transfer. Eleverne har svært ved at overføre den kildekritik som de lærer i historiefaget, til også at gælde i naturfag og i deres hverdag generelt.

## Farlige buzzwords?

Workshoppen var navngivet *Fælles front mod fake news og sensationsjagt*. Vi diskuterede anvendeligheden og den potentielle fare ved at bruge buzzwords som fx *fake news*. Jeg havde valgt at bruge ordet netop fordi det er blevet så *hypet* – bare ordet. Men når det kommer til videnskab og nyheder om forskning, så er det faktisk sjældent at vi støder på decideret fake news – altså falske nyheder. I stedet kan vi have store problemer med overdrivelser, misforståelser og sensationsjagt.

## Falske nyheder

Men de falske nyheder findes i naturvidenskaben hvis man kigger lidt ud over de medier vi normalt anser som fagligt funderede. Fx bragte Ekstra Bladet en artikel under titlen: *Christians videobevis: Mogensens tur i rummet ligner fup*<sup>3</sup>. Hvis man ikke kender til Ekstra Bladet som medie, kan man let tage overskriften for gode varer. Kan det virkelig passe at der er fundet bevis for at Andreas Mogensen ikke var i rummet? Det gælder altså om at give eleverne en ballast så de har mulighed for at vurdere værdien af det de læser.

## Sensation vs. fascination

I det hurtige og vibrerende mediebillede ser vi også en tendens hos forskere, kommunikationsmedarbejdere og videnskabsjournalister til at prøve at tiltrække sig opmærksomhed med sensationsoverskrifter. Det er faktisk blevet svært at skelne mellem virkelige videnskabelige gennembrud og decideret *clickbait*.

Det bliver sværere og sværere at få artikler med fascination som drivkraft igennem mediemuren selvom vi som fag-professionelle kan skrive under på at det også kan skabe læring og interesse. I stedet er det vigtigt at der er en eller anden form for nyhedsværdi i historien og meget gerne sensationelt.

Hvordan skal man som skoleelev kunne skelne mellem om fundet af 219 nye exo-

3 <https://ekstrabladet.dk/nationen/se-christians-video-bevis-mogensens-tur-i-rummet-ligner-fup/5994924>

planeter<sup>4</sup> er mere eller mindre betydningsfuldt end opdagelsen af tyngdebølger<sup>5</sup>, når opdagelserne er skildret på måder der er nærmest identiske? Begge dele bygger på reel forskning, men ikke al forskning er sensation. Her ligger en stor del af problemet i en kompliceret problematik om hvordan man fremstiller små skridt eller endda deciderede fejltrin i forskningen. Det er der normalt ikke plads til. Og i det nye mediebillede er det vigtigt at alt er nærmest banebrydende forskning. Der er selvfølgelig mere dybdegående medier, men er det fair at de historier bliver gemt af vejen der? Er der en plads til dem i de medier de unge selv benytter sig af?

## Gælder også almindelig informationssøgning

Men hele den her problematik er ikke kun begrænset til nyheder. Det er også vigtigt når eleverne fx skal søge information til projektopgaver. Et eksempel: På Tycho Brahe Planetarium får vi mange spørgsmål om kolonisering af Mars. Ofte har eleverne hørt om noget på forhånd så de har et helt forkert billede af hvad der er af planer på det område. Her tænker jeg på projektet Mars One<sup>6</sup>. Det er ikke decideret fake news, for det er et rigtigt firma, men deres planer for at sende mennesker til Mars er mildest talt useriøse, og når vi taler om mennesker på Mars, så er NASA<sup>7</sup> en mere seriøs kandidat til at være de første på den røde planet.

Men hvordan skal eleverne kunne skelne mellem de to ting? Begge hjemmesider ser professionelle ud og er skrevet i et seriøst sprog. Hvilke redskaber kan vi give dem? Og hvordan kan vi samarbejde på tværs af fagene? Og bør vi samarbejde med andre end bare naturfagene?

## Løsninger

Efter at have diskuteret de forskellige udfordringer vi så både i formelle og uformelle læringsmiljøer, vendte vi os mod løsninger og gode råd. Det blev igen påpeget at kildekritik allerede er en del af fællesmålene under fx perspektiverings- og kommunikationskompetencerne.

*“Eleven har viden om interesseudsættninger knyttet til bæredygtig udvikling.”*

*“Eleven kan vurdere gyldigheden af egne og andres naturfaglige argumentation.”<sup>8</sup>*

4 <http://nyheder.tv2.dk/udland/2017-06-19-nasa-opdager-219-nye-planeter-og-10-af-dem-minder-om-jorden>

5 <https://www.dr.dk/nyheder/viden/naturvidenskab/banebrydende-astronomisk-opdagelse-bliver-offentliggjort-i-dag>

6 [https://en.wikipedia.org/wiki/Mars\\_One#Criticism](https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_One#Criticism)

7 <https://www.nasa.gov/content/nasas-journey-to-mars>

8 <https://www.emu.dk/sites/default/files/Geografi%20-%20januar%202016.pdf>

Men det ser ud til at der kan være brug for andet end fællesmål til at komme i mål med en kritisk naturvidenskabelig tankegang hos eleverne. På baggrund af de tanker formulerede vi en række konkrete råd som man kan tage op på forskellige niveauer.

## Til eleven

En gruppe fokuserede især på hvilke gode råd man kan videregive til eleverne.

**Bevidst søgning:** Det blev diskuteret hvordan man kan hjælpe eleverne med at søge information på nettet. Et forslag gik på at eleverne skulle bruge de fem første hits på Google, men samtidig kommentere på ophavet og legitimiteten af kilden. Det blev også foreslået at underviseren kunne udlevere kilderne – der er dog andre udfordringer med den løsning.

**Undersøg afsenderen:** Det blev foreslået at have et mere konstant fokus på afsenderen – i alle fag. Det kan føre til en grundlæggende forståelse for hvad afsenderen betyder, og kan være en måde at arbejde med transfer på.

**Stil spørgsmål:** På samme måde kan man inkorporere tre faste kritiske spørgsmål som eleverne skal stille til alt hvad de læser. Det kunne fx være: Kan det passe? Hvad får afsenderen ud af at skrive dette? Er det forskning eller bare en holdning?

## Større tiltag

**Transfer** er i sig selv blevet noget af et buzzword når det kommer til undervisning. Altså konceptet med at mange elever har svært ved at overføre den læring de gør i én kontekst, til en anden. Det gælder ikke kun viden, men også kompetencer. Eleverne har svært ved at overføre den viden de får om kildekritik i historiefaget, til de naturvidenskabelige fag. Et større fokus på transfer kan højne elevernes kompetencer med hensyn til kildekritik. Det kan fx være fælles begreber eller brug af eksempler fra et fag i et andet.

**Mærkningsordning.** Det blev foreslået at man kunne indføre en mærkningsordning i stil med svanemærket og nøglehullet. Så kunne faglige sider på nettet få et mærke der indikerede at de var godkendt af en institution. Det vil måske i praksis være svært at udføre.

**Uddeling af nyheder.** Som eksempel blev der nævnt at man kunne uddele avistil-lægget Faktisk fra Weekendavisen til alle klasser, men idéen er at man viser gode faglige alternativer til der hvor eleverne ellers finder deres information. Dette forslag er mere uformelt end dets pendant under afsnittet *Til eleven* da der her er tale om en mere uformel setting og en grad af dannelse frem for læring.

**Bedre adgang til videnskabelige artikler.** På samme måde diskuterede vi begrebet Open Acces og det faktum at videnskabelige artikler er svære at få fingre i. Det være sig rent fysisk da man ofte bliver stoppet af en betalingsbarriere, men også rent for-

midlingsmæssigt kan det være svært at komme i nærheden af videnskabelige artikler. Her blev det foreslået at man kunne få forskerne til at se lidt nærmere på *Abstract*-begrebet og måske i højere grad have fokus på at formidle til helt normale mennesker hvad ens forskning havde vist. Det ville gøre det lettere for undervisningsfaglige at gøre brug af den nyeste viden.

**Kildekritik fra 0. klasse** blev foreslået som en mission, en tagline og et mål som alle burde sætte sig. Vigtigheden af at det er et koncept fra højere sted, blev også påpeget. Ved at skabe en helt grundlæggende kritisk tilgang til det man læser, kan man bedre ruste eleverne til den informationssøgning de skal lave.

## Konklusion

Alt i alt var det en meget produktiv workshop hvor vi fik sat ord på de udfordringer som vi står overfor med begreber som kildekritik, fake news og sensationsjagt. Det blev især tydeligt at der er et behov for at ruste eleverne til at kunne tænke kritisk også på tværs af faggrænserne. Af de mest populære tiltag på workshoppen var et større fokus på transfer og et generelt fokus på kildekritik i alle fag fra en tidlig alder.

## Mere information om kildekritik og fake news

Følgende artikler ligger ikke til grund for denne artikel, men er efter min mening interessante artikler om kildekritik og fake news i en undervisningskontekst:

Marchi, Regina. "With Facebook, blogs, and fake news, teens reject journalistic "objectivity"." *Journal of Communication Inquiry*, 36.3 (2012), 246-262. <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0196859912458700>

Lindow, Stefanie and Tilmann Betsch. "Child decision-making: On the burden of predecisional information search." *Journal of Cognition and Development*, (2018), 1-28. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15248372.2018.1436057>

Schulz-Hardt, Stefan et al. "Biased information search in group decision making." *Journal of personality and social psychology*, 78.4 (2000), 655. <http://psycnet.apa.org/buy/2000-08135-004>

Çoklar, Ahmet Naci, Nihal Dulkadir Yaman and Işıl Kabakçı Yurdakul. "Information literacy and digital nativity as determinants of online information search strategies." *Computers in Human Behavior*, 70 (2017), 1-9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563216308573>

## 5 spørgsmål, du bør stille dig selv, når du læser om forskning

Redaktionen tilføjer her som et supplement en oversigt over et 'manifest' med fem artikler udarbejdet af journalisterne på Videnskab.dk. Hver artikel giver gode råd til, hvad man skal kaste et kritisk blik på, hvis man vil vurdere troværdigheden af en historie om forskning, som man møder i pressen eller sociale medier.

De fem artikler omhandler

1. Er det solid forskning?
  - Er forskningen udgivet i et videnskabeligt tidsskrift?
  - Hvor mange data og forsøg er resultatet baseret på?
  - Er det en enkeltstående undersøgelse eller sammenfatning af flere forskellige forskningsprojekter?
2. Hvor læser du nyheden?
  - Hvem har skrevet artiklen?
  - Er det et troværdigt medie?
  - Hvor stammer oplysningerne fra?
3. Hvad står der egentlig?
  - Hvad ligger der bag den saftige overskrift?
  - Er forbehold og nuancer gemt væk?
  - Udtrykker tal og statistik reelle sammenhænge og problemer i virkeligheden?
  - Er forskningen udført på dyr eller mennesker?
4. Hvad viser den øvrige forskning?
  - Passer det nye resultat med, hvad vi ved i forvejen?
  - Be- eller afkræfter uafhængige forskere påstanden?
  - Bliver al viden lagt nuanceret frem – eller kun udvalgte resultater?
  - Hvilken viden og autoritet ligger bag folks udtalelser?
5. Hvor kommer pengene fra?
  - Hvor kommer pengene til forskningen fra?
  - Har nogen åbenlyse interesser i at fremlægge særlige konklusioner?

Artiklerne kan downloades på Videnskab.dk's hjemmeside:

[https://videnskab.dk/manifest?utm\\_source=banner&utm\\_medium=banner&utm\\_campaign=ManifestBanner](https://videnskab.dk/manifest?utm_source=banner&utm_medium=banner&utm_campaign=ManifestBanner)

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.

# Kommentarer

# Løsning?



Gert Hansen, Gladsaxe  
Gymnasium

*Kommentar til Brian Krog Christensen: "FYMA – om integration af to fag", MONA, 2018(3)*

Der er ret begrænsede forsøgserfaringer med STEM-fagene i sammenhæng med de danske ungdomsuddannelser og derfor tak til Silkeborg Gymnasium for forsøget med at integrere de to fag fysik C og matematik C i stx-sammenhæng. Forsøget og evalueringen heraf giver anledning til nogle overvejelser og kommentarer og peger også på uafklarede spørgsmål.

Evalueringen af forsøget er i overensstemmelse med udenlandske erfaringer (Hurley, 2001), men i lyset af Hatties indsamlede erfaringer med synlig læring ville det være ønskeligt med en angivelse af en effektstørrelse. Hurley anfører fx en værdi omkring 0,3 hvilket ifølge Hattie ikke kan siges at være signifikant – forsøg har det med at give en positiv effekt i sig selv. De udenlandske erfaringer antyder også at det især er udbyttet i fysik der forbedres, og det vil være interessant at vide om det også er tilfældet i Silkeborgforsøget. Det vil for mig være overraskende da matematik C er placeret i 1. g. og fysik C i den normale afvikling på Silkeborg Gymnasium i sammenlignelige studieretninger er placeret i 2. g. Denne tilrettelæggelse af fysik beskriver mange fysiklærere som betydeligt bedre i forhold til elevernes arbejde med og udbytte af fysik end en placering i 1. g. Min forventning vil derfor være at udbyttet af matematik forbedres markant og mere end udbyttet af fysik. Forbedringen af matematikkompetencerne som Brian Krog Christensens artikel beskriver, kan altså tilskrives at matematikforløbet nu bliver toårigt. Forsøgslærerne fremhæver også at det for mange elever er en hjælp at matematik bliver konkretiseret.

Så vidt jeg har forstået, har der i Silkeborg også været afprøvet en første udgave af FYMA-forsøget hvor det integrerede fag blev afviklet på ét år. Resultaterne herfra var ikke så gode som med den toårige tilrettelæggelse.

I evalueringen nævnes at det eksperimentelle arbejde vurderes særligt positivt, men det er ikke klart at det skyldes den særlige tilrettelæggelse. Elever kan som regel godt lide eksperimentelt arbejde da det giver en god afveksling i undervisningen. En fordel

ved fagintegration er at teori, baggrund, nye begreber, eksempler og anvendelser kan placeres i en god kontekst og ikke løsrevet fra hinanden hvilket nemt kan ske i den fagdelte undervisning. Alternativt kræver det omfattende og tidskrævende koordinering mellem lærere. Det virker dog ikke helt i overensstemmelse med erfaringerne fra den normale tilrettelæggelse at Christensen skriver: "Men hvis undersøgelsen af data fx giver anledning til opstilling af en eksponentiel model, kan der i fyma laves en matematisk efterbehandling der normalt ikke ville indgå i fysik C". Det vil for mig at se være hel normal praksis i fysik C, men derimod vil det tilføre matematikundervisningen en konkret, praktisk anvendelse.

Elevernes interesse for fyma styrkes ifølge evalueringen gennem undervisningen, men hvordan ser det ud på fagopdelte hold? Det er min forventning at elevernes interesse også her vil øges gennem undervisningen.

Der er dog desværre en relativt stor gruppe på ca. 20 % der fra starten ikke er motiveret for hverken fysik, matematik eller fyma og heller ikke bliver det undervejs.

Det forbliver en stor udfordring at motivere disse elever, og det ville være interessant at kortlægge eventuelle fællestræk ved denne gruppe, fx valg af studieretning og køn.

Lærerne der indgik i forsøget, har undervisningskompetence i begge fagene i overensstemmelse med udenlandske anbefalinger (Honey, 2014) der peger på vigtigheden af lærernes fagkundskab. Vil det fx betyde at det er en dårlig idé at anvende to lærere til et integreret fag? Det kunne have interesse for fagene bioteknologi og geovidenskab.

Silkeborgforsøget indikerer at de to fag fysik og matematik understøtter hinanden særlig effektivt. Som det foreslås i artiklen, kunne man fristes til at integrere fysik A og matematik A, men man skal her være opmærksom på at et sådant fag ville have mange timer og derfor er meget følsomt overfor relationen mellem elever og lærer. Synergieffekten af matematik og fysik kunne i min optik tale for at studieretninger med matematik A også skal indeholde fysik på mindst B-niveau.

I et perspektiverende afsnit foreslår Christensen en række mulige og interessante forsøg med STEM-fagene, men det vil dels kræve mange ressourcer, dels kræve en meget bedre afklaring af hvordan effekten af forsøgene måles. Der foreslås eksempelvis forsøg med integration af matematik og andre naturvidenskabelige fag. Der er her tale om en type af forsøg som er totalt fraværende i Danmark. Om det skyldes lærernes kompetenceprofil eller en forventning om manglende synergi mellem matematik og andre naturvidenskabelige fag, kan man i øjeblikket kun spekulere over.

Mulighederne for at følge op på FYMA-forsøget er blevet en smule begrænset af gymnasireformen fra 2017, dels fordi opmærksomheden er rettet mod implementeringen af denne, og dels fordi der er færre studieretninger med fysik C og matematik C. Erfaringerne fra Silkeborg kunne tyde på at der er muligheder i en stærkere kobling mellem fysik C og matematik C i form af et toårigt integreret fag med én lærer. Men



jeg har svært ved at se Christensens øvrige forslag til forsøg realiseret, især på grund af det store afklaringsarbejde forslagene kræver. Overskud til den type arbejde er ikke det sektoren er præget af for tiden – desværre.

## Referencer

- Hattie, J.A.C. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-analyses Relating to Achievement*. Routledge.
- Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber, H. (red.) (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. National Academy of Engineering and National Research Council. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Hurley, M.M. (2001). Reviewing Integrated Science and Mathematics: The Search for Evidence and Definitions from New Perspectives. *School Science and Mathematics*, 101(5), s. 259-268.

# Er populær matematikundervisning uambitiøs – og derfor nem?



Tomas Højgaard, DPU,  
Aarhus Universitet,  
København

*Kommentar til Tom Steffensen og Helle Østerby: "Hvorfor er matematik så populært i 7.a?", MONA 2018-1*

Intentionen med *Hvorfor er matematik så populært i 7.a?* er – som forfatterne selv beskriver det i indledningen – at fremlægge en forståelse af "hvorfor matematikfaget er så populært i en klasse vi kalder 7.a., men er det af grunde som samtidig rejser nogle centrale didaktiske udfordringer."

Jeg synes det er en god artikel med en klar og relevant problemstilling som udgangspunkt og en velstruktureret og velfunderet analyse heraf, men i kommentaren her vil jeg i øvrigt ikke argumentere nærmere for denne synsning vedrørende artiklen som helhed. I stedet vil jeg bruge krudtet på at fremlægge nogle af de refleksioner som læsningen har fremkaldt hos mig, og på den vis forhåbentlig videreføre og supplere nogle af tekstens tematikker. Hver refleksion runder jeg af med et eller flere konkrete spørgsmål som Tom og Helle har været søde at bidrage med deres opfølgende replik til.

## Ambitiøs matematikundervisning – hvorfor ikke?

Artiklen handler, som titlen siger, om *hvorfor* færdighedsorienteret matematikundervisning er populært blandt en gruppe elever i 7. klasse. Når jeg oplever det som en interessant diskussion, er det imidlertid ikke fordi jeg synes svaret på spørgsmålet er interessant i sig selv, men fordi det byder sig til som et blandt mange mulige svar på en anden type spørgsmål: Den matematikdidaktiske litteratur er fyldt med analyser af hvorfor det på mange planer giver mere mening at lade matematikundervisning stræbe efter kompetenceudvikling og begrebsforståelse end efter færdigheder og

paratviden. På trods heraf deler mange i matematikundervisningsmiljøet – herunder Tom, Helle og jeg – en opfattelse af at kompetence- og forståelsesorientering ikke er en dækkende beskrivelse af majoriteten af den konkrete gennemførte matematikundervisning. *Hvorfor ikke?*

Med afsæt i et ønske om at bidrage til hvad jeg opfatter som forbedringer af konkret matematikundervisningspraksis, synes jeg et sådant hvorfor ikke-spørgsmål er uhyre relevant og interessant at få analyseret og fulgt op på, og der er flere passager i artiklen der får mig til at tro at det også udgør en væsentlig motivation for Tom og Helles fremlagte analyse. Måske skyldes den manglende udbredelse af kompetenceorienteret matematikundervisning at færdighedsorienteret matematikundervisning udgør et langt mere elev-populært alternativ. Det er i lyset af en sådan hypotese at jeg finder artiklen langt mere interessant end mange af de studier som fremlægger endnu en Tante Sofie-analyse af *hvordan* man skal gøre for at alting bliver godt til sidst.

*Spørgsmål:* Giver det mening at skelne mellem analyser af typen “Hvorfor?”, “Hvorfor ikke?” og “Hvordan?” og så med det afsæt læse artiklen som en hvorfor-analyse motiveret af en hvorfor ikke-problematik? Og er der ikke – som en berettigelse af artikler som denne – et overskud af didaktiske hvordan-analyser og et underskud af didaktiske hvorfor ikke-analyser hvis man vurderer sådanne analyser ud fra deres udviklingsmæssige potentiale?

*Tom og Helle:* Kære Tomas. Vi er meget glade for din læsning af artiklen, som rammer præcis det vi forsøger at få frem. Artiklen er blevet til som del af et forskningsprojekt der handler om særligt tosprogede elevers faglige deltagelsesmuligheder i skolens fag. Vores gruppe var sammensat af fem fagdidaktikere fra dansk, dansk som andetsprog, matematik, engelsk, religion og historie. Som læreruddannere og fagpersoner har vi alle passionerede holdninger til hvordan den gode undervisning i vores fag bør se ud – altså overvejende det du kalder *hvordan*-spørgsmålet. På læreruddannelsen bruger vi meget *hvordan*-litteratur, og den er naturligvis vigtig, for læreren må have nogle klare ideer om hvad kvalitet er i eksempelvis matematikundervisningen. Vi savner dog nogle gange – ligesom dig – grundigere analyser og diskussioner af hvorfor – og det tror vi desværre gælder alle fag – skolens praksis ikke ligger tættere op ad de fagdidaktiske idealer end den tilsyneladende gør. Det kan mange lærere bekræfte, og det oplever mange lærerstuderende når de er i praktik. Og så melder spørgsmålet sig: *hvorfor ikke?* Hvis man ønsker at fokusere på *hvorfor ikke*-spørgsmålet snarere end *hvordan*, er den etnografiske klasserumsforskning et oplagt sted at hente inspiration. I etnografien er målet nemlig ikke at søge efter det der virker, men prøve at forstå hvorfor praksis er som den nu engang er – fx set fra et elevsolidarisk perspektiv. For os handler det ikke om at elevperspektivet alene skal afgøre hvordan undervisningen skal se ud. Men etnografien og uddannelsessociolo-

gien kan hjælpe fagdidaktikken med at få øje på eleverne som andet end objekter for læring. Betragtet som subjekter i undervisningen bringer eleverne hver især forskellige interesser, ambitioner og kapitaler med sig. Og med afsæt i analyse af eksempelvis elevernes grunde til at agere som de gør, kan man, som du skriver, vende tilbage til det fagdidaktiske *hvordan*-spørgsmål. Hvis vi ønsker at ændre på betingelser eller opfattelser, hvad skal der så til, og hvad skal vi gøre?

## Færdighedsfokus og præstationsorienterede elever

Artiklens datagrundlag er primært interviews med elever fra den observerede klasse. Sammenfattet peger analysen på "at matematikundervisningens fortrin set fra et elevperspektiv skal findes i en tydelig elevrolle, oplevelsen af læringsprogression og forestillinger om det lærtes betydning for fremtiden" (Steffensen og Østerby, 2018, s. 7).

Det synes jeg lyder både forståeligt og genkendeligt, men mine egne erfaringer tyder på at det kan opnås med mange former for læringsmål, ikke kun de færdighedsorienterede. Det virker derfor som værd at beskæftige sig med hvordan eleverne oplever sigtet mod forskellige slags matematikfaglige læringsmål, og hvad det er der gør at de værdsætter undervisning med sigte på færdighedsmaal.

Det har Rune Hansen gjort i sit nyligt afsluttede ph.d.-projekt, som jeg som vejleder kender ganske godt. I afhandlingen (Hansen, 2018) peger han på at eleverne i den 5./6. klasse han fulgte gennem to år, havde det meget forskelligt med det eksplicite fokus på matematikfaglige kompetencemaal, som var ph.d.-projektets omdrejningspunkt. Inspireret af international forskning skelner Rune mellem tre elevtyper i forhold til deres målorientering: Nogle elever er mestringsorienterede, dvs. tilgår det faglige indhold med mestring som den adfærdsstyrende tilgang, mens andre elever enten er offensivt eller defensivt orienteret mod præstationer, dvs. tilgår undervisningen med det primære sigte at blive færdige med de stillede opgaver og dermed i deres optik præstere det af læreren forventede. Afhandlingen giver indblik i at især elever med en offensiv præstationsorientering har en præference for at lave mange færdighedsorienterede opgaver. De værdsætter i højere grad arbejdet med denne opgavetype end fx arbejde med komplekse matematiske problemer. Når de defensivt præstationsorienterede elever i undervisningen stilles over for krav om at håndtere mere udfordrende matematiske situationer, så har de en tendens til at anvende forskellige afværgestrategier som fx overfladiske besvarelser eller at lade være med at involvere sig i løsning af opgaven.

*Spørgsmål:* Mon ikke præstations- frem for mestringsorientering spiller en væsentlig rolle for elevers forhold til færdighedsorienteret matematikundervisning? Nogle værdsætter det måske fordi målene er til at forstå og navigere efter, jf. Tom og

Helles betoning af betydningen af tydelig elevrolle og oplevelsen af læringsprogression hos eleverne i 7.a. Men i forlængelse af Runes erfaringer og erkendelser er det en nærliggende hypotese at nogle elever værdsætter færdighedsorienteret matematikundervisning af den mere simple, men mindre politisk korrekte grund at det er udtryk for en læringsmæssigt uambitiøs forventning fra lærerens side, hvilket passer godt med deres ringe motivation for at lære matematik og deraf følgende primære styring efter at komme over hvor gærdet er lavest i forhold til at blive færdig med de stillede opgaver. Kan arbejdet med 7.a og eventuelt andre empiriske studier af færdighedsorienteret matematikundervisning kvalificere en sådan hypotese og den bagvedliggende antagelse om forskellige elevtyper?

*Tom og Helle:* Vi synes også det er interessant at prøve at få indsigt i de forskellige strategier elever anlægger i forhold til de opgaver de bliver præsenteret for i skolen, herunder i matematikundervisningen. Runes undersøgelse lyder rigtig interessant, og vi tror også at et længerevarende observationsstudie af matematikundervisningen i vores case ville få nogle nuancer frem som vores interviews ikke indfanger af den simple grund at eleverne ikke rigtigt har et sprog for hvad den mere forståelsesorienterede matematikundervisning går ud på. Du rejser så det nærliggende spørgsmål om det kan have noget at gøre med manglende ambitioner fra lærerens – og elevernes – side at den færdighedsorienterede matematikundervisning tilsyneladende fungerer så godt i grundskolen. Der kan sikkert været noget om at færdighedsorienteret undervisning – ikke bare i matematik, men i alle fag – kan være udtryk for manglende lærerambitioner og et ønske om at få tiden til at gå så let som muligt. Men i vores case er der ingen indikationer på at det er det der er på spil. I vores interviews ser vi heller ikke tegn på at elevernes færdighedsorientering hænger sammen med ringe motivation for at lære matematik. En del af eleverne siger jo netop at de godt kan lide matematik, og begrundet det bl.a. med at det er et vigtigt fag der giver dem en følelse af at lære noget. En del af svarene peger også på en fascination af tallenes verden. De elever der taler om danskfaget, lægger også vægt på færdigheder som det centrale, men i deres optik er danskfærdigheder noget som man er ved at være færdig med her ved indgangen til overbygningen. Matematikkens færdighedsunivers oplever flere derimod stadig som noget stort og spændende; her er altid nye begreber, regler og procedurer at lære og øve sig på.

## Elevpræferencer versus lærervalg

I artiklen omtales tre teoretiske perspektiver (s. 10-14). Det ene består af Richard Skemp's skelnen mellem en instrumentel og en relationel tilgang til arbejdet med faglige begreber i matematikundervisningen. Det andet består af Basil Bernsteins skelnen mellem synlige og usynlige pædagogikker og mellem den regulative diskurs med

fokus på den sociale orden i klassen og undervisningsdiskursen med fokus på lærerens rammesætning af arbejdet med undervisningens indhold. Det tredje perspektiv ligger i forlængelse heraf og udgøres af Karl Matons skelnen mellem modtager- og vidensorienterede koder.

Perspektiverne bruges som rammesætning af beretning om og analyse af mange spændende elevperspektiver på matematikundervisning i almindelighed og færdighedsorientering i særdeleshed. Det synes jeg er både spændende og relevant, men det efterlader mig med en nysgerrighed på lærerens rolle i forhold til hvad der fremstår som centralt placeret i en given matematikundervisning. Som Bernstein fremhæver med begrebet om undervisningsdiskursen, er det jo som udgangspunkt læreren – ikke eleverne – der træffer beslutninger om undervisningens indhold og den læringsmæssige tilgang hertil. Hvis vi vender tilbage til spørgsmålet om hvorfor færdighedsorientering tilsyneladende er så udbredt i matematikundervisningen, må lærerens beslutninger og baggrunden herfor vel derfor være det primære at forstå, med elevernes præferencer som noget der kun kan få konkret betydning gennem at øve indflydelse på lærerens valg.

*Spørgsmål:* Hvad er baggrunden for læreres orientering mod færdigheder i matematikundervisningen – i det konkrete tilfælde i 7.a og mere generelt? Er det en rimelig hypotese at mange lærere gerne vil etablere en mere forståelses- og kompetenceorienteret matematikundervisning, men at de – som Tom og Helle er inde på – finder det vanskeligt og mangler redskaber til at bevæge sig i den retning? Eller er det mere plausibelt at mange lærere i en presset hverdag går med de præstationsorienterede elever og foretrækker den simplest mulige og lettest realiserbare didaktiske kontrakt i undervisningen?

*Tom og Helle:* I vores undersøgelse har vi ikke fokus på lærerkompetencer, men vi tænker ligesom dig at udvikling af lærerkompetencer må være et oplagt indsatsområde hvis man ønsker at udvikle matematikundervisningen i en mere forståelsesorienteret retning. Skal vi fortsætte med at tænke med Bernstein, så vil man også kunne sige at selvom lærerens rammesætning er central, så skabes den ikke udelukkende af den enkelte lærers handlinger i klasseværelset. Både den orden i undervisningen som Bernstein kalder den regulative diskurs, og undervisningsdiskursen er forankret i felter der ligger uden for klasseværelset. Hvis samfundet og skolen generelt betragtet på den ene eller anden måde – fx gennem brugen af redskaber som nationale læringsmål, test, karakterer, uddannelsesparathedsvurderinger mv. – kommunikerer til både lærere og elever at det er vigtigt at præstere, så vil det forplante sig til undervisningen. Den matematiklærer der underviser på en mere forståelsesorienteret måde hvor resultaterne ikke er så synlige, går i den forstand op mod en stærk diskurs der ikke bare handler om matematikundervisning, men skolen generelt.

## Klare mål, tydelig evaluering og lærer- versus elevstyring

Min fjerde og sidste refleksion har afsæt i Bernsteins tidligere omtalte begreber, som der i artiklen redegøres for på glimrende vis, som jeg her kort vil parafrasere.

Bernstein opererer som nævnt i Tom og Helles svar herover med to normsæt som altid er i spil på samme tid i undervisningen. *Den regulative diskurs* sætter rammer for den sociale orden i klassen, dvs. regler for elevernes adfærd. *Undervisningsdiskursen* består af lærerens rammesætning af undervisningens indhold, dvs. hvad der skal arbejdes med hvornår. Pointen hos Bernstein er at den sociale orden altid vil være bestemmende for undervisningen, ikke omvendt. Han er især optaget af to positioner: *synlig pædagogik* hvor både den sociale orden og undervisningen er stærkt rammesat, og hvor fokus er på elevens præstation der indkredses gennem tydelige mål, lærerstyring og eksplicit evaluering, og *usynlig pædagogik* hvor de begge er svagt rammesatte, og hvor fokus er på elevens kognitive, sproglige og personlige udvikling. Den færdighedsorienterede matematikundervisning er med sine rigtige og forkerte svar, tempo- og rækkefølgerregulering, test mv. et paradigmatisk eksempel på en synlig pædagogik.

Min undren i forlængelse af denne begrebsudredning er i første omgang mere rettet mod Bernstein end mod Tom og Helle: Hvor ved du fra at den sociale orden altid vil være bestemmende for undervisningen, ikke omvendt? Og hvorfor er det yderpositionerne hvor både den sociale og den faglige rammesætning er enten stærkt eller svagt rammesat (hhv. synlig og usynlig pædagogik), der er de mest interessante?

Min hypotese er at det skyldes at Bernstein som sociolog naturligt nok har mest blik for den sociale orden, og at han, som Tom og Helle skriver, ikke går tæt på forskelle mellem fag og derfor heller ikke arbejder med at differentiere mellem forskellige former for faglige ambitioner. I alle fald er jeg uenig. Som fagdidaktiker har jeg i mange år arbejdet med at rammesætte og analysere undervisningsdiskursen som en måde at påvirke den sociale orden i retning af det som et konkret fagligt kompetencemål fordrer af eleverne. Det svarer til det som Morten Blomhøj og jeg har betegnet didaktisk klasseledelse (Blomhøj og Højgaard, 2011), og jeg har solid empirisk evidens for at det både er muligt og i konkrete situationer læringsmæssigt smart at gribe undervisningen an på den måde.

I forlængelse af mit andet kritiske spørgsmål til salig Bernstein er min egen erfaring at kompetenceudvikling i høj grad fordrer kognitiv, sproglig og personlig udvikling, hvilket Bernstein henregner til usynlig pædagogik. Hvis undervisningen ikke skal glide en af hænde, er man som lærer samtidig nødt til at fastholde den faglige kompetencedagsorden som det læringsmæssige sigtepunkt, svarende til håndtering af det jeg har betegnet dilemmaet ved at undervise i orienteret autonomi (Jensen, 2007). Det tyder mit empiriske forsknings- og udviklingsarbejde på mest effektivt gøres ved at arbejde med tydelige og ekspliciterede mål og eksplicit evaluering heraf, hvilket Bern-

stein henregner som del af synlig pædagogik. Med andre ord: Kompetenceorienteret matematikundervisning nødvendiggør håndtering af dilemmaet ved at undervise i orienteret autonomi, hvilket igen kræver at man som lærer bryder med dikotomien mellem synlig og usynlig pædagogik.

*Spørgsmål:* Giver ovenstående mening for andre end mig som perspektiv på at rammesætte og analysere bevægelser fra en færdighedsorienteret til en kompetenceorienteret matematikundervisning?

*Tom og Helle:* Vi mener du har fat i noget helt centralt her. Bernstein er meget glad for modeller og dikotomiske opstillinger, der skal anvendes med en vis forsigtighed. Vi opfatter selv begreberne som en slags tænkehatte der er gode til at få de underforståede signaler i pædagogisk praksis frem i lyset. Vi er også helt enige i at der kan være en tendens hos Bernstein til at overse fagets betydning for samværet i klassen. Ud over Bernstein er vi i artiklen også inspireret af sociologen Karl Maton. Med afsæt i Bernsteins begreber forsøger Maton mere nuanceret at indfange hvordan viden kan formidles på forskellige måder (altså det vi andre ville kalde fag). Set i relation til din forskning i hvad der er på spil i kompetenceorienteret matematikundervisning, tænker vi at især en figur hos Maton kan være relevant. Hvor Bernstein er kendt for sin modstilling af synlig og usynlig pædagogik, der groft sagt handler om hvorvidt undervisningens fokus er på reproduktion af velafgrænset viden (jf. færdighedsorienteret matematikundervisning) eller elevens faglige og personlige udvikling i et tilsyneladende mere frit rum (jf. projektarbejde, innovationslaboratorier mv.), opstiller Maton en matrix over fire grundlæggende fagkoder. De to som vi allerede har omtalt i artiklen (videnskoden og modtagerkoden), svarer nogenlunde til synlig og usynlig pædagogik, men Maton opererer med yderligere to såkaldte specialiseringskoder (Maton, 2014, s. 30). Ifølge Maton trækker nogle fag på en elitekode der *både* stiller høje krav til viden og færdigheder *og* personlig udvikling, flair og talent. Maton giver videregående musikundervisning som eksempel (Maton, 2014, s. 81), men vi tænker at kompetenceorienteret matematikundervisning også kan begribes gennem en elitekode. Som du skriver, stiller den form for undervisning høje krav til både den "hårde" side, altså færdigheder, viden, og den "bløde" side, altså elevens personlige egenskaber (kreativitet, samarbejdsevne, vedholdenhed, sproglige evner mv.). Set fra et uddannelsessociologisk og elevsolidarisk perspektiv kan udfordringen ved den kompetenceorienterede matematikundervisning derfor være at den i kraft af sine høje krav til eleverne risikerer at skabe store spændinger i klassen mellem de elever der har de rette forudsætninger for deltagelse, og de elever der ikke har. Derfor synes vi også det er spændende at høre om hvordan du har arbejdet med didaktisk klasseledelse og orienteret autonomi for at skabe en ramme og et sprog for de matematiske kompetencer der kan nå alle elever.



## Referencer

- Blomhøj, M. & Højgaard, T. (2011). Hvad er meningen? Didaktisk klasseledelse i matematik via form eller mål. I: M.S. Schmidt (red.), *Klasseledelse og fag – at skabe klassekultur gennem fagdidaktiske valg* (143-163). Frederikshavn: Dafolo.
- Hansen, R. (2018). *Målstyret kompetenceorienteret matematikundervisning*. Ph.d.-afhandling. Emdrup: DPU, Aarhus Universitet.
- Jensen, T.H. (2007). Udvikling af matematisk modelleringskompetence som matematikundervisningens omdrejningspunkt – hvorfor ikke? *IMFUFA-tekst*, nr. 458. Roskilde: Roskilde Universitetscenter. Ph.d.-afhandling.
- Maton, K. (2014). *Knowledge and knowers. Towards a realist sociology of education*. London: Routledge.
- Steffensen, T. & Østerby, H.L. (2018). Hvorfor er matematik så populært i 7.a? *MONA*, 1, 7-26.

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.

# Litteratur

# Det fælles i naturfagene – en trædesten i et vadested



Sanne Schnell  
Nielsen, Københavns  
Professionshøjskole og  
Institut for Naturfagenes  
Didaktik, KU

Anmeldelse af Bodil Nielsen og Keld Nørgaard: "Det fælles i naturfagene – fra indskoling til prøve i 9. klasse". Samfundslitteratur, 2018. 165 sider.

Med bogen "Det fælles i naturfagene – fra indskoling til prøve i 9. klasse" kommer Bodil Nielsen og Keld Nørgaard med et vigtigt og aktuelt bidrag til hvordan der kan arbejdes med det fælles i naturfagene i grundskolen. Et vigtigt bidrag da vi mangler et kvalificeret bud. Et aktuelt bidrag da lærerne lige nu arbejder på at omsætte de fællesfaglige krav til praksis.

Bogen beskriver hvordan der gennem undervisning og evaluering fra 1. til 9. klasse kan arbejdes på såvel *langs* som på *tværs* med de fire fælles kompetenceområder: undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation. Bogens første del omhandler undervisning i hvert af de fire kompetenceområder i natur/teknologi og i fysik/kemi, biologi og geografi. Desuden er der afsnit om at arbejde med problemstillinger og forslag til undervisningsdifferentiering og evaluering. Bogens første del afsluttes med



et kapitel om den fællesfaglige prøve i 9. klasse.

Bogens anden del har fokus på hvordan man i udskolingens naturfag kan

arbejde med problemstillinger inden for seks fællesfaglige fokusområder. Tre eksempler på undervisningsforløb er beskrevet i detaljer, mens tre andre forløb er skitseret.

Bogen giver stof til eftertanke i forhold til en række udfordringer mht. de fælles kompetenceområder og fællesfaglige fokusområder i naturfagene som ikke direkte adresseres af forfatterne. Som eksempel kan nævnes lærernes udfordring med at tilgodese forskellige eksterne evalueringsformer i udskolingens naturfag.

### *Udtræksprøven og den nationale test udgør en barriere*

Det er en kendt sag at prøver og tests har en tydelig indflydelse på tilrettelæggelsen af undervisningens form og indhold. Til trods for at der er indført fællesfaglige områder og en fællesfaglig prøve, har man fra centralt hold valgt at bibeholde monofaglige eksterne prøver og tests. Dvs. at lærerne i deres undervisning ikke alene skal forberede eleverne på den fællesfaglige prøve i 9. klasse. Undervisningen vil også i nogen grad være styret af de nationale tests samt mulighed for en afsluttende monofaglig udtræksprøve i 9. klasse. Dette kunne måske være meningsfuldt hvis undervisningstid var en ubegrænset ressource, og hvis de forskellige eksterne evalueringer afspejlede den samme tilgang til faget ift. prioritering af undervisningens formål, indhold og form. Indførelsen af de fire kompetenceområder og fællesfaglige områder har imidlertid kun i meget begrænset omfang reduceret omfanget af de eksiste-

rende monofaglige indholdsdele i læseplanerne. Dvs. indførelsen af det fælles i naturfagene har forstærket et allerede eksisterende problem: manglende overensstemmelse mellem undervisningstid og læseplanernes omfang.

Derudover afspejler de monofaglige prøver og tests en anden faglig tilgang til naturfagsundervisning og -læring ift. den tilgang der afspejles i den fællesfaglige prøve. Den afsluttende fælles prøve er problemorienteret, tværfaglig, praktisk undersøgende og mundtlig. Prøven skal evaluere eleverne ift. de fire kompetenceområder. Prøven kan gennemføres individuelt, men den er som udgangspunkt gruppebaseret. I modsætning hertil er udtræksprøven og de nationale tests individuelle, monofaglige, digitale og primært baseret på multiple-choice-spørgsmål. Dertil kommer at de digitale prøver har en stærk tendens til at evaluere elevernes viden ift. begrebsforståelse, faktaviden og variabelkontrol.

De eksterne evalueringer signalerer to meget forskellige prioriteringer og opfattelser ift. undervisning og læring inden for naturfag. De nationale tests og udtræksprøven trækker faget i en historisk set mere traditionel retning – en tradition baseret på begrebsforståelse, monofaglighed, fokus på eksperimentet som *den* naturvidenskabelige arbejdsmetode samt en adskillelse mellem elevernes videns- og færdighedsforståelse. Hvorimod den nye fælles prøve og fællesfaglige områder peger i en mere proces-, tværfaglig og kompetenceorienteret retning – en retning hvor eleverne i højere grad skal

integrere og anvende deres viden og færdigheder til at løse problemstillinger gennem mange forskellige naturvidenskabelige metoder. Den fælles prøve er ifølge Bodil Nielsen og Keld Nørgaard i overensstemmelse med naturfagenes formål. Et formål som fremhæver at undervisningen skal bidrage til at uddanne eleverne til at kunne forstå, forholde sig til og handle i forhold til naturfaglige problemstillinger i den samfundsudvikling som de er en del af. Jeg vil vove den påstand at format og indhold i de monofaglige digitale evalueringer kun i begrænset omfang kan bidrage til at opfylde dette formål. Hermed kan bibeholdelsen af de centralt stillede digitale evalueringer udgøre en barriere for at lærerne kan prioritere den fællesfaglige og kompetenceorienterede undervisning og evaluering som forfatterne beskriver i bogen.

### *Det fælles i naturfagene forudsætter ligestillede naturfag*

En anden barriere for det fælles i naturfagene som ikke adresseres direkte i bogen, er relateret til de vejledende timetal i fagene. Fysik/kemi har væsentlig flere timer gennem hele udskolingsforløbet sammenlignet med geografi og biologi. Fx har fysik/kemi typisk 3 lektioner om ugen i 9. klasse, hvorimod biologi og geografi kun har en lektion. Indførelsen af fællesfaglige forløb vil derfor forholds-mæssigt ikke fylde det samme i de tre fag. Desuden fremgår det af prøvebekendtgørelsen at prøveopgivelserne skal vægtes ift. de vejledende timetal. Fage-

nes forskellige timetal kan hermed skabe en skævvridning af fagenes muligheder for at tilgodese det fælles i naturfagene.

I bogen kommer forfatterne med et forslag til hvordan de fælles forløb kan tilrettelægges i blokke. Blokke hvor hvert fag kan bidrage med 2 lektioner per uge i fx 5 uger. Dette giver umiddelbart god mening da blokkene kan tilgodese behovet for sammenhængende undervisningstid til fordybelse, længerevarende undersøgelser og brug af uformelle læringsmiljøer. Derudover kan blokkene bidrage til at flere fagligheder kommer i spil i løbet af dagen. Dermed kan lektionsplanlægningen tage højde for at meget få naturfagslærere har undervisningskompetence i alle tre af udskolingens naturfag. Men den skæve fordeling i de vejledende timetal kan dog udgøre en barriere for bogens løsningsforslag. Hvis der fx i 9. klasse indlægges 2 af disse fællesfaglige blokke, vil konsekvensen være at der ikke er timer til at undervise i geografi i 10 undervisningsuger. Det vil betyde en meget fragmenteret undervisning.

### *Naturfagene står midt i et vadested*

Bogen kommer med et kvalificeret bud på hvordan der kan arbejdes med det fælles i naturfagene. Et bud som kan rette op på nogle af de svagheder som læseplanen og vejledningen i Fælles Mål indeholder. Fx uddyber bogen beskrivelsen af de fire overordnede kompetencer og giver konkrete eksempler på hvordan der kan arbejdes med kompetencerne. Bogen afspejler dog også at naturfagene står i

et vadedsted og ikke er kommet helt over til den modsatte bred. Fx har vi fortsat ikke et godt bud på følgende problemstillinger: Hvordan kan vi undgå at de fællesfaglige fokusområder bliver et "addon" til en allerede overfyldt læseplan? Hvordan skal vi prioritere elevernes begrebs- og sammenhængsforståelse i en kompetenceorienteret undervisning? Hvordan kan naturfagene reelt ligestilles i det fællesfaglige samarbejde? Hvordan kan vi skelne mellem færdigheder og kompetencer? Hvordan kan vi arbejde henimod at modellering sidestilles med undersøgelse som en ligeværdig naturvidenskabelig metode? Hvordan sikrer vi bedre overensstemmelse mellem forskellige eksterne evalueringsformer, formålet for fagene og den daglige undervisning? Hvordan kan vi finde en meningsfuld balance mellem et traditionelt skarpt opdelt monofagligt, begrebstungt, eksperimentelt og variabel-fokuseret naturfag på den ene side og et udvandet tværfagligt naturfag uden naturfaglig argumentation på den anden side? Der er lang vej endnu, men bogen "Det fælles i naturfagene" giver en trædesten i den rigtige retning.



