MONA

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

KØBENHAVNS UNIVERSITET
NATUR- OG BIOVIDENSKAB

2023-4

MONA

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

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet, Det Lærerfaglige Fakultet ved Københavns Professionshøjskole, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole, Center for Skole og Læring ved Professionshøjskolen Absalon, VIA University College og Danske Science Gymnasier.

Redaktion
Jens Dolin, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)
Dorte Moeskær Larsen, Syddansk Universitet
Ole Goldbech, Københavns Professionshøjskole
Sebastian Horst, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet
Magnus Boye, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Redaktionskomité
Bjørn Johannsen, Københavns Professionshøjskole
Brian Krog Christensen, Danske Science Gymnasier
Jette Reuss Schmidt, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland
Karin Lilius, Center for Skole og Læring, Professionshøjskolen Absalon
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College
Marianne Achiam, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet
Martin Niss, Institut for Naturvidenskab og Miljø, Roskilde Universitet
Morten Rask Petersen, Anvendt Forskning i Pædagogik og Samfund, UCL
Tinne Hoff Kjeldsen, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

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

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

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

Produktionsplan og deadlines for indsendelse af bidrag til MONA
MONA udkommer fire gange om året, normalt på onsdagen nærmest 5. marts, 5. juni, 5. september og 5. december.
Artikelmanuskripter og forslag til aktuelle analyser modtages løbende og behandles så hurtigt som muligt. Den redaktionelle proces (inkl. peer-review) tager mindst tre måneder. Deadlines aftales individuelt.
For kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder er deadline normalt 2 måneder før officiel udgivelsesdag.

Omslagsbillede: Rumkapslen Soyuz TMA-01M lander med astronauterne Scott Kelly, Oleg Skripochka og Alexander Kaleri nær byen Arkalyk i Kazakhstan d. 16 marts 2011. Billede: NASA.

Billede på mellemsider: Carina Nebula. Billede: NASA, ESA, N. Smith (University of California, Berkeley) og The Hubble Heritage Team.

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2023

Citat kun med tydelig kildeangivelse

SVANEMÆRKET
Tryksag
5041 0562

FSC
www.fsc.org
MIX
Papir | Støtter ansvarligt skovbrug
FSC® C010651

Udledningen af drivhusgasser fra fremstillingen af denne tryksag er beregnet til: 0,24 kg CO2eq i henhold til www.climatecalc.eu
Cert.nr. CC-000159/DK
www.narayana.dk

Indhold

4 Fra redaktøren: Bæredygtighed kræver gentænkning af pædagogiske og didaktiske tilgange
Marianne Achiam

7 Artikler

8 Danske skoleelevers forbundethed med naturen
Stefan Ting Graf og Birgit Debrabant

32 Dunkel pædagogik i tværfagligt samspil
– om sanser og følelser i klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisningen
Martin Hauberg-Lund Laugesen

53 Æstetik i naturfag
– en vej til mere omsorg for naturen
Henrik Zinkernagel

73 Temabidrag

74 Planteblindhed og kunstbaseret læring
Louise Isager Ahl

84 Den Grønne Rygrad
– Klima- og bæredygtighedsundervisning i grundskolen
Ditte von Staffeldt, Rikke Hartmeyer, Jesper Bro og Synnøve Kjærland

94 Aktuel analyse

95 Behov for et tydeligt teknologibegreb
– om teknologi og teknologisk dannelse i STEM
Keld Nielsen, Lykke Brogaard Bertel, Pernille Kaltoft og Martin Krabbe Sillasen

116 Kommentarer

117 Hvor skal sproget komme fra til det sidste semantiske bølgeskvulp?
Kari Astrid Thynebjerg

Fra redaktøren:

Bæredygtighed kræver gentænkning af pædagogiske og didaktiske tilgange

Marianne Achiam, lektor
på Københavns Universitet
og temaredaktør

Oversvømmelser, tørke, skovbrande, fødevareknaphed og masseuddøen … For hvert af disse globale problemer gælder det at uddannelse og undervisning spiller en helt central rolle i at løse problemerne – eller afbøde deres værste effekter. Men selvom undervisere, formidlere og andre nøglepersoner i de seneste år har udvist kreativitet og initiativ i forhold til at sætte problemerne på dagsordenen og give børn og unge kompetencer og handlekraft til at adressere dem, mangler der systematisk viden om hvordan de komplekse problemer kan omsættes til konkrete undervisningsaktiviteter.

En væsentlig hindring for denne omsætning er at undervisningsfagene i vid udstrækning er baserede på videnskabsfagenes logik – nemlig det som professor emeritus Jeppe Læssøe (2020) beskriver som en adskillelseslogik. Denne adskillelseslogik søger at forstå verden ved at opdele den i mindre og mindre bestanddele hvis interaktioner anses som simple, mekaniske årsag-virkning-sammenhænge som kan forudsiges og manipuleres. Adskillelseslogikken sætter os mennesker uden for naturen og giver os en misforstået tillid til at vi kan forstå og beherske den. Af samme grund anses logikken af mange forskere for at være en direkte årsag til de problemer vi står over for i dag. Det følger heraf at virkningsfuld undervisning og uddannelse om bæredygtighed fordrer et opgør med den opsplittede forståelsesform som karakteriserer videnskabsfagene, og som i mange tilfælde tegner rammerne for undervisningen.

En anden udfordring for arbejdet med at oversætte de komplekse problemer til undervisningskontekster hænger sammen med videnskabens selvopfattelse. Siden antikken har det været en betydelig del af videnskabens – og især naturvidenskabens – etos at fremstå objektiv (Reiss & Sprenger, 2017). Naturvidenskaben har anskuet sig selv som en nøgtern og rationel søgen efter universelle sandheder om verden. Denne

selvopfattelse er langsomt ved at ændre sig, bl.a. på basis af sociologiske studier af naturvidenskabelig praksis (fx Latour, 1987). Alligevel har den historisk set haft en afsmittende effekt på naturfagsundervisning og -formidling (Davies, 2014) som på tilsvarende måde har tilstræbt kølig rationalitet. Nyere studier har dog problematiseret undervisningens tilstræbt objektive tilgang til de bæredygtighedsproblemer vi konfronteres med. Denne tilgang, argumenteres det, er i bedste fald uengagerende, i værste fald er den en hån mod de bekymringer og den sorg som mange af de berørte føler (Verlie, 2022). For at engagere og motivere deltagerne må bæredygtighedsundervisning essentielt fravige naturvidenskabens tilstræbte objektivitet for i stedet at anerkende og omfavne menneskets multisensoriske virkelighed (Heinrichs, 2019).

Bæredygtighedsundervisning kalder på nye pædagogiske og didaktiske tilgange som i langt højere grad end den traditionelle naturfagsundervisning og -formidling anlægger et systemisk og helhedsorienteret perspektiv. Vi mennesker er dybt afhængige af naturen og dens økosystemer, og det må undervisningen afspejle, også selvom det til tider kan være svært og endda smertefuldt (Haraway, 2016). Bidragene til dette temanummer of *MONA* byder på en række vigtige nuancer til denne generelle pointe.

Først og fremmest leverer Stefan Ting Graf og Birgit Debrabant med deres grundige studie en bekymrende – men måske ikke overraskende – diagnose af danske skolebørns forhold til naturen. Børnenes lave grad af interesse for naturen stiller, som forfatterne antyder, særlige krav til bæredygtighedsundervisning og -formidling. Næsten som en replik til Graf og Debrabants artikel byder andre forfattere i dette nummer af *MONA* på en række nytænkende tilgange til bæredygtighedsundervisning. Martin Hauberg-Lund Laugesen peger på *dunkel pædagogik* som en måde at skabe sanselige og følelsesmæssige møder mellem elever og natur på og derved understøtte idéen om menneskelig sameksistens med jordens økosystemer. Henrik Zinkernagel trækker på *naturæstetikken* som en metode til at skabe oplevelser i undervisningen, der involverer deltagernes sanser og følelser såvel som deres intellekt. Sammenholdt med Louise Isager Ahls beretning om studerendes oplevelser med æstetiske tilgange til botanik giver disse studier en række teoretisk og empirisk funderede idéer til undervisning og formidling der fordrer både sanser, følelser og kognition.

Disse undervisningsnære indsigter sættes i et konstruktivt perspektiv af erfaringerne fra *Den Grønne Rygrad*. I deres refleksioner over partnerskabsprojektet peger Ditte von Staffeldt, Rikke Hartmeyer, Jesper Bro og Synnøve Kjærland på hvordan bæredygtighedsundervisning og formidling skal tænkes i et langsigtet og multifacetteret perspektiv for at være virkningsfulde. Tilsammen understøtter dette temanummers tekster pointen om at bæredygtighed ikke bare kan parkeres i en emneuge i den almindelige undervisning (Weirsøe, 2021) – den kræver en integration i, og gentænkning af, etablerede praksisser og normer. Det er redaktionens håb at *MONA* hermed kan give et kvalificeret indspark til denne gentænkning.

Forsiden af dette års sidste *MONA* tager os tilbage til jorden og viser hvor Soyuz-rumkapslen landede i Kasakhstan i 2011 med astronauterne Scott Kelly, Oleg Skripochka og Aleksandr Kaleri. Foruden temabidragene får du i dette nummer af *MONA* en aktuel analyse, hvor Keld Nielsen, Lykke Brogaard Bertel, Pernille Kaltoft og Martin Krabbe Sillasen ser på behovet for et tydeligt teknologibegreb når der skal arbejdes med teknologisk dannelse i skolen. Endelig spørger Kari Astrid Thynebjerg hvor fagsproget skal komme fra, i en kommentar til Anna-Vera Meidell Sigsgaard, Sonja Heinrich, Ditte Marie Pagaard og Pernille Sveistrup Olsens "Semantiske bølger i natur/teknologi-undervisningen" fra *MONA, 2023(3)*.

God læsning.

Referencer

Davies, S.R. (2014). Knowing and Loving: Public Engagement beyond Discourse. *Science & Technology Studies, 28*(3), 90-110. https://doi.org/10.23987/sts.55316

Haraway, D.J. (2016). *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Duke University Press.

Heinrichs, H. (2019). Strengthening Sensory Sustainability Science: Theoretical and Methodological Considerations. *Sustainability, 11*(3), 769. https://doi.org/10.3390/su11030769

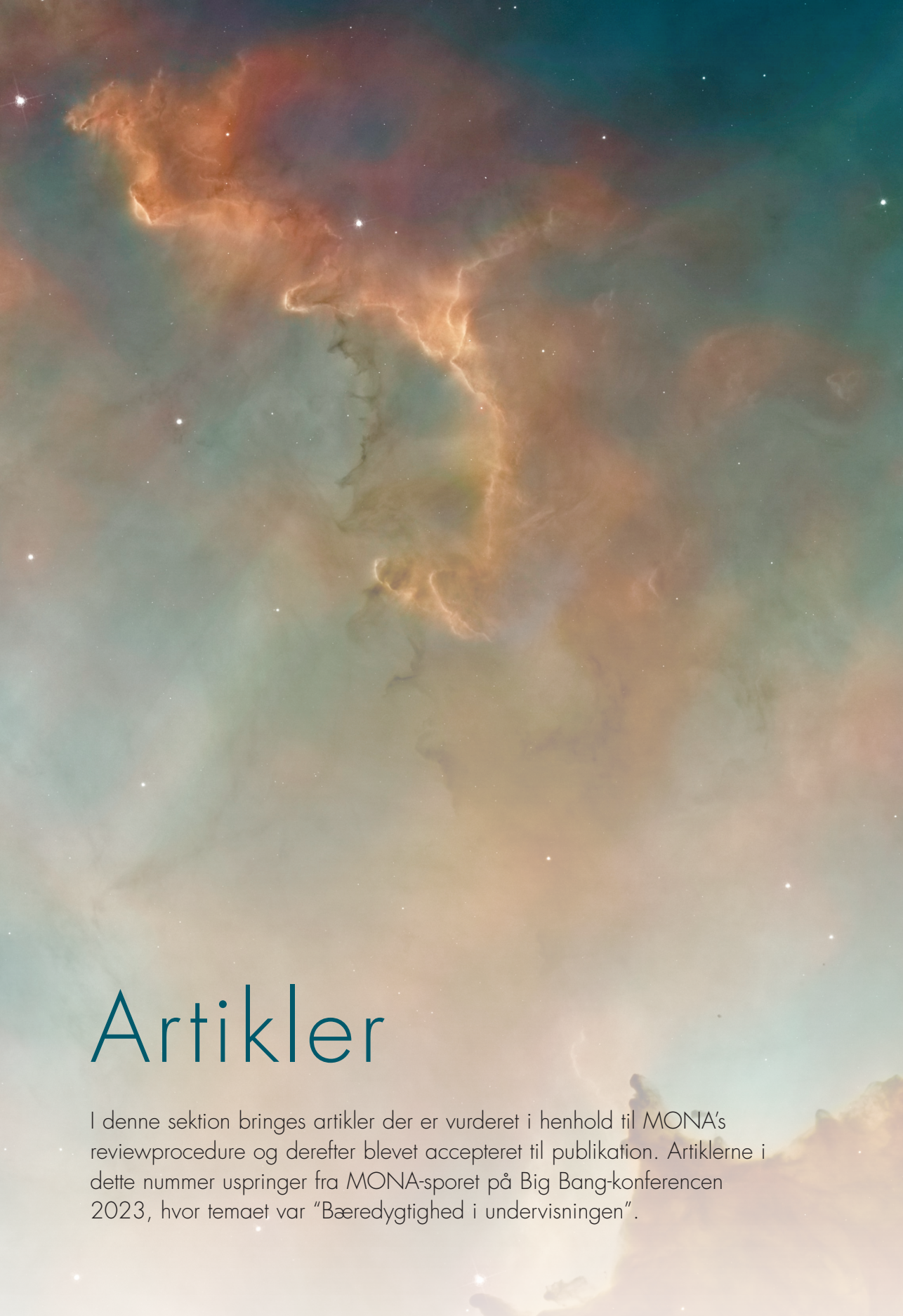
Læssøe, J. (2020). Dynamisk samspilstænkning. I: J.A. Lysgaard & N.J. Jørgensen (red.), *Bæredygtighedens pædagogik – forskningsperspektiver og eksempler fra praksis* (s. 107-121). Frydenlund.

Latour, B. (1987). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Harvard University Press.

Reiss, J. & Sprenger, J. (2017). Scientific Objectivity. I: E.N. Zalta (red.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. https://plato.stanford.edu

Verlie, B. (2022). *Learning to Live with Climate Change: From Anxiety to Transformation*. Routledge.

Weirsøe, M. (2021). Klimakrisen kalder på en ny pædagogik. *Asterisk, 98*. https://dpu.au.dk/asterisk/klimakrisen-kalder-paa-en-ny-paedagogik



Artikler

I denne sektion bringes artikler der er vurderet i henhold til MONA's reviewprocedure og derefter blevet accepteret til publikation. Artiklerne i dette nummer uspringer fra MONA-sporet på Big Bang-konferencen 2023, hvor temaet var "Bæredygtighed i undervisningen".

Danske skoleelevers forbundethed med naturen

Stefan Ting Graf, UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole

Birgit Debrabant, Syddansk Universitet

Abstrakt: *Naturforbundethed bliver i stigende grad betragtet som et afgørende konstrukt til at forstå naturdannelse og forhold som relaterer sig til naturbeskyttelse og bæredygtig handling. Dette studie, som er den første kvantitative undersøgelse af sin art i Danmark, måler skolebørns forhold til natur med det såkaldte* nature connectedness index (NCI) *og sætter resultaterne i relation til baggrundsvariable som årgang, køn, skoleprofil og land-by-forskel samt variable som vidensniveau og affektiv reaktion i forbindelse med bæredygtighedsemner. Data kommer fra 12 folkeskoler og tæller 1.267 elever fra 6. til 9. årgang. Der er anvendt regressionsanalyser for at undersøge de forskellige faktorers sammenhæng med NCI. Analyserne peger på en relativt lav naturforbundethed for danske skolebørn og et karakteristisk teenagedyk som også ses i andre studier. Mens NCI ikke synes at være forskellig i relation til køn og skolekarakteristika, er der tydelige sammenhænge med elevernes affektive reaktioner og vidensniveau. Afslutningsvis diskuteres mulige konklusioner i relation til pædagogiske initiativer.*

Indledning

Siden journalisten Louv udgav den opsigtsvækkende bog *Last Child in the Woods: Saving Our Children from Nature-Deficit Disorder* (Louv, 2005), er spørgsmålet om børns og unges forhold til natur i stigende grad blevet et centralt tema som grundlag for pædagogiske initiativer i skole og fritid. Konsulterer man reviews, findes der en del kvalitative og kvantitative internationale undersøgelser som interesserer sig for menneskets forhold til naturen (Ives et al., 2017; Restall & Conrad, 2015). Denne forskning dokumenterer gang på gang at der er et fald i menneske-natur-interaktioner over generationer og den deraf følgende mangel på erfaringer med naturen (Soga & Gaston, 2016). I forskningsfeltet bliver naturforbundethed også koblet til flere andre faktorer. Der er studier som fokuserer på sammenhængen mellem naturforholdet og ønsket om naturbevarelse og naturbeskyttelse (Hughes et al., 2019). Andre studier påviser en sammenhæng mellem naturoplevelser i barndommen og senere miljøvenlige holdninger og adfærd (Restall & Conrad, 2015; Wells &

Lekies, 2006). Igen andre studier dokumenterer en sammenhæng mellem styrken af emotionel anknytning til de naturlige omgivelser og miljøvenlig adfærd (Hinds & Sparks, 2008). Erfaringer med, følelser for og holdninger til natur bliver i flere studier desuden knyttet sammen med generel fysisk og mental sundhed og livskvalitet (Chawla, 2015; Mygind et al., 2019). Med andre ord giver det god mening at interessere sig for børns naturforhold.

I Danmark er der også gennemført undersøgelser af børns og unges forhold til natur. Også her har man dokumenteret at børn opholder sig mindre og mindre i naturen og har mindre kontakt til den (Paltved-Kaznelson, 2009; Nygård, 2012; Fjeldsøe, 2018). Forklaringer på hvorfor naturoplevelserne for hver generation bliver færre og kortere, går på at børn vælger elektroniske medier som holder dem inde, er længere tid i institution og skole og har en skemalagt og travl hverdag med hobbyer og andre organiserede aktiviteter. Andre forklaringer peger på forældrene, som overvåger børn mere, som ikke længere tager sig så meget tid til at være i naturen sammen med dem, og som er bange for at lade dem være i naturen selv. Den faldende tendens til ophold i naturen og naturerfaringer synes at ske på trods af at Danmark, relativt set i forhold til antal indbyggere, har flest naturinstitutioner, og at danske dagtilbud har meget fokus på naturbesøg og udetid (Ejbye-Ernst et al., 2018). Den seneste undersøgelse beretter dog om at børnefamilier er mere ude i naturen, og at børn har mere lyst til at være i naturen (Danmarks Naturfredningsforening, 2022). Undersøgelser af danske børns naturforhold er imidlertid karakteriseret ved at de hovedsageligt fokuserer på børns ophold i og erfaringer med naturen, mens de affektive, kognitive og æstetiske dimensioner forbliver underbelyst (Præstholm et al., 2022). Desuden beskæftiger de fleste undersøgelser sig med børn op til 12-årsalderen. Der er således behov for en undersøgelse der dels bruger et bredt mål for naturforhold, dels undersøger børn i skolealderen.

Nærværende spørgeskemastudie, som er det første af sin slags i Danmark, anvender således et flerdimensionelt mål for naturforbundethed som kaldes *nature connectedness index* (Richardson et al., 2019) og retter sig mod skolebørn i alderen 12 til 16 (årgang 6 til 9). Studiet baserer sig på følgende tre forskningsspørgsmål:

- I hvor høj grad udtrykker danske skolebørn i alderen 12 til 16 år naturforbundethed, og hvordan forholder det sig i forhold til tilsvarende internationale undersøgelser?
- Hvordan forholder skolebørns naturforbundethed sig til alder, køn og hvilken type skole de går på?
- Hvordan forholder skolebørns naturforbundethed sig til deres viden om grøn omstilling og affektive reaktioner på problemstillinger inden for grøn omstilling?

Der er tale om en spørgeskemaundersøgelse med 1.267 elever på 12 skoler som er fordelt over hele landet. Formålet med studiet er at tilvejebringe en systematisk beskrivelse af skoleelevers naturforbundethed med henblik på mulige pædagogiske og didaktiske tiltag.

Et mål for naturforbundethed

Menneskets forhold til naturen er meget kompliceret. På den ene side opfatter vi naturen som stærk og ødelæggende, på den anden side er den skrøbelig og i fare. Vi er bange for naturen, og vi elsker den. På den ene side er vi en del af naturen, og på den anden side synes vi at fjerne os fra naturen. Det hævdes at vi bliver fremmedgjort fra naturen når vi bygger en kunstig verden som snart ikke efterlader uberørt natur. Vi ødelægger naturen og ønsker samtidig at beskytte den (Nürnberg & Erdmann, 2020, s. 44).

I forskningsfeltet findes der en række forskellige og beslægtede tilgange til at definere forholdet mellem menneske og natur (Ives et al., 2017). Der findes filosofiske og værdibaserede tilgange som differentierer mellem forskellige natursyn (Agger et al., 2003). Der er studier der bruger begreber som *ecological identity* (Pitman et al., 2018), *ecological literacy* (Hammarsten et al., 2019), *sustainability consciousness* (Gericke et al., 2019), og som tager udgangspunkt i en bred tilgang hvor naturforbundethed indgår som et aspekt. Og der er studier der definerer naturforbundethed som *nature relatedness* (Nisbet & Zelenski, 2013; Zelenski & Nisbet, 2014), *connection to nature* eller *nature connection* (Cheng & Monroe, 2012; Hughes et al., 2019), *connectedness to nature* (Mayer & Frantz, 2004), *Naturbewusstsein* (Eser, 2017) eller *human-nature connection* (Ives et al., 2017). Der er store overlap i mange af disse tilgange til at definere naturforbundethed (Tam, 2013), og der mangler en gensidig afklaring af disse begreber. I denne artikel er der ikke plads til at udrede de mange ligheder og forskelle mellem dem.

Til vores formål har vi valgt at bruge et mål for *nature connectedness* som Richardson og kolleger har udviklet og valideret i nyere tid (Richardson et al., 2019). Dette *nature connectedness index* (NCI) er et multidimensionelt psykologisk træk som måler i hvor høj grad en person opfatter sig som en del af de naturlige omgivelser, føler et forhold til dem og har erfaringer med dem. Vi har valgt dette mål af flere grunde: For det første er NCI et multidimensionelt mål som ikke kun ønsker at måle kognitiv værdsættelse af og erfaring med naturen, men også indeholder affektive dimensioner (Cheng & Monroe, 2012; Kals et al., 1999). NCI er endvidere inspireret af teorien om de fem veje til naturforbundethed som er følelser, skønhed, kontakt, mening og medfø-

lelse [compassion] (Lumber et al., 2017), og *the biophilia hypothesis*[1] som indeholder ni værdier (utilitaristisk, naturalistisk, økologisk-videnskabeligt, æstetisk, symbolsk, humanistisk, moralistisk, dominionistisk[2] og negativistisk) (Kellert, 1993). Fordelen ved denne flerdimensionelle tilgang til NCI er at den giver større varians, dvs. differentieringskraft i målingerne.

For det andet er det vigtigt at målet for naturforbundethed kan anvendes på tværs af forskellige aldre. Det har vist sig at relationen til naturen ændrer sig over tid, og at den kan blive både stærkere og svagere (Hughes et al., 2019). Det er ikke nemt at udvikle et mål som gælder for alle aldre. Især målinger af yngre børn giver vanskeligheder idet der er store sproglige, erfaringsmæssige og kognitive forskelle (Bragg et al., 2013; Giusti et al., 2018). Richardson og kolleger afgrænser sig fra NR-6-indekset (Nisbet & Zelenski, 2013) fordi det er mindre egnet til undersøgelser af børn, samt fra NCI-indekset (Cheng & Monroe, 2012) som er mindre egnet for voksne og for langt et spørgeskema for børn. Gennem faktoranalyser og sammenligninger med en række andre mål for naturforbundethed har Richardson og kolleger valideret NCI for alle aldersgrupper. Valideringen har tillige vist at NCI kan bruges til analoge og online besvarelser (Richardson et al., 2019).

Og for det tredje har vi valgt NCI fordi det kun består af seks spørgsmål og derfor er overkommeligt at svare på. Ved hvert spørgsmål skal respondenterne svare meget uenig, uenig, lidt uenig, hverken uenig eller enig, lidt enig, enig eller meget enig. Denne 7-punkts-Likert-skala, frem for en 5-punktsskala, har Richardson og kolleger valgt for bedre at kunne skabe varians. For at tilvejebringe større evidens, større spredning af resultaterne i midtergruppen og en større vægtning af det sjette og overgribende udsagn har man desuden valgt at omregne 7-punktsskalaen til en skala fra 0 til 100. Den mere finmaskede måling er især en fordel når man ønsker at gennemføre præ-/posttest for interventioner. Richardson et al. anbefaler NCI for engelsksprogede populationer og har foreløbig evidens for at NCI er stabil på tværs af kulturer (for en uddybning, se Richardson et al., 2019). Vi har bedt tre uafhængige engelsk- og dansk-kyndige om at oversætte de engelske udsagn til dansk. Vi har bedt eksperterne om ikke at fokusere på en bogstavelig oversættelse, men snarere på en kulturelt forankret oversættelse, således at udsagnene giver mest mulig mening i en dansk kontekst. Vi har efterfølgende kaliberet de forskellige bud til følgende version, som samtidig angiver stikord til de målte dimensioner:

1 *The biophilia hypothesis* går tilbage til Erich Fromm i 1973. Han beskrev biofilia som menneskets passionerede kærlighed til liv og alt levende. Selvom der ikke er fundet gener, mener især Edward O. Wilson (1984) at biofilia har delvist et genetisk, evolutionært grundlag. Wilson og Stephen R. Kellert udgav i 1993 *The Biophilia Hypothesis*, som altså betyder at mennesket besidder en medfødt tendens til at elske og forbinde sig med naturen og med andre former for liv for at overleve.

2 Troen på at Gud gav menneskeheden retten til at udøve kontrol over naturen.

Tabel 1. *De seks udsagn for NCI.*

Stikord til dimensioner	Udsagn
Skønhed: æstetisk erfaring med natur	Jeg kan altid se det smukke i naturen.
Dimension: medfølelse og etisk stillingtagen	Jeg behandler altid naturen med respekt.
Følelsen glad og erfaring med natur	Jeg bliver meget glad af at være i naturen.
Kontakt med natur og meningsgivende	Det er vigtigt for mig at bruge tid i naturen.
Følelsen betagethed og erfaring med natur	Jeg synes det er utrolig dejligt at være i naturen.
Et overordnet og flerdimensionelt mål for tilhørsforhold	Jeg føler mig som en del af naturen.

I forbindelse med oversættelsen har vi forkortet den lidt længere indledning i det engelsksprogede spørgeskema for at reducere tekstmængden, men samtidig bibeholde meningen. Indledningen lyder sådan: "De første spørgsmål handler om dig og naturen. Med natur mener vi alle naturlige omgivelser (fx haver, parker, marker, skove, åer, søer, havet) med alle de dyr og planter som lever der. Spørgsmålene handler om hvordan du oplever naturen." Formålet med denne indledning er først og fremmest at understrege at spørgsmålene drejer sig om den ydre natur, og at natur også findes i byer.

Metode

I metodeafsnittet redegøres for dataindsamling, kvalitetssikring af data, definition af variable og beregningsmodellerne for de statistiske analyser.

Dataindsamling

Vi har indhentet svar på NC-spørgsmålene i forbindelse med et eksperimentelt vignetstudie om undervisning i bæredygtighed. Vignetstudiet blev udviklet i forbindelse med forskningsprojektet *Grøn omstilling i grundskolen*, som er ledet af Nikolaj Elf (Syddansk Universitet) og støttet af midler fra Danmarks Frie Forskningsfond. Undersøgelsen blev gennemført mellem november 2022 og januar 2023.

I vignetundersøgelsen, som består af spørgsmål til fire vignetter og baggrundsvariable, fungerede NCI som én baggrundsvariabel, men NCI er hovedfokus i denne artikel. For at respondenterne ikke skulle påvirkes af andet inden, startede spørgeskemaet med NC-udsagnene.

For at få adgang til elever som respondenter har vi rekrutteret tolv folkeskoler fordelt over hele landet (Nordjylland, Fyn, Sjælland). Der er syv byskoler som ligger i et

urbant bymiljø, og fem landskoler som ligger på landet i mindre landsbyer. Forskellen mellem et urbant miljø og et landmiljø blev afgjort gennem Google Maps-søgninger. Ud af de tolv skoler er ni skoler såkaldte Grønt Flag-skoler som følger Friluftrådets undervisningsprogram for uddannelse i bæredygtig udvikling. Der er altså tale om skoler med en særlig profil, hvor natur, miljø og udeliv er centrale omdrejningspunkter (https://groenskole.dk/). De andre tre skoler betegner vi bare som almindelige folkeskoler, idet vi har tjekket at de ikke deltager i andre grønne ordninger (2030-skoler, UNESCO-skoler). På hver skole har vi bedt om klassevise elevbesvarelser fra 6., 7., 8. og 9. årgang. Bag en årgangsbaseret tilgang til respondenter ligger en antagelse om at elever på samme årgang i højere grad har en sammenlignelig erfaringsbaggrund end respondenter delt op i alder (Price et al., 2022, s. 4). Besvarelsen var frivillig, og både lærere, elever og forældre blev oplyst om projektet på baggrund af GDPR for forskningsprojekter. Vi har bedt lærerne om at afsætte en lektion til besvarelsen og givet dem instruktion om hvordan undersøgelsen skal præsenteres og rammesættes over for eleverne. Det blev understreget at hverken læreren eller kammeraterne skulle hjælpe hinanden. Besvarelsen foregik via et online spørgeskema hvor alle elever fik et individuelt link til undersøgelsen. Der blev udsendt to påmindelser til de klasser som ikke besvarede spørgeskemaet.

Datarensning og kvalitetssikring

Ifølge klasselisterne var der 2.339 mulige elevrespondenter. Der var 1.467 elever som påbegyndte undersøgelsen, og 1.337 elever der afsluttede undersøgelsen. Elever som brugte usandsynligt lidt tid på at besvare spørgeskemaet (under 5 %-kvartilen), blev frasorteret. Vi har således i alt 1.267 fulde elevbesvarelser. I det endelige datasæt er der ingen evidens for at sammensætningen af køn varierer systematisk fra årgang til årgang (chi i anden-test (p = 0,676)). Tabel 2 viser fordelingen.

Tabel 2. *Fordeling af køn og årgang.*

Køn\årgang	6.	7.	8.	9.	I alt
Pige	134	175	139	111	559
Dreng	112	189	137	119	557
ØIO	34	43	39	35	151
I alt	280	407	315	265	1.267

Vi skønner i det hele at vores elevpopulation er et godt udgangspunkt for at gennemføre statistiske analyser.

Definition af udfaldsvariable og øvrige variable

Nature connectedness index: Beregning af NCI foregår gennem en NCI-omregningstabel med spørgsmål- og svar-specifikke vægte ud fra hvilke der beregnes en samlet værdi på en skala mellem 0 og 100 (Richardson et al., 2019, s. 4).

Vidensniveau: I forbindelse med vignetundersøgelsen om undervisningen i grøn omstilling har vi udviklet et mål for elevernes vidensniveau i forhold til grøn omstilling. Der er fire vignetter som handler om honningbier i naturreservater, naturdigte, klimakrisen og bæredygtighed i forhold til mobiltelefoner. Til hver vignet blev der udviklet fem vidensspørgsmål a tre multiple choice-udsagn. For at generere en vidensskala har vi kumuleret de fem vidensspørgsmål fra de fire forskellige bæredygtighedsemner til en samlet kvasitest af elevernes vidensniveau i forhold til grøn omstilling. Det udsagn som var mest korrekt, fik 2 point, udsagnet som var delvist korrekt, fik 1 point, og det mindst korrekte udsagn fik 0 point. Det giver i alt en skala fra 0 til 40 point.

Skolekarakteristika: Vi betragter to binære variable: dels folkeskoler der ligger i bymiljø vs. i landsbyer (by-/landskoler), dels folkeskoler der har en Grønt Flag-certificering, vs. folkeskoler der ikke har en eksplicit grøn profil eller bæredygtighedsprofil.

Affektive reaktioner: Vignetundersøgelsen måler elevernes direkte affektive reaktion på præsentationen af de fire ovennævnte vignetter som repræsenterer eksempler på faglig og tværfaglig undervisning i grøn omstilling. Umiddelbart efter præsentationen af et vignetdilemma blev eleverne bedt om at svare på om de blev glade eller triste ved at læse vignetten – hvert spørgsmål på en skala fra -2 til 2: overhovedet ikke (-2), en lille smule (-1), moderat (0), temmelig (1) og meget (2). Disse to spørgsmål blev kombineret til en værdi for "glad" ved at tage differensen mellem talværdierne for glad- og trist-spørgsmålene. På lignende måde og vha. den samme skala blev eleverne også spurgt om de fik gåpåmod, eller om de følte sig rolige over læsestoffet da de læste vignetten. Disse to spørgsmål blev igen kombineret i en værdi for "gåpåmod" ved at benytte talværdiernes differens. Efter at have gennemført disse beregninger for hver vignet blev summen af de forskellige vignetters værdier for "glad" og "gåpåmod" fundet, da denne rapport ikke havde til formål at belyse vignet-specifikke effekter, hvad der resulterede i to affektvariable – en med navnet "glad" og en anden kaldet "gåpåmod", begge med værdier mellem -16 og 16, hvor høje værdier står for en stor grad af glad eller gåpåmod samlet set for alle vignetter.

Affekten "glad" er udtryk for *pleasant*-dimensionen og "gåpåmod" er udtryk for *activation*-dimensionen i "the affective circumplex" som udgør et koordinatsystem (Russell, 1980; Yik et al., 2011). Idéen bag denne psykologiske tilgang er at man kan føle impuls til handling på baggrund af en behagelig (betagethed, begejstring) eller en ubehagelig (indignation, vrede) følelse. Og man kan miste impuls til handling af noget behageligt (magelighed, ubekymrethed) og ubehageligt (træthed, tristhed). Til

dette studie har vi beregnet en samlet skala for "glad" og "gåpåmod" ved at kumulere data fra de fire vignetter selvom de er forskellige. Vi betragter skalaen "glad" som et samlet udtryk for en positiv følelsesmæssig reaktion på problematiserende undervisningsstof i grøn omstilling. Og vi betragter skalaen "gåpåmod" som et samlet udtryk for en tilskyndelse til handling i forhold til de samme vignetter.

Statistisk analyse

NCI modelleres vha. lineære blandede modeller (linear mixed effect models) som udvider lineære regressionsmodeller og kan anvendes hvis observationerne ikke kan anses som uafhængige ved fx gentagne, longitudinelle eller hierarkisk grupperede data. Vores model indeholder årgang og køn som systematiske, kategoriske faste effekter (kovariable). Modellen inkluderer også interaktion mellem årgang og køn. Interaktion betyder om variablene påvirker hinanden med henblik på deres relation til NCI. Der undersøges dels om størrelsesordenen af ændringen af NCI mellem de forskellige årgange er kønsspecifik, dvs. en anden for hvert køn, dels om forskellen af NCI mellem de forskellige køn er afhængig af en specifik årgang. Vi gennemfører en hypotesetest af om der er tilstrækkelig evidens for sådan en interaktion i vores datasæt, og hvis ikke der er en signifikant interaktion, fjernes den fra modellen.

I modellen inddrages desuden skole og klasse (inden for skoler) som hierarkiske, tilfældige effekter, hvormed der tillades mulige korrelationer mellem NCI-målinger af elever fra samme klasse/skole og hvad der svarer til den hierarkiske opsætning af undersøgelsen. Vores model tager altså højde for at elever fra samme klasse/skole kan være tilbøjelige til at svare ens på spørgsmålene. For at undgå en unødvendig kompleks modellering ser vi bort fra den del af korrelationen der kan føres tilbage til ens skoler, hvis datasættet ikke afspejler dette tilstrækkeligt. Denne modelselektering gennemføres vha. en tilgang der kaldes for Akaikes informationskriterium (AIC). Til sidst rapporterer vi intraklassekoefficienter (ICC) som estimerer korrelationen mellem to observationer af elever fra samme klasse og skole.

Den op til her udvalgte model for NCI anses som basismodel for alle vores analyser og benyttes bagefter til at undersøge indflydelsen af de kovariable der former artiklens hovedinteresse, altså variablene svarende til vidensniveau, skolekarakteristika eller affektive reaktioner. Til at undersøge disse variables indflydelse på NCI inkluderes disse som yderlige kovariable i basismodellen. Dette gøres for hver variabel for sig. Estimering af modelkoefficienter sker vha. maksimaliseringsmetoden, og til testning af (lineære) hypoteser i forbindelse med modellen benyttes der en Wald-test.

Der undersøges skolekarakteristika vha. to binære variable (by- vs. landskole; Grønt Flag-certificering: ja/nej), elevernes vidensniveau i forhold til grøn omstilling (kumuleret vidensniveau på en skala fra 0 til 40 point) og affektive reaktioner på vignetpræsentationer (glad- og gåpåmod-dimensionen hver på en skala på mellem -16 og

16 point). Analysen af vidensniveau inkluderer interaktionen mellem vidensniveau og årgang, som fjernes fra modellen hvis ikke den er signifikant.

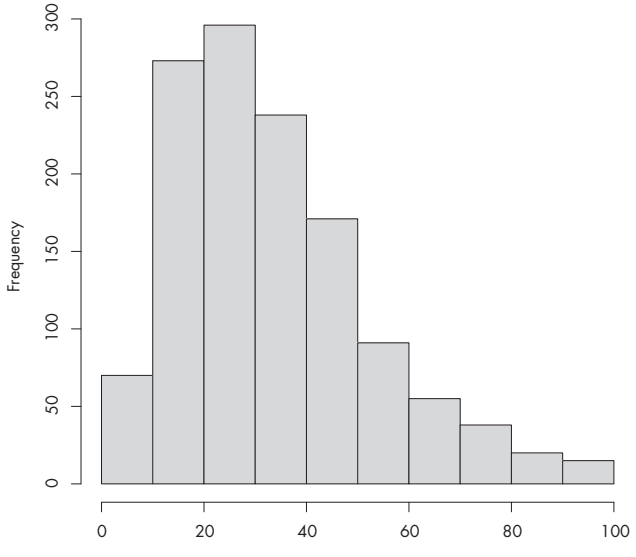
Vi illustrerer vores data vha. scatter plots og inkluderer også lineære trends. Trendene beregnes ud fra vores analysemodel som vægtede gennemsnit mht. alle variable der ikke afspejles i de vedrørende plots (såsom køn), med vægte, jf. variablenes fordeling i vores datasæt. Trendene viser det for den undersøgte population estimerede, forventede NCI-niveau, jf. analysemodellen.

Ud over analysen med lineære blandede modeller beregner og plotter vi også naive køns- og årgangsspecifikke gennemsnit af NCI, inkl. deres standardfejl til deskriptive formål.

Analysen gennemføres vha. den statistiske software R (version 4.3.0) (R Core Team, 2022) sammen med pakken lme4 (Bates et al., 2015) og grafikpakken ggplot2 (Wickham, 2016).

Resultater

Som vist i histogrammet (figur 1) fordeler de 1.267 elevers NCI sig over hele skalaen fra 1 til 100. Fordelingen er dog skæv, og de fleste elever befinder sig mellem 10 og 50, dvs. under den teoretiske median. Ligeledes ligger gennemsnittet for hele studiepopulationen med 34,1 relativt lavt. Standardafvigelsen (SD) er 19,3. Det er meget tydeligt at elever på årgangene 6 til 9 giver udtryk for en relativt lav naturforbundethed.



Figur 1. *Histogram over NCI*

De efterfølgende afsnit præsenterer resultater der belyser NCI med henblik på dets sammenhæng med alder, køn, skolekarakteristika, affektive reaktioner på vignetpræsentationer og vidensniveau.

NCI i lyset af alder og køn

Betragter man hver årgang for sig, er gennemsnittet for NCI på 6. årgang højest, mens det er lavere for årgangene 7 og 8 og igen lidt højere for 9. årgang (tabel 3). Vi ser altså et dyk fra 12-/13-årsalderen til 14-/15-årsalderen og en lille stigning for 15-/16-årsalderen. Regressionsanalysen (som også tager højde for køn) viser desuden at NCI afhænger stærkt signifikant (p = 0,003) af årgang.

Tabel 3. *NCI-gennemsnit efter årgang og køn.*

	N	Gns.	SD	Min.	Maks.
Alle	1.267	34,1	19,3	0	100
Årgang (alder)					
6 (12/13)	280	37,1	20,3	0	100
7 (13/14)	407	34,4	18,9	1	100
8 (14/15)	315	30,3	18,5	0	100
9 (15/16)	265	35,0	19,3	4	100
Køn					
Pige/kvinde	559	35,0	18,8	1	100
Dreng/mand	557	33,0	19,1	0	100
ØIO	151	34,8	21,7	3	100

Der er derimod ingen signifikant evidens for at køn påvirker NCI (p = 0,196), selvom estimaterne tyder på at NCI i gennemsnit er højere for piger end for drenge: Delta (piger vs. drenge) = 2,01, 95 % CI (-0,218; 4,257). Vi har desuden undersøgt om variablene køn og årgang påvirker hinanden med henblik på deres relation til NCI, men den såkaldte interaktion mellem årgang og køn er ikke signifikant (p = 0,479) og tages derfor ud af analyserne. Vi kan sige at ændringer af NCI med alderen ikke påvirkes af elevernes køn, dvs. de følges parallelt.

Spørgsmålet om hvorvidt elever i samme klasse svarer forholdsvis ens, kan vi svare nej til. Korrelationen mellem NCI fra to elever fra samme klasse viste sig at være meget ringe: Intraklassekoefficienten af den endelige additive model estimeres til ICC =

0,03, dvs. korrelationen mellem NCI fra to elever i samme skoleklasse er kun 3 %, og tendensen til lignende svar er ringe. Derudover kan vi sige at kun 3 % af den totale variation af NCI skyldes variation mellem klasser og skoler. De øvrige 97 % skyldes variation mellem elever. At vi kan udelukke interaktionen mellem årgang og køn og korrelationen mellem elever i samme skoleklasse, styrker vores beregninger.

NCI i lyset af karakteristika ved skolen

En umiddelbar hypotese for naturforbundet vil være at den afhænger af om man bor i by- eller landområder. Ligeledes kunne man have forventet at skoler med en Grønt Flag-profil understøtter en højere grad af naturforbundethed. Tabel 4 viser det gennemsnitlige NCI og standardafvigelsen for by- og landområder samt skoler med og uden Grønt Flag-profil. Gennemsnittene ligger forholdsvis tæt på hinanden, mellem 32,6 og 35,1, og har standardafvigelser på mellem 18,2 og 19,9. Regressionsanalyserne, som igen tog højde for årgang og køn, bekræfter at der hverken er signifikante forskelle mellem by og landskoler (p = 0,159) eller mellem Grønt Flag-skoler og almindelige folkeskoler (p = 0,660). NCI synes ikke at være afhængig af hvor man bor, eller hvilken skole man går på, men kunne opfattes som et mål for et mere grundlæggende syn på natur.

Tabel 4. *Skolekarakteristika.*

	N	Gns.	SD	Min.	Maks.
Landskoler	519	32,6	18,5	0	100
Byskoler	748	35,1	19,9	0	100
Grønt Flag-profil?					
Skoler uden Grønt Flag-profil	343	33,7	18,2	1	100
Skoler med Grønt Flag-profil	924	34,3	19,7	0	100

NCI og affektive reaktioner på vignetpræsentationer

Her undersøger vi hvilken rolle elevernes affektive reaktioner spiller for NCI.

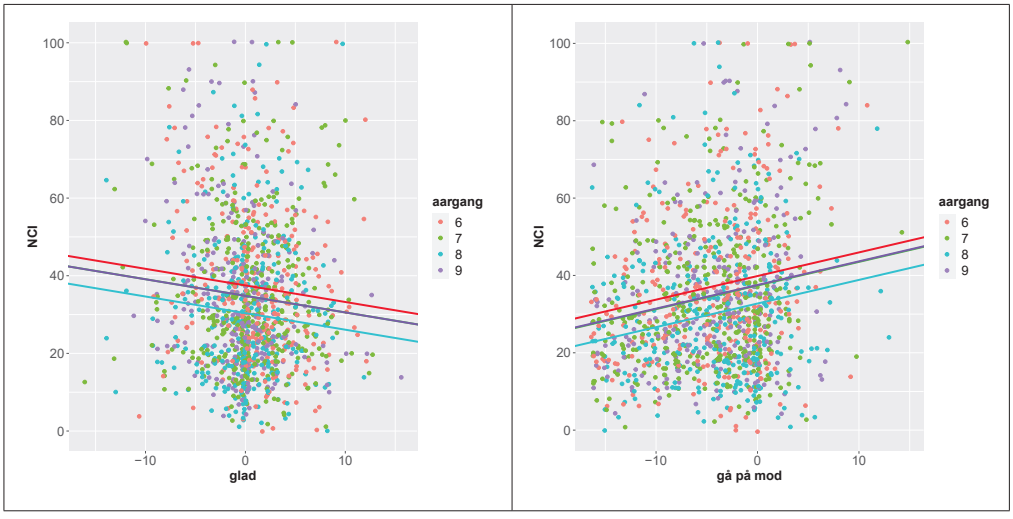
Dannelsen af de to affektive skalaer resulterede i variablen "glad" for dimensionen pleasant-unpleasant og variablen "gåpåmod" for dimensionen activation-deactivation. Tabel 5 viser at begge skalaer har værdier fra -16 til +15 som er baggrund for videre analyser. Medianen for "glad" er 0 med interkvartilafstanden 2; for "gåpåmod" er medianen -4, og interkvartilafstanden 8. Mens fordelingen af "glad" er forholdsvis symmetrisk omkring midtpunktet af skalaen (= 0), er "gåpåmod" skævt fordelt med de fleste værdier under 0. Der altså tydeligvis forskel mellem de to dimensioner.

Tabel 5. *Glad- og gåpåmod-dimensionerne.*

	Min.	1. kvartil	Median	Gns.	3. kvartil	Maks.
"glad"	-16	-2	0	0,383	0	15
"gåpåmod"	-16	-8	-4	-4,364	0	15

For at illustrere sammenhængen mellem de to dimensioner og NCI har vi produceret scatter plots (figur 2 og 3). Hvert punkt viser en elevs placering. Vi har testet om der er en sammenhæng mellem NCI og elevernes umiddelbart affektive reaktion på fire beretninger (vignetter) om grøn omstilling: Testen for sammenhængen mellem "glad" og NCI viser en stærkt signifikant negativ sammenhæng ($p < 0{,}002$). For hvert point mere på glad-skalaen falder NCI i gennemsnittet med 0,43 point. Vi kan altså sige at elever som reagerer mindre glade på vores vignetter, giver udtryk for en højere naturforbundethed og omvendt.

Sammenhængen mellem "gåpåmod" og NCI er stærkt signifikant ($p < 0{,}001$): For hvert point mere "gåpåmod" stiger NCI i gennemsnittet med 0,6 point. Det kan også ses tydeligt i figur 3 hvor prikkerne koncentrerer sig omkring en tænkt akse der går fra nederste venstre hjørne hen imod øvre højre hjørne. Man kan altså sige at jo højere eleverne udtrykker naturforbundethed, desto mere tilbøjelige er de til at føle tilskyndelse til handling når de bliver præsenteret for temaer om grøn omstilling, og omvendt. Der synes altså at være forskellige affektive reaktioner på bæredygtighedsemner alt efter hvilken grad af naturforbundethed eleverne giver udtryk for.



Figur 2. *Glad.*

Figur 3. *Gåpåmod.*

Note 1. Plot af NCI imod hhv. "glad" og "gåpåmod"; punkterne repræsenterer elever i datasættet; farverne indikerer de forskellige årgange; linjerne indikerer den estimerede lineære sammenhæng (dog som gennemsnit over de forskellige køn); linjerne for årgang 7 og 9 (grøn og lilla) ligger ca. over hinanden.

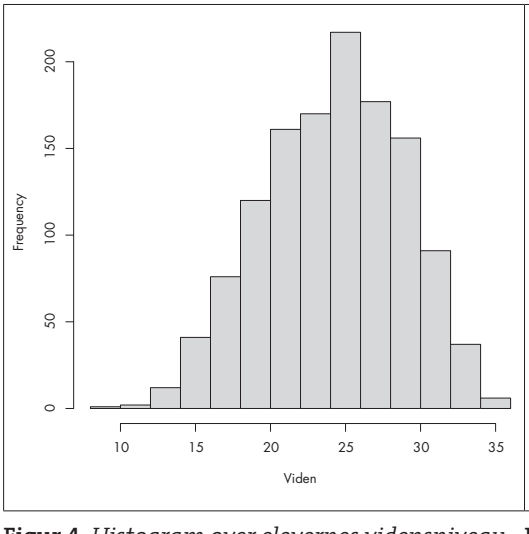
NCI i lyset af elevernes vidensniveau i forhold til grøn omstilling

I dette afsnit belyser vi elevernes vidensniveau i forhold til grøn omstilling og undersøger om der er en sammenhæng mellem vidensniveau og NCI. Ud af de fem vidensspørgsmål til hver af de fire vignetter har vi dannet en samlet skala fra 0 til 40 for elevernes vidensniveau i forhold til emner inden for grøn omstilling.

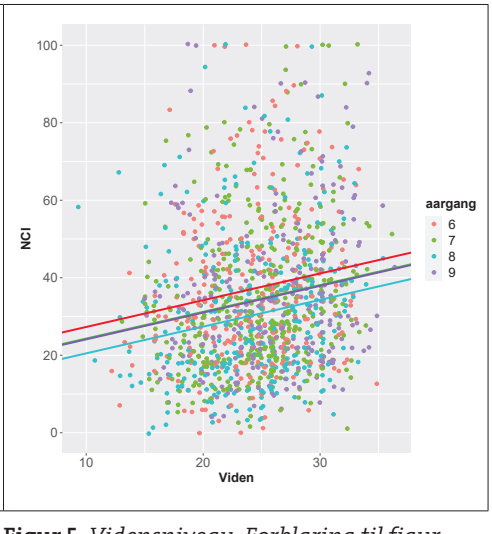
De observerede vidensniveauer i vores datasæt lå på mellem 9 og 36 med median på 25,0 og interkvartilafstand på 7,0 (se tabel 6). Histogrammet i figur 4 viser at hele fordelingen er tilnærmelsesvis symmetrisk og ligner en Gauss-kurve. En test for interaktion mellem årgang og vidensniveau med henblik på NCI har vist at der ikke er en signifikant interaktion mellem vidensniveau og årgang (p = 0,775). Dvs. at den aldersrelaterede ændring af NCI har den samme størrelsesorden uanset vidensniveau. Derfor ser vi bort fra interaktionsleddet i de videre analyser.

Tabel 6. *Elevernes vidensniveau i forhold til grøn omstilling.*

Min.	1. kvartil	Median	Gns.	3. kvartil	Maks.
9,00	21,00	25,00	24,71	28,00	36,00



Figur 4. *Histogram over elevernes vidensniveau i forhold til grøn omstilling.*



Figur 5. *Vidensniveau. Forklaring til figur, se note 1.*

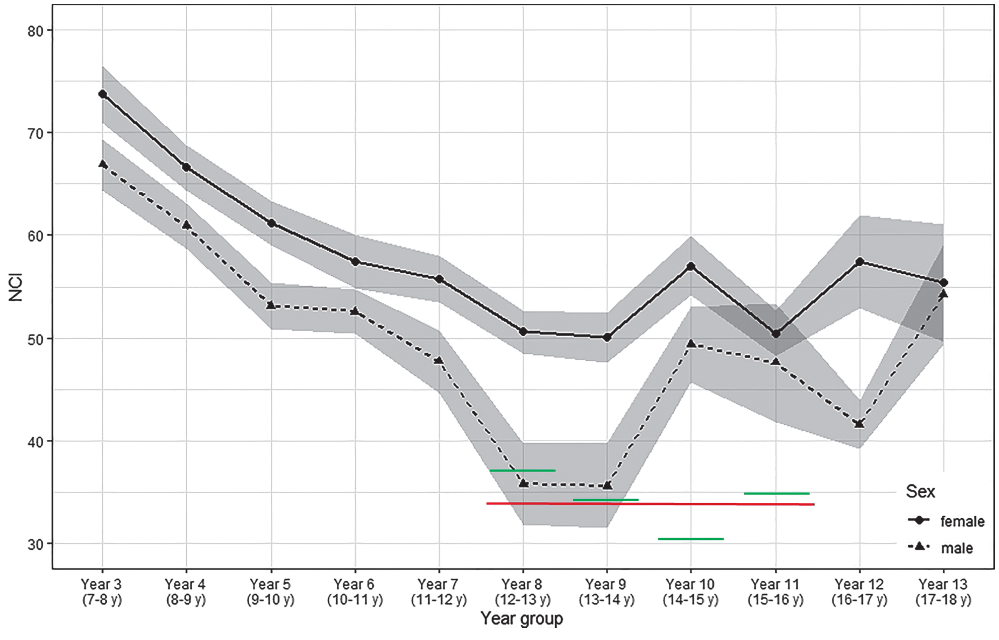
Scatter plottet i figur 5 viser igen en tendens til en positiv lineær sammenhæng mellem vidensniveau og NCI, dvs. højere vidensniveauer medfører gennemsnitligt en højere NCI. Signifikanstesten for vidensniveau og NCI viser en stærkt signifikant sammenhæng ($p < 0{,}001$). I gennemsnit stiger NCI med 0,69 point for hvert yderligere point på vidensskalaen (95 % CI: 0,46; 0,92). Umiddelbart skulle man ikke tro at naturforbundethed har noget med viden at gøre, for den måde NCI er målt på, har ikke noget med viden om natur at gøre. Men omvendt synes der altså at være tegn på at viden og naturforbundethed følges ad. Det skal dog understreges at disse analyser ikke siger noget om årsagssammenhænge. Vi ved altså ikke om mere viden (som *confounder*) giver større naturforbundethed, om det er større naturforbundethed der understøtter videbegærlighed, eller om der er eksterne, ofte ikke-observerede faktorer der samtidig påvirker både naturforbundethed og viden.

Diskussion

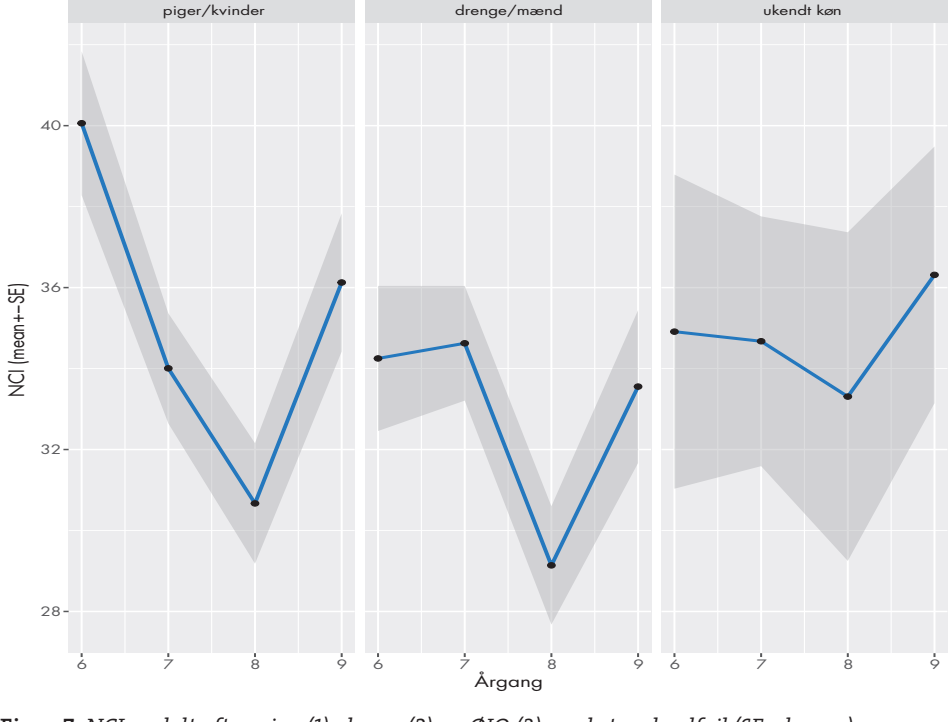
Efter præsentationen af analyseresultaterne vil vi diskutere nogle udvalgte spørgsmål og sammenligne vores resultater med andre undersøgelser. Derfor bliver der også i starten af diskussionsafsnittet præsenteret nogle resultater fra internationale undersøgelser som gør sammenligninger mulige.

NCI i lyset af alder og køn

En undersøgelse af elever fra Jersey, en autonom ø under den britiske krone ud for Normandiet, som har potentiale til generaliserbarhed for samfund der ligner det britiske, har undersøgt alder og køn og er kommet frem til de resultater som er vist i figur 6 (Price et al., 2022). Vi har lagt gennemsnittet af vores elevpopulation ind i figuren med rødt, og gennemsnittene for de respektive aldre er grønne. Figur 7 viser faldet af NCI fra årgang 6 til 9 delt op efter køn fra vores egen undersøgelse. Figur 8 er hentet fra en undersøgelse i England i perioden 2015-2018 som viser NCI for alle aldersgrupper (Richardson et al., 2019). Efter figurerne og tabellen, som samtidig indeholder yderligere informationer, diskuterer vi resultaterne i forhold til alder og køn samlet.



Figur 6. *Effekter af alder og køn på NCI-gennemsnit (Price et al., 2022) sammenlignet med vores resultater.*



Figur 7. *NCI opdelt efter pige (1), dreng (2) og ØIO (3) med standardfejl (SE; skygge).*

Note 2. Plottene er deskriptive og viser naive årgangs- og kønsspecifikke gennemsnit af NCI inkl. standardfejl

Age	7 to 9	10 to 12	13 to 15	16 to 18	19 to 21	22 to 25	26 to 30	31 to 40	41 to 50	51 to 60	61 to 70	Over 70
N	159	113	79	86	184	246	278	563	516	495	542	658
Mean	63.83	55.60	47.25	47.64	51.39	53.23	56.20	63.21	62.84	62.56	64.77	63.62
SD	24.29	24.08	26.09	24.82	24.15	25.52	27.42	27.27	28.29	28.22	28.06	28.27

Figur 8. *NCI fordelt på aldersgrupper (Richardson et al., 2019).*

Det er for det første tydeligt at de danske elever ligger lavere end gennemsnittet fra Jersey. Vi kan imidlertid ikke sige om den lave score hænger sammen med at undersøgelsen blev gennemført i de mørke måneder. Drengene fra Jersey i den samme aldersgruppe ligger dog på omkring 35 (Price et al., 2022), dvs. ret tæt på det danske gennemsnit. For det andet synes der at være et generelt fald i gennemsnittet for den samme aldersgruppe sammenlignet med nogle år før. I Richardson et al.s studie, hvor data blev indsamlet mellem 2015 og 2018 i England, har aldersgruppen 13-15 år det laveste gennemsnit på 47,64 (Richardson et al., 2019). Om det lave gennemsnit for danske elever kan bekræftes, og om der virkelig er tale om et generelt fald over årene, må yderligere studier be- eller afkræfte.

For det tredje er det åbenlyst at vores studie spejler det såkaldte *teenagedyk*. Det er meget tydeligt at NCI falder fra 6. årgang til 7. og 8. årgang, for så at stige lidt igen til 9. årgang. Både Price et al. og Richardson et al. har dokumenteret et lignende dyk. Dette teenagefænomen bekræftes imidlertid også i sammenlignelige målinger af fx sustainability consciousness (Olsson & Gericke, 2016). Vores egne resultater viser at dykket er lavere og starter senere, og indikerer med andre ord at det danske dyk er et år forskudt i forhold til dykket Jersey-undersøgelsen. Vores datagrundlag, som er begrænset til fire årgange, dvs. ikke konkret alder, tillader imidlertid ikke en bredere en til en-sammenligning. For at undersøge forskelle i NCI mellem lande og kulturer er der behov for dels et datasæt over flere aldre, dels egentlige komparative studier som fx Krettenauer et al. (2020).

Ligesom andre studier (Chawla, 2020; Richardson et al., 2019, s. 12) har vi for det fjerde ikke kunnet dokumentere en signifikant effekt af køn på NCI, men kun små forskelle, hvor piger ligger lidt højere (tabel 3). Der er studier der overhovedet ingen forskel finder (Kleespies & Dierkes, 2020), og der er studier der finder en sammenhæng (Hughes et al., 2019). Price et al. præciserer (figur 6) at forskellen i køn er størst i alderen 12-14 år og flader ud med stigende alder (Keith et al., 2021). En uforklaret kontrast er især at piger scorer højere i NCI, som hænger signifikant sammen med højere mental sundhed, mens andre studier dokumenterer lavere trivsel for piger end drenge (jf. Price et al., 2022).

Naturligvis er teenageårene en tid med plasticitet og forandringer hvor de biologiske processer, sociale aspekter og identitetsprocesser er dominerende. Der en række undersøgelser som dokumenterer forskellige og delvist modstridende sammenhænge. Price et al. finder at teenagere som ikke udtrykker stor interesse for natur, men foretrækker naturlige steder generelt eller for at slappe af, har højere NCI (Price et al., 2022). Men det er svært at afgøre om NCI påvirker opholdspræferencer, eller om ophold i naturen påvirker NCI. For at finde mere præcise forklaringer er der behov for flere undersøgelser som tager højde for de eksisterende studiers forskellige metodiske tilgange.

NCI i lyset af karakteristika ved skolen

Vi har ikke kunnet dokumentere at by-/landskoler og Grønt Flag-skoler/folkeskoler har signifikant betydning for elevernes NCI. Modsat har Price et al. fundet at elever fra landområder har højere NCI end dem fra byskoler. Det gælder dog i mindre grad for den aldersgruppe som vi har undersøgt (secondary level) (Price et al., 2022). Andre studier fra Storbritannien har modsat fundet højere NCI for elever fra byskoler (Royal Society for the Protection of Birds, 2013). Men helt overordnet er det at gå på en byskole eller leve i et bymiljø ikke en afgørende faktor for mindre naturforbundethed. Man har fx indikationer på at landskoler har mere plads, bedre naturnære faciliteter og et højere aktivitetsniveau (Price et al., 2022). For at undersøge disse faktorer mere præcist er man nødt til at inddrage skolernes konkrete beliggenhed, faciliteter og ud af skolen-aktiviteter og samtidig inddrage elevernes familiebaggrund i forhold til natur. Vi understreger at variablene Grønt Flag-folkeskoler og almindelige folkeskoler ikke bygger på en konkret sammenligning af disse skolers forskelle.

Den positive udlægning af vores resultat er at NCI er et godt populationsmål for naturforbundethed, dvs. det bliver ikke systematisk og stærkt påvirket af faktorer som hvilken skole man går på. Det indikerer at NCI vil kunne bruges som baggrundsvariabel på tværs af skoletyper.

NCI i lyset af affekt-reaktioner og vidensniveauer

Forholdet mellem børn og unges viden om grøn omstilling, følelser som håb eller angst, holdninger til grøn omstilling og tilbøjelighed til handling er et meget omfattende spørgsmål som fortsat er uafklaret (Ratinen & Uusiautti, 2020). I vores studie har vi kunnet dokumentere at "glad" korrelerer negativt med NCI. Det er forståeligt idet man kan forvente at elever som er meget optaget af natur, påvirkes i en mere ubehagelig følelsesmæssig retning når de bliver præsenteret for problematiserende bæredygtighedsdilemmaer. Det skal understreges at vi ikke generelt måler håb eller angst i forbindelse med klimakrisen, men at glad-dimensionen er en konkret reaktion på fire forskellige problemstillinger. Formuleret omvendt kan man sige at elever med en højere NCI er mindre "glade" og mere "triste" over problemstillinger som har med

vores naturlige omgivelser at gøre. Vi har også dokumenteret en positiv korrelation mellem "gåpåmod"-reaktioner på vignetterne og NCI. Det kan fortolkes som en højere impuls til engagement og handling ved en højere NCI, der som beskrevet ovenfor indeholder aspekter som respekt for naturens skønhed. Med andre ord betyder en større naturforbundethed at man føler større tilskyndelse til at gøre noget ved bæredygtighedsproblemstillinger. I det lys er der tale om et forventeligt resultat. Vores resultater kan endnu ikke beskrive om fx aktivering hænger sammen med positive eller negative affektive reaktioner såsom begejstring eller indignation. Yderligere analyser skal vise om de mere negative vignetvarianter har en anden indflydelse end de mere positive varianter.

Derudover har vi dokumenteret en stærk sammenhæng mellem elevernes vidensniveau i relation til de faglige domæner som vignetterne er hentet fra, og NCI. Jo mere viden eleverne har om den slags problemstillinger, desto højere er deres naturforbundethed. Man kan ikke fortolke resultatet som en årsag-virkning-sammenhæng, og vi har ikke korrigeret for socioøkonomisk baggrund eller kulturel kapital. Socioøkonomisk baggrund kunne tænkes at hænge sammen med elevernes vidensniveau. Det blev påvist at socioøkonomisk status har moderat betydning for NCI (Richardson et al., 2019), og familier med høj socioøkonomisk baggrund har mere adgang og kontakt til grønne områder (Li et al., 2018). Det er dog vigtigt at understrege at mere kontakt med natur ikke nødvendigvis fører til større forbundethed (Richardson et al., 2021). Vi understreger at viden i vores sammenhæng ikke betyder viden om natur i almindelighed, men viden om problemstillinger i relation til bæredygtighed (bier, naturreservater, CO^2-udledning, bæredygtig adfærd, digtning om natur og produktion af og affald fra mobiltelefoner).

Afslutning og perspektivering

Dette studie har målt elevers naturforbundethed og søgt at identificere faktorer der har sammenhæng med naturforbundethed. Naturforbundethed har vi målt med NCI som er et brugbart og valideret instrument. De andre faktorer som stod til rådighed i samme undersøgelse, er individuelle karakteristika som alder og køn, skolekarakteristika som beliggenhed og profil og udvalgte elevsvar på de fire konkrete vignetter om grøn omstilling som affektiv reaktion og vidensniveau.

Når det gælder forskningsspørgsmålet – om danske skolebørn i alderen 12 til 16 år udtrykker naturforbundethed – kan vi konkludere at de ligger overraskende lavt i sammenligning med fx britiske elever. Dette kan selvfølgelig skyldes en målefejl, idet der er forskel på i hvilken årstid eleverne svarer, og om spørgeskemaet er analogt eller online. Det er opfølgende og konkrete sammenlignende målinger som kan validere denne konklusion.

Hvad angår forskningsspørgsmålet om alder, kan vi signifikant dokumentere det allerede internationalt kendte teenagedyk for NCI.

Til gengæld synes køn at have mindre betydning for naturforbundethed. Der er ligeledes ikke signifikante sammenhænge mellem skolekarakteristika og naturforbundethed. Som konklusion på det tredje forskningsspørgsmål kan vi sige at der er der to forskellige signifikante sammenhænge mellem affektive reaktioner på de fire vignetter og naturforbundethed. Høj NCI hænger dels sammen med et faldende niveau af "glad", dels sammen med stigende "gåpåmod". Desuden er der en signifikant stigning af vidensniveau og naturforbundethed. Man kan sige at elever med høj NCI er påvirket af klima- og miljøproblemer, ved noget om det og har mere mod på at gøre noget ved det.

Selvkritisk skal det dog siges at NCI som mål for naturforbundethed i forbindelse med bæredygtighed kan diskuteres. Inspireret af Sandell og Öhman kan man fx sige (Sandell & Öhman, 2013) at antagelsen bag NCI er en såkaldt landskabstilgang hvor ophold i naturen er centralt mens naturens processuelle aspekter er udeladt. Endvidere måler NCI ikke på hvorfor en respondent opsøger naturen, dvs. om der er tale om fx rekreative eller instrumentelle formål. NCI-målinger kan heller ikke sige noget om hvad man laver i naturen, og om man forholder sig aktivt eller passivt i naturen, dvs. om man forsøger fx at tilpasse sig eller vil beherske naturen. Om disse kritikpunkter kan imødegås gennem en udvidelse af NCI, eller om det kræver særskilte målinger, skal fremtidige undersøgelser tage sig af. Ikke desto mindre har nærværende måling i større skala af et multidimensionelt begreb om naturforbundethed været den først af sin slags i Danmark og har potentiale til at blive brugt til regelmæssige målinger af forskellige aldersgrupper med henblik på en monitorering over flere år, komparative undersøgelser mellem grupper eller lande og baseline-/endline-målinger i forbindelse med interventioner med børn eller voksne.

Hvordan man kan eller skal konkludere pædagogisk på det generelt lave naturforhold for danske skolebørn og især på teenagedykket, er et åbent spørgsmål. Kan eller skal man overhovedet løfte børnenes naturforhold gennem pædagogiske indsatser? Hvis ja, så er det fortsat usikkert om de nuværende indsatser, som hovedsageligt fokuserer på børns ophold i naturen og faciliteringen af deres naturerfaringer, alene bidrager til et øget naturforhold. En bredere tilgang til børns naturdannelse synes at være oplagt (Hartmeyer & Præstholm, 2021). Den tydelige sammenhæng mellem NCI og socioøkonomisk baggrund indikerer dog at familiebaggrunden spiller en stor rolle for hvordan børn udvikler et stærkt naturforhold. Netop baseline-/endline-målinger kunne bruges til at sammenligne forskellige indsatser med henblik på at identificere deres betydning for naturforbundethed, men også andre faktorer som klima- og miljøvenlige holdninger, interesser, engagement og handling. Det er ikke sikkert at man kan eller skal modvirke teenagedykket i naturforbundethed, idet der højst sand-

synligt er tale om en kortvarig aldersbetinget fase. Den pædagogiske og didaktiske konklusion i forhold til teenagedykket ligger snarere i at betragte den lave naturforbundethed som en *rammefaktor* for pædagogiske initiativer og undervisning. Der er ikke nødvendigvis grund til at beklage teenageres lave interesse for den ydre natur, men man må se deres naturforbundethed i et dynamisk, tilblivende perspektiv, for den stiger igen med alderen.

Taksigelser

Vignetundersøgelsen er gennemført i forbindelse med forskningsprojektet *Grøn omstilling i grundskolen* ved SDU under ledelse af Nikolaj Elf og støttet af Danmarks Frie Forskningsfond. Forskningsgruppen har aktivt bidraget til udvikling af undersøgelsens design og spørgsmål. Sekretær Tina Danielsen og forskningsassistent Christina Lind Donstrup på UCL har ydet en stor indsats for at rekruttere skoler som vil deltage i undersøgelsen. Tak til disse skoler! Under udarbejdelsen har vi haft stor glæde af feedback på designet fra Merete Monrad, Morten Ejrnæs (begge fra Aalborg Universitet) og Morten Pettersson på UCL.

Referencer

Agger, P.W., Reenberg, A., Læssøe, J. & Hansen, H.P. (2003). *Naturens værdi – vinkler på danskernes forhold til naturen* (1. udgave, 1. oplag). Gad i samarbejde med Danmarks Miljøundersøgelser.

Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, *67*(1), 1-48. https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01

Bragg, R., Wood, C., Barton, J. & Pretty, J. (2013). *Measuring Connection to Nature in Children Aged 8-12: A Robust Methodology for the RSPB*. Royal Society for the Protection of Birds.

Chawla, L. (2015). Benefits of Nature Contact for Children. *Journal of Planning Literature*, *30*(4), 433-452. https://doi.org/10.1177/0885412215595441

Chawla, L. (2020). Childhood Nature Connection and Constructive Hope: A Review of Research on Connecting with Nature and Coping with Environmental Loss. *People and Nature*, *2*(3), 619-642. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/pan3.10128

Cheng, J.C.-H. & Monroe, M.C. (2012). Connection to Nature: Children's Affective Attitude Toward Nature. *Environment and Behavior*, *44*(1), 31-49. https://doi.org/10.1177/0013916510385082

Danmarks Naturfredningsforening. (2022). *Børnefamiliers brug af naturen*. Danmarks Naturfredningsforening.

Ejbye-Ernst, N., Stokholm, D. & Lassen, B. (2018). Natur i danske dagtilbud 2018. Foreløbigt notat om kortlægning af omfanget og prioriteringer af naturbesøg og udetid i danske vuggestuer, børnehaver og integrerede institutioner. Center for Børn og Natur.

Eser, U. (2017). Naturbewusstsein und Moralbewusstsein: Der Beitrag der Naturbewusstseinsstudie zu einer ethisch fundierten Naturschutzkommunikation. I: J. Rückert-John (red.), *Gesellschaftliche Naturkonzeptionen: Ansätze verschiedener Wissenschaftsdisziplinen* (s. 53-73). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-15733-3_4

Fjeldsøe, C.K. (2018). *Natur i generationer*. Danmarks Naturfredningsforening.

Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T. & Olsson, D. (2019). The Sustainability Consciousness Questionnaire: The Theoretical Development and Empirical Validation of an Evaluation Instrument for Stakeholders Working with Sustainable Development. *Sustainable Development*, *27*(1), 35-49. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sd.1859

Giusti, M., Svane, U., Raymond, C.M. & Beery, T.H. (2018). A Framework to Assess Where and How Children Connect to Nature. *Frontiers in Psychology*, *8*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02283

Hammarsten, M., Askerlund, P., Almers, E., Avery, H. & Samuelsson, T. (2019). Developing Ecological Literacy in a Forest Garden: Children's Perspectives. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, *19*(3), 227-241. https://doi.org/10.1080/14729679.2018.1517371

Hartmeyer, R. & Præstholm, S. (2021). *Børns naturdannelse. Naturen i barnet – barnet i naturen*. Center for Børn og Natur.

Hinds, J. & Sparks, P. (2008). Engaging with the Natural Environment: The Role of Affective Connection and Identity. *Journal of Environmental Psychology*, *28*, 109-120. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.11.001

Hughes, J., Rogerson, M., Barton, J. & Bragg, R. (2019). Age and Connection to Nature: When is Engagement Critical? *Frontiers in Ecology and the Environment*, *17*(5), 265-269. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/fee.2035

Ives, C.D., Giusti, M., Fischer, J., Abson, D.J., Klaniecki, K., Dorninger, C., Laudan, J., Barthel, S., Abernethy, P., Martín-López, B., Raymond, C.M., Kendal, D. & von Wehrden, H. (2017). Human-Nature Connection: A Multidisciplinary Review. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *26-27*, 106-113. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.05.005

Kals, E., Schumacher, D. & Montada, L. (1999). Emotional Affinity toward Nature as a Motivational Basis to Protect Nature. *Environment and Behavior*, *31*(2), 178-202. https://doi.org/10.1177/00139169921972056

Keith, R.J., Given, L.M., Martin, J.M. & Hochuli, D.F. (2021). Urban Children's Connections to Nature and Environmental Behaviors Differ with Age and Gender. *Plos One*, *16*(7). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255421

Kellert, S.R. (1993). The Biological Basis for Human Values of Nature. I: S.R. Kellert & E.O. Wilson (red.), *The Biophilia Hypothesis* (s. 42-69). Island Press.

Kleespies, M.W. & Dierkes, P.W. (2020). Impact of Biological Education and Gender on Students' Connection to Nature and Relational Values. *Plos One*, *15*(11). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242004

Krettenauer, T., Wang, W., Jia, F. & Yao, Y. (2020). Connectedness with Nature and the Decline of Pro-Environmental Behavior in Adolescence: A Comparison of Canada and China. *Journal of Environmental Psychology*, *71*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101348

Li, D., Deal, B., Zhou, X., Slavenas, M. & Sullivan, W.C. (2018). Moving beyond the Neighborhood: Daily Exposure to Nature and Adolescents' Mood. *Landscape and Urban Planning*, *173*, 33-43. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.01.009

Louv, R. (2005). Last Child in the Woods: Saving Our Children from Nature-Deficit Disorder. Workman Publishing.

Lumber, R., Richardson, M. & Sheffield, D. (2017). Beyond Knowing Nature: Contact, Emotion, Compassion, Meaning, and Beauty Are Pathways to Nature Connection. *Plos One*, *12*(5). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177186

Mayer, F.S. & Frantz, C.M. (2004). The Connectedness to Nature Scale: A Measure of Individuals' Feeling in Community with Nature. *Journal of Environmental Psychology*, *24*(4), 503-515. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.10.001

Mygind, L., Kjeldsted, E., Hartmeyer, R., Mygind, E., Bølling, M. & Bentsen, P. (2019). Mental, Physical and Social Health Benefits of Immersive Nature-Experience for Children and Adolescents: A Systematic Review and Quality Assessment of the Evidence. *Health & Place*, *58*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.05.014

Nisbet, E. & Zelenski, J. (2013). The NR-6: A New Brief Measure of Nature Relatedness. *Frontiers in Psychology*, *4*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00813

Nygård, S.A. (2012). *Natur i generationer*. Danmarks Naturfredningsforening.

Nürnberg, M. & Erdmann, K.-H. (red.). (2020). *2019 Nature Awareness Study: Population Survey on Nature and Biological Diversity*. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) og Federal Agency for Nature Conservation (BfN).

Olsson, D. & Gericke, N. (2016). The Adolescent Dip in Students' Sustainability Consciousness: Implications for Education for Sustainable Development. *The Journal of Environmental Education*, *47*(1), 35-51. https://doi.org/10.1080/00958964.2015.1075464

Paltved-Kaznelson, C. (2009). *Natur i generationer*. Danmarks Naturfredningsforening.

Pitman, S.D., Daniels, C.B. & Sutton, P.C. (2018). Characteristics Associated with High and Low Levels of Ecological Literacy in a Western Society. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *25*(3), 227-237. https://doi.org/10.1080/13504509.2017.1384412

Price, E., Maguire, S., Firth, C., Lumber, R., Richardson, M. & Young, R. (2022). Factors Associated with Nature Connectedness in School-Aged Children. *Current Research in Ecological and Social Psychology*, *3*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cresp.2022.100037

Præstholm, S., Andkjær, S. & Arvidsen, J. (2022). Udeliv – undersøgelser af danske børns aktive udeliv i skole, institution og fritid. *MOV:E*(12), 16-27. https://fiibl.dk/move-12/

R Core Team. (2022). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing.

Ratinen, I. & Uusiautti, S. (2020). Finnish Students' Knowledge of Climate Change Mitigation and Its Connection to Hope. *Sustainability*, *12*(6), 2181. https://www.mdpi.com/2071-1050/12/6/2181

Restall, B. & Conrad, E. (2015). A Literature Review of Connectedness to Nature and Its Potential for Environmental Management. *Journal of Environmental Management*, *159*, 264-278. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.05.022

Richardson, M., Hunt, A., Hinds, J., Bragg, R., Fido, D., Petronzi, D., Barbett, L., Clitherow, T. & White, M. (2019). A Measure of Nature Connectedness for Children and Adults: Validation, Performance, and Insights. *Sustainability*, *11*(12), 3250. https://www.mdpi.com/2071-1050/11/12/3250

Richardson, M., Passmore, H.-A., Lumber, R., Thomas, R. & Hunt, A. (2021). Moments, Not Minutes: The Nature-Wellbeing Relationship. *International Journal of Wellbeing*, *11*(1), 8-33. https://doi.org/10.5502/ijw.v11i1.1267

Royal Society for the Protection of Birds. (2013). *Connecting with Nature: Finding Out How Connected to Nature the UK's Children Are*. Royal Society for the Protection of Birds. www.rspb.org.uk/connectionmeasure

Russell, J.A. (1980). A Circumplex Model of Affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, *39*(6), 1161-1178.

Sandell, K. & Öhman, J. (2013). An Educational Tool for Outdoor Education and Environmental Concern. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, *13*(1), 36-55. https://doi.org/10.1080/14729679.2012.675146

Soga, M. & Gaston, K.J. (2016). Extinction of Experience: The Loss of Human-Nature Interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *14*(2), 94-101. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/fee.1225

Tam, K.-P. (2013). Concepts and Measures Related to Connection to Nature: Similarities and Differences. *Journal of Environmental Psychology*, *34*, 64-78. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.01.004

Wells, N. & Lekies, K. (2006). Nature and the Life Course: Pathways from Childhood Nature Experiences to Adult Environmentalism. *Children, Youth and Environments*, *16*. https://doi.org/10.1353/cye.2006.0031

Wickham, H. (2016). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer.

Yik, M., Russell, J.A. & Steiger, J.H. (2011). A 12-Point Circumplex Structure of Core Affect. *Emotion*, *11*(4), 705-731. https://doi.org/10.1037/a0023980

Zelenski, J. & Nisbet, E. (2014). Happiness and Feeling Connected: The Distinct Role of Nature Relatedness. *Environment and Behavior*, *46*, 3-23. https://doi.org/10.1177/0013916512451901

English abstract

Connectedness to nature is increasingly considered a crucial construct for understanding nature formation and conditions that relate to nature protection and sustainable action. This study, which is the first quantitative study of its kind in Denmark, measures schoolchildren's relationship to nature with the so-called nature connectedness index (NCI) and relates the results to background variables such as year, gender, school profile, and rural-urban differences, as well as variables such as knowledge level and affective response in connection with sustainability topics. Data come from 12 public schools and include 1,267 pupils from 6th to 9th grade. Regression analyses have been used to investigate the correlation of the various factors with NCI. The analyses point to a relatively low connection to nature for Danish schoolchildren and a characteristic teenage dip, which is also seen in other studies. While the NCI does not appear to differ in relation to gender and school characteristics, there are clear correlations with students' affective reactions and knowledge level. Finally, possible conclusions are discussed in relation to educational initiatives.

Dunkel pædagogik i tværfagligt samspil

– om sanser og følelser i klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisningen

Martin Hauberg-Lund Laugesen, SDU

Abstract: *For grundskolelærere kan elevfølelser ofte opleves som et besværligt og udfordrende element i undervisningen. Mange lærere oplever desuden ikke at have de fornødne lærerfaglige og relationelle kompetencer til at gå ind i elevernes følelser sammen med dem på fagligt meningsfulde måder. Denne artikel argumenterer imidlertid for, at der er store pædagogiske potentialer i netop at arbejde intentionelt og målrettet med sanselig-følelsesmæssigt aktiverende undervisning – ikke mindst når det kommer til at sikre kvaliteten af klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisning. Artiklen gennemgår et håndgribeligt case-eksempel på dunkel pædagogik i tværfaglig kontekst for at illustrere denne overordnede didaktiske pointe.*

Introduktion

Historisk set er bæredygtighed, miljø, klimakrise og grøn omstilling primært blevet behandlet i skolens naturfag. De grønne emner er således blevet betragtet som noget der hører hjemme i naturfagene og ikke i skolens humanistiske fag (se Jørgensen, 2020). Derudover har der i praksis været en tendens til at klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisning er blevet gennemført med fokus på kognitiv læring af teorier, fakta, eksperimentelle opstillinger, modeller osv. – og at den således ikke eller kun i ringe grad har involveret elevernes sanser, følelser og hele tilværelse på en mere personligt vedkommende måde. Dette er et betragteligt problem da mange vigtige, lærerige og dannende erfaringer i forhold til klimakrisen og den grønne omstilling bedst sker i tværfagligt samspil mellem naturfagene og de humanistiske fag, og særligt hvis den enkelte lærer formår at bringe elevernes sanser og følelser i spil i undervisningen på en fagligt relevant og saglig måde. Det er i hvert fald denne artikels hypotese, baseret på en række analyser af et omfattende etnografisk feltarbejde på tre 2030 Skoler som led i forskningsprojektet *Grøn omstilling i grundskolen*. I den sammenhæng præsen-

terer artiklen *dunkel pædagogik* som navnet på en ny didaktisk tilgang til klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisningen som kan bidrage til at øge kvaliteten af tværfaglige samspil.

Sådanne grønne tværfaglige samspil åbner fagene op for hinanden og udvikler didaktikken gensidigt. I det hele taget er STEM-fagene under udvikling. Dette ikke mindst på grund af den fordring om fagdidaktisk fornyelse som klimakrisen og den grønne omstilling stiller til undervisere i matematik og naturfag i skolen. Som matematikdidaktiker Morten Misfeldt har formuleret det:

> "Samspillet mellem teknologiske, infrastrukturelle og sociale problemstillinger, som den grønne omstilling kalder på, stiller skærpede krav til matematikundervisningen [...]. [...] Jeg tænker, at [...] det økologiske perspektiv om at opdrage til menneskelig sameksistens med hele planetens økosystem i stigende grad må have plads i matematikundervisningen. Og at det kan være en udfordring for det økologiske perspektiv at sameksistere med det perspektiv om at kontrollere og forstå naturen, der hidtil har gennemsyret matematik- og naturvidenskabsundervisningen." (Misfeldt, 2022, s. 63-64)

I forlængelse af Misfeldts fordring om grøn fagdidaktisk fornyelse på STEM-området fremhæver naturfagsdidaktiker Lars Brian Krogh at fornyelsen bør ske med fokus på i højere grad at understøtte elevernes *handlekompetence*. Et teknisk pædagogisk-didaktisk begreb som blev introduceret af den danske didaktikmand Karsten Schnack tilbage i 1990'erne, og som siden er blevet udbredt internationalt så det den dag i dag er en ledestjerne inden for udforskningen og udviklingen af klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisning (se fx Jensen & Schnack, 2006). Som Krogh formulerer det, er det i dag afgørende at STEM-undervisningen fører til "at eleverne er motiverede for og har tiltro til, at de kan gøre en forskel" (Krogh, 2022, s. 59). Denne fagdidaktiske udvikling skal ifølge Krogh ske som led i etableringen af et nyt "paradigme med fokus på handling" (Krogh, 2022, s. 59) i STEM-undervisningen. Som han uddyber det, udgør dette paradigmeskift en bevægelse fra at STEM-undervisningen tidligere i højere grad handlede om at eleverne skulle forstå og forholde sig til presserende problemstillinger, til at naturfagsundervisningen "udstyre[r] dem med både vilje og evne til aktivt at handle" (Krogh, 2022, s. 58). Samlet set peger denne fordring i retning af begrebet *økoliteracy* (fra det engelske *ecoliteracy* eller *ecological literacy*) som uddannelsesmæssigt formål. Økoliteracy blev som begreb introduceret og udviklet af bl.a. amerikanske David W. Orr tilbage i start-1990'erne, og den nye formålsparagraf for danske gymnasier kan i den forbindelse siges at pege i samme retning når man har føjet ordene *klima* og *miljø* til de øvrige tre nøgleord: *medmennesker*, *natur* og *samfund* (se Strarup, 2023). Orr skriver i bogen *Ecological Literacy: Education and the Transition to a Postmodern World* fra 1992 som følger:

> "Hvis literacy er drevet af videbegær, så er økoliteracy drevet af undren, den rene fornøjelse ved at være i live i en smuk, mystisk og rig verden. Det mørke og kaos vi har påført verden, giver økoliteracy en presserende vigtighed, som den ikke havde for hundrede år siden. Vi kan nu skue hen over afgrunden og se, hvor det hele ender. Økoliteracy begynder i barndommen. 'For at holde sin medfødte undren i live', har et barn, med Rachel Carsons ord, 'brug for det støttende følgeskab af mindst én voksen, som kan dele den, og sammen med barnet genopdage glæden, spændingen og mystikken ved verden, vi lever i.' Undren har rødder i følelserne eller i det som E. O. Wilson har kaldt for 'biofili', som simpelt sagt er forkærlighed for den levende verden. Næringen fra denne forkærlighed er udgangspunktet for en følelse af slægtskab med liv, uden hvilken ingen form for literacy vil være til stor hjælp. Det betyder, at selv en grundig viden om livets fakta og om truslerne mod liv ikke vil redde os fra manglen på følelse af slægtskab med liv." (Orr, 1992, s. 86, min oversættelse)

I tråd med Kroghs anbefaling til didaktisk udvikling af STEM-fagene i retning af handlekompetence skriver Orr det følgende i kapitlet "Love" fra bogen *Hope Is an Imperative* fra 2011:

> "Vi er ikke tilbøjelige til at kæmpe for det, vi ikke elsker. Det betyder at biofili må blive en bevidst del af det, vi gør og hvordan vi tænker og hvordan vi uddanner folk til at tænke indenfor alle områder. Hvad betyder dette for undervisere og forskere?" (Orr, 2011, s. 33, min oversættelse)

Man kan betragte *biofili* som en dybdepsykologisk genforbindelse af børn og unge (og voksne for den sags skyld) med den natur vi alle er rundet af. Og det vel at mærke på en sådan måde at man som elev eller studerende ikke bare kommer til at *vide* en masse om naturen i form af fakta og teori, men at man også kommer til at *føle* en masse for naturen, og at man afledt deraf udvikler interesse for og vilje til at beskytte og forsvare den. Når Arne Næss tilbage i 1970'erne og 1980'erne skrev om *dybdeøkologien*, så var det bl.a. med blik for at identitetsudvikling på et eksistentielt plan og samfundsindretning på et politisk plan skulle gentænkes helt grundlæggende så både privatsfæren, arbejdslivet og det offentlige rum blev arenaer for dybfølt verdensomsorg med bæredygtigt blik for menneskets afhængighed af naturens artsrigdom og fine økologiske balancer og sammenhænge. Han fremhævede i den sammenhæng netop *lærere*, i form af *naturalister* der allerede har internaliseret dybdeøkologiens normer og værdier, som én af de vigtigste professioner i udbredelsen af økologisk verdenssyn – og dermed økoliteracy – i en given befolkning (se Næss, 1989, s. 159-160, 212). Jeg forestiller mig at den naturfagslærer som Misfeldt og Krogh sigter til i citaterne ovenfor, netop må være en sådan naturalist "in its original, deep romantic sense", som Næss udtrykker det (Næss, 1989, s. 159).

I denne artikel vil jeg som sagt præsentere *dunkel pædagogik* som én farbar vej at gå hvis man som lærer vil have succes med at omlægge sin undervisning fra at have et primært fokus på forståelse til i højere grad at arbejde med sansning, følelse og aktiv handling med henblik på at fremme elevernes handlekompetence. Artiklens hovedformål er således at præsentere dunkel pædagogik som en ny didaktisk tilgang i både naturfaglige og humanistiske fag og desuden at illustrere hvordan man kan arbejde med dunkel pædagogik i praksis, gennem et konkret eksempel fra forskningsprojektet *Grøn omstilling i grundskolen*. Dette med henblik på at inspirere skolens lærere landet over til at arbejde med sanseligt og følelsesmæssigt intense oplevelser i den undervisning der fagligt beskæftiger sig med klima, miljø og bæredygtighed. Oplevelser der forhåbentlig går hen og bliver biografisk *betydningsfulde* for eleverne (Chawla, 1998; Tanner, 1980).

Metode og empirisk grundlag

Artiklen baserer sig hovedsageligt på et etnografisk feltarbejde udført i efteråret 2021 og foråret 2022 på tre danske 2030 Skoler i Jylland og på Fyn. Derudover inddrages kvalitativ empiri fra et følgeforskningsprojekt udført i efteråret 2022 for Ingeniørforeningen i Danmarks uddannelsesenhed *Engineer the Future* med tilknytning til uddannelsesenhedens didaktiske udviklingsprojekt *Engineering-baseret klimaundervisning*. Artiklen trækker også på didaktiske og pædagogisk-filosofiske refleksioner og kritisk tænkning samt diskussion af relevant og aktuel forskning inden for praksis- og forskningsfeltet *miljø- og bæredygtighedsundervisning* (*environmental and sustainability education* (*ESE*)). Case-eksemplet nedenfor, som illustrerer dunkel pædagogik i tværfagligt samspil i praksis, baserer sig på feltbeskrivelser og billeder til visuel illustration. Der er indhentet udvidet samtykke fra både læreren og de på billederne synlige elever samt disses forældre.

Bæredygtighedsundervisningens naturfaglige begrænsninger – fund fra projektet *Grøn omstilling i grundskolen*

Historisk set har både klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisningen været præget af primært at være blevet varetaget af naturfagslære. Fag i den danske skole såsom natur/teknologi, geografi, biologi og fysik/kemi er de fag som primært har sat fokus på klimakrise/-forandringer, global opvarmning, menneskets samspil med naturen osv., jf. fagenes gældende ministerielle opdrag. Dette har medført en pædagogisk og dannelsesmæssigt uhensigtsmæssig slagside som har handlet om at eleverne i mindre grad har haft mulighed for at forholde sig kritisk, refleksivt og konstruktivt til de komplekse problemstillinger som vi bruger *klimakrisen* som hverdagssprogligt navn

for. Dette har naturfagslærere som tendens haft svært ved da de har prioriteret og værnet om et forholdsvis kognitivt domineret syn på læring: læring som ikke har skullet transformere eleverne, danne dem og være eksistentielt betydningsfuld, men snarere "bare" skulle gøre dem fagligt klogere og udstyre dem med naturfaglige kompetencer. Men sagen er den at hvis man som skole eller enkelt lærer beslutter sig for at sætte fokus på klimakrisen, så vil det uvægerligt medføre og fremprovokere tanker og følelser hos (en vis mængde af) eleverne, hvilket kalder på dialogisk, refleksiv tematisering af merkompetente voksne som fx lærere. Og hvis ikke den pågældende naturfagslærer betragter dette som pædagogisk-didaktisk relevant for sin undervisning, så sker det bare ikke, og eleverne overlades til sig selv og måske hinanden i forhold til at finde hoved og hale i de mange dilemmaer – både etisk, politisk og på anden vis. Fysik/kemi- og biologilæreren Hanne formulerede det således over for mig i interviewsammenhæng:

> "Og det kan godt nogle gange være lidt skræmmende, det man læser, eller det man ser, hvis man ser en dokumentar. [...] Så man skal hele tiden omsætte det på en eller anden måde så det er spiseligt for eleverne. [...] Jeg skal jo heller ikke skræmme dem (griner). Det er for let at skræmme folk, og jeg går ikke ind for sådan nogle skræmmekampagner. Det virker kun på få procent, ikke? [...] Jeg er selv blevet skræmt, så jeg gør meget ud af ikke at skræmme mine elever, altså. Jeg kunne godt gøre det hvis jeg gad, men det gør jeg ikke. (Griner) Det skal jo helst ikke være sådan en valgkampagne hvor man så tænker: 'Nå, det var lige skræmmekampagnen der.' Altså man kan godt gøre det, men jeg ser ikke et formål med det, for jeg vil gerne have de tænker løsninger. Jeg tænker at det er vejen frem, ikke? [...] Der er jo nogle lærer der vil køre på det her, for det er jo også spændende, og det er jo lidt uhyggeligt og sådan nogle ting, ikke? Men jeg tænker ikke det er vejen frem. Det er jo et valg man aktivt tager, og du skal have stor faglig viden for at kunne vide hvornår det kan ske. [...] Min opgave er jo også at mane det lidt til jorden. [...] Faglighed er faktisk rimelig vigtigt inden for mine fag."

Vi ser her i interviewpassagen hvordan Hanne får etableret en klar sondring mellem det hun omtaler som "faglighed", som – må man forstå – indebærer at man som lærer sørger for "at mane det lidt til jorden" og så prioritere pædagogisk effektiv formidling og tilegnelse af naturfaglig basisviden om fx cellevægge, fauna, flora, solsystemet, fotosyntese, bestøvning, kunstgødning, spildevandshåndtering, demografiske forhold osv. Og "det" som skal manes til jorden, er alvoren af de eksistentielt, etisk, følelsesmæssigt og politisk svære forhold der omgærder klimakrisen og den grønne omstilling. At Hanne også selv kan være personligt og professionelt udfordret af at skulle undervise i klimakrise-relaterede emner, bliver også tydeligt når hun fortæller mig det følgende efter jeg har spurgt hende om hun synes det er vigtigt at undervise i "det her med klima og bæredygtighed":

> "Ja, selvfølgelig er det vigtigt, men det er også et kæmpe ansvar fordi jeg tænker at det også kan være deprimerende. Det kommer lidt an på din sindsstemning. Nogle gange tænker jeg efter at have læst et eller andet: 'Hold nu kæft!', ikke?"

Det både pædagogiske og didaktiske problem bliver imidlertid at såfremt man ikke tematiserer disse svære og potentielt "deprimerende" og angstprovokerende aspekter af klima(krisen), den bæredygtige udvikling og den grønne omstilling, så punkterer man muligheden for at skolens naturfag kan blive moralsk og politisk dannende. Som den kritisk-teoretiske uddannelsesfilosof Oskar Negt rammende har formuleret det: "Udvidelsen af viden er åbenbart ikke tilstrækkeligt til, at mennesket myndiggøres og bliver i stand til at udøve dømmekraft" (Negt, 2020, s. 44). Og netop myndiggørelse og dømmekraftsudvikling, forstået som to centrale træk ved dannelse, er samtlige af skolens naturfag faktisk forpligtet på at yde en pædagogisk indsats for, jf. de ministerielle bekendtgørelser. Konsulterer man lovbestemmelserne for grundskolens fag sådan som disse er nedfældet i *Fælles mål*, så finder man at der om fx natur/teknologi, i § 13, stk. 3, står skrevet følgende:

> "Eleverne skal udvikle forståelse af samspillet mellem menneske og natur i deres eget og fremmede samfund samt ansvarlighed over for miljøet som baggrund for engagement og handling i forhold til en bæredygtig udvikling." (UVM, 2020)

Læser man lovteksten i *Fælles mål* for fysik/kemi, finder man følgende passage, i § 16, stk. 3:

> "Elevernes ansvarlighed over for naturen og brugen af naturressourcer og teknologi skal videreudvikles, så de får tillid til egne muligheder for stillingtagen og handlen i forhold til en bæredygtig udvikling og menneskets samspil med naturen – lokalt og globalt." (UVM, 2020)

For biologifaget gælder følgende bekendtgørelse, ligeledes fra *Fælles mål*, § 15, stk. 3:

> "Elevernes ansvarlighed over for natur, miljø og sundhed skal videreudvikles, så de får tillid til egne muligheder for stillingtagen og handlen i forhold til en bæredygtig udvikling og menneskets samspil med naturen – lokalt og globalt." (UVM, 2020)

Kigger vi på geografi, finder vi en lignende formulering, i § 14, stk. 3:

> "Elevernes ansvarlighed over for naturen og brugen af naturressourcer og teknologi skal videreudvikles, så de får tillid til egne muligheder for stillingtagen og handlen i forhold

> til en bæredygtig udvikling og menneskets samspil med naturen – lokalt og globalt." (UVM, 2020)

Pointen er at de fælles mål for alle grundskolens naturfag rummer centrale formuleringer som alle peger i retning af undervisning og læring der rækker ud over det som Hanne ovenfor får konstrueret som "faglighed", eller ud over det som Negt omtaler som "[u]dvidelsen af viden". Det presserende spørgsmål er derfor: Lykkes naturfagslærerne i praksis med at sikre den videreudvikling af stillingtagen og handlekompetence i forhold til klimakrisens udfordringer og den grønne omstilling som formuleringerne i *Fælles mål* lægger op til? Og hvis ikke: Hvilke af skolens fag løfter da denne presserende og historisk vigtige opgave?

Naturfagskollegerne tøver når deres faglige autoritet udfordres

Både under mit feltarbejde i forbindelse med *Grøn omstilling i grundskolen* og i forbindelse med *Engineering-baseret klimaundervisning* har jeg talt med lærere som beretter om hvordan de oplever at det kan være svært at få naturfagskollegerne med på idéen om at planlægge og afholde tværfaglig klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisning der åbner sig op for og involverer det man kan kalde for *den æstetisk-affektive* dimension af undervisningen. Hvis man som lærer gerne vil arbejde med åben skole-initiativer, med ekskursioner eller med engineering eller andre projekt-, proces- og problemfokuserede didaktikker, så kan man opleve at ens kolleger står af og siger nej tak til tilbuddet om at samarbejde. For at give to konkrete eksempler vil jeg citere to uddrag fra interviews med henholdsvis Lisbeth fra en mellemstor 2030 Skole-certificeret folkeskole på Fyn og Jens fra en mindre privatskole i hovedstadsområdet. Begge har de erfaringer med at stå alene med ambitionen om at skolens naturfag skal være både dannende og eksistentielt vedkommende for eleverne gennem sanseligt og følelsesmæssigt engagerende undervisning.

I et interview om uddannelse for bæredygtig udvikling, som jeg lavede med Lisbeth tilbage i efteråret 2021, fortalte hun mig følgende:

> "Så længe vi kan åbne op … Men det kræver også mod af læreren. Skal vi stramme ind, eller skal vi åbne op? For der står du også som lærer og har ikke den viden der skal til når man åbner op. […] Det kommer til at kræve en hel del mod af lærerne at undervise på den her måde i fremtiden. […] Der vil være nogle lærere der har hænderne oppe over hovederne og siger: 'Juhuu! Nu kan vi flyve igen. Nu er vi frie igen.' Men en hel del lærere vil ryste over det der. Også flere naturfaglige lærere her, kolleger. […] Vi skal undervise uden facitliste. […] Det mod er vi nødt til at have."

I et interview med Jens om hans oplevelser med og tanker om at arbejde med engineering og den didaktiske fordring om improvisation og procesarbejde sammen med eleverne fortæller han mig følgende:

> "Jeg tror der er rigtig mange lærere der vil synes at det som jeg måske vil kalde kaosbaseret undervisning [er] voldsomt udfordrende. [...] Deres måde at forberede sig på, det er at de ligesom på forhånd har skrevet ned: 'Hvad forventer jeg at eleverne gør?' – og efter et kvarter: 'Hvad forventer jeg at eleverne gør, og så siger jeg sådan, hvad forventer jeg de gør?' Og det kan man ikke med den her type undervisning. Der er det meget med at sige: 'Jamen jeg sætter nogle rammer, og inden for de rammer der kan alt stort set ske, og så skal jeg bare være med på at det kan ske.' [...] Der er ligesom, kan man sige, forskellige ting der kan gå galt, og så tror jeg der er nogle lærere der så vil tænke: 'Jamen det kan jeg slet ikke være i, det er ikke rart.'"

Spørgsmålet er nu: Hvilke didaktiske greb og pædagogiske tilgange kan man som naturfagslærer betjene sig af for at sandsynliggøre to ting, nemlig 1) at ens undervisning bidrager dannende til elevernes økoliteracy, og 2) at undervisningskvaliteten sikres uden minut-for-minut-detailstyring fra lærerens side? På dette dobbelte spørgsmål vil jeg i det følgende præsentere *dunkel pædagogik* som ét muligt svar.

Dunkel pædagogik i tværfagligt samarbejde mellem STEM og sprog-/kulturfagene

Dunkel pædagogik kan bidrage til at højne kvaliteten af bæredygtighedsundervisningen på tværs af faglige kontekster og i tværfaglige forløb, særligt på grund af dens fokus på den æstetisk-affektive dimension af undervisningskvalitet, dvs. værdien af at aktivere sanser og følelser i undervisningen. At man i undervisningen arbejder med sanser (æstetik) og følelser (affekt), kan konkret komme til udtryk ved at man inddrager skønne, klamme, grimme og/eller forundrende fænomener og situationer i undervisningen. Rent faktisk at mærke på biller og se dem helt tæt på, at skulle finde og håndtere svampe i skovbunden uden handsker på, at ligge på ryggen i græsset og betragte skyernes langsommelige formationer glide hen over himmelens blå osv. Den dunkle pædagogiks relativt usentimentale tilgang med at lade eleverne alderstrinsafstemt konfrontere klimakrisen og den grønne omstilling på en realistisk og direkte måde sætter vigtige, læringsfremmende og dannende svingninger i bevægelse, som indpakkende, formidlende og klasserumsbaseret undervisning i mindre grad er i stand til (Laugesen 2023).

Inden jeg analytisk gennemgår et case-eksempel på dunkel pædagogik i praksis, vil jeg først præsentere dunkel pædagogik som sådan. I stedet for en grundig gennemgang af bogen *Dark Pedagogy: Education, Horror & the Anthropocene* fra 2019, som

jeg skrev sammen med Jonas Lysgaard og Stefan Bengtsson, følger her en kortfattet fremstilling af hovedtrækkene ved dunkel pædagogik.

Kort fortalt er dunkel pædagogik en undervisningsmæssig oversættelse af nogle af grundindsigterne fra den filosofiske bevægelse *spekulativ realisme* som siden 2007 har vundet indpas i både fagfilosofien og en række andre humanistiske og samfundsvidenskabelige discipliner, herunder bl.a. kulturstudier, kunsthistorie, arkitektur, litteratur, geologi, feminisme, miljøhumaniora, politisk teori og netop pædagogikken. Det særlige fællestræk der kendetegner spekulativ realisme, til forskel fra andre teoretiske retninger og filosofiske positioner, er en grundlæggende insisteren på at gøre op med det dogme for tænkning og erkendelse som *korrelationismen* har været siden 1781, nærmere bestemt siden udgivelsen af Immanuel Kants *Kritik af den rene fornuft*. Den franske filosof Quentin Meillassoux definerer i sin bog *After Finitude: An Essay on the Necessity of Contingency* fra 2006 korrelationisme som følger:

> "Med 'korrelation' mener vi idéen ifølge hvilken vi altid kun har adgang til korrelationen mellem tænkning og væren og aldrig til nogen af dem betragtet uafhængigt af den anden. Fra nu af vil vi kalde enhver form for tænkning, der hævder og opretholder denne korrelations uoverskridelighed for *korrelationisme*." (Meillassoux, 2009, s. 5)

Siden 1790'erne har en betragtelig del af vestlig tænkning været loyal over for dette filosofiske dogme: at man ikke bør forsøge at erkende det menneskelige subjekt eller verdens mangfoldighed af objekter isoleret set og uafhængigt af hinanden. I stedet har man i stor stil forsøgt at erkende den gensidigt betingende relation mellem mennesker (dvs. subjekter der erkender og forandrer) og ting (dvs. objekter der erkendes og forandres). Spekulativ realisme gør op med denne filosofiens selvpåførte begrænsning og bryder igennem korrelationismens hæmmende dogmatik. Spekulativ realisme bestræber sig på at sige noget universelt, alment og dermed metafysisk om hvordan verden faktisk er i sig selv og uden forbehold, der henviser til fx menneskets særegne, artsspecifikke erkendeappart som medierende, forvrængende og fortolkende mellemkomst o.l. (se Laugesen, Lysgaard & Fjeldsted, 2017, s. 42 ff.).

Dette nye og ikke-korrelationistiske program for filosofisk tænkning er blevet forvaltet meget forskelligt af henholdsvis Quentin Meillassoux, Ray Brassier, Eugene Thacker, Graham Harman, Ian Bogost, Timothy Morton og Iain Hamilton Grant, som udgør de vigtigste personer i spekulativ realisme-bevægelsen. I forhold til dunkel pædagogik er særligt Meillassoux, Brassier, Thacker, Harman, Bogost og Morton vigtige tænkere, og det er primært med afsæt i deres filosofiske begreber og perspektiver at jeg sammen med Jonas Lysgaard og Stefan Bengtsson har udviklet og lanceret dunkel pædagogik. Når vi bl.a. beskriver dunkel pædagogik som *undervisning og læring i det store udenfor*, så låner vi begrebet *det store udenfor* fra Meillassoux' bog *After*

Finitude. Her bruger Meillassoux begrebet til at henvise til virkeligheden, sådan som denne er (og har været) uafhængig af menneskeligt medierende mellemkomst, og han nævner en række fakta som eksempler herpå: tidspunktet for universets skabelse (13,6 milliarder år siden), tidspunktet for Jordens dannelse (4,56 milliarder år siden) og tidspunktet for menneskets evolutionære oprindelse (*homo habilis*, 2 millioner år siden) (se Meillassoux, 2009, s. 9). Sådan er det bare, og det er ikke til reel diskussion med afsæt i hvad nogen måtte tænke eller føle om disse fakta eller faktiske forhold. Den talmæssige angivelse af mængder af år er sand uafhængigt af menneskelige interesser, og endda uafhængigt af om der overhovedet findes nogle mennesker der erkender det. Sagt anderledes og med en formulering jeg tidligere har brugt som titel på udgivelsen af et interview jeg lavede med Eugene Thacker tilbage i 2016: *Vi lever på en planet, som ikke giver en fuck*. Dunkel pædagogik er drevet af den ånd eller patos af kosmisk pessimisme som denne formulering udtrykker (se Laugesen, 2017; Laugesen, 2020). (For yderligere introduktion til spekulativ realisme kan jeg anbefale bogen *Spekulativ realisme – en introduktion* fra 2017).

Men hvordan bedriver man så dunkel pædagogik i praksis, sådan mere konkret? Det vil jeg nu svare på ved at gennemgå fem centrale træk ved dunkel pædagogik. For det første indebærer dunkel pædagogik et bevidst arbejde med at ville give eleverne intense oplevelser som engagerer dem sanseligt og følelsesmæssigt i undervisningen. For det andet skal dunkel pædagogik have fokus på at bedrive undervisning i spændingsfeltet mellem chok og mening. For det tredje rummer dunkel pædagogik ambitionen om at facilitere fagligt relevante konfrontationer med liv, død og abnorme forhold. For det fjerde udviser dunkel pædagogik en realistisk og usentimental omgang med fakta om klima-, miljø- og biodiversitetskrisen. Og for det femte prioriterer dunkel pædagogik undervisningsformer der sætter eleverne i forbindelse med ikke-menneskelige aspekter af virkeligheden – enten ved at invitere disse ind i klasselokalet eller ved at tage eleverne med ud på ekskursioner til steder hvor det ikke primært er menneskene der har bukserne på, for nu at sige det på den måde. I en given konkret brug af dunkel pædagogik kan flere eller færre af disse fem centrale træk komme til udtryk, men fælles for al dunkel pædagogik er arbejdet med stærke æstetisk-affektive oplevelser med ikke-menneskelige forhold som middel til at nogen får realistisk indblik i de faktiske forhold vedrørende planetære og/eller kosmiske omstændigheder. I bogen *Dark Pedagogy: Education, Horror & the Anthropocene* gennemgår jeg autoetnografisk en skoleekskursion til en fødevarefabrik i Hammel i Østjylland som jeg blev taget med på af mine lærere i 6. klasse, og som har efterladt sig varige spor i mig i forhold til vores køligt utilitaristisk kalkulerende og tekno-industrielt dybt udbyttende omgang med ikke-menneskelige livsformer som grise og køer (se Lysgaard, Bengtsson & Laugesen, 2019, s. 133 ff.).

Lad os nu se nærmere på hvordan dunkel pædagogik i praksis kan bidrage til tvær-

fagligt samspil inden for klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisningen. Følgende case-præsentation baserer sig på tykke beskrivelser og billeder af undervisning fra et feltarbejde udført i foråret 2022 på en stor 2030 Skole-certificeret folkeskole i Jylland.

"Zombie-bierne kommer!" Et eksempel på dunkel pædagogik i praksis

Det er onsdag, og en 6. klasse er i gang med et én uge langt tværfagligt forløb i dansk og historie. Forløbet viser sig imidlertid hurtigt at inddrage faglige perspektiver fra natur/teknologi, biologi og geografi, hvorfor forløbet fint kan betragtes som udtryk for fagligt samspil på tværs af naturfag og samfunds-, sprog- og kulturfag. Læreren Helle (lærer i dansk, natur/teknologi og historie og pædagogisk vejleder) har to dage forinden, om mandagen, sat eleverne ind i hvordan de nu skal i gang med at arbejde med bier, og hvilken betydning bier har for klima, miljø og økologi. Hun har fortalt dem at de i grupper skal lave multimodale "informative tekster" i form af farvede kartonplancher i A2 med både grafer, billeder, tabeller og tekst der formidler vigtig viden om bier. Eleverne kan i grupper af tre-fire vælge ét af fire overordnede emner, fx "Hvad er en bi?" og "Biers betydning for klima/miljø".

Figur 1. *To elever i gang med at lave en informativ tekst om biernes betydning for klima/miljø.*

Helle stiller sig op foran tavlen. Hun tager nu en stor frysepose op af sin taske og holder den frem så alle eleverne kan se den. Den er fuld af bier! Hun har hentet den ude ved en lokal biavler ved navn Johnny, som laver honning. Hun fortæller eleverne at nogle af bierne stadig var i live da de kom ned i posen, og videre at Johnny fortalte hende at hun bare skulle lægge posen ud i nattefrosten, og at bierne så ville dø af kulden. Helle fortæller så eleverne at hun ikke kunne holde ud at kigge på det mens de døde. Hun besluttede derfor at lægge posen med bierne i fryseren natten over så bierne kunne ligge og dø i mørket uden at hun behøvede se på det. "Det er vinterbier," siger hun, "som lever op til fire uger i alt."

Figur 2. *Helle holder posen med (hvad hun tror er) døde bier op for klassen og fortæller hvad eleverne skal med dem.*

Helle fortæller så eleverne at de i dag skal kigge på bierne under mikroskoper og lære deres "anatomi" at kende ved at studere dem helt tæt på. Hun holder en anatomitegning af en bi i profil op for klassen og viser hvilke lemmer og ydre organer de skal identificere i grupperne. Så indleder Helle en snak med eleverne om hvorvidt

det egentlig er okay/i orden "at skille bierne ad" når de skal kigge på dem under mikroskoperne. En etisk snak om rigtigt og forkert i forhold til dyrs rettigheder. Eleven Daniel rækker hånden op: "Det er meget svært at vide hvad en bi tænker." Helle støtter hans kommentar og spørger så ud i klassen: "Hvad så hvis det var en hund?" Benjamin markerer og siger "Nej" og tager afstand fra idéen om at skille en hund ad. Jonas rækker også hånden op og siger "Ja" og tilkendegiver sin holdning om at det ville være okay at skille en hund ad for at lære dens krop og funktioner bedre at kende. Helle spørger så om det har "noget med dyrets størrelse at gøre" hvorvidt man synes det er i orden eller ej at behandle et dødt dyr på den måde. Derpå følger en plenumdiskussion om dyrerettigheder, dyreforsøg, videnskab og etik. Bl.a. diskuterer klassen om det er okay at teste for allergifremkaldende stoffer i makeup-produkter sammenlignet med at teste ny medicin på grise, rotter og kaniner med henblik på at udvikle medicin til mennesker. De fleste i klassen er enige om at sidstnævnte i hvert fald er okay/i orden. Som Jonas formulerer det: "Nogle gange er det etisk korrekt fordi vi kan lave nogle forsøg med dem og finde ud af nye ting." Helle nævner så at man på det store lokale sygehus har en masse forsøgsdyr gående i kælderen – grise, rotter, mus. Daniel tilføjer så: "Det kommer også an på hvilke forsøg man laver." Da Helle fortæller om forsøg med rygning og skadelige effekter af cigaretter, kommer flere af eleverne med spontane, milde udbrud af væmmelse og forfærdelse a la "Ej!". Helle beskriver forsøgene: "Så lavede man et hul i halsen på dem, så når de trak vejret, så røg de cigaretter." Det er tydeligt på elevernes ansigtsudtryk og lyde at de synes det er forkert at man har gjort sådan ved grisene.

Helle holder igen den anatomiske tegning af en bi op for klassen. Så siger hun til klassen, som for at konkludere på etiksnakken: "I må tage vingerne af bierne når I har fundet de forskellige dele af bien. Fx facetøjet." Hun giver dermed børnene lov til at lege med de døde bier og selvstændigt gå på opdagelse i deres anatomi ved at skille dem fra hinanden. Så tilføjer hun: "Så kan vi måske holde begravelse for bierne bagefter." Helle tager så et af Johnnys hjemmelavede glas honning op af tasken. Hun fortæller eleverne at de kan få lov til at smage honningen senere hvis de vil. Flere af eleverne sender hinanden nysgerrige blikke. Så kalder hun eleverne op til tavlen hvor hun har placeret en hvid plastbakke på et lille bord. Hun klipper fryseposen op med en saks og hælder så bierne ud i bakken. Eleverne bliver helt vilde, og der kommer intens energi og bevægelse i klassen. Flere laver opkastlyde og giver højlydt udtryk for væmmelse fordi de synes at bierne i bakken stinker.

Pludselig opdager Helle og eleverne at en hel del af bierne stadig lever og begynder at kravle rundt oven i hinanden når de kommer ud af posen og får ilt igen. Flere af eleverne begynder at puffe til dem, og Helle spotter det hurtigt og siger med høj, bestemt stemme: "Kan vi lige være enige om at I er ordentlige ved dem der er levende!" Så aftaler hun med eleverne at de skal tage de levende bier udenfor igen, så de kan

flyve væk. Der er høj energi, engagement og vildskab i klassen som reaktion på at eleverne får lov til at røre ved bierne og selv skal samle dem op i deres petriskåle. Nogle af pigerne skriger af rædsel når de kommer tæt på bakken. Der grines, hvines og skråles. Eleverne udbryder bl.a.: "Ej, det er noieren!", "Hey, skal jeg tage den der er levende!?", "Hvor mange må man tage?", "Ej, det lugter virkelig, virkelig dårligt!", "Fuck, prøv at se hvor mange der er levende!"

Figur 3. *Eleverne stimler sammen om bakken med døde og levende bier og udfordrer hinanden til at samle dem op.*

Helle får skabt fokus i klassen og beder eleverne gå sammen i deres grupper og sætte sig ved bordene med ét mikroskop pr. gruppe. Jeg følger med gruppen der består af eleverne Jens, Louise, Freja og Oliver, og sætter mig hos dem ved deres bord. De fortæller mig at det er første gang de prøver at se en bi under et mikroskop. Oliver siger at han tidligere har prøvet at se det på YouTube, men at "det er noget andet at se det i virkeligheden". Helle kommer hen og hjælper gruppen med at indstille mikroskopet så de får zoomet rigtigt ind og stillet skarpt på bien. Der er fortsat mange skrig og skrål i klassen fra de forskellige grupper. Klassen synes forvandlet til et horribelt kuriositetskabinet. Jens kigger ned igennem mikroskopets linser og siger "Hej lille ven" og tilføjer så kort derefter: "Åh, ej, den er klam!" Jens skubber så mikroskopet over til Freja.

Figur 4. *En elev studerer engageret og opslugt en bi under mikroskop og identificerer dens lemmer/ydre organer.*

Freja kigger ned på bien: "Ej, det mærkes som om den kigger på en," siger hun og trækker sig pludselig med et sæt tilbage og skubber mikroskopet væk fra sig. Louise prøver at kigge ned på bien. Hun sidder stille lidt og siger så med oprigtig fascination i stemmen: "Jeg vidste slet ikke at en bi var så detaljeret."

Så kalder Helle på klassen og siger at nu kan man smage hjemmelavet honning. Hurtigt stimler eleverne sammen i en kø oppe foran tavlen. Så får de én efter én udleveret en træske som de så får lov at dyppe ned i glasset med honning så de kan smage på den klæbrige masse. Ca. 2/3 giver udtryk for at de *ikke* kan lide det – nogle med store armbevægelser og høje lyde og andre mere stilfærdigt fattet. Ca. 1/3 kan godt lide honningen. Især eleven Louise kan godt lide det og undrer sig over hvorfor der ikke er flere der kan lide det. I det hele taget er elevernes prøvesmagning af honning præget af socialt spil og selvpositionering i klassefællesskabet.

Figur 5. *Eleverne smager på honning og taler energisk om hvorvidt det er lækkert eller ulækkert.*

Jeg sætter mig tilbage til Jens, Louise, Oliver og Freja og spørger så Jens om det var "fedt nok" at have undervisning på den her måde. Han svarer mig prompte og uden at behøve at tænke sig om: "Ja, det var fedt at prøve noget andet end at høre læreren snakke."

Eleverne arbejde lidt videre i grupperne med at identificere alle de anatomiske dele af bierne, som de er blevet bedt om, og Helle tager så en snak med eleverne i plenum om hvad de konkret skal gøre med bierne nu hvor de er færdige med at undersøge dem under mikroskoperne.

Nogle synes bare de skal smide bierne ud i skraldespanden, mens andre synes at bierne fortjener "en ordentlig begravelse". Helle støtter dem af eleverne der har ytret eller støttet sidstnævnte standpunkt, og finder spontant på ordspillet "bi-gravelse". Det synes en del af eleverne er sjovt. Efter timen er forbi, går Helle sammen med seks af klassens elever (kun piger!) ud til et af skolens udeområder ved siden af en stor fodboldbane og finder et sted på en skråning hvor der bare er noget krat og buskværk.

Figur 6. *Helle har skrevet spørgsmålet "Hvad gør vi med bierne?" på tavlen til fælles etisk drøftelse i klassen.*

Figur 7. *Sammen med seks af klassens piger begraver Helle bierne på et af skolens udeområder.*

Helle bliver enig med eleverne om et passende sted og graver så et hul i jorden. Eleven Louise hælder bierne derned. Så dækker de hullet til igen med jord og placerer en brosten de har fundet på vejen, oven på der hvor bierne ligger. En anden af pigerne tager en lille blomst og lægger den på stenen. Så synger de sammen børnesangen *Sur, sur, sur, lille bi omkring* og går tilbage til klassen igen med den tomme hvide plastbakke.

Dagen efter begynder Heidi undervisningen med at afspille to klassiske kompositioner for klassen. Hun afspiller først en symfonisk version af Nikolaj Rimskij-Korsakovs *Humlebiens flugt* fra 1900 og dernæst Frédéric Chopins *Bierne* fra 1836 for soloklaver. Denne musikalske indflyvning til det tværfaglige arbejde med bier slår helt bogstaveligt tonerne an til en anderledes og mere kropslig, sanselig og følelsesmæssig forbindelse til bierne som ikke-menneskelige levevæsener af økologisk betydning. Lidt efter sætter jeg mig hen til gruppen med Daniel, Frederik, Erik og Tanja, som sidder og arbejder på deres informative plancher. Jeg spørger ind til deres oplevelser med at kigge på bierne under mikroskopet i går. Daniel fortæller mig at han syntes det var "spændende at se dem helt tæt på og med deres ben og hår på. De er meget detaljerede i virkeligheden." Frederik giver ham ret og siger så at da han på et tidspunkt kiggede ned gennem mikroskopets linser, så var bien kommet til at ligge på en sådan måde at han kiggede lige ned i ansigtet og øjnene på den. Det gav ham et chok, fortæller han, og han oplevede det som ret intenst. Jeg spørger ham hvad det fik ham til at føle: "Uhyggeligt. Jeg fik et kæmpe chok. Pludselig så jeg bare lige ned i dens øjne. Det var som om den bare stirrede på mig." Både Daniels og Frederiks udsagn vidner om at de gennem mikroskopet for første gang for alvor oplevede at se en bi, at de for første gang virkelig gav sig hen til at betragte en bi som et levevæsen med detaljer, lemmer, udsyn og ovenikøbet blik. En sådan intimitet med et andet ikke-menneskeligt levevæsen tændte tydeligvis deres interesse for bierne som fagligt emne, og de oplevede, ligesom pigerne der deltog i bi-gravelsen dagen før, at komme til at stå i et begyndende meningsfuldt forhold til bierne, på en helt anden måde end hvis de blot havde læst en faktuel tekst om bier på en online læringsportal.

* * *

Samlet set er ovenstående tværfaglige forløb om bier og klima/miljø et konkret eksempel på dunkel pædagogik. Læreren Helle arbejder med sanseligt-følelsesmæssigt intense oplevelser af negativ (væmmelse, rædsel, ubehag og afsmag) og positiv (grin, velsmag, sjov og ballade) karakter. Der er liv og død på spil i undervisningen og svære, vigtige etiske dilemmaer om menneskets forhold til og magt over naturen. Da jeg halvandet år efter taler med Helle i telefonen om at jeg er ved at skrive en forskningsartikel om casen, udbryder hun spontant: "Ha, ja, den dag glemmer jeg aldrig", og jeg tilføjer med det samme: "Nej, og det gør eleverne vist heller ikke."

Det er tydeligt hvordan en del af klassens elever er blevet etisk vakt af de dunkelpædagogiske oplevelser med bierne. De har spontant udviklet en omsorgsrelation til bierne som konkret fordrede af dem at de bi-gravede de små væsener efter undervisningen. Deres økoliteracy og biofili synes at være blevet udviklet og højnet, og det tværfaglige arbejde med bierne har sat sig i dem, også hvad angår verdenssyn, normer og værdier. På amerikansk bruger man nogle gange ordsproget "You can't make an omelette without breaking eggs!" Denne oversøiske oneliner passer meget godt på ovenstående eksempel på dunkel pædagogik hvis vi forstår *omelette* som elevernes udvikling af økoliteracy og biofili og *eggs* som de bier der blev ofret på klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisningens alter. Det skal nævnes at Helles dunkelpædagogiske inddragelse af zombie-bierne går imod de forskrifter for økoliteracyfremmende undervisning som David Orr, manden bag begrebet *ecological literacy*, selv præsenterede, fordi Orr udelukkende havde fokus på positiv, livsvenlig omgang med ikke-menneskelige livsformer (se Orr, 1992, s. 85 ff.). Man kan diskutere hvorvidt Helle og elevernes omgang med bierne er udtryk for livsvenlighed, -fjendtlighed eller en helt tredje indstilling. Men uanset hvad, så forekommer hendes undervisning effektfuld i forhold til at fremme (nogle af) elevernes naturtilknytning, økoliteracy og bæredygtige, økologiske udsyn på samspillet mellem mennesker og naturen.

Konklusion

Ved i højere grad at trække på *dunkel pædagogik* i den tværfaglige klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisning kan grundskolelærere højne kvaliteten af deres undervisning og tilbyde eleverne engagerende, naturdannende og nysgerrighedsskabende indgange til bæredygtighed, klimakrise og grøn omstilling. Samlet set kan dunkel pædagogik bidrage til kultiveringen af *økoliteracy* og *biofili* hos eleverne, især hvis lærerne evner at kropsliggøre *naturalistens* dybdeøkologiske verdenssyn, normer og værdier på en autentisk, kompetent og troværdig måde. For nu at gentage Orr: "Vi er ikke tilbøjelige til at kæmpe for det, vi ikke elsker." Og det vi end ikke kender eller står i forbindelse med, det har vi selvsagt heller ikke forudsætningerne for at elske og kere os om. Deraf behovet for naturkærlighedsfremmende STEM-undervisning med afsæt i primærerfaringer med naturen selv (se også Bostad & Hessen, 2019; Bang, 1998). Skal langt flere lærere få mulighed for selv at praktisere en sådan naturalistisk klima-, miljø- og bæredygtighedsundervisning, så skal der udvikles og tilbydes efter-/videreuddannelse i stor skala, og læreruddannelsen skal opdateres så ingen fag går fri fra at forholde sig didaktisk og pædagogisk refleksivt til den grønne dagsorden.

Casen med zombie-bierne viser hvordan et øget fokus på *den æstetisk-affektive dimension* af undervisningen kan bidrage til at højne kvaliteten af STEM-undervisning så den i højere grad (end det desværre ofte er tilfældet) faktisk lever op til samtidens

fordringer om didaktisk fornyelse i retning af det grønne (jf. Misfeldt, 2022; Krogh, 2022) og de fornuftige bekendtgørelser der står indskrevet i de ministerielle styredokumenter for naturfagene, og som jeg har redegjort for tidligere i artiklen. Som eleven Jens fortalte mig: "Det var fedt at prøve noget andet end at høre læreren snakke." Casen viser desuden med al ønskelig tydelighed hvordan skolens humanistiske fag har meget at bidrage med til naturfagsundervisningen i dén henseende – ikke mindst i kraft af fokus på eksistentielle, etiske og politiske perspektiver på klimakrisen og den grønne omstilling samt på menneskets forhold til naturen generelt.

Taksigelse

Jeg vil til slut gerne benytte lejligheden til at ytre en særlig tak til læreren Helle for at have læst manuskriptet igennem og givet gode input til den sidste revision af artiklen og dens fremstilling af casen om zombie-bierne. Helle har via personlig kommunikation skrevet til mig at hun synes at artiklen "er en meget klog tekst om et ydmygt lille bi-projekt." For min del vil jeg gerne fremhæve at jeg anser min artikel for at være en ydmyg lille tekst om et didaktisk meget klogt bi-projekt …

Referencer

Bang, P. (1998). *Natur og udeliv med børn*. Forlaget Børn og Unge.

Bostad, I. & Hessen, D.O. (2019). Learning and Loving of Nature in the Anthropocene: How to Broaden Science with Curiosity and Passion. *Studier i Pædagogisk Filosofi, 8*(1), 28-42.

Chawla, L. (1998). Significant Life Experiences Revisited: A Review on Research on Sources of Environmental Sensitivity. *Environmental Education Research, 4*(4), 369-382

Jensen, B.B. & Schnack, K. (2006). The Action Competence Approach in Environmental Education. *Environmental Education Research, 3*(2), 471-486.

Jørgensen, N.J. (2020). Bæredygtighed og global ulighed som pædagogisk udfordring. I: Jørgensen, N.J. & Lysgaard, J.A. (red.), *Bæredygtighedens pædagogik – forskningsperspektiver og eksempler fra praksis* (s. 159-174). Frydenlund.

Krogh, L.B. (2022). *Naturfaglig dannelse*. Aarhus Universitetsforlag.

Laugesen, M.H.-L. (2023). Dunkel pædagogik i gymnasieskolen. *Fodspor i evigheden: Bæredygtighed, pædagogik og dannelse*. Systime. 41-49

Laugesen, M.H.-L. (2020). Tænkning i planetens skygge – Eugene Thacker og kosmisk pessimisme. *Paradoks – tidsskrift for filosofi og teori*. https://paradoks.nu/2020/08/27/taenkning-i-planetens-skygge-eugene-thacker-og-kosmisk-pessimisme/

Laugesen, M.H.-L. (2017). Vi lever på en planet, som ikke giver en fuck – interview med Eugene Thacker. *Baggrund*. https://baggrund.com/2017/10/27/en-planet-som-ikke-giver-en-fuck-eugene-thacker/

Laugesen, M.H.-L., Lysgaard, J. & Fjeldsted, K.L. (2017). *Spekulativ realisme – en introduktion*. Nyt fra samfundsvidenskaberne.

Lysgaard, J., Bengtsson, S. & Laugesen, M.H.-L. (2019). *Dark Pedagogy: Education, Horror and the Anthropocene*. Palgrave.

Meillassoux, Q. (2009). *After Finitude: An Essay on the Necessity of Contingency*. Continuum

Misfeldt, M. (2022). *Matematik med mening*. Aarhus Universitetsforlag.

Negt, O. (2020). *Dannelse og demokrati*. Frydenlund.

Næss, A. (1989). *Ecology, Community and Lifestyle: Outline of an Ecosophy*. Cambridge University Press.

Orr, D. (1992). *Ecological Literacy: Education and the Transition to a Postmodern World*. State University of New York Press.

Orr, D. (2011). *Hope Is an Imperative: The Essential David Orr*. Island Press.

Strarup, M. (red.) (2023). *Fodspor i evigheden – bæredygtighed, pædagogik og dannelse*. Systime.

Tanner, T. (1980). Significant Life Experiences: A New Research Area in Environmental Education. *The Journal of Environmental Education 11*(4), 20-24.

UVM (2020). Bekendtgørelse om formål, kompetencemål, færdigheds- og vidensområder og opmærksomhedspunkter for folkeskolens fag og emner (Fælles Mål). *Retsinformation*. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1217

English abstract

For basic school teachers student emotions are often perceived as a difficult and challenging aspect of teaching. Many teachers experience not having the needed teaching and relational competences to embrace students' emotions in educationally meaningful ways. However, this article argues for the significant pedagogical potentials of working intentionally and focused with aesthetic-affectively activating teaching – specifically when it comes to securing the quality of climate, environmental and sustainability education. The article presents a tangible case example of dark pedagogy in a transcurricular context to illustrate this overarching didactical point.

Æstetik i naturfag

– en vej til mere omsorg for naturen

Henrik Zinkernagel,
Granada Universitet,
Spanien

Abstract: *I denne artikel beskrives en æstetisk tilgang til naturfagsundervisning som kan bidrage til at fremme bæredygtige holdninger og værdier. Jeg tager udgangspunkt i at eksisterende undervisning i bæredygtighed hidtil har manglet mere fokus på hvordan denne kan være transformativ, dvs. hvordan undervisningen kan hjælpe eleverne med at se på verden med nye øjne der styrker deres tilknytning til naturen og giver lyst til at handle. Jeg diskuterer derefter hvordan et samspil mellem nye indsigter i naturæstetik og æstetiske aspekter af naturvidenskaben kan fremme et mere omsorgsfuldt forhold til naturen. I tredje del af artiklen giver jeg forslag til hvordan disse idéer kan anvendes i undervisningen. Jeg præsenterer en didaktisk model for æstetiske læreprocesser i naturfag, opsummerer en række metodiske overvejelser fra litteraturen om indgangsvinkler til æstetikken og skitserer nogle konkrete naturfaglige cases der kobler æstetik, bæredygtighed og naturomsorg.*

Mangler der noget i (naturfags-) undervisningen i bæredygtighed?

Undervisning i bæredygtighed har traditionelt fokuseret på tilegnelse af viden og udvikling af kompetencer i forhold til de sociale og økologiske kriser vi står midt i. Således hedder det i FN's verdensmål fra 2015 om undervisning i bæredygtig udvikling (delmål 4.7): "Inden 2030 skal vi sikre, at alle elever og studerende opnår den viden og de evner, de behøver for at støtte op om bæredygtig udvikling" (Verdensmål, uden dato). Men som bl.a. Stephen Sterling (2001) har peget på, er et sådant fokus på viden og kompetencer ikke nok. Ifølge Sterling er der desuden brug for at undervisningen er *transformativ*, således at eleverne kommer til at se sig selv og verden på en sådan måde at de er motiveret til at handle for en bæredygtig udvikling.[1]

1 Inden for dansk miljøundervisning er et sådant fokus på motivation, eller "vilje og lyst", til handling også blevet sat i forbindelse med idéen om handlekompetence (se fx Mogensen, 1998), omend denne ofte anses som værende et mere alment dannelsesaspekt der involverer kritisk tænkning, deltagelse og demokrati (og ikke som styrende for hvilke handlinger der anbefales). Se Almers (2013) for en diskussion af forholdet mellem Sterlings pointe og handlekompetence.

I de senere år er man dog fra FN's side blevet mere opmærksom på vigtigheden af transformativ undervisning og motivation for handling. Fx nævnes det eksplicit i UNESCOs vejkort til undervisning i bæredygtig udvikling (UBU) fra 2020 at en sådan undervisning bør indeholde en social og følelsesmæssig dimension der opbygger "kerneværdier og holdninger til bæredygtighed", kultiverer "empati og medfølelse for andre mennesker og planeten" samt motiverer til "at lede forandringen" (UNESCO, 2020, s. 23, min oversættelse). Problemet er bare at der ikke siges ret meget konkret om hvordan UBU kan understøtte disse intentioner, bortset fra gode generelle anbefalinger om i forbindelse med undervisningen at inkludere elementer som kritisk tænkning, relevans for elevernes egne liv og indflydelsesrige rollemodeller (UNESCO, 2020, s. 63).

En mulig grund til at motivationsaspektet nemt overses i UBU, er at det ofte antages at være implicit i den viden der formidles. Fx kan naturvidenskabelig viden – ikke mindst om den globale opvarmning – i sig selv forårsage frygt som kan lede til handling. Det kan være en af tankerne bag, når bl.a. Greta Thunberg bruger analogien om at vores hjem (jorden) står i flammer, og korrekt gør opmærksom på at vi jo alle ville løbe ud af et hus hvis det stod i brand. Man kan måske diskutere hvor rimelig analogien er.[2] Men uanset hvad, så er problemet med en sådan motivationsstrategi at den kan give bagslag i form af fortvivlelse, (klima-)angst og passivitet (se fx Ojala, 2012; Stevenson & Peterson, 2016). Desuden er strategien formentlig mindre effektiv når truslen er mindre tydelig, fx i forhold til biodiversitetskrisen.

En mere general årsag til det manglende fokus på motivation i UBU er nok at bæredygtighed og bæredygtig udvikling er komplekse begreber. Det betyder bl.a. at der ikke er bred enighed om hverken begrebernes indhold eller hvordan der skal undervises i dem.[3] Til gengæld synes der ikke at være uenighed om at bæredygtighed i høj grad handler om vores forhold til naturen. I overensstemmelse hermed anses det økologiske naturgrundlag ofte som fundamentet for bæredygtighedstænkningen. Det betyder ikke bare at bæredygtighed er et oplagt emne i naturfagene, men det antyder også at et oplagt mål for UBU må være at forbedre vores relation til naturen. For et vigtigt træk ved de økologiske kriser er jo netop at vi ikke har været (og stadig ikke er!) gode nok til at forvalte vores naturforhold. Dette er helt i tråd med en nylig oversigt over undervisning i bæredygtighed hvor Jeppe Læssøe (2022) fremhæver "... nødvendigheden af en pædagogik der fremmer en stærkere tilknytning til naturen". Som Læssøe

2 Desværre bliver den med tiden kun mere rimelig, som FN's generalsekretær António Guterres for nylig (26/7/2023) gjorde klart da han bekendtgjorde at tiden for den globale opvarmning nu er afløst af den globale opkogning, efter at juli 2023 blev målt som den varmeste måned på jorden nogensinde mens voldsomme brande hærgede i fx Sydeuropa og Nordafrika (UN News, 2023).

3 For en god introduktion til to hovedretninger inden for UBU – en smal og adfærdsmodificerende tilgang vs. en bred og dannelsesorienteret tilgang (baseret på handlekompetence) – se fx Laugesen & Lysgaard (2022). Se også Jónsson & Macdonald (2021) for en diskussion af bæredygtighedspædagogikken under klimakrisen og i et globalt uddannelseslandskab.

nævner, så bruges begrebet naturdannelse gerne i den sammenhæng, og det er højst relevant, også for undervisningen i naturfag, at en nylig rapport om naturdannelse bl.a. peger på vigtigheden af naturoplevelser og -erfaringer for at fremme børn og unges tilknytning til naturen (Hartmeyer & Præstholm, 2021). I øvrigt passer forståelsen af naturdannelse som styrkelse af naturtilknytning godt sammen med almen dannelse, der for mig at se i høj grad handler om at kunne sætte sig selv i hensynsfuld forbindelse med andre og om at styrke den menneskelige fællesskabsfølelse (for mere om dette dannelsesbegreb og dets relation til naturvidenskaben, se Zinkernagel, 2017).

I resten af denne artikel vil jeg argumentere for at en æstetisk tilgang til naturfagene er en lovende vej både til en naturdannende pædagogik og til den form for transformativ undervisning i bæredygtighed som Sterling (og andre) efterlyser. Med æstetisk tilgang menes en undervisningsform der tager udgangspunkt i æstetiske oplevelser af fx overraskelse, skønhed eller forundring i forbindelse med natur og naturvidenskab. Sådanne oplevelser involverer både sanser, følelser og intellekt, og de har potentialet til at bevæge os og åbne for at se verden i et nyt lys. For at forklare hvordan sådanne oplevelse kan være relevante for bæredygtige holdninger og værdier i naturfagene, er det nødvendigt først at kigge nærmere på hvad der menes med æstetik, naturæstetik og æstetiske aspekter af naturvidenskaben.

Naturæstetik som økologisk argument og naturvidenskabens bidrag til dette

Æstetik er et flertydigt begreb der i daglig tale ofte forbindes med ydre fremtoning. Men historisk set er det et bredere begreb som stammer fra det græske *aisthesis* der betyder sanseindtryk eller det der gør indtryk på sanserne. I denne bredere forstand kan æstetik forstås som læren om sanselig erkendelse hvor både følelser og intellekt er i spil. Æstetik kan derfor være oplivende og noget der kan pirre både nysgerrighed og engagement, i modsætning til *an-aisthesis* (anæstesi) som er bedøvende for sanserne.

Filosofisk set er æstetik traditionelt blevet sat i forbindelse med studiet af skønhed og kunst. Men som allerede antydet er æstetik og æstetiske oplevelser ikke begrænset til hverken skønhed eller kunstens verden. Specielt vigtigt for denne artikels formål er æstetik i forbindelse med natur og naturvidenskab. Med hensyn til førstnævnte så handler det om det man kalder natur- eller miljøæstetik ("environmental aesthetics"). Inden for denne disciplin har nyere forskning påpeget at æstetiske naturoplevelser kan fremme en større følsomhed over for, og samhørighedsfølelse med, naturen (se fx Tafalla, 2011). Idéen er i første omgang at det æstetisk-sanselige møde med naturen – når vi fx betragter dens skønhed eller indlever os i den – kan lægge en dæmper på et mere brugsorienteret syn på naturen: I stedet for (kun) at se naturen som en ressource der kan kontrolleres og udnyttes, kan et æstetisk forhold til naturen fremme idéen

om at den har en værdi i sig selv, og en følelse af vigtigheden af at passe på naturen sådan som den nu engang er. Som den spanske naturæstetiker Marta Tafalla skriver:

> "Det er i den æstetiske naturoplevelse at vi anerkender os selv som endelige, at vi lærer at beundre og respektere det der er anderledes, og at forstå at der bør være en grænse for vores handlinger." (Marta Tafalla, 2011, s. 48, min oversættelse)

For en nærmere belysning af hvordan æstetiske oplevelser kan have sådanne konsekvenser, kan vi som eksempel tage oplevelsen af forundring, som sammen med skønhed er en vigtig del af æstetikken forbundet med naturoplevelser. Fx er den franske dykker og miljøforkæmper Jacques Cousteau citeret for følgende bemærkning i forbindelse med forureningstrusler og naturbeskyttelse af havet:

> "Folk beskytter og respekterer de ting de elsker, og for at få dem til at elske havet er det lige så nødvendigt at vække deres følelse af forundring som at uddanne dem." (Jacques Cousteau citeret af Prins Albert II af Monaco i forordet til Abbati (2019, s. IX), min oversættelse)

Det er jo ikke så mærkeligt at vi passer på det vi elsker, men det er værd at spørge til hvordan forundring kan give anledning til den omtalte kærlighed eller omsorg. Så vidt jeg ved, er det ikke nemt at finde et klart svar på det spørgsmål i den naturæstetiske litteratur.[4] Men en mulig begrundelse for idéen beror på følgende forhold (se også næste afsnit): At blive forundret over noget indebærer at give det ens fulde opmærksomhed, og det er et første skridt til at erkende at forundringens genstand kan have værdi. Desuden giver forundring anledning til æstetisk glæde – hvilket ifølge den æstetiske tradition (efter de tyske filosoffer Kant og Schiller) er en såkaldt desinteresseret glæde, dvs. en glæde som ikke umiddelbart giver anledning til et ønske om at besidde eller opnå noget, ud over at lade sig rive med af oplevelsen. Noget vi giver vores fulde opmærksom, og som giver os æstetisk glæde, er noget der kalder på beskyttelse, bevaring og – når det handler om levende væsener – omsorg.

Et eksempel til at illustrere de ovenstående citater og den skitserede begrundelse for hvordan forundring kan lede til omsorg, kan findes i den bemærkelsesværdige historie om pukkelhvalernes sang:[5] Ved et tilfælde mødte bioakustiker og miljøaktivist Roger Payne i 1967 Frank Watlington, en ingeniør i den amerikanske flåde. Watlington

4 Det mere generelle spørgsmål om relationen mellem æstetik og etik er et klassisk filosofisk problem. Til denne artikels formål kan et relevant forsvar for en positiv relation mellem æstetik, etik og omsorg findes i en artikel fra 1959 af den britiske filosof Iris Murdoch. Ifølge Murdoch (1959) handler både æstetik og etik i sidste ende om kærlighed – om at tage vare eller drage omsorg for den anden eller det andet uden at skele til selviske fordele.

5 Jeg gengiver dele af historien som den er fortalt i avisen *The Guardian* (Lewis, 2020). For et mere nutidigt eksempel på et affektivt forhold til havets dyreliv kan man tænke på den fine dokumentarfilm *Hvad jeg lærte af en blæksprutte* fra 2020.

havde siden 1950'erne optaget lyde under vandet ud for Bermuda i håbet om at opsnappe kommunikation mellem russiske ubåde. Da Payne hørte optagelserne, blev han imidlertid klar over at de indeholdt en helt anden slags kommunikation, nemlig en mellem syngende pukkelhvaler. Op gennem 1960'erne havde intensiv fangst ellers nærmest udryddet pukkelhvaler og andre hvalarter på grund af deres udnyttelse som råstof for olie, sæbe og hundemad. Men da Roger Payne i 1970 udgav albummet *Songs of the Humpback Whale*, med eksempler på de store dyrs sang, inspirerede det en verdensomspændende bevægelse til fordel for hvalerne.[6] I en dansk kontekst satte opmærksomheden på hvalfangst og følelserne for dyrene sig også i populærkulturen igennem Shu-bi-duas sang *Hvalborg* fra 1976. Et vigtigt resultat af den stigende bevidsthed om hvalernes skæbne og deres forunderlige sange blev at Den Internationale Hvalfangstkommission i 1986 forbød kommerciel hvalfangst for alle hvalarter.

Figur 1. *En (muligvis syngende) pukkelhval. Billede af Christopher Michel, CC-BY-2.0.*

Eksempler som dette betyder selvfølgelig ikke at vores æstetiske sans bør være den eneste rettesnor for beskyttelses- og bevaringsaktiviteter, bl.a. fordi det ikke ville give mening kun at beskytte og bevare det som nogle af os finder skønt eller forunderligt. Men æstetikken kan alligevel være relevant, for som fx den amerikanske naturæstetiker Emily Brady (2010) har påpeget, så kan også det grimme og frastødende (dvs. det æstetisk negativt ladede) i naturen muligvis kalde på vores omsorg. Begrundel-

6 Prøv selv at høre et eksempel på pukkelhvalernes sang: http://download.guardian.co.uk/sys-audio/Guardian/audio/2007/01/15/Whale3.mp3.

sen herfor er ikke oplagt, men i Bradys artikel antydes at det måske er fordi vi som mennesker har brug for at kunne håndtere (eller spejle os i) hele det æstetiske og følelsesmæssige spektrum – også de dele der fx viser eller symboliserer deformitet, ødelæggelse, forfald, sygdom og død.

Indtil nu har jeg skitseret et argument for hvordan naturæstetikken – i hvert fald via oplevelser af skønhed og forundring – kan fremme omsorg for naturen. Spørgsmålet er så hvad det har med naturvidenskab at gøre. Svaret er at naturvidenskaben på forskellig vis kan bidrage til (og styrke) den æstetiske beundring for naturen, bl.a. fordi naturvidenskaben kan afdække fascinerende aspekter af naturen der ikke er umiddelbart synlige for det blotte øje.

Det indebærer også at naturvidenskab kan bidrage til at fremme værdsættelsen af de dele og skabninger i naturen som måske ikke umiddelbart er søde, elskelige, imponerende eller smukke. Som eksempel kan man tænke på regnorme. De fleste vil ikke se dem som særlig attraktive, og det er nok de færreste der vil finde det specielt lækkert at have en flok af disse små dyr i hænderne. Men når man sætter sig ind i hvor vigtige regnorme er for en sund jord – bl.a. fordi de dræner og ilter jorden med deres gange og omsætter nedfaldne blade til frugtbar muldjord – så begynder man også at forstå Charles Darwins (forunderlige) udsagn om at "det er tvivlsomt, om der findes noget andet dyr, der har spillet så vigtig en rolle i verdenshistorien" (citeret fra Johnson, 2017). Og så er det i øvrigt fascinerede at tænke på at der anslås at være ca. 10 kilo regnorm for hvert kilo menneske på jorden![7]

Mere generelt kan naturæstetikkens økologiske argument styrkes gennem naturvidenskab fordi denne er en rig kilde til æstetiske oplevelser. Her er det vigtigt at æstetik i naturvidenskab – ligesom begrebet æstetik selv – kan relateres til flere forskellige forhold. Det handler ikke kun om smukke naturfænomener, men også om intellektuel skønhed (at indse sammenhænge); ærefrygt (over for det sublime, overvældende eller det vi (endnu) ikke forstår); forundring (som kan relateres til både det skønne og det sublime); glæden ved indsigt (relateret til ahaoplevelser), se Zinkernagel (2022); lidenskabeligt engagement i den videnskabelige proces (oplevelser af flow); sanselige møder med naturens fænomener samt en legende tilgang til stoffet (fx undersøgende og eksperimenterende leg). Oplevelser af disse forhold (skønhed, ærefrygt, undren osv.) i naturvidenskab har været, og er, en vigtig motivationskilde for naturforskere. Jeg har beskrevet dette i detaljer andetsteds (fx Zinkernagel, 2018), men det er værd her at give i hvert fald ét eksempel på hvordan skønhed og undren er blevet kommenteret af berømte naturforskere. Således har Marie Curie – nobelpristager i både fysik og kemi – sagt følgende:

7 Selvom naturvidenskaben således kan hjælpe med fascination af (og forundring over) fx regnorme, så betyder det ikke, hvilket jeg vender tilbage til i næste afsnit, at naturen skal romantiseres, og at vi skal underkende det der faktisk måtte være æstetisk grimt eller frastødende – heller ikke i pædagogikken.

> "Naturvidenskabeligt arbejde bør ikke betragtes ud fra sin direkte nytteværdi. Det skal udføres for sin egen skyld, for naturvidenskabens skønhed. Og så er der altid en chance for at en naturvidenskabelig opdagelse, såsom radium, kan blive til gavn for menneskeheden." (Marie Curie, 1921, min oversættelse fra engelsk)

> "Jeg er blandt dem der mener at naturvidenskaben har stor skønhed. En naturforsker i sit laboratorium er ikke kun en tekniker; han eller hun er også et barn placeret foran naturfænomener der imponerer som et eventyr." (Marie Curie, 1938, min oversættelse fra engelsk)[8]

Disse citater er gode eksempler på vigtigheden af æstetisk motivation for naturforskere. Men da det er et alment menneskeligt træk at kunne glæde sig æstetisk, så kan de tilhørende oplevelser – af fx skønhed eller forundring – også være motiverende for dem der skal undervise i og lære om naturvidenskab. Bl.a. fordi æstetiske oplevelser i forbindelse med naturvidenskab kan være bevægende og lede til et mere personligt forhold til naturfagsundervisningen. I næste afsnit skal jeg komme nærmere ind på hvordan æstetikken i naturvidenskaben også kan styrke følelsen af samhørighed med naturen igennem denne undervisning.

Æstetik, naturfagsdidaktik og samhørighed med naturen

Igennem de sidste to årtier er en mindre gruppe af naturdidaktiske forskere begyndt at udforske æstetikkens potentiale i naturfagene. Her er det bl.a. blevet påpeget at æstetiske oplevelser kan være transformative, i betydningen at ændre ens opfattelse eller syn på (aspekter af) verden (se fx Pugh & Girod, 2007). Desuden har et mindre antal internationale undersøgelser vist at æstetiske oplevelser har en positiv indvirkning på både motivation for og læring i naturfag.[9]

Inden for naturfagsdidaktikken har der dog hidtil ikke været meget opmærksomhed på at æstetikken også kunne være relevant for et mere omsorgsfuldt forhold til naturen. En undtagelse i denne sammenhæng er Hadzigeorgiou et al. (2015),[10] hvor forfatterne bl.a. påpeger (s. 748) betydningen af at starte naturfaglige forløb med fokus på naturfænomener – frem for fx på teknologiske anvendelser – og de oplevelser af skønhed eller undren disse kan afstedkomme. Et sådant fokus kan være gennem direkte kontakt med (og gerne ude i) naturfænomenerne, men ellers citeres eksempler som videooptagelser af lyn eller forstørrede billeder af et blad eller en iskrystal. Des-

8 Det første citat er fra en forelæsning i 1921 (Curie, 1921), mens det andet er fra en konference i 1933, trykt i E. Curie (1938), s. 331-332.
9 Se Hadzigeorgiou (2016, kap. 2) for en oversigt over en række af disse studier.
10 Se også Østergaard (2017).

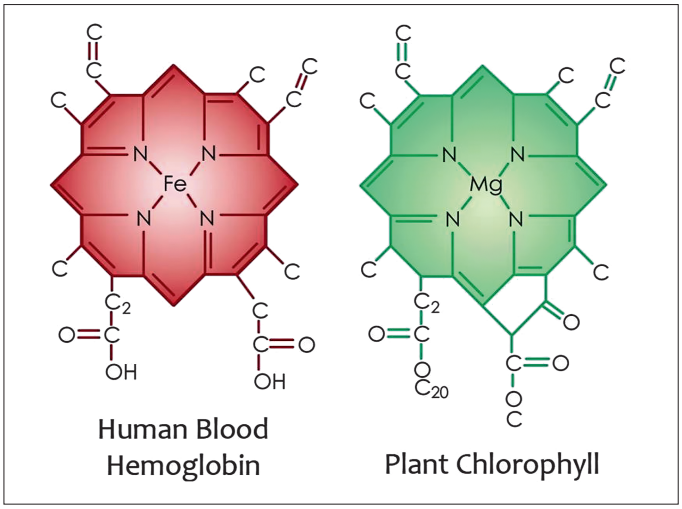
uden gør forfatterne opmærksom på at selvom modellering, empiri (eller empiriske forudsigelser) og abstraktion er centrale og nødvendige dele af naturfagsundervisningen, så kan der være en fare for at disse dele skygger for fascinationen af naturen selv. Og netop denne fascination af naturen, og de tilhørende oplevelser af skønhed eller forundring, kan fremme det forfatterne kalder miljømæssig opmærksomhed ("environmental awareness"), og dermed mere omsorg for naturen.

Hadzigeorgiou et al. (2015) trækker både på eksisterende viden inden for naturæstetik og på studier af æstetikkens rolle i naturfagsdidaktikken. I resten af dette afsnit vil jeg forsøge at styrke deres argument om naturfagenes rolle i at fremme omsorgen for naturen. For hvis man ser nærmere på et centralt aspekt af naturvidenskabens æstetik, så viser der sig en måde hvorpå denne også kan fremme samhørighedsfølelsen med naturen.

Som allerede nævnt handler æstetik i naturvidenskab om flere forskellige forhold. Et vigtigt et af disse vedrører et af naturvidenskabens – og naturfagenes – grundlæggende formål, nemlig det at give *forståelse* i form af at kunne se sammenhænge mellem idéer og naturfænomener (inklusive os selv). Den slags sammenhænge viser en form for enhed i mangfoldigheden (af fx naturfænomener), og indsigt i en sådan enhed er et vigtigt klassisk eksempel på det der kaldes intellektuel skønhed. På den måde kan skønhed og forståelse i naturvidenskab overlappe, og den type af æstetisk forståelse eller intellektuel skønhed (en skønhed som øjet ikke umiddelbart kan se) kan stimulere oplevelsen af forundring over naturen og – afhængigt af emnet – også fremme følelsen af samhørighed med denne.

Det kan fx være den oplevelse af sammenhæng man kan få når man hører at det er jern der gør vores blod rødt, ligesom det er jern(-oxid) på Mars' overflade der giver planeten sit røde skær på nattehimlen. Eller når man ser et molekylært billede af blodets hæmin (som indgår i hæmoglobin) ved siden af et af bladets klorofyl. De to molekyler har samme imponerende ringstruktur, men i det ene sidder der et jernatom i midten, der gør blodet rødt, mens det andet har et magnesiumatom i midten, som gør planterne grønne (se figur 2).

Eksempler på mere generelle sammenhænge der kan give en sådan æstetisk forståelse, er velkendte fra videnskabshistorien. Tag fx historien om Newton der sidder under sit æbletræ og ser et æble falde. Uanset om historien er sand eller ej, så er det et faktum at Newtons indsigt havde, og stadig har, et stort fascinationspotentiale: Ved at påvise at æblets fald og Månens bevægelse rundt om jorden er styret af samme kraft – tyngdekraften – kunne Newton opløse en tusindårig distinktion mellem det jordiske og det himmelske ved at fastslå at der ikke er grundlæggende forskel på fysikken i de to regioner. Et andet eksempel er Charles Darwin der i *Arternes oprindelse* selv udtrykte sin forundring over hvordan al naturens mangfoldighed kunne være en konsekvens af det samme enkle princip, nemlig naturlig selektion (se den fjerde case i afsnit 4).



Figur 2. *Hæmin (som indgår i hæmoglobin) og klorofyl side om side.*[11]

Pointen er nu at en sådan æstetisk forståelse eller indsigt i natur og naturvidenskab kan styrke vores samhørighedsfølelse med naturen – ikke mindst når vi forstår hvor tæt forbundet alt i naturen er. For som bl.a. den danske naturfilosof Lars Christiansen har peget på, så er der her en tæt analogi mellem menneskelige forhold og forholdet til naturen. I den forbindelse taler Christiansen om:

> "... den indlevelse i natur og naturvidenskab, som kan opløse naturens distinkte præg af objekt og derfor samtidig udvisker min egen forskel fra den. Som den sympatiske forståelse gør mit medmenneske – når jeg kommer i vane med det – til en ven, et alter ego, et andet jeg, således vokser naturen for mig til et andet, større jeg end mit eget, oprindelige." (Christiansen, 1980, s. 97)

Som eksempel kan man tænke på hvor tæt vi er forbundet med træerne, fx derved at de giver os den livsnødvendige ilt. Og uanset om vi tænker naturvidenskaben med eller ej, så er det – hvis man først bliver ven med, eller i hvert fald får en sympatisk forståelse af, et træ – næppe nødvendigt at sætte skilte op i skoven hvor der står at man ikke må efterlade skrald. Vi sparker jo heller ikke til vores dyre- og menneskevenner!

I det foregående har jeg beskrevet hvordan æstetiske naturoplevelser og æstetisk forståelse (af sammenhænge) i naturvidenskaben kan give anledning til omsorg for, og fremme samhørighedsfølelsen med, naturen. Og jeg har peget på skønhed og forundring som centrale elementer i denne beskrivelse. Inden vi i næste afsnit skal se på hvordan æstetiske oplevelser mere konkret kan rammesættes i naturfagsunder-

11 Se (NobelPrize, 2009) for en kort opdagelseshistorie om denne kemiske lighed mellem blod og planter.

visningen, er det relevant at tage et forbehold. For som kort antydet i sidste afsnit, så er der selvfølgelig mange fænomener i naturen med neutral eller negativ æstetisk værdi – fx noget vi finder frastødende – som også kan være relevante for bæredygtighedsundervisningen i både naturfag og andre fag.

Det betyder at det vil være for ensidigt med en undervisning der i æstetisk henseende kun fokuserer på det skønne og det forunderlige i natur og naturvidenskab – altså kun forholder sig til det man kunne kalde for *forunderlig* pædagogik. Dels fordi der er ting der er naturligt grimme og frastødende, ting som vi ikke bare kan overse, og som også kan være værd at bevare (som nævnt ovenfor i forbindelse med Brady, 2010). Og dels fordi undervisningen i bæredygtighed også må forholde sig til de ubehagelige konsekvenser der opstår når mennesket ikke passer godt nok på naturen. Med andre ord er der brug for ikke at romantisere naturen og kun vise det pæne frem (se også Husted, 2019). At naturen og vores omgang med den ikke kun har pæne sider, er også en vigtig pointe i det der kaldes dunkel pædagogik (Laugesen, 2021). Ligesom i forunderlig pædagogik arbejdes der inden for den dunkle pædagogik med det sanseligt-affektive i bæredygtighedsundervisningen. Det kan være gennem fascination over de mere barske dele af naturen, hvor fx søde zebraer bliver dræbt af sultne løver, og specielt ved gennem intense oplevelser at "bringe følelsesbetonede tilstande som ubehag, frygt og bekymring i spil i afmålt omfang og på alderstrinsafstemte måde" (Laugesen, 2021, s. 71) – også med henblik på (at fremme transformativ læring og) det at se naturen og vores forhold til den i et nyt lys. Uden at kunne gå i detaljer med det her tror jeg derfor at dunkel pædagogik og forunderlig pædagogik dels overlapper og dels kan komplementere hinanden.

På trods af at man altså æstetisk-sanseligt set kan gå både forunderligt og dunkelt til værks i bæredygtighedspædagogikken, så tror jeg der er fordele ved at starte med et fokus på den æstetiske glæde der er forbundet med det skønne og forunderlige. Dels fordi der, i forhold til den dunkle pædagogik, synes at være mindre brug for afmålthed og alderstrinsafstemning, også selvom der kan være forskel på hvordan forundring bedst stimuleres i forskellige aldre (se Lindholm, 2018).[12] Og dels fordi kærlighed til naturen, og styrkelsen af samhørigheden med denne, måske mest direkte fremmes gennem æstetisk glædelige oplevelser i og med naturen. Uanset hvad, så mener jeg at den amerikanske naturpædagog David Sobel har en vigtig pointe når han skriver:

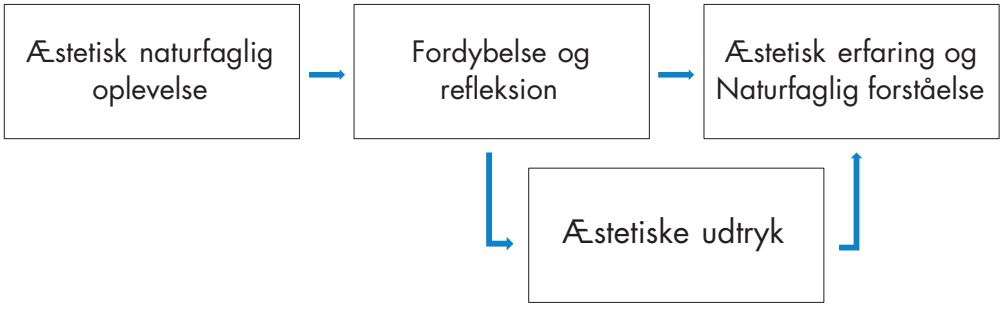
12 I forbindelse med pædagogisk brug af frygt og bekymring har Lars Brian Krogh påpeget at præsentation af store, globale problemstillinger for elever før 12-årsalderen bør undgås eftersom manglende faglige og kognitive forudsætninger i den alder kan skubbe til hjælpeløshed og frustration (Riise, 2022).

> "Hvis vi ønsker at børn skal blomstre og blive handlekraftige [truly empowered], så lad os give dem lov til at elske jorden før vi beder dem om at redde den." (Sobel, 1996, s. 39, min oversættelse)[13]

Æstetiske læreprocesser i naturfag

I dette afsnit vil jeg give nogle forslag til hvordan æstetikken i praksis kan inddrages i naturfagsundervisningen på en sådan måde at bæredygtige holdninger og værdier kan fremmes. Jeg starter med at give et forslag til en model for æstetiske læreprocesser i naturfag, inspireret af Brodersen et al. (2015) og skitseret i Zinkernagel (2018).[14] Idéen med modellen er at en umiddelbar æstetisk oplevelse af fx et smukt eller forunderligt naturfænomen – gennem en periode med fordybelse og refleksion – kan give anledning til en transformativ æstetisk erfaring eller indsigt hvor naturen og vores plads i den ses i et nyt lys. Sådanne æstetiske erfaringer og læreprocesser kan dels føre til en øget naturforståelse og dels føre til et mere omsorgsfuldt forhold til, og en følelse af samhørighed med, naturen. Jeg opsummerer derefter en række metodiske overvejelser fra den naturfagdidaktiske litteratur om indgangsvinkler til æstetikken. Endelig skitserer jeg nogle forslag til konkrete naturfaglige cases der kan koble æstetik, bæredygtighed og naturomsorg.

Lad os først se på idéen om en æstetisk læreproces i naturfag der kan karakteriseres som en æstetisk oplevelse i kombination med efterfølgende refleksion og analyse. Det er i denne kombination at den æstetiske oplevelse kan blive til en æstetisk erfaring og dermed en læreproces.[15] Skematisk kan modellen fremstilles således:



Figur 3. *Didaktisk model for æstetisk læreproces i naturfag.*

13 Se også Gruenewald (2003), som bl.a. diskuterer Sobels idéer i forhold til relationen mellem såkaldt kritisk og stedbaseret pædagogik, og Orr (2011) for en diskussion af forholdet mellem kærlighed til naturen og naturvidenskab.
14 Se også Zinkernagel et al. (2019).
15 Se Zinkernagel (2018) for nærmere diskussion, baggrund og referencer.

Modellen starter med en "Æstetisk naturfaglig oplevelse" hvor eleverne møder naturen eller naturvidenskaben, fx via en fortælling om eller en direkte (sanselig) oplevelse af et naturfagligt fænomen. Det tilstræbes at oplevelsen – af fx skønhed, overraskelse, chokeffekt eller forundring – har intensitet så den kan åbne eleverne for stoffet samt åbne aspekter af stoffet for eleverne (Brodersen et al., 2015, s. 61). Det er klart at ansvaret for sådanne åbninger ikke ligger hos oplevelsen alene, men også involverer elevernes forforståelse og disposition, stemningen i klassen samt naturligvis lærerens tilgang og planlægning.

I næste trin, "Fordybelse og refleksion", reflekterer eleverne over oplevelsen, fx gennem debat eller dialog om hvad oplevelsen betyder for dem og deres syn på verden. En sådan refleksion er vigtig for at undgå en situation hvor en ellers interessant æstetisk oplevelse blot bliver hurtigt glemt, som det fx kan ske på ekskursioner i naturen eller på museer hvor der ikke undervejs eller bagefter bliver fulgt op på det oplevede. Læreren kan understøtte processen ved at sætte oplevelsen og refleksionen ind i en naturfaglig sammenhæng, evt. med brug af læremidler og opgaver.

Refleksionsfasen kan evt. følges op (eller foregå parallelt) med "Æstetiske udtryk", hvor eleverne selv arbejder med at præsentere oplevelsen og/eller deres refleksioner over den, fx via tegninger, fotos, dramatisering eller rollespil. Refleksionsfasen kan, evt. via elevernes egne æstetiske udtryk, lede til en "Æstetisk erfaring og naturfaglig forståelse", hvor eleverne i relation til oplevelsen opnår en æstetisk forståelse af sammenhænge mellem naturfaglige begreber, af sammenhænge i naturen og af hvordan de selv indgår i disse.

Læreprocessen starter, som vi har set, med en æstetisk oplevelse. Denne kan enten være rammesat og planlagt eller opstå spontant – fx under en udflugt i naturen hvor læreren, efter at oplevelsen er sunket ind, så enten kan igangsætte refleksionen på stedet eller kan tage den efterfølgende i klassen. Det må understreges at æstetiske oplevelser og erfaringer ikke kan fremtvinges. Mange vil nok kunne huske situationer hvor en ellers engageret lærer bare ikke kunne forstå hvorfor eleverne ikke kunne se det fantastiske i stoffet.[16] Men det forhindrer ikke at man kan invitere eller lægge op til æstetiske oplevelser af fx naturens skønhed, storhed eller skrøbelighed. Med andre ord kan man altså ikke som lærer *skabe* æstetiske oplevelser for eleverne, men derimod godt *tilvejebringe mulighederne* for dem.

Men hvordan skabes sådanne muligheder? Her følger en kort liste af forslag til at fremme æstetiske oplevelser i naturfagsundervisningen. Listen er bl.a. inspireret af Pugh & Girod (2007).[17]

16 Det er i øvrigt min erfaring at det er en god idé som lærer at holde igen med at sige hvor skønt, fascinerende eller forunderligt noget er, og i stedet lade eleverne komme til deres egne konklusioner (og det synes også at virke stærkere på andre elever hvis det er en elev, og ikke en lærer, der er først til at give en æstetisk vurdering af det oplevede).

17 For yderligere beskrivelse og forklaring af forslagene, se Zinkernagel (2018).

1. Gør de naturfaglige begreber mere levende og betydningsfulde. Dels ved at relatere dem videnskabshistorisk til de erfaringer og drømme under hvis indflydelse begreberne oprindeligt blev udviklet. Og dels ved at relatere dem til elevernes egne erfaringer og oplevelser.
2. Forsøg at opbygge forventning i undervisningen, fx således at eleverne ikke føler sig som kokke der følger en opskrift, men snarere som detektiver der løser et mysterium.
3. Brug fortællinger, og tag på imaginære rejser i rum og tid, fx til solsystemets ydre grænser med Voyager-rumsonden eller ved at lade klassen forestille sig hvordan det må have været at leve side om side med dinosaurerne.
4. Giv tid og plads til leg og til at opleve og mærke naturfænomenerne, fx farveskift i kemiske reaktioner eller duften af fugtig skovbund, inden analyserne og de faglige spørgsmål tager over. Pointen er at man nok næppe kan lade sig rive med af legen/oplevelsen og samtidig have analysebrillerne på, for så vidt som refleksion og analyse kræver en vis distance til det oplevede.
5. Stimulér oplevelsen af skønhed og undren, fx ved at se på forekomsten af matematiske strukturer i naturen eller gennem diskussion af muligheder for liv uden for jorden. Tal med eleverne om de bedste eller smukkeste oplevelser de selv har haft i naturen.

Det kan godt være at disse eller lignende forslag allerede er i brug mange steder, men jeg håber under alle omstændigheder at det er værd at få det æstetiske italesat og at gøre klart at det er et helt legitimt og positivt didaktisk greb i forhold til både elevmotivation, naturfaglig forståelse, bæredygtighed og naturdannelse.

I resten af afsnittet skitseres en række cases med æstetiske naturfaglige indsigter som kan være relevante for bæredygtighedsundervisningen. Jeg giver enkelte forslag til rammesætningen af disse cases, som i udvidet form ville kunne indpasses i den didaktiske model. For at indikere hvor i undervisningen disse cases ville kunne indgå, er det i parentes angivet hvilken erkendelse, hvilken idé og hvilket sidetal i *Naturvidenskabens ABC* (Andersen, 2020) som casen kan relateres til.[18]

A. The overview effect – jorden set udefra

(Erkendelse 3 og specielt "Jorden fungerer som ét system", Andersen, 2020, s. 43)

Denne effekt eller oplevelse er beskrevet af mange astronauter som – når de ser jorden udefra – opdager hvor tydeligt det er at landegrænser blot er en menneskelig konstruktion der slet ikke kan ses fra rummet. Verdens folkeslag er dermed tættere

18 Denne ABC er en ekspertgruppes bud på 10 grundlæggende naturvidenskabelige erkendelser til inspiration for naturfagsundervisningen i grundskolen og på ungdomsuddannelserne.

forbundne end man lige skulle tro. Ved nærmere observation er astronauterne desuden blevet opmærksomme på at jorden jo i virkeligheden hænger som en skrøbelig blågrøn perle i et umådeligt stort og sort verdensrum, kun beskyttet af et papirstyndt bælte som vi kalder atmosfæren. Den indsigt har givet mange astronauter en akut fornemmelse af at vi er nødt til at passe bedre på luften omkring planeten – vores fælles hjem.[19]

En simulering af astronauternes oplevelse kan iscenesættes eller rammesættes ved at fortælle historien bag, og derefter fremvise, et af de mest ikoniske fotografier i astronomiens historie: *The Blue Marble* – det første farvebillede af en fuldt oplyst jordklode, som blev taget lidt tilfældigt af et besætningsmedlem ombord på rumskibet Apollo 17 i 1972 (Reinert, 2011). I refleksionsfasen kunne man fx igennem en dialog med eleverne (evt. ved at lade dem diskutere i små grupper først) spørge ind til hvorfor oplevelsen mon har den virkning på astronauterne, og hvordan billedet virker på eleverne selv.

B. Hvad træer er lavet af – fotosyntesen i et nyt lys

(Erkendelse 9 og specielt "sammenhængen mellem fotosyntese og biomasse", Andersen, 2020, s. 111)

De færreste tænker over hvad træer egentlig er lavet af, og hvor deres masse stammer fra. I den forbindelse kunne den obligatoriske undervisning i fotosyntesen gøres mere fascinerende og æstetisk som foreslået af fysikeren Richard Feynman – nemlig ved at pege på at træer faktisk hovedsageligt er lavet af luft (nemlig CO_2)! Vand og sollys indgår selvfølgelig også (og en del af vandet bliver i træet), men kigger man nærmere efter i den fulde beskrivelse af den flertrinnede fotosyntese, så kommer C- og O-atomerne i cellulosen (og de andre sukkerstoffer) faktisk fra CO_2'en (mens O-atomerne fra vandet bliver frigivet igen, som den ilt vi kan indånde). Dermed er det lidt en underdrivelse når det siges at skovene optager CO_2 når de vokser og gror – for de er lavet af det! Desuden er det solens lys og varme, som blev lagret i træet mens det voksede, som vi ser og mærker igen når vi tænder bål i skoven om aftenen. Oplevelsen i fortællingen kan styrkes hvis den formidles rundt om et rigtigt bål (eller i det mindste ved et godt billede af et bål i skumringen). Den aktuelle dagsorden om at plante mere skov, og passe bedre på den skov vi har, bliver i denne sammenhæng central.

Der er mange muligheder for at rammesætte denne indsigt, fx kan man bede eleverne tænke på et træ, man kan vise et billede af et træ eller – endnu bedre – gå

19 For flere detaljer, se fx (Overview Effect, 2023) og referencerne i artiklen.

udenfor med eleverne for at se og mærke på træerne (ikke mindst stammens hårdhed kan sætte træets luftige oprindelse i relief).[20]

C. Ensianblåfuglens livshistorie

(Erkendelse 4 og specielt at fald i biodiversitet udgør en sundhedsrisiko, Andersen, 2020, s. 55)

Et fald i biodiversiteten udgør en risiko for vores sundhed, bl.a. fordi sygdomsudbredelsen så vil vokse. Det er en af grundene til at det er nyttigt at passe på naturen. Men problemet med faldende biodiversitet kan også formidles gennem glæde og forundring over naturen, fx via historien om den lille urt klokkeensian som gror på næringsfattige jorde og derfor er presset af landbrugets udledninger. Urten er værtsplante for sommerfuglen ensianblåfugl som derfor er i fare for udryddelse, hvilket bevirker at ensianblåfuglens forunderlige livshistorie også er truet. Larven fra denne sommerfugl borer sig ind i blomsterknopperne på klokkeensian, og senere kommer den ud og lader sig falde til jorden. Her udskiller den nogle duftstoffer som får visse arter af stikmyrer til at adoptere den, idet duften minder om deres egne larvers. Myrerne tager så larven med ned i deres bo skjult under jorden, hvor den bliver fodret og plejet indtil puppestadiet. Men når larven først forpupper sig og siden forvandler sig til sommerfugl, er den afsløret. Derfor må sommerfuglen haste ud af myreboet for at undgå at blive ædt af sine plejeforældre.[21]

Dette fascinerende eksempel på samspillet mellem arter er blot et af utallige eksempler på naturens mangfoldighed. Historien kan bearbejdes ved fx at lade eleverne forestille sig, og reflektere over, hvis de selv var myrer eller sommerfugle, og/eller ved at finde andre eksempler i naturen på planter og dyr der er afhængige af hinanden.

D. Darwins biller

(Erkendelse 5 og særligt "Darwin og arternes oprindelse", Andersen, 2020, s. 67)

Som nævnt i forslag 1 ovenfor kan de naturfaglige begreber gøres mere levende og betydningsfulde ved at relatere dem videnskabshistorisk til de erfaringer og drømme under hvis indflydelse begreberne oprindeligt blev udviklet. Her kunne man fx bruge beskrivelsen i Edlev (2015) af hvordan den unge Charles Darwin var optaget af naturens skønhed, og hvordan han med stor fryd og lidenskab indsamlede biller uden at gøre dem skade. Det er også beskrivelsen af hvordan han tager med på en verdensomsejling

20 Der er også mulighed for at lave/diskutere et fint historisk eksperiment der viser at træer ikke får deres masse fra jorden, se fx (Veritasium, 2012).

21 For mere om ensianblåfuglen, se fx (Ensianblåfugl, 2023) og (Naturfonden, uden dato).

hvor han med "vedholdende koncentration, omhyggelig indsamling, skarp iagttagelse, grundig refleksion og stor kreativitet undervejs udforsker … alt fra havdyr til geologi og fossiler, alt imens han fører omhyggelige dagbogsnotater" (Edlev, 2015, s. 20). Det var på denne baggrund at Darwin mange år senere kunne publicere sit hovedværk om arternes oprindelse – en bog der afsluttes med sætningen: "Der er storhed i dette syn på livet … fra så enkel en begyndelse [en eller få simple livsformer] er en uendelighed af de smukkeste og mest vidunderlige former blevet, og bliver stadig, udviklet" (Darwin, 1859, min oversættelse fra engelsk).

For at relatere til Darwin kunne man fx bede eleverne føre logbog (eller digital billedbog) under naturudflugter – med spørgsmålet om hvilke forhold og sammenhænge de selv lægger mærke til og hvorfor.

Afslutning

Jeg begyndte artiklen med at påpege at undervisningen i bæredygtighed hidtil har manglet mere fokus på hvordan denne kan være transformativ og motivere til mere bæredygtige holdninger og værdier. Derefter skitserede jeg et argument for hvordan naturæstetik, især gennem naturoplevelser af skønhed og forundring, kan bidrage til at fremme et mere omsorgsfuldt forhold til naturen. For mig at se er både transformativ undervisning og det naturæstetiske argument højst relevante for bæredygtighedspædagogik generelt. Men inden for naturfagene bliver naturæstetikken særlig relevant. Dels fordi disse fag jo har naturen som genstandsfelt, og dels fordi de oplagt beskæftiger sig med det økologiske naturgrundlag der ofte anses som fundamentet for bæredygtighedstænkningen.

Jeg forsøgte dernæst at vise hvordan æstetiske aspekter af naturvidenskaben – ikke mindst idéen om intellektuel skønhed som sammenhæng mellem naturfænomenerne – kan styrke naturæstetikkens økologiske argument og samhørighedsfornemmelsen med naturen. Endelig angav jeg forslag til en didaktisk model, æstetiske indgangsvinkler i undervisningen samt en række cases som forhåbentlig kan inspirere læseren til at udvikle egne forløb der kan koble æstetik, naturfag og bæredygtighed. Selvom disse forslag er formuleret i en naturfaglig ramme, så vil de måske også kunne være relevante for naturæstetiske oplevelser og bæredygtighedsundervisning i forbindelse med andre fag. For uanset den faglige kontekst, så har æstetiske oplevelser af fx noget skønt, skrøbeligt, storslået, forunderligt, chokerende eller dunkelt i naturen potentialet til at bevæge os, til at få os til se verden med nye øjne og til at fremme vores naturomsorg. Men jeg tror det er et af naturfagenes særlige bidrag til undervisningen i bæredygtighed at det potentiale kan styrkes via naturvidenskaben. Dels fordi naturvidenskaben kan afdække hvad øjet ikke umiddelbart kan se, og derigennem øge fascinationen og værdsættelse af naturen. Og dels fordi naturvidenskaben

er en rig kilde til æstetiske oplevelser af sammenhænge der kan øge forståelsen af hvor tæt vi er forbundet med den øvrige natur.

Det er klart at den foreslåede æstetiske undervisningstilgang kræver både forberedelse og tid, og at det derfor næppe er realistisk at have æstetiske indslag i hver eneste time – hvilket nok også ville kunne virke forceret og måske endda gøre sådanne indslag rutineprægede og mindre interessante. Det er også vigtigt at huske på at de ovennævnte forslag ikke kan garantere hverken æstetiske oplevelser eller transformative erfaringer. Uanset hvad, så vedrører æstetik både hoved, hænder og hjerte, og det er desuden noget vi ofte kan glædes over i fællesskab. Der er derfor gode muligheder for at en æstetisk tilgang til naturfags- og bæredygtighedsundervisningen kan styrke elevernes tilknytning til både naturen og hinanden.

Tak

Tak til Claus Emmeche og Svend E. Rugh for gode kommentarer til en tidligere version af manuskriptet. Også tak til en anonym fagfællebedømmer for mange gode forbedringsforslag til teksten.

Referencer

Abbati, M. (2019). *Communicating the Environment to Save the Planet: An Innovative Journey into Eco-Communication*. Springer.

Almers, E. (2013). Pathways to Action Competence for Sustainability – Six Themes. *The Journal of Environmental Education, 44*(2), 116-127. https://doi.org/10.1080/00958964.2012.719939

Andersen, A.C. (red.) (2020). *Naturvidenskabens ABC – 10 grundlæggende naturvidenskabelige erkendelser*. Børne- og Undervisningsministeriet. https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/Naturvidenskabens%20ABC_3.udgave_sep20_web.pdf

Brady, E. (2010). Ugliness and Nature. *Enrahonar, 45*, 27-40. https://doi.org/10.5565/rev/enrahonar.217.

Brodersen, P., Hansen, T.I. & Ziehe, T. (2015). *Oplevelse, fordybelse og virkelyst – noter til æstetik i undervisningen*. Hans Reitzels Forlag.

Christiansen, L. (1980). *Naturfilosofi*. Gad.

Curie, M. (1921). *The Discovery of Radium*. Project Gutenberg (ebook 2020). https://www.gutenberg.org/files/61622/61622-h/61622-h.htm.

Curie, E. (1938). *Madame Curie: A Biography*. William Heinemann Ltd. https://ia802606.us.archive.org/4/items/madamecurie035051mbp/madamecurie035051mbp.pdf

Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species*. John Murray.

Edlev, L.T. (2015). *Natur og miljø i pædagogisk arbejde* (3. udgave). Munksgaard.

Ensianblåfugl. (2023, 7. oktober). Danske natur. http://www.danske-natur.dk/alcon.htm

Gruenewald, D.A. (2003). The Best of Both Worlds: A Critical Pedagogy of Place. *Educational Researcher, 32*(4), 3-12. https://doi.org/10.3102/0013189X032004003

Hadzigeorgiou, Y. (2016). *Imaginative Science Education*. Springer.

Hadzigeorgiou, Y., Kampouropoulou, M. & Fokiali, P. (2015). The Aesthetic Appreciation of Nature in School Science Education: How Science Learning Can Help Raise Environmental Awareness. *Creative Education, 6*(8), 745-752. http://doi.org/10.4236/ce.2015.68077

Hartmeyer, R. & Præstholm, S. (2021). *Børns naturdannelse. Naturen i barnet – barnet i naturen*. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.

Husted, M. (2019). Kærlighed som modstand – om genstridighed i pædagogik for bæredygtighed. *Forskning og forandring*, *2*(2), 84-104. https://doi.org/10.23865/fof.v2.1526

Ivanova, M. (2017). Poincaré's Aesthetics of Science. *Synthese*, *194*(7), 2581-2594. https://doi.org/10.1007/s11229-016-1069-1

Johnson, S. (2017). *Forsker: Regnorme er vigtigere end pandaer*. https://videnskab.dk/naturvidenskab/forsker-regnorme-er-vigtigere-end-pandaer/

Jónsson, Ó.P. & Macdonald, A. (2021). Pack for Sustainability: Navigating through Uncharted Educational Landscapes. *Sustainability, 13*(24), 13555. https://doi.org/10.3390/su132413555

Laugesen, M.H.-L. (2021). "Der er følelser i det" – om bæredygtighedsundervisningens sanseligt-affektive dimension. *Liv i Skolen*, *23*(4), 64-73. https://findresearcher.sdu.dk/ws/portalfiles/portal/197436755/Laugesen_22Der_er_f_lelser_i_det_22_2021_.pdf

Laugesen, M.H.-L. & Lysgaard, J.A. (2022). *Uddannelse for bæredygtig udvikling: Udfordringer og muligheder*. EMU Danmarks Læringsportal. https://emu.dk/grundskole/paedagogik-og-didaktik/didaktiske-tilgange/uddannelse-baeredygtig-udvikling-udfordringer

Lewis, T. (2020). *'It always hits me hard': how a haunting album helped save the whales*. https://www.theguardian.com/environment/2020/dec/06/the-songs-that-saved-the-whales

Lindholm, M. (2018). Promoting Curiosity? *Science & Education 27*, 987-1002.

Læssøe, J. (2022). *Uddannelse for bæredygtig udvikling hvad omfatter det?* https://verdensmaalene.cdn.prismic.io/verdensmaalene/a91dca30-238c-4fe4-b1da-dd11e105862a_UBU+kortl%C3%A6gning.pdf

Mogensen, F. (1998). Miljøundervisning, kritisk tænkning og udvikling af handlekompetence. I: B.B. Jensen (red.), *Tema: Naturfagenes didaktik*. Danmarks Lærerhøjskole.

Murdoch, I. (1959). The Sublime and the Good. *Chicago Review, 13*(3), 42-55. https://doi.org/10.2307/25293537

Naturfonden (Uden dato). *Nye levesteder for ensianblåfugl i nationalpark Thy*. https://naturfonden.dk/natur/indsats-for-ensianblaafugl-ved-vestergaard-i-nationalpark-thy/

NobelPrize (2009). *Establishing Plant's Blood Relatives*. https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1930/speedread/

Ojala, M. (2012). Hope and Climate Change: The Importance of Hope for Environmental Engagement among Young People. *Environmental Education Research, 18*(5), 625-642. https://doi.org/10.1080/13504622.2011.637157

Orr, D. (2011). Love. I: D. Orr, *Hope Is an Imperative: The Essential David Orr* (s. 30-34). Island Press.

Overview Effect. (2023, 21. juli). I *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index. php?title=Overview_effect&oldid=1166621437

Pugh, K.J. & Girod, M. (2007). Science, Art, and Experience: Constructing a Science Pedagogy from Dewey's Aesthetics. *Journal of Science Teacher Education, 18*(1), 9-27. https://doi.org/10.1007/s10972-006-9029-0

Reinert, A. (2011). The Blue Marble Shot: Our First Complete Photograph of Earth. *The Atlantic*, 12. april 2011. http://www.theatlantic.com/technology/archive/2011/04/the-blue-marble-shot-our-first-complete-photograph-of-earth/237167/

Riise, A.B. (2022). Naturfagenes bidrag til dannelse. *Folkeskolen, 19*. https://www.folkeskolen.dk/dannelse-folkeskolen-nr-19-2022-naturfag/naturfagenes-bidrag-til-dannelse/4685501

Sobel, D. (1996). *Beyond Ecophobia: Reclaiming the Heart in Nature Education*. The Orion Society and The Myrin Institute.

Sterling, S. (2001). *Sustainable Education: Re-Visioning Learning and Change*. Green Books.

Stevenson, K. & Peterson, N. (2016). Motivating Action through Fostering Climate Change Hope and Concern and Avoiding Despair among Adolescents. *Sustainability, 8*(1), 6. https://doi.org/10.3390/su8010006

Tafalla, M. (2011). Rehabilitating the Aesthetics of Nature: Hepburn and Adorno. *Environmental Ethics, 33*(1), 45-56. https://doi.org/10.5840/enviroethics20113315

UN News (27 juli, 2023). *Hottest July ever signals 'era of global boiling has arrived' says UN chief*. https://news.un.org/en/story/2023/07/1139162

UNESCO (2020). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802

Verdensmål (Uden dato). *Kvalitetsuddannelse*. https://www.verdensmaal.org/4-kvalitetsuddannelse.

Veritasium (2012, 12. Marts). *Where do trees get their mass?* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=2KZb2_vcNTg&t=46s

Zinkernagel, H. (2017). Naturvidenskabelig dannelse og æstetik. I: S.N. Larsen & J. Raahauge (red.), *Dannelse på universitetet – fordringer og udfordringer* (s. 98-117). Sophia.

Zinkernagel, H. (2018). Leg og æstetik i naturvidenskab og naturfagsundervisning. I: H.H. Møller, I.H. Andersen, K.B. Kristensen & C.S. Rasmussen (red.), *Leg i skolen – en antologi* (s. 148-169). Unge Pædagoger.

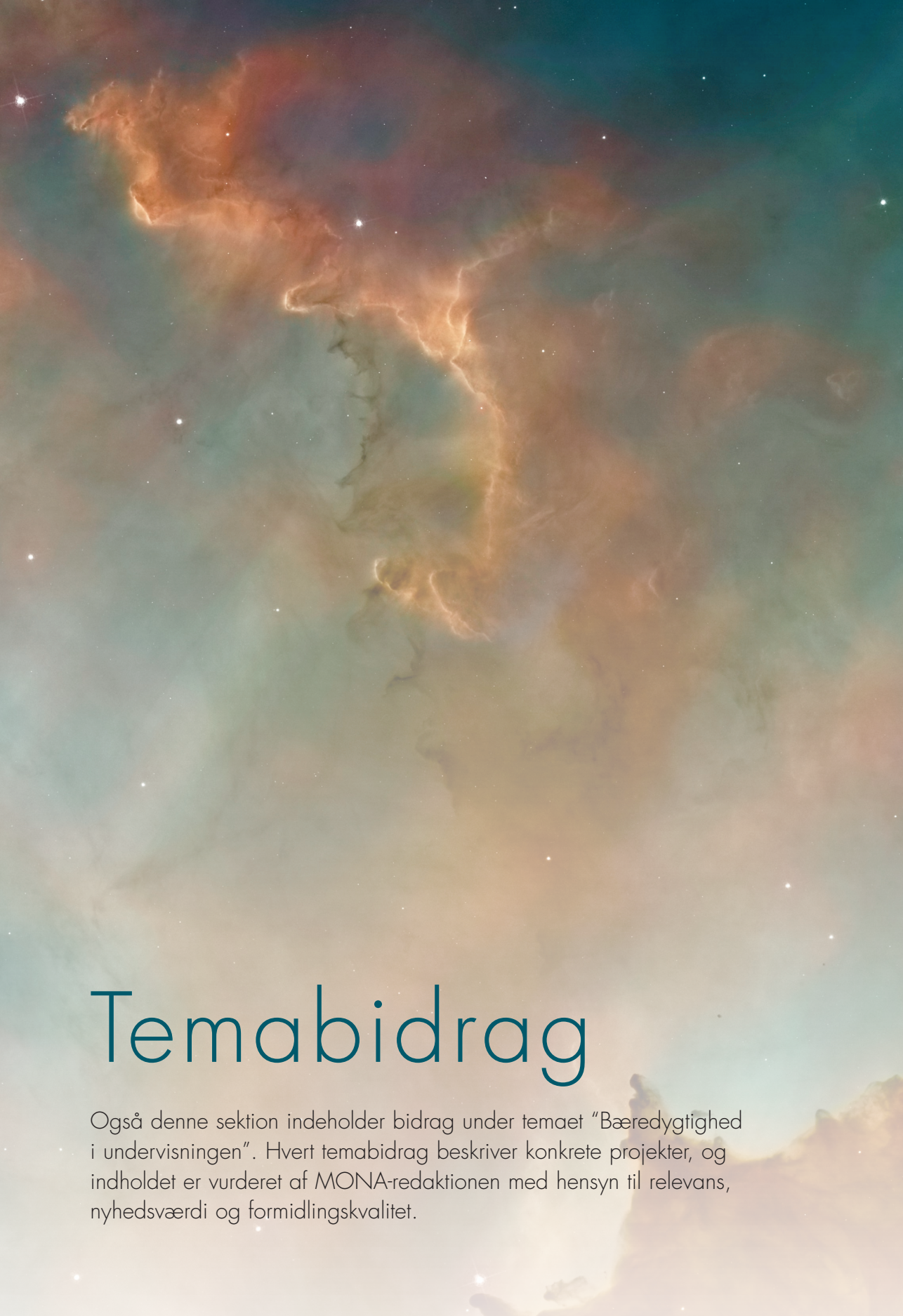
Zinkernagel, H. (2022). Aesthetic Motivation in Quantum Physics: Past and Present. *Annalen der Physik*, 534(9). 2200283. https://doi.org/10.1002/andp.202200283

Zinkernagel, H., Knudsen, L.E.D. & Thomsen, A.V. (2019). Eleverne har brug for mere leg og æstetiske oplevelser i naturfagene. *Folkeskolen, 20*. https://www.folkeskolen.dk/folkeskolen-nr-20-2019-kronik-naturfag/eleverne-har-brug-for-mere-leg-og-aestetiske-oplevelser-i-naturfagene/336712

Østergaard, E. (2017). Earth at Rest: Aesthetic Experience and Students' Grounding in Science Education. *Science & Education, 26*, 557-582. https://doi.org/10.1007/s11191-017-9906-2

English abstract

This article describes an aesthetic approach to science education that can help promote sustainable attitudes and values. I start from the premise that existing sustainability education has so far lacked a focus on how it can be transformative, i.e., how it can help students see the world through new eyes, strengthening their connection to nature and inspiring them to take action. I then discuss how an interplay between new insights into the aesthetics of nature and the aesthetic aspects of science can foster a more caring relationship with nature. In the third part of the article, I suggest how these ideas can be applied in science education. I present a didactic model for aesthetic learning processes in science, summarize some methodological considerations from the literature on approaches to aesthetics, and outline some concrete scientific cases that link aesthetics, sustainability, and care for nature.



Temabidrag

Også denne sektion indeholder bidrag under temaet "Bæredygtighed i undervisningen". Hvert temabidrag beskriver konkrete projekter, og indholdet er vurderet af MONA-redaktionen med hensyn til relevans, nyhedsværdi og formidlingskvalitet.

Planteblindhed og kunstbaseret læring

Louise Isager Ahl,
Statens Naturhistoriske Museum, KU

Baggrund

Planter udgør omkring 80 % af jordens samlede biomasse (Bar-On et al., 2018), og de er helt afgørende for at vores liv kan opretholdes (Fernando, 2012). På trods af deres betydning bliver de dog ofte overset, måske endda helt glemt, i biologiundervisningen (Wandersee & Schussler, 2001). Denne manglende opmærksomhed på planterne fik i 1998 underviserne Wandersee og Schussler til at introducere og definere begrebet "planteblindhed" (1999, 2001). Det defineres som:

- En manglende evne til at se eller bemærke planterne i ens omgivelser
- En manglende evne til at erkende planternes betydning i biosfæren og i menneskelige anliggender
- En manglende evne til at værdsætte de æstetiske og unikke biologiske træk ved de livsformer der tilhører planteriget
- Den misforståede antropocentriske rangering af planter som underlegne i forhold til dyr og dermed at man gør dem til noget ligegyldigt som man ikke tager hensyn til.

Wandersee og Schussler var dybt bekymrede over den tilsyneladende mangel på repræsentation af planter i skolesystemet sammenlignet med dyr, og som en reaktion på dette besluttede de at starte kampagnen *Preventing Plant Blindness*. Siden begrebet blev defineret, har man forsøgt at se på planteblindhed igennem nye undersøgelser og diskussioner der sidenhen er blevet delt i både videnskabelige tidsskrifter og formidlet bredere til offentligheden gennem avisartikler og bøger (Allen, 2003; Nyberg & Sanders, 2014; Colon et al., 2020). Der er bl.a. blevet sat fokus på at der kan være en kognitiv bias der resulterer i en manglende opmærksomhed på planter. Der er en generel enighed om at denne kognitive bias er forbundet med menneskehjernens behandling af visuelle informationer. Vores hjerner er mere tilbøjelige til at søge efter og

registrere bevægelse, iøjnefaldende mønstre og farver i vores omgivelser end statiske objekter som f.eks. planter (Allen, 2003). Planteblindhed er vores udgangspunkt, og det kræver derfor et bevidst valg at give planterne opmærksomhed. Det samme gælder i biologiundervisningen. Her undervises der ofte ud fra et zoocentrisk verdenssyn hvor grundlæggende biologiske begreber oftere bliver forklaret ved hjælp af dyreeksempler end ved hjælp af planteeksempler. Undersøgelser har imidlertid vist at elever der introduceres for planter og botanik i en tidlig alder, er meget mere tilbøjelige til at inkludere det i deres studier senere hen (Wandersee & Schussler, 2001; Strgar, 2010; Anderson et al., 2014; Jose et al., 2019).

Planter er helt fundamentalt anderledes opbygget end dyr, så for at kunne arbejde mere indgående med botanik og andre planterelaterede emner kræver det at eleverne lærer en betydelig mængde fagspecifikke ord relateret til både plantemorfologi og planternes cellulære opbygning. Den mest almindelige tilgang for undervisere er at sikre elevernes kendskab til fagtermerne gennem klasseforelæsninger og identifikation af levende eksemplarer ved hjælp af en flora. Planteidentifikation er en meget aktiv læringsstrategi, men den forudsætter at de studerende er fortrolige med de botaniske terminologier. Traditionelt set foregår undervisningen i botanisk terminologi og identifikation gennem forelæsninger. Her gennemgår og fremhæver underviseren de vigtigste karakteristika for en art, familie eller slægt. Ofte bruges skematisk tegnede billeder til at illustrere specifikke karakterer ved en given art. Det betyder også at botanikken har en lang videnskabelig historie hvor illustrationer er blevet brugt aktivt i den botaniske praksis. Selv i dag bliver nye arter ofte tegnet for at fremhæve de vigtigste morfologiske karakterer der adskiller dem fra nærtbeslægtede arter. Den aktive brug af tegning og den dertilhørende træning i at skitsere en art er ikke længere en integreret del af undervisningen i plantebiologi, men måske er det på tide at genindføre det?

På et universitetskursus i tropisk botanik blev tegneøvelser introduceret for at hjælpe de studerende til bedre at kunne skelne og huske plantefamilier og deres særegne morfologiske træk. Efter undervisningssessionerne blev de studerende spurgt ind til hvordan de havde oplevet den aktive brug af tegning i forhold til deres læring. Det er disse mundtlige og anekdotiske tilbagemeldinger der vil blive præsenteret i denne artikel. For at forstå hvorfor tegneøvelser kan have en positiv effekt på de studerendes læring, er vi nødt til at se lidt nærmere på begrebet "art-based learning" eller på dansk "kunstbaseret læring", og hvad man ved om det. Art-based learning er et bredt begreb der dækker næsten 30 forskellige tilgange til læring (Leavy, 2017). De forskellige tilgange stammer fra forskellige videnskabelige områder, og det er derfor ikke muligt at lave én enkelt samlet definition der i tilstrækkelig grad kan dække dem alle (Hoppe, 2022). En bred vifte af kunstneriske tilgange, f.eks. håndværk og visuelle, poetiske og performative tilgange indgår i begrebet art-based

learning (Bagnoli, 2009). I dette studie har fokus været specifikt på brugen af tegning som en metode til at forbedre elevernes indlæring af botaniske termer relateret til plantemorfologi og karaktertræk der kendetegner specifikke familier og slægter. Studier viser at billeder ofte huskes bedre end ord (Fernandes et al., 2018). I et studie af Meade et al. (2018) viste de f.eks. hvordan ord blev husket bedre af testdeltagerne hvis de samtidig blev tegnet. Denne erkendelse er beskrevet af Paivio (1971) som "picture superiority"-effekten. Deres undersøgelser viste at når man tester hukommelsen på en bred demografisk gruppe og på tværs af paradigmer, er denne effekt godt understøttet. Det vil sige at den positive effekt på hukommelsen som tegning har, kan hæftes op på den dobbelt-effekt der kommer af både at se noget visuelt og samtidig høre det mundtligt (Paivio et al., 1968).

I forbindelse med undervisningsforløbet i kurset Tropisk botanik blev det afprøvet om den aktive brug af tegning i undervisningen ville være en hjælp for de studerende i deres læringsproces. Her blev det antaget at "picture superiority"-effekten og den aktive brug af tegning af planter og specifikke morfologiske karakterer ville forbedre "deep learning" hos eleverne og dermed hjælpe dem til nemmere at huske detaljerede oplysninger om planterne.

Afprøvning af tegning i botanikundervisning

Præsentationerne i undervisningen på kurset Tropisk botanik dækkede en bred vifte af tropiske plantefamilier, og det var forventet at eleverne skulle kende 120 af dem og have mere detaljeret viden om de 73 ved kursets afslutning. Undervisningspræsentationerne indeholdt både korte og præcise fakta om en slægt samt billeder af repræsentative arter. For fem af plantefamilierne blev der derudover inkluderet en tegneopgave. Inden de studerende blev præsenteret for de udvalgte plantefamilier og tegneopgaver, blev der givet en kort introduktion til botanisk tegning – eksempler vist i figur 1 og 2. Efter den generelle introduktion til tegning blev der givet en kort introduktion til den udvalgte plantefamilie, og hver familie blev derefter rundet af med en tegneopgave. Eksempler på hvordan tegneopgaverne blev præsenteret i undervisningen, kan ses i figur 3 til 5.

I forbindelse med alle tegneøvelser blev de studerende opfordret til selv at lede efter yderligere billeder af den specifikke art de ønskede at skitsere. For visse arter blev levende materiale også vist frem på holdet. Ved hver tegneøvelse skulle de studerende ikke bruge mere end 10 min. på at tegne, og de skulle være opmærksomme på at få de vigtigste morfologiske nøgletræk med for hver art. Denne type undervisning blev gentaget i tre lektioner.

I den tredje og sidste lektion blev holdet mødt med en prøve uden mulighed for forberedelse. Denne "pop-quiz" var en blanding af levende planter og billeder af arter

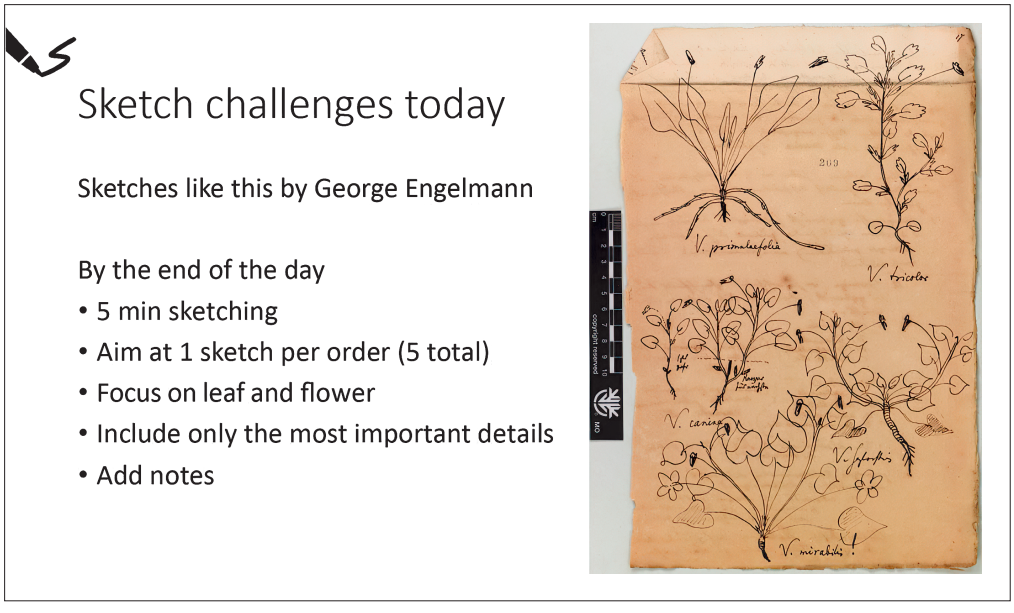
de havde mødt i undervisningen. De studerende vidste at de udstillede planter alle var fra de ordener som vi havde gennemgået i en bestemt periode, hvilket i høj grad begrænsede antallet af arter det kunne være. De studerende fik udleveret et svarark, og det var op til dem hvor specifikke de ville være i deres svar for hver plante. Svarene kunne være fra ordensniveau til artsniveau. Prøven resulterede ikke i en karakter og talte heller ikke med i de studerendes samlede karakter for kurset. Testen var udelukkende ment som en måde hvorpå eleverne selv kunne finde ud af hvilket niveau de var på. Kommentarer fra "pop-quizzen" var: "Den kan jeg godt huske! Vi tegnede den …", "Vi tegnede den … Jeg skal bare lige huske dens navn" og "Vi har helt bestemt tegnet den. Det er en xxxx".

Efter undervisningen blev de studerende spurgt ind til deres oplevelse af og holdning til at have tegneøvelser som en integreret del af undervisningen. Dette var nogle af kommentarerne: "Det var virkelig godt!", "Jeg kunne pludselig bedre forså hvad et specifikt morfologisk begreb egentlig betød, når det blev brugt til at beskrive en art" og "Dejligt at være aktiv selv". Ud over dette indeholdt den anonyme onlineevaluering også spontane specifikke kommentarer om disse lektioner: "Altid interessante og sjove timer:)" og "Nød tegneøvelserne, for de fik mig til at lægge mærke til små detaljer."

Diskussion

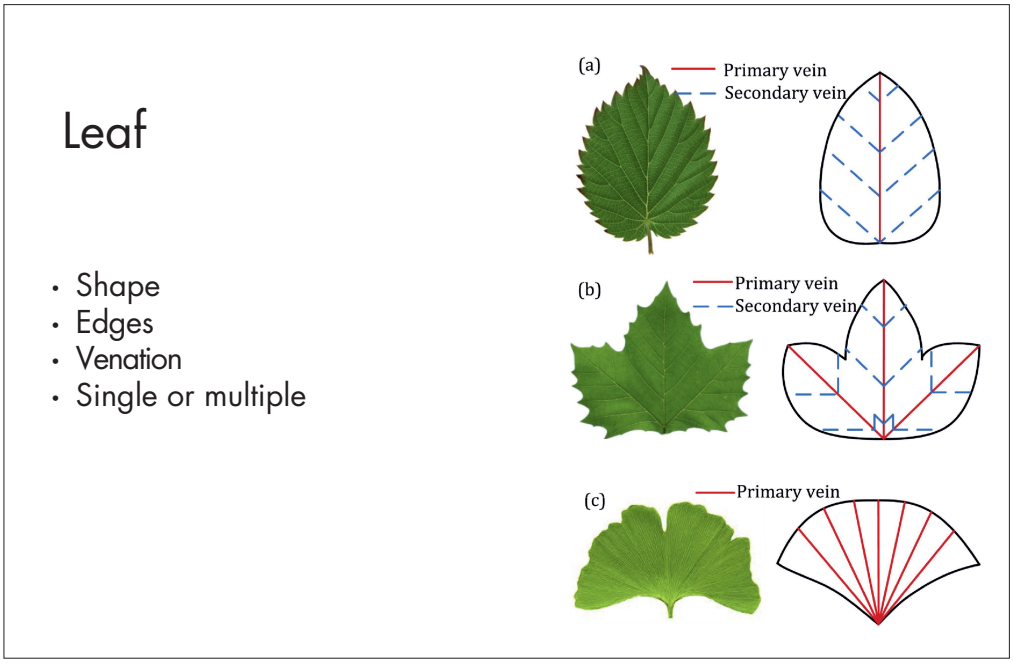
Det er i dag over 20 år siden Wandersee og Schussler lancerede deres kampagne *Preventing Plant Blindness* (1999), men det ser desværre ikke ud til at deres bestræbelser har båret tilstrækkelig frugt i den vestlige verden. Ifølge flere nye studier kræver det til stadighed vores fælles opmærksomhed at bringe planterne frem på alle niveauer i uddannelsessystemet (Jose et al., 2019; Parsley, 2020; Achurra, 2022).

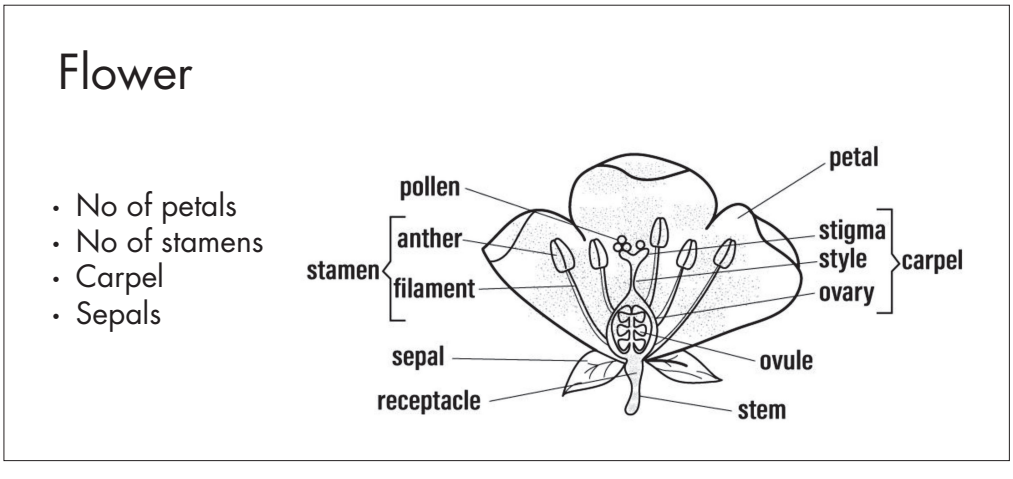
En re-introduktion af tegning som et undervisningsværktøj til at hjælpe studerende med at forstå og huske specifikke dele af det komplekse planteliv og alle de dertilhørende termer ser ud til at være en god vej frem, men det kan ikke stå alene. Ifølge de studerende selv gjorde den aktive brug af tegning det nemmere for dem at huske og forstå plantemorfologien. De var mere opmærksomme iagttagere og havde en bedre umiddelbar forståelse af nuancerne forbundet med specifikke morfologiske træk. Koblingen af tegning og mundtlige forklaringer lod også til at hjælpe dem til bedre at kunne huske termerne. Disse oplevelser flugter i øvrigt med de resultater der blev præsenteret af både Fernandes et al. (2018) og Meade et al. (2018).



Figur 1. *Introduktionsslide til tegneaktiviteterne. Det blev understreget mundtligt at opgaven ikke var at lave udsøgte og smukke tegninger, men derimod at bruge tegning som et værktøj til bedre at genkende og huske specifikke karaktertræk for en bestemt planteart/familie/slægt. Rødder blev udeladt til at begynde med for at gøre opgaven så enkel som muligt.*

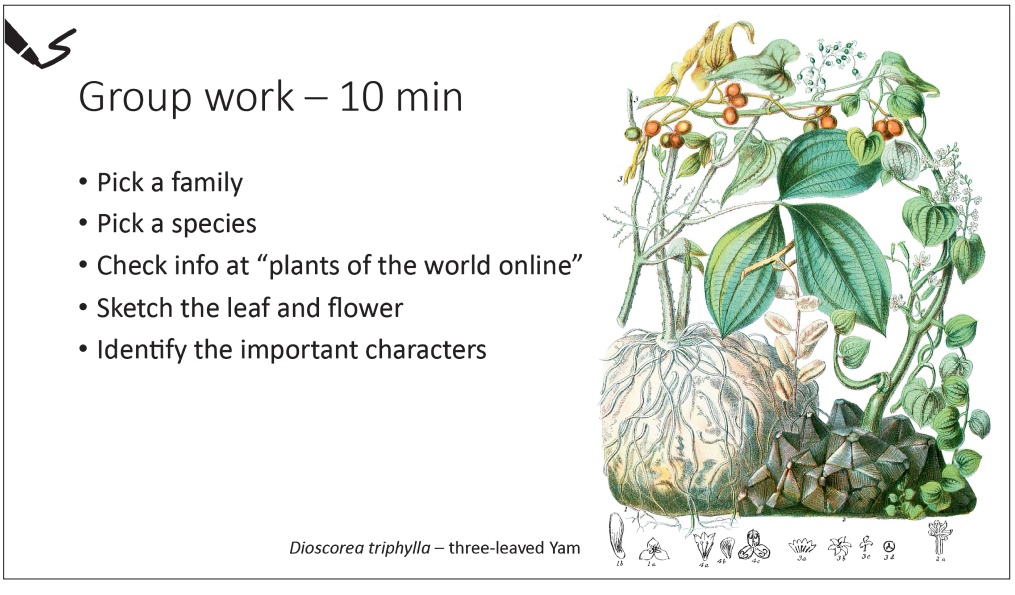
De gennemgående tilbagemeldinger på tegneopgaverne i undervisningen var overvældende positive fra alle studerende, og det var opmuntrende at se hvor godt de blev modtaget som redskab til egen læring. Fra et undervisningssynspunkt er det en meget nem og hurtig aktivitet at lave med et hold, og resultaterne ser ud til langt at overstige hvad der kunne være opnået ved den traditionelle gennemgang af termer og nøglekarakterer ved en tavlegennemgang eller præsentation. Baseret på de studerendes svar er det svært ikke at undre sig over hvorfor tegning er forsvundet som en del af biologi og botanisk undervisning på universitetsniveau gennem de sidste 10-15 år. "Picture superiority"-effekten har været kendt og velunderbygget siden 1970'erne (Paivio et al., 1968; Paivio, 1971), og når den tilmed støttes op af en lang historik for brug af botaniske illustrationer videnskabeligt, burde tegning fortsat være en integreret tilgang og et værktøj for de studerende i kurser om plantemorfologi og botanik.





Figur 2. *Uddybende beskrivelse af tegneøvelserne. Her blev der vist eksempler på blade og blomster – ikke fra et biologisk perspektiv, men fra et "hvad du skal se for at kunne tegne det"-perspektiv. Opmærksomhed og evne til at lægge mærke til specifikke morfologiske karakteristika er utrolig vigtige både i forhold til tegning men også i forhold til identifikation. Det kan være bladets overordnede form, bladkantens udformning eller hvordan bladet sidder fast på stænglen, der har betydning for hvilken art det er. Det samme gælder for blomsten. Hvordan ser kronbladene ud? Hvordan sidder de i forhold til frugtknuden? Hvor mange støvdragere er der? Er der bægerblade? Det er den type spørgsmål de studerende vil møde i deres flora når de ved hjælp af en nøgle skal identificere en tilfældig art. Det er derfor også den type spørgsmål de skal tænke over når de sidder og tegner.*

Figur 3. *Det her var den første tegneopgave de studerende fik – Araceae. Generel information om familien og dens biologi var givet forud for opgaven. Det var en individuel opgave, og et levende eksemplar fra Araceae-familien blev også taget med til undervisningen. De studerende blev opfordret til at lede efter andre arter i samme familie online før de valgte den art de gerne ville tegne.*



Figur 4. *Den næste tegneøvelse var mere åben og interaktiv for de studerende. Vi havde gennemgået de væsentligste karakteristika i ordenen Dioscoreales forud for opgaven, og de studerende måtte så frit vælge både den familie og den art de ville tegne.*

Figur 5. *Dagens afsluttende tegneopgave var Aloe vera. Denne art er verdensberømt, men de fleste kender kun dens blade. I denne tegneøvelse blev de studerende derfor opfordret til at fokusere på blomsten og dens opbygning. De blev specifikt bedt om bl.a. at registrere blomsterform, farve og hvordan de enkelte blomster sad i forhold til hinanden.*

Konklusion

Der er nødvendigt at vi på verdensplan får udbredt mere viden om planter både i samfundet generelt og især i skolerne og på de højere læreanstalter. Planteblindhed er givetvis en af forklaringerne på nogle af de udfordringer vi som samfund står over for i forhold til plantebevidsthed i dag. At forsøge at øge plantebevidstheden ved at gå igennem kunsten virker som en fornuftig tilgang, og ved at introducere kunstneriske elementer i naturvidenskab får vi mulighed for at engagere eleverne på en anden måde end ellers. Andre læringsformer i forbindelse med undervisning og formidling om planter og planteliv er stadig nødvendige, men tegning som læringsredskab giver en øget bevidsthed om planter og understøtter meget fint de studerendes evner til at lave mere indgående observationer af planternes opbygning.

Referencer

Achurra, A. (2022). Plant Blindness: A Focus on Its Biological Basis. *Frontiers in Education, 7*. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.963448

Allen, W. (2003). Plant Blindness. *BioScience, 53*(10), 926. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0926:PB]2.0.CO;2

Anderson, J.L., Ellis, J.P. & Jones, A.M. (2014). Understanding Early Elementary Children's Conceptual Knowledge of Plant Structure and Function through Drawings. *CBE: Life Sciences Education, 13*(3), 375-386. https://doi.org/10.1187/cbe.13-12-0230

Bagnoli, A. (2009). Beyond the Standard Interview: The Use of Graphic Elicitation and Arts-Based Methods. *Qualitative Research, 9*(5), 547-570. https://doi.org/10.1177/1468794109343625

Bar-On, Y.M., Philips, R. & Milo, R. (2018). The Biomass Distribution on Earth. *PNAS, 115*(25), 6506-6511. https://doi.org/10.1073/pnas.1711842115

Colon, J., Tiernan, N., Oliphant, S., Shirajee, A., Flickinger, J., Liu, H., Francisco-Ortega, J. & McCartney, M. (2020). Bringing Botany into Focus: Addressing Plant Blindness in Undergraduates Through an Immersive Botanical Experience. *BioScience, 70*(10), 887-900. https://doi.org/10.1093/biosci/biaa089

Fernandes, M.A., Wammes, J.D. & Meade, M.E. (2018). The Surprisingly Powerful Influence of Drawing on Memory. *Current Directions in Psychological Science, 27*(5), 302-308. https://doi.org/10.1177/0963721418755385

Fernando, W.G.D. (2012). Plants: An International Scientific Open Access Journal to Publish All Facets of Plants, Their Functions and Interactions with the Environment and Other Living Organisms. *Plants, 1*(1), 1-5. https://doi.org/10.3390/plants1010001

Hoppe, E.E. & Holmegaard, H.T. (2022). Art-Based Research Methods in Science Education Research: A Systematic Review of Their Prevalence and an Analysis of Their Potentials in Addressing Complex Questions. *NorDiNa, 18*(3), 323-336. https://doi.org/10.5617/nordina.9242

Jose, S.B., Wu, C.-H. & Kamoun, S. (2019). Overcoming Plant Blindness in Science, Education and Society. *Plants People Planet, 1*(3), 169-172. https://doi.org/10.1002/ppp3.51

Leavy, P. (red.) (2017). *Handbook of Arts-Based Research*. Guilford Press.

Meade, M.E., Wammes, J.D. & Fernandes, M.A. (2018). Drawing as an Encoding Tool:

Memorial Benefits in Younger and Older Adults. *Experimental Aging Research, 44*(5), 369-396. https://doi.org/10.1080/0361073X.2018.1521432

Nyberg, E. & Sanders, D. (2014). Drawing Attention to the 'Green Side of Life'. *Journal of Biological Education, 48*(3), 142-153. https://doi.org/10.1080/00219266.2013.849282

Paivio, A., Rogers, T. & Smythe, P. (1968). Why Are Pictures Easier to Recall Than Words? *Psychonomic Science, 11*(4), 137-138. https://doi.org/10.3758/BF03331011

Paivio, A. (1971). *Imagery and Verbal Processes*. Holt, Rinehart & Winston.

Parsley, K. M. (2020) Plant Awareness Disparity: A Case for Renaming Plant Blindness. Plants People Planet. 2(6):598-601. DOI: 10.1002/ppp3.10153

Strgar, J. (2010). Increasing the Interest of Students in Plants. *Journal of Biological Education, 42*(1), 19-23. https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656102

Wandersee, J.H. & Schussler, E.E. (1999). Preventing Plant Blindness. *The American Biology Teacher, 61*(2), 82-86. https://doi.org/10.2307/4450624

Wandersee, J.H. & Schussler, E.E. (2001). Toward a Theory of Plant Blindness. *Plant Science Bulletin, 47*(1), 2-9. https://www.semanticscholar.org/paper/Toward-a-theory-of-plant-blindness-Wandersee-Schussler/423bb49b16b5a6726e906ebda55273b968199d31

Den Grønne Rygrad

– Klima- og bæredygtighedsundervisning i grundskolen

Ditte von Staffeldt,
CONCITOs Klimaambassade

Rikke Hartmeyer,
Haver til Maver

Jesper Bro,
CONCITOs Klimaambassade

Synnøve Kjærland,
CONCITOs Klimaambassade

Introduktion

Det er efterhånden bredt anerkendt at uddannelse skal bidrage til en bæredygtig samfundsudvikling ved at understøtte de lærendes grønne dannelse. Elever og studerende skal tilegne sig viden om klima og bæredygtighed og erfaringer med konkret handling gennem motiverende, praksisnær og løsningsorienteret tværfaglig undervisning. Denne erkendelse har sat sit præg på den danske undervisningsverden og skabt et momentum der har skubbet gang i initiativer for styrket klima- og bæredygtighedsundervisning mange steder i uddannelsessystemet. Klima- og bæredygtighedsundervisning kan være en kompleks størrelse, og det er derfor vigtigt at de mange erfaringer fra projekter, initiativer og praksis samles op og deles, så alle elever i Danmark får mulighed for at tilegne sig viden og kompetencer inden for området.

Gennem mange år som praksisaktører har CONCITOs Klimaambassade og skolehaveforeningen Haver til Maver tilbudt undervisningsforløb, -materialer, samarbejde og sparring i forbindelse med klima- og bæredygtighedsundervisning i hele landet. Vi har gentagne gange observeret at undervisningspraksis og -projekter vedrørende bæredygtighed udfolder sig isoleret i enkelte klasselokaler, på enkelte skoler eller hos en enkelt ildsjæl i en kommunal forvaltning. I partnerskabsprojektet Den Grønne Rygrad skabes rammer for struktur og sammenhæng i grundskolens klima-/bæredygtighedsundervisning i STEM-fagene gennem en konkret metodisk tilgang. Vi samarbejder med kommuner om forankring af konkrete, kommunespecifikke indsatser der er udvalgt på baggrund af grundige kortlægninger. Formålet er at understøtte

at *alle* grundskoleelever modtager sammenhængende, motiverende og praksisnær klima- og bæredygtighedsundervisning.

Med dette bidrag vil vi give indblik i Den Grønne Rygrads metode og dele de erfaringer vi har gjort os gennem godt fire års arbejde med et bredt udsnit af danske kommuner. Resultaterne er ikke baseret på forskning, men på erfaringer fra projektudvikling, kortlægninger og kontinuerlige aktiviteter og møder med praksis på kommunalt niveau og lærer- og elevniveau. Vi ser et stort potentiale i at dele vores betragtninger som et konkret indspark til robust integrering af grøn dannelse i den danske grundskole.

Indledningsvis beskriver vi kort projektets formål, tilgang og metode, hvorefter vi vil fremhæve vores overordnede fund fra gennemgribende kortlægninger i samarbejdskommunerne for til sidst, gennem en beskrivelse af indsatsområder i kommunerne, at pege på konkrete veje til struktureret udbredelse og forankring af sammenhængende klima- og bæredygtighedsundervisning i grundskolen.

Den Grønne Rygrads formål, tilgang og metode

Den Grønne Rygrad er et pilotprojekt der, med støtte fra Novo Nordisk Fonden, gennemføres fra 2019 til 2024 i et samarbejde mellem CONCITOs Klimaambassade og skolehaveforeningen Haver til Maver. Vi samarbejder med 20 meget forskellige kommuner fra hele landet om at understøtte den motiverende, praksisnære klima- og bæredygtighedsundervisning i grundskolen. Vores hovedfokus er på STEM-fagene, dog med en anerkendelse af at klima-/bæredygtighedsundervisning bør foregå på tværs af fag og i en grad der rækker ud over både STEM og grundskolen. Afgrænsningen giver mulighed for et fokuseret og organiseret arbejde med målrettede indsatser og aktørgrupper, hvilket bl.a. giver et godt udgangspunkt for relevant vidensdeling og sparring.

Vi arbejder for at understøtte, udvikle og forankre praksisnær klima-/bæredygtighedsundervisning på en måde der harmonerer med kommunens struktur, traditioner og prioriteter. Kommunesamarbejderne i Den Grønne Rygrad tager derfor pragmatisk udgangspunkt i en konkret, men fleksibel metode der indledes med en grundig kortlægning og herefter udmønter sig i kommunespecifikke indsatser. Den Grønne Rygrad arbejder således med udgangspunkt i den lokale kontekst og lokale data og med ønsket om et langvarigt samarbejde med kommunerne.

Når samarbejdet indgås, udpeges en kontaktperson fra kommunen, som typisk er en (naturfags)konsulent fra skoleforvaltningen. Herefter arbejder vi os i fællesskab gennem faserne: kortlægning, handleplan, forankring og evaluering. Efter den årlige evaluering vedtager vi en opdateret handleplan så forankringen af Den Grønne Rygrad kan tilpasses kommunens struktur og prioriteter år for år.

Kortlægning og interviews

Kortlægningen indledes med desk research og har til formål at kortlægge både undervisningstilbud og kommunale styredokumenter der omhandler klima og bæredygtighed. Kortlægningen kvalificeres af 10-20 kvalitative interviews med relevante personer fra kommunen, fx lærere, naturvejledere, eksterne undervisningsaktører, klimakoordinatorer og skoleledere. Interviewene giver nuanceret indsigt i kommunens aktiviteter, struktur og kultur og tæt kendskab til lokale praksisaktører, som ofte viser sig at være vigtige for forankringen af indsatserne.

Den ene del af kortlægningen har således fokus på at samle og skabe overblik over de eksterne undervisningstilbud i kommunen der relaterer sig til STEM-fagene og temaerne klima, fødevarer, sundhed, energi, ressourcer og natur. Dette kunne fx være naturskoleforløb, aktiviteter på lokale museer eller muligheder for skole-virksomhedssamarbejder. Aktiviteterne præsenteres i værktøjet på Den Grønne Rygrads hjemmeside. Derudover kortlægges eksisterende politikker, strategier og kommunale indsatser og projekter for på bedst mulig vis at tegne et samlet billede af kommunens nuværende arbejde med grundskolen, klima/bæredygtighed og kombinationen af disse. Erfaringer fra kortlægningerne præsenteres i afsnit 3.

Handleplan, forankring og evaluering

Kortlægningen samles i en rapport med overblik, opsummeringer, opmærksomhedspunkter, spørgsmål og forslag til kommunale indsatsområder der ved et præsentations- og arbejdsmøde med kommunen danner udgangspunktet for valg af indsatser i samarbejdet. Der vælges typisk tre-fem indsatser pr. år i hver kommune, indsatser som på forskellig vis understøtter eksisterende projekter og praksis, udnytter oplagte samarbejdsmuligheder og synergier samt evt. består i udvikling af nye initiativer hvis kortlægningen har vist et behov for dette. Indsatserne skrives ind i en handleplan der evalueres og fornyes hvert år.

Den løbende udvikling, udførelse og forankring af indsatserne sker i samarbejde med kommunen og de øvrige relevante aktører som kommunen ønsker at inddrage. Dette sker bl.a. konkret i form af jævnlige møder med vores kontaktpersoner fra skoleforvaltningerne, besøg i naturfagsnetværkene, udvikling af forløb med de lokale, eksterne undervisningsaktører og samarbejder med fælles elevråd om styrket elevinddragelse.

Afsnit 4 rummer en nærmere beskrivelse af de mange indsatser vi samarbejder med kommunerne om.

Figur 1. *Eksempler på udvalgte indsatser i en samarbejdskommune.*

Tværgående og nationale indsatser

Ud over de enkelte kommunesamarbejder har Den Grønne Rygrad fokus på den tværkommunale erfaringsudveksling. Vi afholder netværksmøder med alle de kommunale kontaktpersoner og arbejder derudover for at koble de kommuner der arbejder med samme type indsatser og dermed på forskellig vis kan inspirere og tage ved lære af

hinanden. Den Grønne Rygrad har derudover udviklet didaktiske værktøjer, samlet en databank med 400 undervisningsmaterialer og afholdt webinarer og temamøder med det formål at udbrede viden direkte til praksis nationalt.

Vi har i løbet af projektperioden identificeret en række tendenser på tværs af kommunerne som vi i de efterfølgende to afsnit vil uddybe.

Hvad viser kortlægningerne i Grøn Rygrad-kommunerne?

Den Grønne Rygrad har kortlagt de 20 samarbejdskommuner og derudover lavet indledende kortlægninger i ca. 10 andre kommuner. Vores erfaringer fra disse kan samles i tre overordnede pointer som vi mener er væsentlige at være bevidste om hvis man ønsker at styrke arbejdet med klima-/bæredygtighedsundervisning i grundskolen.

Eksisterende praksis forholder sig til klima og bæredygtighed

Vi har kortlagt over 1.200 relevante aktiviteter i de i alt 30 kommuner. Derudover har vi kortlagt undervisningsforløb fra udbydere og undervisningsplatforme på internettet og her fundet mere end 400 frit tilgængelige undervisningsmaterialer. Der eksisterer således rigtig mange relevante aktiviteter og materialer der kan benyttes af skoler i hele landet. Som eksempler kan nævnes at langt de fleste forsyningsselskaber og genbrugspladser tilbyder skolebesøg, ligesom nærmest alle naturskoler har forløb der forholder sig til klima og bæredygtighed på forskellig vis. Virksomhedssamarbejder er udbredt mange steder, og ofte tænkes fx ressourceforbrug og cirkulær økonomi ind i de forløb der udbydes. Derudover er der mange steder sat gang i kommunale initiativer der fx skal styrke naturfagsundervisningen, elevernes grønne dannelse og brugen af åben skole. Her kan bl.a. nævnes Viborgs fælleskommunale temauger Grønne Sammen, Vejles elevstyrede klimatænketank Green Team og Jammerbugts arbejde med en ny naturfagsstrategi.

Mange af de lærere vi har interviewet i forbindelse med kortlægningerne, har stor interesse i at undervise i klima-/bæredygtighedstematikker, ligesom skoleledere ofte er meget bevidste om hvilken rolle skolen har i bæredygtighedsdagsordenen.

Vi har således oplevet at der både på skoler, blandt eksterne aktører og i kommuner er opmærksomhed på elevers grønne dannelse, og at der også mange steder er opstået initiativer og muligheder der på forskellig vis kan understøtte netop dette. Vi ser det derfor som afgørende at man er bevidst om, holder fast i og bygger videre på alt det gode der findes i forvejen.

Initiativer opstår på flere niveauer

Som det ses i forrige afsnit, opstår initiativer ofte på flere niveauer samtidig, typisk uafhængigt af hinanden. Fx bruger en lærer krudt på at drive en skolehave, eller

elevrådet har taget initiativ til en klimauge. I kommunen har klimaforvaltningen sat ressourcer af til en pulje som skoler kan søge til klimaprojekter. Samtidig planlægger den lokale naturskole måske forløb om at styrke kommunens biodiversitet gennem undervisning, og måske er politikerne i skoleudvalget i gang med at vedtage at alle skoler i kommunen skal have Grønt Flag. De forskellige initiativer kan ofte forstærke hinanden positivt. Dette kræver dog typisk at man har overblik over disse initiativer, og at man herefter arbejder aktivt og struktureret for at skabe sammenhæng og koblinger mellem dem på en afbalanceret måde der tager hensyn til både kommunale målsætninger og lokale initiativer.

Mangel på sammenhæng mellem initiativer

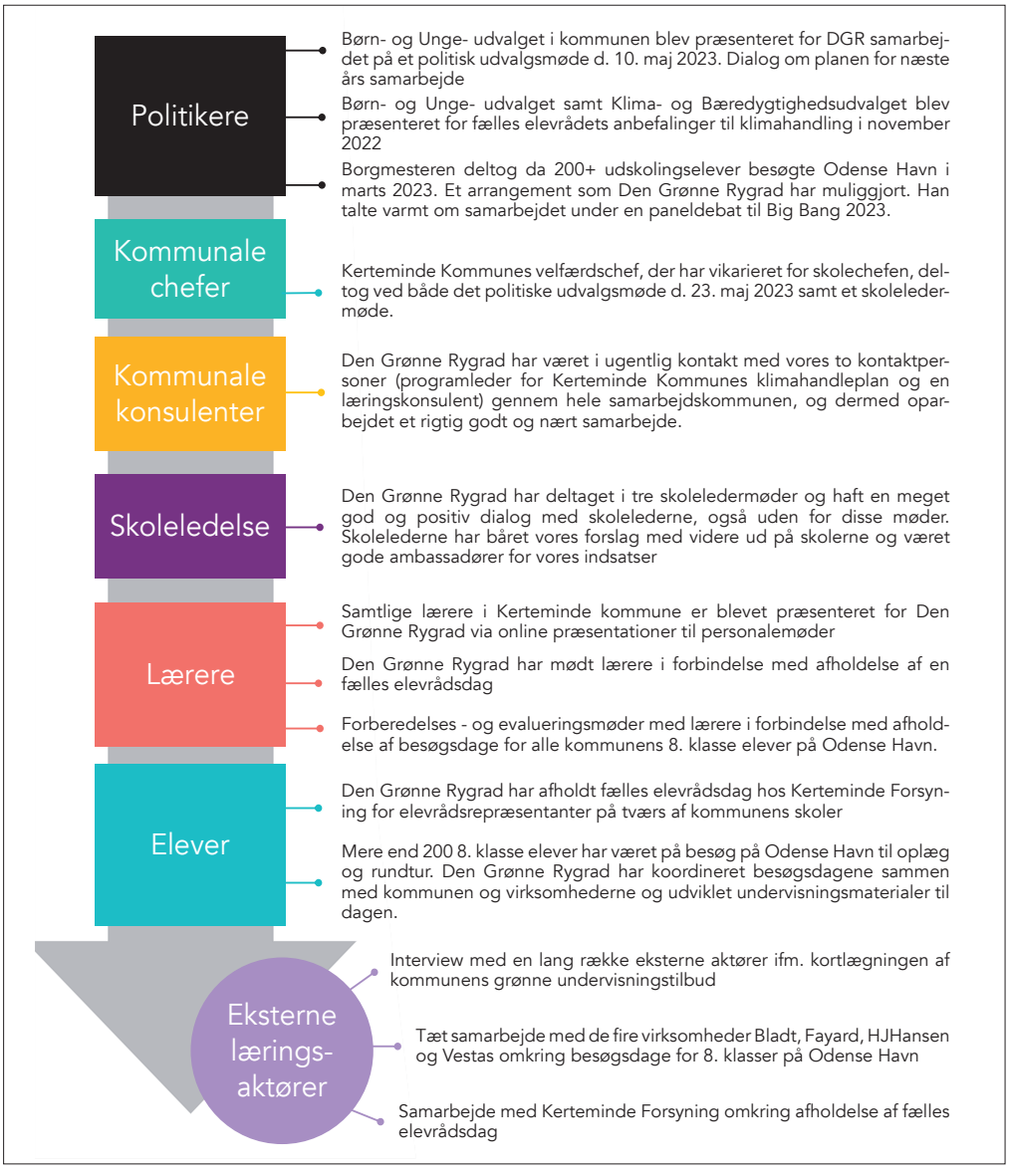
Vi vurderer at der, i de fleste kommuners tilfælde, netop mangler sammenhæng mellem de forskellige indsatser og initiativer. Vi ser det konkret i form af mangel på kendskab til initiativer på tværs af kommunen, hvor overblikket i kortlægningsrapporten har ført til ahaoplevelser i de fleste kommuner. Synergier og muligheder bliver dermed ikke udnyttet på en struktureret måde, hvilket bl.a. kan betyde at udnyttelsen af ressourcer bliver ineffektiv, og at de isolerede projekter ikke forankres og bliver sårbare over for strukturelle ændringer. Derudover betyder det at elever i kommunerne modtager klima- og bæredygtighedsundervisning i meget forskelligt omfang og af varierende kvalitet. Nogle elever undervises af lærere der brænder for klima og bæredygtighed og tænker det systematisk ind i deres undervisning, mens andre elever modtager klima- og bæredygtighedsundervisning fordi deres skole bliver inviteret med i et projekt i en kommunal satsning, hvilket betyder at skolen som helhed indgår i aktiviteter af relevans for klima- og bæredygtighedsområdet. Klima- og bæredygtighedsundervisning er dog ofte begrænset og tilfældigt udbredt, hvilket betyder at den grønne dannelse endnu ikke er bredt understøttet på landsplan.

Hvor kan man sætte ind? Indsatser i Grøn Rygrad-kommunerne

I alle de kommuner Den Grønne Rygrad samarbejder med, er der en bevidsthed om bæredygtighedsdagsordenen, men det er forskelligt fra kommune til kommune hvor langt man er i arbejdet med at understøtte, udvikle og udbrede praksisnær klima- og bæredygtighedsundervisning. I nogle kommuner er der et utal af åben skole-aktiviteter der relaterer sig til klima og bæredygtighed, måske endda med tilskud til transport, mens der i andre kommuner nærmest ingen muligheder er for at komme uden for skolens matrikel.

Uanset hvor en kommune er, oplever vi at overblikket fra Den Grønne Rygrads kortlægning giver gode forudsætninger for at udvælge og understøtte konkrete indsatser der sikrer sammenhæng og fokus. Vores oplevelse er at sammenhæng på tværs

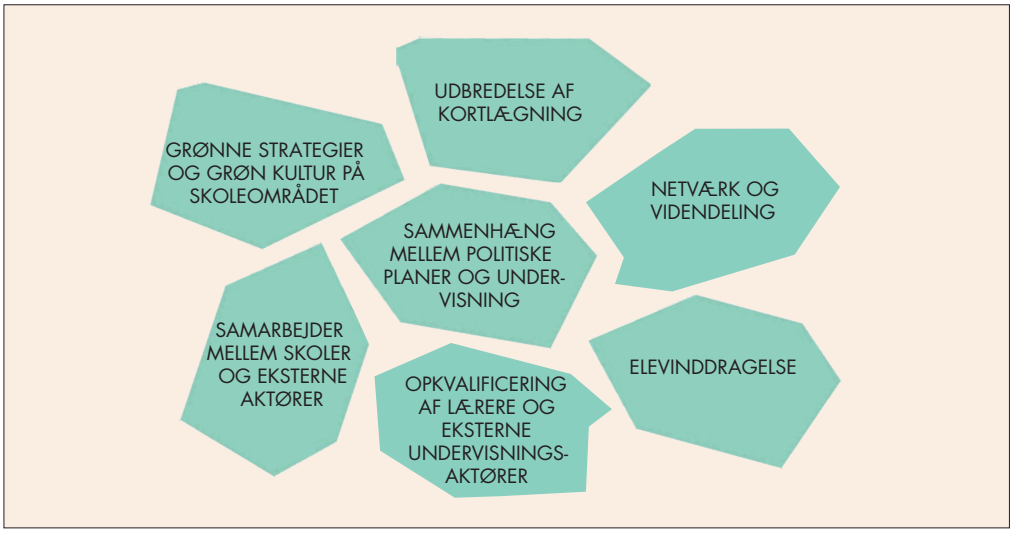
af aktører og niveauer i kommunen – fra politikere til elever og omvendt – er afgørende for en robust og ressourceeffektiv implementering. Derfor kan man sætte ind de steder i denne aktørkæde hvor kommunen har et særligt behov. I nogle kommuner betyder det at man bør arbejde målrettet med udvalgte aktører, og andre steder med indsatser på tværs af aktørkæden. Samarbejdet med Kerteminde Kommune viser fx hvordan forskellige større og mindre indsatser kan indarbejdes på de fleste niveauer, som det ses i figur 2.



Figur 2. *Eksempel på kommunesamarbejde (Kerteminde Kommune). Indsatser på flere niveauer.*

Syv indsatsområder i Den Grønne Rygrad

En lang række konkrete indsatser er blevet udvalgt, beskrevet og gennemført i samarbejde med de 20 kommuner. Langt størstedelen af disse indsatser grupperer sig under syv hovedområder som beskrives nedenfor.



Figur 3. *De mest udbredte indsatsområder i Den Grønne Rygrads kommunesamarbejder.*

- Grønne strategier og grøn kultur på skoleområdet:
  Mange kommuner har et ønske om at formulere en strategi på naturfagsområdet eller har allerede én liggende som skal revitaliseres. Ved at indarbejde et fokus på klima og bæredygtighed, åben skole og/eller praksisnærhed kan kommunen understøtte at skoler og lærere har et politisk ophæng der legitimerer prioriteringen af klima-/bæredygtighedsundervisning som en kerneopgave.

- Netværk og vidensdeling:
  Lærernetværk på tværs af skoler, netværk mellem eksterne aktører eller andre kanaler til vidensdeling er i mange kommuner et oplagt sted at integrere et fokus på udvikling og understøttelse af klima- og bæredygtighedsundervisning blandt kommunens grundskoler. Gennem den dialog og erfaringsudveksling der kan opstå i et netværk, kan både udfordringer og gode idéer deles, hvilket der i høj grad er behov for i forbindelse med udviklingen af en relevant og robust klima-/bæredygtighedsundervisningspraksis.

- Samarbejde mellem skoler og eksterne aktører:
  Åben skole-aktiviteter kan sikre at klima-/bæredygtighedsundervisning bliver koblet til virkelighedsnære, håndgribelige oplevelser og eksempler. Men besøg

hos eksterne aktører bliver ofte nedprioriteret, bl.a. fordi det kan være besværligt at få planlagt. Et fokus på stærke samarbejder, forventningsafstemning og dialog mellem eksterne aktører og skoler kan bidrage til både relevante forløb/besøg, langvarige bæredygtige traditioner og nye input der kan løfte og inspirere klima-/bæredygtighedsundervisningen.

- Udbredelse af kortlægning:
  Én ting er at danne sig overblik over hvad der findes af tilbud og aktiviteter i de enkelte kommuner. Noget andet er at sikre at alle involverede præsenteres for dette overblik og har løbende adgang til det. Den Grønne Rygrad præsenterer alle kommuneoverblik på projektets hjemmeside og har i flere tilfælde udviklet fysiske plakater der kan skabe synlighed på lærerværelser og kommunale kontorer. Gennem workshops med lærere og eksterne aktører kan kortlægningen sættes i spil og danne grundlag for udveksling af konkrete erfaringer.

- Kobling af politiske planer og undervisning:
  I netop disse år er alle danske kommuner i gang med et omfattende arbejde for at imødekomme de klimamål der er sat i Parisaftalen. Dette udmønter sig i konkrete klimahandleplaner som formuleres og godkendes i regi af DK2020-programmet. Mange kommuner har allerede set potentialet i at skrive borgernes adfærd og dannelse ind i disse planer, og vi vurderer at der i alle kommuner er potentiale for at tværforvaltningssamarbejde, fx mellem skoleforvaltningen og teknik- og miljøforvaltningen, kan bidrage til at løfte opgaven med grøn dannelse og klima-/bæredygtighedsundervisning.

- Opkvalificering af lærere og eksterne undervisningsaktører:
  Trods det store momentum og det store fokus der i disse år er på klima/bæredygtighed i undervisningen, er der stadig behov for at videreudvikle og forbedre praksis. Klima-/bæredygtighedsundervisning kræver nye didaktiske værktøjer og et fokus på kompetenceløft af lærere og eksterne undervisningsaktører så disse har de bedste betingelser for at undervise eleverne i grundskolen. I Den Grønne Rygrad har vi i nogle kommuner samarbejdet om workshops og udbredelse af materialer og værktøjer der på forskellig vis understøtter opkvalificering af lærere, afstemt efter lokale behov.

- Elevinddragelse:
  Der er stor interesse for at gennemføre projekter og etablere rammer der tillader højere grad af elevinddragelse i forbindelse med klima og bæredygtighed. Dette både som en del af undervisningen og via demokratiske strukturer, fx elevråd,

fælleskommunale elevråd eller dedikerede ungeklimaråd. Den Grønne Rygrad understøtter det i flere kommuner, både gennem konkret gennemførelse af inddragelsesprocesser med elever og ved at facilitere tværkommunal sparring og erfaringsudveksling.

I Den Grønne Rygrad har vi således i høj grad planlagt og gennemført indsatser med praksis inden for disse syv områder, hele tiden med en generel opmærksomhed på at skabe overblik og sammenhæng på tværs i kommunen. Indsatsområderne giver en god indikation på hvad der generelt er behov for for at understøtte forankringen af motiverende og sammenhængende praksisnær STEM-undervisning om klima og bæredygtighed i grundskolen.

Afrunding

Formålet med dette bidrag har været at give indblik i Den Grønne Rygrads metoder og erfaringer – med henblik på at inspirere både kommunale aktører, undervisere, forskere og andre der ønsker at understøtte udbredelse og forankring af klima-/bæredygtighedsundervisning. Vores klare oplevelse er at den lokalt tilpassede tilgang kan understøtte at synergier og potentialer i det der allerede eksisterer, udnyttes bedst muligt til hurtig grøn omstilling af grundskoleområdet. Gennem kortlægninger sikres overblik, sammenhæng og struktur, og blinde vinkler og behov for udvikling af nye indsatser bliver synliggjort. Det længerevarende forpligtende samarbejde mellem kommunen og Den Grønne Rygrad som ekstern partner og ressource sikrer fremdrift, forankring og et fastholdt fokus over tid. For at et sådant samarbejde skal fungere, er der behov for en stabil kontakt og en prioritering fra kommunens side.

Vores overordnede budskab er dermed at styrket klima-/bæredygtighedsundervisning i de danske grundskoler ikke bør baseres på en masse nye projekter, men på at få overblik over og holde fast i det der virker, holde fokus over tid og tilføre nyt hvor der er et reelt behov. Derfor mener vi det er afgørende at man tager sig tid til at undersøge hvad der allerede er i gang, samt hvilke kompetencer man har i en kommune, i et lærerteam osv. Det kan understøtte hurtig handling at sætte skub i et klima-/bæredygtighedsfokus via kendte kanaler og aktører som på den anden side samtidig kan agere anker for en langvarig og dyb transformation.

Et længerevarende, fastholdt fokus sker dog i de fleste tilfælde ikke af sig selv da der er mange andre dagsordener og økonomiske prioriteter der presser sig på i de danske kommuner og skoler. Det er derfor en styrke at tilføre faste midler til at prioritere indsatsen internt i kommunen og fx have tilknyttet eksterne kræfter, der kender kommunen godt, til at hjælpe med at fastholde fokus over tid.

Aktuel analyse

I denne sektion tages aktuelle problemstillinger i relation til matematik- og naturfagsdidaktik op til analyse og diskussion. Teksterne gennemgår ikke peer review, men skal være saglige, analytiske og argumenterende. Kontakt gerne redaktionen med idéer til indhold på mona@ind.ku.dk.

Behov for et tydeligt teknologibegreb

– om teknologi og teknologisk dannelse i STEM

Keld Nielsen,
Aarhus Universitet

Lykke Brogaard Bertel,
Aalborg Universitet

Pernille Kaltoft,
Undervisningsministeriet
og HTX Holbæk

Martin K. Sillasen,
NAFA og VIA UC

Abstract: *Der er en voksende erkendelse af, at teknologisk udvikling øger kompleksiteten i verden. Teknologi er en af de stærkeste kræfter der former samfundets udvikling. Det er nødvendigt at udvikle undervisning som fører til teknologisk dannelse – en bred forståelse af teknologi og teknologiens rolle i samfundet. Men fagligt og didaktisk er teknologi fortsat langt fra veletableret som STEM-område i grundskolen. Denne udfordring er taget op i en række lande, og der er behov for at vi i Danmark også gør det. I denne aktuelle analyse peger vi på en række nationale forhold der spiller en rolle, ligesom vi giver en række eksempler på beskrivelser af teknologi og teknologisk dannelse i undervisningskontekst.*

Indledning

STEM er på vej ind i grundskolen og læreruddannelserne. Efter alt at dømme vil STEM-begrebet fremover få en stadig vigtigere rolle i udviklingen af naturfagene og matematik. Med stor sandsynlighed – og en vis forsinkelse – vil noget tilsvarende ske i ungdomsuddannelserne.

Som et samlende didaktisk og overfagligt begreb kan STEM blive grundlaget for en styrket og fagligt integreret indsats på de fire områder. Det er en styrke ved STEM at de fire faglige områder indholdsmæssigt har masser af fælles gods og tætte relationer, men på vejen mod en STEM-didaktik er det samtidig en udfordring at de indbyrdes har forskellig faglig status. To af områderne (naturfag og matematik) er veldefine-

rede fag, mens de to andre (engineering og teknologi) p.t. er noget andet end fag og er mindre velkendte.

Engineering er, efter flere års indsats i bl.a. projektet *Engineering i skolen* på vej til at blive etableret som en aktivitet med en tydelig didaktisk profil. Mange naturfagslærere er efteruddannet inden for området, og der er udarbejdet undervisningsmaterialer på grundlag af en sammenhængende didaktik hvor internationale forskningsresultater er blevet udnyttet og tilpasset danske forhold (Auner et al., 2022; Sillasen et al., 2018). Hvert år holdes velbesøgte events som fx Engineering Day. Der er netop iværksat et større fondsstøttet projekt som vil introducere engineering på 25 gymnasier (Engineer the Future, 2023).

Men området teknologi er nærmest usynligt. Hverken indholdsmæssigt eller didaktisk er det velbeskrevet i grundskolen, i erhvervsuddannelserne eller i det meste af gymnasiet. På HTX, teknisk gymnasium, er situationen dog anderledes. Det vender vi tilbage til.

I denne artikel argumenterer vi for at der eksisterer et påtrængende og hurtigt voksende behov for at vi i undervisningssammenhæng må udvikle en generel og didaktisk anvendelig beskrivelse af fænomenet 'teknologi'. Vi mangler et teknologibegreb som dels beskriver de væsentligste sider af teknologien som et udbredt og helt uundværligt fænomen i kultur, samfund og eksistens, dels er robust nok til at danne grundlag for teknologirelateret undervisning hele vejen fra indskoling til og med ungdomsuddannelserne.

Og selvom vi her finder det hensigtsmæssigt at tage udgangspunkt i STEM-fagligheder, mener vi at med de teknologiske udfordringer verden står over for, så er det nødvendigt at et teknologibegreb også udformes så det er relevant for en bredere vifte af fag. Fag som fx håndværk & design, samfundsfag, mediefag, historie og sprog kan og må bidrage til elevernes teknologisk dannelse. Et teknologibegreb skal altså – ud over at konkretisere T'et i STEM – også have 'form som et T': Vertikalt strækker det sig gennem hele uddannelsessystemet, horisontalt rækker det ud i mange fag.

Hvorfor haster det med at formulere et teknologibegreb?

Mere end nogensinde før er der behov for en undervisning som sætter eleverne i stand til at forholde sig både kritisk og skabende til fremtidens teknologiske udvikling, som vi må forvente vil byde på store forandringer, komplicerede diskussioner og et utal af teknologiske og værdimæssige kompromisser.

Teknologi har altid udgjort en basis for menneskers udvikling af samfund, kultur og velstand. Men brug af teknologi har mange sideeffekter, og vi er nu i en situation hvor århundreders brug af teknologi ikke bare har skabt fremskridt, men også store problemer. Det er nødvendigt at undervisning der giver eleverne mulighed for at blive

kritiske, reflekterende, indgribende og nytænkende i forhold til teknologi, får en solid plads i undervisningen i grundskolen. Mega-udfordringer som ressourcespild, klimaændringer, forarmelse af naturen, biodiversitetskrise, fødevarekvalitet og sundhed skal overskues og adresseres.

Der er behov for en bred forståelse af teknologi når der skal arbejdes med teknologisk dannelse i skolen, og et teknologibegreb der omfatter både analoge og digitale teknologier.

I de sidste 20-30 år er der sket en voldsom og meget synlig udvikling af personlige, digitale teknologier på områder som kommunikation, kontrol, dataindsamling og databehandling. Samtidig digitaliseres de 'gamle' teknologier i vid udstrækning, og digitale komponenter har nu stor betydning for den måde teknologier der tidligere var rent analoge, udvikler sig og anvendes på. I dannelsessammenhæng er arbejdet med digitale aspekter af teknologi derfor et vigtigt perspektiv, men ikke det eneste. Mange af de teknologiskabte udfordringer vi står over for, skyldes brugen af omfattende teknologier der er knyttet til bl.a. energi, transport, bolig, landbrug, medicin og produktion. Sådanne teknologier er i kraft af deres lange udviklingshistorie, deres kompleksitet og systemnatur anderledes at arbejde med, analysere, reflektere over og påvirke end fx personlige teknologier og dedikerede devices (Nielsen & Sillasen, 2020b).

Vi omtaler nedenfor nogle internationale og nationale initiativer som er relaterede til behovet for teknologisk dannende undervisning i STEM-sammenhæng.

Internationale initiativer rettet mod teknologisk dannelse

I en række lande arbejdes der på at etablere en bedre og – med et dansk udtryk – dannende undervisning i teknologi.[1] Vi omtaler her et udpluk.

Teknologi og engineering integreres i science-undervisningen i USA

Den omfattende revision af science-undervisningen i flertallet af amerikanske delstater, som går under navnet Next Generation Science Standards (NGSS), er tidligere omtalt i *MONA* (Evans & Horst, 2012). Siden introduktionen i 2013 har 44 delstater indført nye læreplaner der bygger på en stærkt revideret opfattelse af hvad der er vigtigt i science-undervisning. 20 af disse stater bruger en fælles beskrivelse af NGSS, mens de øvrige 24 benytter NGSS som udgangspunkt for nye læreplaner.[2]

I NGSS er engineering og teknologi indført som fagligheder på niveau med de klassiske naturvidenskabelige fag fra børnehaven til 12. klasse. I de specifikke undervis-

1 I forbindelse med engelsksproget litteratur har vi oversat 'technological literacy' til 'teknologisk dannelse'.
2 Se listen over stater, der har adopteret NGSS, her: https://www.copeinc.org/docs/State-Adoptions.pdf.

ningsmål er teknologisk dannelse skrevet ind med den begrundelse at nutidens store teknologiske forandringer giver nye livsbetingelser og dermed stiller nye generelle krav til science-uddannelserne. Forfatterne til den overordnede NGSS-tekst skriver:

> "[Vi har] fremhævet de grænser for vækst som sættes af samfundet og af naturen, og som indeholder begrænsede mængder af visse ikke-genanvendelige ["non-renewable"] ressourcer. [... Det] peger frem imod nye krav til science-uddannelse som sætter børn i stand til at forberede sig på en verden hvor teknologiske forandringer, og deres efterfølgende påvirkning af samfundet og naturens ressourcer, vil fortsætte i stigende tempo." (National Research Council, 2013, s. 443, vores oversættelse).

Ligeledes i USA, og foranlediget af NGSS, har den toneangivende organisation International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA) udgivet en rapport med detaljerede overvejelser over hvad teknologisk dannelse er, hvorfor det er en nødvendighed, og hvad det har af konsekvenser for undervisningen (ITEEA, 2022).

Den nye rapport bygger på en række tidligere rapporter fra samme organisation. Den foregående hed *Standards for Technological Literacy* (ITEA, 2007) og satte et signifikant internationalt aftryk. Siden udgivelsen af 2007-rapporten har ITEA tilføjet 'Engineering' til sit navn, og den nye rapport hedder *Standards for Technological and Engineering Literacy: The Role of Technology and Engineering in STEM Education*, forkortet til STEL.

STEL-rapporten fastholder og præciserer meget af indholdet i 2007-rapporten, herunder en række pointer om hvad teknologi er, og hvordan man kan behandle det i en undervisningssammenhæng. Indholdet er tidligere omtalt i *MONA* (Nielsen & Sillasen, 2020b).

Det mest iøjnefaldende nye ved STEL er at engineering og teknologi konsekvent behandles sammen så der opereres med 'technological literacy' og 'engineering literacy' som sidestillede begreber i STEM-sammenhæng.

STEL-rapporten understøtter dermed den kombination af science, engineering og teknologi som karakteriserer NGSS-revolutionen af amerikansk naturfagsundervisning. Sammensmeltningen af engineering og teknologi er foranlediget af filosofien i NGSS, hvor den giver god mening fordi både teknologi og engineering er skrevet specifikt og tydeligt ind i de nye læreplaner. Så langt er vi ikke i Danmark, og grundlaget for at diskutere en sådan kombination i dansk sammenhæng er indtil videre for luftigt. Derfor – og af pladshensyn – behandler vi ikke kombinationen yderligere i denne artikel.

Derimod er det stærkt relevant at se på de begrundelser for at styrke dannende undervisning på de to områder som fremføres i STEL-rapporten. Som udgangspunkt slår rapporten fast at 'technological literacy' bliver mere og mere nødvendigt fordi:

- Verden bliver mere og mere kompleks på grund af teknologiens udvikling
- Teknologi er en af de stærkeste kræfter der former samfundets udvikling
- Alt hvad vi køber og bruger, er et resultat af engineering- og teknologiprocesser.

Samtidig, fortsætter rapporten, har brug af teknologi også uforudsete og utilsigtede konsekvenser. Derfor er det vigtigt at alle borgere har viden om fx design-parametre, fremstillingsprocesser, bæredygtighed og produkters livscyklus. Borgerne skal forstå sammenhængen mellem de teknologiske valg de træffer, brugen af teknologi og konsekvenserne af denne brug.

Derfor rækker formålet med undervisningen langt ud over at opfylde behovet for arbejdskraft i STEM-professionerne. Det betyder samtidig at den rolle man tidligere har tillagt teknologi i STEM-sammenhæng ofte har været defineret for snævert. Det gør STEL-rapporten op med (ITEEA, 2022, preface og s. 1-4). Målet med at forny undervisningen er at

> "uddanne mennesker som har en bred, begrebsbaseret forståelse af teknologi og teknologiens rolle i samfundet, så de er i stand til at være aktive borgere i den teknologiske verden og indsigtsfulde ["careful"] skabere og brugere af teknologi." (ITEEA, 2022, s. viii, vores oversættelse).

Delphi-processer rettet mod teknologiundervisning

I Holland, Finland, Japan og USA gennemføres for tiden et større samarbejdsprojekt rettet imod at "identificere nuværende og kommende tendenser og udfordringer for teknologiundervisning" (Niiranen et al., 2022, s. 2).

I tre af landene omfatter projektet at man har spurgt lærere og forskere og andre relevante personer til råds gennem en såkaldt Delphi-proces.[3] Baggrundene for og resultaterne fra undersøgelserne i de tre lande var meget forskellige, og af pladshensyn er det ikke muligt at give et fuldt resumé. Derfor fremhæves her blot nogle få hovedpunkter.

Et gennemgående tema er at mange af de udfordringer der er blevet identificeret gennem de tre Delphi-processer, udspringer af det skift i forståelsen af målet for undervisning i teknologi som også dominerer STEL-rapporten: Hvor målet tidligere var gennem et håndværksbaseret fag at give 'skills' på teknologiområdet, er der nu behov for en undervisning som er rettet mod teknologisk dannelse.

3 I Danmark er der for nylig gennemført en Delphi-proces for at afdække og beskrive behov for udvikling på naturfagsområdet. Man kan læse om processen og resultaterne i Dolin, Krogh & Petersen (2022).

Af mere konkrete udfordringer peges der bl.a. på følgende. I USA (Moye et al., 2020):

- Behov for mere interdisciplinær, projektbaseret undervisning
- Behov for en afklaring af rollen for engineering og teknologi i STEM-undervisning
- Behov for opdatering af læreplaner med afklaring af hvad det er der skal undervises i – også i STEM-sammenhæng.

I Belgien (Ardies & de Vries, 2022):

- Bedre uddannelse af undervisere i teknologi
- Flere lærere uddannet i STEM-undervisning
- En ny vision for STEM-undervisning, herunder en modernisering af læreplaner
- Mere projektbaseret og undersøgelsesbaseret undervisning med praktisk relevans
- Gentagne forløb med design-cyklusser af voksende kompleksitet
- Mere multidisciplinær undervisning, herunder integreret STEM-undervisning.

I Finland (Niiranen et al., 2022):

- Målet med undervisning i teknologi er uklart, og der er behov for en definition på nationalt niveau.
- Undervisningen bør udvikles væk fra den håndværksmæssige tradition og i nye retninger.

Resultaterne for Japan er ikke offentliggjort endnu.

Danske forhold som understreger behovet for et tydeligt teknologibegreb

Samtidig med disse signifikante udenlandske initiativer peger vi her på en række forhold som vi mener aktualiserer behovet for mere tydelighed for T'et i STEM – eller som har været velkendte et stykke tid, men bør spille en vigtig rolle i en løsning.

Planer om opprioritering af teknologi på STX og HF

I september 2022 publicerede Danske Gymnasier (DG) politikpapiret *Opprioritering af teknologi på stx og hf* (Danske Gymnasier, 2022).

I papiret skelnes der mellem 'digital teknologi' og 'teknologi i bred betydning'. DG ønsker en indsats på begge områder. Om begrundelsen for at arbejde med det brede teknologibegreb skriver DG:

> "Den teknologiske udvikling er tæt knyttet til udviklingen af de menneskelige livsvilkår, og teknologi er blevet et afgørende element i løsningen af store samfundsproblemer som f.eks. klimaforandringer, fødevareudvikling og sundhed. Dermed kan teknologi ikke isoleres til det naturvidenskabelige og tekniske område; det er blevet en del af vores samfund og kultur.

> Som konsekvens heraf er teknologiske kompetencer ikke alene relevante for de elever, der vælger en naturvidenskabelig videregående uddannelse. Det er blevet relevante kompetencer for alle. Derfor anbefaler Danske Gymnasier, at teknologi får en central placering i arbejdet med elevernes almendannelse og studieforberedelse på stx og hf".

DG gør opmærksom på at en sådan opprioritering af området vil stille nye krav til gymnasielærernes kompetencer, og at der vil følge både en efteruddannelses- og en uddannelsesopgave med.

DG nævner også tværfaglig undervisning som rækker over alle tre fakulteter, hvilket er i overensstemmelse med forståelsen på bl.a. HTX og åbner for mere generelle tanker om undervisning der inddrager samspil mellem teknologi, samfund, kultur og livsvilkår.

Teknologiforståelse er på vej ind i grundskolen

I anerkendelsen af behovet for et øget fokus på digitale kompetencer i grundskolen, har der i perioden 2018-2021 været eksperimenteret med forsøgsfagligheden teknologiforståelse som selvstændigt fag og integreret i eksisterende fag.

Fagets genstandsområde defineredes således: "Digital teknologi benævner det potentiale, som eksisterer i en digital teknologi som materiale, der indgår i konstruktion af et artefakt. Her vurderes altså særligt teknologiens potentiale som materialitet for en formålsrettet intentionalitet." (Undervisningsministeriet, 2018, s. 5; Wagner & Iversen, 2020, s. 31), og der er således særligt fokus på design og konstruktion af, og kritisk refleksion over, digitale artefakter og deres indflydelse på mennesker og samfund.

Det er endnu uvist hvordan teknologiforståelse endeligt integreres i grundskolen, men det er centralt at der på tværs af fag arbejdes med og undervises ud fra et tydeligt teknologibegreb som kan rumme både digitale, analoge og systemiske aspekter af teknologi (Nielsen & Sillasen, 2020a; Petersen, 2020). Et sådant begreb bør både anerkende det særegne ved arbejdet med design og konstruktion af nye digitale artefakter (fx ved at benævne dette 'informatik' (Caspersen, 2021)) men samtidig, som STEL-rapporten angiver, også bidrage til en "bred, begrebsbaseret forståelse af teknologi (og teknologiske systemer) og deres rolle i samfundet."

Engineering er på vej ind i grundskolen og gymnasiet

Det er forventningen at engineering-aktiviteter vil blive mere almindelige både i grundskolen og i gymnasiet. Der er derfor behov for en didaktisk anvendelig beskrivelse af forholdet mellem undervisning baseret på et bredt teknologibegreb og engineering som beskæftiger sig med design, udvikling og analyse af teknologier og teknologiske systemer (Pleasants, 2020). Udgangspunktet må være at teknologi er

et langt mere omfattende fænomen end engineering: Alle der beskæftiger sig med engineering, beskæftiger sig med teknologi, men ikke alle der beskæftiger sig med teknologi, er involveret i engineering. Samtidig er engineering en helt essentiel aktivitet i frembringelse, fornyelse og tilpasning af teknologi. Vi håber at kunne vende tilbage til emnet i en senere artikel.

Mangel på et overordnet teknologibegreb for grundskolens naturfag?

Styrelsen for Undervisning og Kvalitet (STUK) har for nylig udarbejdet et dokument om *Teknologi i naturfagene* (2022). Dokumentet er tænkt som en afklaring af forholdene i grundskolen.

STUK konstaterer korrekt at "Det kan være en hjælp at have en dybere forståelse af teknologibegrebet i naturfag, hvis I som lærerteam ønsker at arbejde med fællesfaglige fokusområder, der lever op til kriteriet om at inddrage elevernes arbejde med teknologi." STUK afstår dog fra at definere et teknologibegreb og nøjes med at konstatere at der er uklarhed om ordet teknologi i grundskolen: "I naturfagsundervisningen er viden om og forståelse af teknologi ikke det samme som i forsøgsfagligheden teknologiforståelse". STUK skriver at der i dokumentet ikke er tale om "en endegyldig definition af begrebet teknologi."

Men det er problematisk at der så må arbejdes ud fra mere lokale fortolkninger af hvad teknologiundervisning skal fokusere på. Ikke mindst i et overgangsperspektiv hvor undervisere på ungdomsuddannelserne (og de videregående uddannelser) således ikke ved hvad eleverne har med sig.

Teknologisk dannelse bliver udviklingstema i Naturfagsakademiet NAFA

Som led i udviklingen af naturfagsundervisningen på læreruddannelserne og i grundskolen udpeger NAFA en række faglige temaer der arbejdes med et år ad gangen. Det tredje tema, der skal arbejdes med i skoleåret 2024/25, er 'teknologisk dannelse i naturfag'. NAFA har planlagt en proces der skal føre til en beskrivelse af et bredt teknologibegreb samt mål og indhold for en teknologisk dannende undervisning.

Opsummering af den danske situation

Sammenfattende ser det ud til at udviklingen i Danmark har de samme overordnede træk som i de tidligere omtalte lande (Finland, Holland, USA): Der er behov for at formulere en samlet 'T-formet' teknologibeskrivelse (med vertikal progression og horisontal anvendelighed i mange fag) der kan danne grundlaget for en re-didaktisering af området og omfatter teknologiundervisning:

- i forbindelse med STEM som kan integreres i andre fag og fagområder
- som kan give eleverne teknologisk dannelse.

Men der er usikkerhed om formuleringen af de overordnede mål for undervisningen, og der mangler en tydeligere beskrivelse af teknologibegrebet, herunder hvordan man griber undervisningen an i en STEM-sammenhæng.

Teknologi som fag, i fag og som fællesfagligt paraplybegreb

De følgende bemærkninger er et forsøg på at bidrage til en diskussion om hvordan vi i fremtiden, i grundskole og gymnasium, kan forstå, beskrive og behandle T'et i STEM-undervisning og – som en del heraf – T'ets forhold til de andre tre STEM-fagligheder og til den øvrige fagrække.

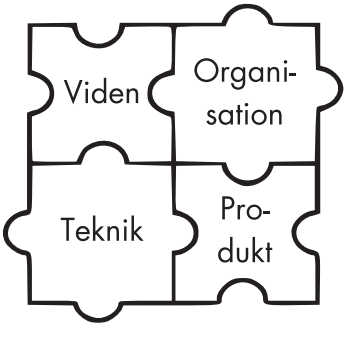
Inden vi præsenterer nogle foreløbige tanker om hvad der kan indgå i en sådan beskrivelse, omtaler vi tre forhold som vi mener bør indgå i overvejelserne om et kommende teknologibegreb.

1: Teknologi er allerede et selvstændigt fag på HTX

Helt uden for den internationale litteraturs fokus findes i Danmark en gymnasial uddannelse, HTX, som gennem sin 40-årige eksistens har haft teknologi, engineering og teknologisk dannelse som sit omdrejningspunkt. På HTX er teknologi – som fænomen – omdrejningspunkt for dannelsen i en række fag. Arbejdet med teknologi er baseret på PBL (problembaseret læring) (Larsen, 2020; Kaltoft, 2021).

Vi har således fire årtiers erfaring med undervisning på dette område som nu tiltrækker sig mere og mere opmærksomhed, men indtil videre har disse essentielle erfaringer ikke vakt større opmærksomhed i de øvrige dele af det danske uddannelsessystem.

Historisk har HTX-uddannelsen hvilet på et specifikt teknologibegreb udviklet på Aalborg Universitet i 1980'erne (Muller, Remmen & Christensen, 1984). Teknologi forstås her som sammensætningen af teknik, viden, organisation og produkt som igen er indfældet i en større kontekst (se Figur 1).



Figur 1. *Teknologiens fire bestandele (Muller, Remmen & Christensen, 1984).*

Der er i dette begreb fokus på det systemiske ved teknologi og på det dynamiske, idet de fire aspekter påvirker hinanden så ændringer i ét aspekt ændrer teknologien som sådan. Der er fokus på integrationen af mange forhold som adgang til ressourcer, magtforhold og infrastruktur, fx i forhold til vidensskabelse, global arbejdsdeling osv. Forståelsen er i overensstemmelse med den brede forståelse af teknologi i *Standards for Technological Literacy* (forkortet STL), som beskrevet i ITEA (2007).

Tilsvarende har HTX et formuleret og reflekteret forhold til teknologisk dannelse. Forståelsen er indskrevet i styredokumenter og vejledninger og realiseres i uddannelsen i flere fag og på tværs af fag. Den almene dannelse kobles til teknologisk dannelse og videre til en klassisk tænkning af dannelse som evnen til, som borger, at tage ansvar og være kritisk i et demokratisk samfund.

I vejledningen til studieområdet uddybes forståelsen af teknologisk dannelse med følgende (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2022):

> "En almen teknologisk dannelse indebærer blandt andet at have forståelse for:
> - teknologiers udvikling gennem tiden (teknologihistorie)
> - de komplekse og skiftende dynamikker, der former teknologier (teknologisociologi)
> - udviklingsprocesserne der i dag frembringer konkret ny teknologi (produktudvikling og "engineering")
> - teknologisk vidensproduktion og samspil med andre typer vidensproduktion (videnskabsteori)
> - etisk stillingtagen til teknologi (teknologietik)
> - konkrete, reflekterede erfaringer ved udvikling og anvendelse af teknologier i forhold til den konkrete kontekst, hvor de benyttes".

Vi forestiller os ikke at teknologibegrebet fra HTX, eller formuleringen af et teknologisk dannelsesbegreb, kan overføres direkte til grundskolen. Dels er teknologibegrebet formuleret for 40 år siden, og dels er de to uddannelsestrin meget forskellige. Men der er ingen tvivl om at i en kommende diskussion (efterfulgt af implementering) vil HTX-uddannelsen kunne byde massivt ind med erfaringer fra teknologisk dannende undervisning og STEM-undervisning (Kaltoft, 2021; Kaltoft, 2023; Jeppesen, 2021; Jeppesen & Henriksen, 2021).

2: Teknologisk dannende undervisning findes allerede i grundskolen – men inden i S'et

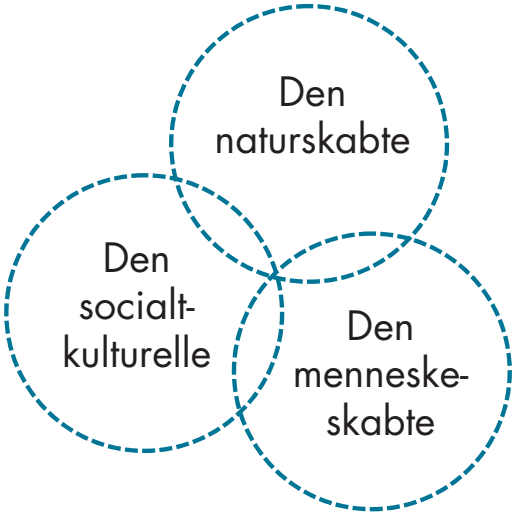
Alle fire naturfag i grundskolen har både naturen og den teknologiske verden som deres genstandsområde – deres faglige ontologi. På den ene side giver det et godt udgangspunkt for et kommende arbejde med at udvikle og koordinere teknologiundervisning at naturfagslærerne i Danmark i mange år har arbejdet med teknologi

og teknologiske processer i deres undervisning. På den anden side forværrer dette teknologiområdets usynlighed, og i den konkrete undervisning lægger det op til en uheldig og gammeldags opfattelse af teknologi som 'anvendt naturvidenskab'.

I Nielsen & Sillasen (2020b) er der gjort rede for karakteren af de mange teknologisk rettede mål i de fire naturfag. Det fremhæves at formuleringen af målene hverken er sprogligt konsistent eller udnytter de muligheder der ligger i et mere forenet syn på teknologi som fænomen i samfund og kultur. Hver for sig er målene fornuftige, men formuleringerne afspejler at der mangler et velbeskrevet teknologibegreb som målformuleringerne kan hente et fælles sprog i.

Målene i alle fire fag tager – uden at det udtrykkes direkte i fagbeskrivelserne – udgangspunkt i modsætningen mellem det naturskabte og det menneskeskabte.

Det lægger op til en forståelse af verden som opdelt i tre sfærer: 1. den naturskabte sfære som – og vi maler her med en meget bred pensel – er naturfagenes genstandsområde, 2. den socialt kulturelle som er den sfære samfundsfag og de humanistiske fag beskæftiger sig med, og 3. den menneskeskabte sfære (the designed world) som dermed er teknologiundervisningens meget omfattende genstandsområde (se figur 2).



Figur 2. *Opdelingen af verden i tre store sfærer (Auner et al., 2020 s. 9).*

Opdelingen af verden i tre sfærer giver overskuelighed og understreger hvor omfattende og dominerende et fænomen teknologien er, og dermed hvorfor den skal have en tydelig og veldefineret plads i uddannelserne. Men opdelingen er problematisk fordi noget af det der gør det så vanskeligt at 'forstå' teknologi som et fænomen i verden, netop er at al teknologi er frembragt af mennesker og dermed et produkt af

menneskers tanker, følelser og handlinger. Teknologi er i den grad vævet sammen med den socialt-kulturelle verden. Det teknologiske kan ikke tænkes uden det menneskelige. Det er vigtigt at denne sammenvævning kommer til udtryk i formuleringen af et nyt, bredt teknologibegreb.

I en moderne, dannende teknologiundervisning er netop temaet om 'hvad teknologien gør ved os, og hvad vi gør ved teknologien', centralt. Man kan også omtale dette tema som teknologiens 'betydning' (se fx Nielsen & Sillasen, 2020b):

> "At have viden om teknologiens betydning vil sige at have viden om meta-aspekter som fx: Hvorfor bruger mennesker teknologi, og hvad får vi ud af det? Hvordan bliver vores opførsel, omgangsformer, verdensforståelse påvirket af de mange teknologier vi bruger? Hvorfor og hvordan bliver vi afhængige af visse teknologier som individer og som samfund? Kan vi forudse hvordan kommende teknologiske produkter og de tilknyttede vaner vil ændre omgangsformer og sociale eller økonomiske strukturer? Hvordan går det til at en specifik teknologi introduceres med en række specifikke intentioner fra designerens eller producentens side, men meget hurtigt ændres teknologiens domæne af brugerne selv." (s. 78)

Det er afgørende at et gennemgående teknologibegreb formuleres så det kan danne grundlag for en undervisning hvor det er muligt for læreren at tage sådanne helt centrale emner op i konkrete kontekster. Det vil kræve at den simple opdeling af verden i tre ontologiske domæner bliver modificeret.

I Andersen (2021) diskuteres teknologiens ontologi i relation til opfattelserne af teknologi i forsøgsfaget teknologiforståelse. Udgangspunktet er en forståelse af teknologi hvor pointen er at der *ikke* eksisterer et universelt fænomen kaldet teknologi som kan beskrives af én fælles faglighed. Teknologier og teknologiske objekter har ikke nogen (fælles) ontologisk kerne der kan indfanges af et samlet begreb. Derfor er der "i høj grad … behov for en mangfoldiggørelse af faglige teknologiforståelser" så der i forskellige faglige sammenhænge opereres med forskellige opfattelser af hvad man skal forstå ved teknologi (s. 122).

Afsættet for ovenstående ontologiske overvejelser er at i faget teknologiforståelse bringes "det tekniske … i samspil med det menneskelige, sociale og samfundsmæssige" (s. 108). Det er et mål som vi finder helt centralt og absolut nødvendigt i forbindelse med undervisning der omhandler teknologi. Men en løsning som den foreslåede, der udelukker en didaktik baseret på et favnende og gennemgående teknologibegreb, kan i praksis være vanskelig at forvalte af lærere og elever.

I denne artikel peger vi i stedet på to mulige inspirationer til en fremtidig løsning. 1. Teknologi og teknologisk dannelse inspireret af praksisser i HTX som er inspireret

af STS-didaktikken (omtalt ovenfor) [4] og 2. De tanker om den teknologiske kategori 'værdier/vilje' som omtales længere nede i analysen.

3: De fællesfaglige fokusområder er vigtige for udviklingen af STEM-baseret teknologiundervisning

I de såkaldte fællesfaglige fokusområder spiller teknologi en essentiel rolle. Eksempler på fællesfaglige fokusområder findes på Astras hjemmeside (Astra, 2023).

Eleverne skal i løbet af 7.-9. klasse gennemføre seks fællesfaglige undervisningsforløb. Et fællesfagligt fokusområde skal opfylde mindst to ud af tre kriterier, hvoraf det ene kriterium er at fokusområdet "skal inddrage elevernes arbejde med teknologi." (EMU, 2022).

Når det gælder T'et i STEM, er nogle af fokusområderne således relevante og giver allerede nu muligheder for undervisning der sætter teknologiske perspektiver i centrum af elevernes læring. At arbejdet med et fokusområde skal være både *fællesfagligt* og *problembaseret*, gør kun fokusområderne og tænkningen bag dem endnu mere interessante som udgangspunkt for STEM-undervisning med et tydeligt T.

Dannende undervisning i teknologi og engineering hører sammen med problembaseret læring og designprocesser i undervisningen

Et generelt teknologibegreb kan selvfølgelig ikke diskuteres og formuleres uden at inddrage spørgsmålet om *hvordan* man underviser i det.

I en metodediskussion bør der igen tages højde for begrundelserne for teknologisk dannelse: Eleverne skal rustes til at leve i et teknologisk komplekst og problemfyldt samfund hvor teknologi kan være både en del af årsagen til et givet problem – fx klimaforandringer – og samtidig en del af løsningen – fx en grøn omstilling.

Det vil derfor give mening at eleverne arbejder med behandling og løsning af problemer med varierende grad af kompleksitet og i forskellige faglige og samfundsmæssige sammenhænge. Eleverne skal lære at se egne fag, egen viden, egne praksisser, egne teknikker og egne kompetencer som ressourcer de kan trække på i forbindelse med identifikation, behandling og løsning af problemer (Kolmos, 2016).

Den engineering-didaktik der er introduceret i STEM-undervisningen, er allerede indrettet så elevernes arbejde tager udgangspunkt i en udfordring – et komplekst problem – og elevernes opgave er derefter at designe en teknologisk løsning på problemet. Samtidig er det væsentligt, at undervisningen har fokus på engineering handlekompetence i bred forstand, hvilket i lige så høj grad involverer det at kunne problem-behandle, dvs. at kunne identificere, afgrænse og formulere problemer, samt

4 Om tænkningen i STS (science, technology, society) se fx Andersen (2021).

kritisk analysere og vurdere egne og andres forsøg herpå som det at kunne løse dem (Bertel, Jeppesen & Lisborg, 2023; Møller, 2022).

I forventning om at teknologisk dannelse vil være et tema som kan tages op i mange faglige og tværfaglige sammenhænge, kan det således være en overvejelse værd at gøre problembaseret læring (PBL) til et metodisk paraplybegreb for dannende teknologiundervisning.

I PBL er der dels fokus på problemer eller udfordringer som læringens udgangspunkt, dels fokus på de forskellige faser i problembehandlingen. Læringen sker med afsæt i et *autentisk problem* (en utilfredsstillende situation, et uudnyttet potentiale eller uforudsete muligheder eller konsekvenser) for *nogen* i en bestemt *kontekst*. Det gælder uanset om læringsformen er et tværfagligt projekt, om det sker i ét bestemt fag eller måske blot en enkelt lektion. Vægtningen og længden af de forskellige faser i problembehandlingen (identifikation, formulering, analyse, løsning, evaluering) og graden af elevstyring i de enkelte faser afhænger af undervisningens mål og kontekst (Bertel, Jeppesen & Lisborg, 2023).

PBL har mange ligheder med den undersøgelsesbaserede undervisning (inquiry based science education eller IBSE), som er relativt udbredt i naturfagsundervisningen. Men PBL introducerer et skift i fokus fra spørgsmål og svar til problemer og løsninger – fra et fagspecifikt tema, gerne med udgangspunkt i elevernes undren, til et (autentisk) problem som afsæt for elevdrevne design- og udviklingsprocesser, rettet mod at forstå og løse det introducerede problem.

Det er væsentligt at holde sig disse forskelle for øje når det kommer til definitionen af et teknologibegreb i STEM-undervisning. Både når det kommer til at definere forskellige faser og processer i problembaseret STEM-undervisning, og når det kommer til at forstå teknologiens mulige roller i forskellige typer problembaserede projekter: som genstandsfelt for (eller værktøj til) videnskabelige undersøgelser eller som løsningsforslag til et konkret samfundsrelevant problem – eller måske som årsag til det.

En anden relevant skelnen er mellem problembaseret og projektbaseret læring – altså PBL vs. PjBL. De to forveksles ofte, og med god grund. PjBL vil nemlig ofte tage udgangspunkt i et autentisk problemområde. Alligevel er det – ikke mindst i praksis – væsentligt at skelne mellem de to. Generelt kan omfanget af og ressourceanvendelsen i PjBL medvirke til at undervisningen opleves uoverskuelig for den enkelte lærer, og ofte ender det som argument for hvorfor PBL er vanskeligt at implementere i praksis, simpelthen fordi det ligesom for PjBL antages at være tidskrævende eller ressourcetungt. Men som det fremgår af ovenstående, kan længden af de forskellige faser i PBL variere fra en eller få lektioner til længevarende projektarbejde. Problembaseret læring *kan* således være projektbaseret, men behøver ikke være det, og vice versa.

På vej mod et teknologibegreb

De følgende overvejelser er på ingen måde tænkt som et færdigt bud på hvordan vi mener en bred, fællesfaglig opfattelse af teknologi bør formuleres. De er tænkt som et kort og foreløbigt indlæg i den debat vi mener er så vigtig.

Det følgende tager – ret begrænset – udgangspunkt i synspunkter og idéer som er formuleret af den hollandske teknologididaktiker Marc de Vries. Han er professor i didaktik og teknologifilosofi ved universitetet i Delft. Han har i mange år beskæftiget sig med hvordan man kan formulere indsigt i teknologiens natur så det giver mening i en undervisningssituation. Han har en lang række publikationer bag sig og har været redaktør på *Handbook of Technology Education* (de Vries, 2016).

Her refereres især fra et indlæg han holdt for et dansk publikum på et webinar i marts (de Vries, 2023) suppleret med tanker fra Rossouw, Hacker & de Vries (2011).

Der er ikke tale om et review af international litteratur på området. Men med den position som de Vries i flere år har haft i den internationale debat, mener vi at tankerne udtrykker nogle centrale og aktuelle idéer om hvilke elementer der kan indgå i en begrebsbaseret beskrivelse af teknologi.

Opsummering af Marc de Vries' tanker om undervisning i teknologi

Grundlæggende er formålet med at undervise i teknologi at udvikle elevernes teknologiske dannelse (technological literacy). Men man opnår ikke dannelse medmindre man som underviser er helt klar over hvad man mener når man siger teknologi. Det er nødvendigt med en række overordnede begreber som rækker på tværs af teknologiens mange fremtoningsformer så begreberne støtter forståelsen af teknologiens, trods alt, sammenhængende (holistiske) natur.

Det gælder om at opnå at elevernes viden om teknologi ikke bare er spredt, knyttet til forskellige konkrete processer eller produkter, men at den er 'dybere'. Man må altså satse på en mere begrebsmæssig forståelse. Også fordi relevansen og fremtoningen af et bestemt teknologisk produkt eller en proces forandrer sig over tid. Men det gør begreberne ikke. Det eleverne lærer, bliver dermed ikke forældet. Desuden lukker de rette begreber op for bedre dialoger elev til elev eller lærer til elev, hvilket igen fører til en dybere forståelse af fænomenet teknologi.

Men man kan ikke undervise med udgangspunkt i begreberne. Det vil være for abstrakt for eleverne. Man er nødt til at undervise om en konkret problemstilling der involverer konkret(e) teknologi(er) i en konkret kontekst, og så pege på hvordan dette er eksemplarisk og dermed et eksempel på et eller flere generiske begreber. Derefter må man tilbage til et nyt konkret eksempel i en ny kontekst, som man igen bruger som eksemplificering af begreberne, osv. Begrebet vil se forskelligt ud i de forskellige kontekster, men efterhånden udkrystalliserer der sig hos eleverne en mere abstrakt forståelse af begrebet.

Om selve fænomenet teknologi, hvad det er sammensat af, og hvordan det tager sig ud, fremhæver de Vries følgende:

- Genstande/artefakter:
  Artefakter er fundamentale udgangspunkter i arbejdet med teknologi. De har dels en fysisk fremtrædelsesform – materiale, vægt, farve, overflade, indre – og dels en funktion. Funktionen har de fordi 'vi' har valgt at bruge dem til noget på en bestemt måde. Funktionen er en blanding af den forståelse der styrede udformningen af genstanden i designprocessen (intentionalitet), og den forståelse (fortolkning) som ligger bag den måde brugeren anvender den på.
- Viden:
  Vi kan iagttage og studere teknologi, derfor har vi viden om den: hvordan den fungerer, hvilken rolle den spiller for økonomisk udvikling, hvilke teknologier der afhænger af hinanden eller er i konkurrence med hinanden, hvilke teknologier der er afhængige af hinanden, hvilke ressourcer der bruges, hvornår en bestemt udvikling fandt sted, hvilke gavnlige og uønskede effekter den havde, osv.
- Aktiviteter:
  Det man 'gør' for at få eller have og bruge (eller undgå at bruge) teknologi. Den måde man indretter sine omgivelser og sine handlinger – de valg man træffer – for at kunne bruge teknologien i overensstemmelse med sin viden, sine værdier og sine ønsker. Herunder hvordan man fremmer, hæmmer eller skaffer sig af med teknologi.
- Værdier/vilje:
  I sidste ende har mennesker udviklet og brugt en given teknologi fordi vi 'vil' noget med den. Vi tager bestemte teknologier til os fordi de harmonerer med vores forestillinger om et bedre liv eller et bedre samfund, eller vi tager afstand fra dem på grund af vores værdier fordi vi finder dem skadelige, overflødige, ulækre, gammeldags osv. Omvendt former vores anvendelse af specifikke teknologier vores tænkning om verden og betinger mange af vores handlinger.

Reelt er kategorien 'værdier/vilje' ikke et særskilt område der ligger uden for de tre øvrige kategorier. Der er værdier bygget ind i både artefakter, vores viden om dem og vores teknologiske aktiviteter. Og teknologierne er afhængige af vores viljeshandlinger. Men didaktisk er det nødvendigt at fremhæve værdier særskilt for at sikre at undervisningen giver dannelse gennem forståelse. Værdier, normativitet og intentionalitet bygges uomgængeligt ind i teknologi. Bevidsthed herom er en forudsætning for kritisk stillingtagen, fravalg af uønsket teknologi og produktiv skabelse af ønsket teknologi.

Én ting er teknologiens ontologiske grundlag. Det skal man selvfølgelig have for øje når man underviser eller udarbejder undervisningsforløb. Noget andet er hvad

det er for teknologiske praksisser og begreber som skal identificeres og bruges i undervisningen for at komme tættere på en overordnet forståelse af fænomenet teknologi.

De Vries fremhæver derfor en række praksisser (med tilhørende tænkemåder) og begreber man bør undervise i for at bibringe indsigt i hvordan teknologi skabes, hvordan den fungerer, og hvilke konsekvenser vores brug af teknologi har:

- Designtænkning:
  Eleverne oplever og forstår hvordan teknologi kommer til verden, i en proces der omfatter fortolkning af brugeradfærd, optimering, kompromisser ('trade-off'), krav/specifikationer. Det er i forbindelse med designprocesser, at man kan konkretisere hvordan det går til at teknologi hele tiden udvikler sig. Det er i samme forbindelse eleverne kan opleve deres egen rolle og agens i forhold til udvikling eller modifikation af teknologier.
- Systemtænkning:
  Systemer består af genstande, funktioner, relationer og strukturer. Så godt som alle teknologiske artefakter er indlejret i et eller flere systemer. Systemer har forskellige niveauer, og systemer kan være bygget op af andre (under)systemer. Systemer kan interagere. Forståelse af systemer er nøglen til at gennemskue og analysere kompleksitet og afhængighed.
- Modellering:
  Modeller – herunder computermodeller – er repræsentationer der bygger på abstraktion, idealisering og simulering. I naturvidenskab bruges modeller til at analysere fænomener som man gerne vil forstå. I teknologi bruges modeller til at repræsentere noget nyt og måske ufærdigt som man gerne vil have til at fungere i verden.
- Produkter, bæredygtighed, regulering, brug og konsekvenser:
  Brug af råstoffer/materialer, energi, information, arbejdskraft, penge. Sikkerhed/risiko, privathed/overvågning, udbytning, miljø/forurening, politik, lovgivning, regulering – herunder borgernes muligheder for at påvirke den teknologiske udvikling.

Opsummering

I det ovenstående har vi argumenteret for at det trænger sig på med at få beskrevet hvad vi i dansk sammenhæng mener når vi taler om STEM og teknologisk dannende undervisning. Hvordan forstår vi teknologidelen? Hvordan kan den indgå i undervisningen sammen med de øvrige dele af STEM? Og – et emne som vi her har behandlet

for lidt – hvordan kan et generelt teknologibegreb indgå i andre fag som håndværk & design, samfundsfag og humanistiske/kreative fag?

Vi mener at det vil være hensigtsmæssigt at opstille nogle specifikationer for en beskrivelse af T'et i STEM. Baseret på ovenstående er vores bud at en sådan beskrivelse bør:

- Være i overensstemmelse med de teknologiske mål der allerede eksisterer i de fire naturfag. Det vil måske være hensigtsmæssigt at omformulere nogle af eller alle målene.
- Tilpasses forholdene i den danske grundskole så den ikke forøger omfanget af kravene i STEM-fagene, men tværtimod samler, syntetiserer og forenkler lærernes muligheder for at undervise i STEM, fx gennem PBL. Derfor er det også nødvendigt at eventuelle bud på formuleringer afprøves i praksis og feedback-evalueres med muligheder for tilpasninger og ændringer.
- Harmonere med den opfattelse af teknologi og teknologisk dannelse der er formuleret i HTX, og – hvis muligt – den opfattelse der sandsynligvis vil skulle formuleres af hensyn til en styrket indsats i STX/HF.
- I store træk være i overensstemmelse med de opfattelser af teknologi og teknologiundervisning der arbejdes med i andre lande.
- Finde en balance mellem på den ene side at være filosofisk og didaktisk præcis og på den anden side enkel og pragmatisk og anvendelig i praksis så der ikke opstår unødige vanskeligheder med at forstå og implementere beskrivelsen.
- Tænkes og formuleres fagligt bredt så det giver mening at bruge den i samfundsfag og/eller humanistiske fag, herunder i projekter hvor forskellige fagområder arbejder sammen.
- Formuleres så den kan rumme og indlejre arbejdet med digitale teknologier.

Referencer

Andersen, L.B. (2021). Krydsende teknologiforståelser i teori og praksis – fra problem til potentiale. *Learning Tech – tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi, 10*, s. 100-126.

Ardies, J. & de Vries, M.J. (2022). The Future of Technology Education in the 'Low Lands': Experts' Views in Flanders and the Netherlands. I: D. Gill, J. Tuff, T. Kennedy, S. Jamil & S. Pendergast (red.), *PATT 39 On the Edge Proceedings: Designing a Better World through Technological Literacy for All* (s. 185-191).

Astra (2023). Fællesfaglige fokusområder. Lokaliseret på https://astra.dk/undervisning/kompetenceorienteret-undervisning/faellesfaglig-naturfagsundervisning/faellesfaglige-fokusomrader/

Auner, S., Daugbjerg, P.S., Nielsen, K., Rebsdorf, S.O., Sillasen, M.K. & Sørensen, M.J. (2022). *Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor* (revideret udgave).

Bertel, L.B., Jeppesen, M.M. & Lisborg, S. (2023). *Problembaseret læring på tværs af uddannelseskæden – hvordan kan vi styrke overgange i STEM gennem arbejdet med autentiske problemer?* EMU. In press.

Caspersen, M.E. (2021). Fra teknologiforståelse til informatik. *MONA, 2021(1)*, s. 8. Lokaliseret på https://tidsskrift.dk/mona/article/view/125075.

de Vries, M.J. (red.). (2016). *Handbook of Technology Education*. Springer International.

Danske Gymnasier (2022). Politikpapir: Opprioritering af teknologi på stx og hf. 6. September 2022. Lokaliseret på https://danskegymnasier.dk/politikpapir-opprioritering-af-teknologi-paa-stx-og-hf/

De Vries, Marc (2023). Conceptual teaching for technological literacy. Oplæg ved NAFA/LSUL (NiSE) seminar d. 10. marts 2023. https://www.sdu.dk/da/forskning/stem/aktuelt/f23_nise_webinarer/10_marts_23

Dolin, J., Krogh, L.B. & Petersen, M.R. (2022). De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt. *MONA, 2022(2)*, s. 24-42. Lokaliseret på https://tidsskrift.dk/mona/article/view/132756.

EMU (2022). Nye læseplaner giver øget frihed til valg af fællesfaglige fokusområder i naturfagene. Lokaliseret på https://emu.dk/grundskole/biologi/nye-laeseplaner-giver-oeget-frihed-til-valg-af-faellesfaglige-fokusomraader-i.

Engineer the Future (2023). Engineeringmetoden finder vej til gymnasiet. Pressemeddelelse af 3. april 2023. Lokaliseret på https://engineerthefuture.dk/om-os/presse/pressemeddelelser/ny-undervisningsform-finder-vej-til-danske-gymnasier/

Evans, R. & Horst, S. (2012). Nye mål for naturfagsundervisning i USA – vil vi samme vej i Danmark? *MONA, 2012(3)*, s. 56-69. Lokaliseret på https://tidsskrift.dk/mona/article/view/35966.

ITEA. (2007). *Standards for Technological Literacy*. Lokaliseret på https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767&v=b26b7852.

ITEEA. (2022). *Standards for Technological and Engineering Literacy: The Role of Technology and Engineering in STEM Education*. Lokaliseret på www.iteea.org/STEL.aspx.

Jeppesen, M.M. (2021). *Technology and Problem-Based Learning – the Higher Technical Examination Programme: How Can We Strengthen the Disciplinary Tradition in the Subject of Technology in the Danish HTX Programme?* Ph.d.-afhandling, Aalborg Universitet.

Jeppesen, M.M. & Henriksen, L.B. (2021). Technology in the HTX Technology Subject: The Higher Technical Examination Programme (HTX), the Technology Subject, and the Concept of Technology. *Learning Tech – tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi, 10*, s. 127-143. https://doi.org/10.7146/lt.v6i10.124989.

Kaltoft, P. (2021). Må vi bede om en forsker til at dokumentere teknologisk dannelse og STEM på HTX? *MONA, 2021(2)*, s. 97-101.

Kaltoft, P. (red.) (2023). *Fagdidaktiske formidlingsartikler om teknologi – undersøgelser i fag i teoretisk pædagogikum*. Lokaliseret på https://www.sdu.dk/da/om_sdu/institutter_centre/mdle/uddannelse/paedagogikum/om_teoretisk_paedagogikum/faglig_formidling.

Kolmos, A. (2016). PBL in the School System. I: M.J. de Vries, L. Gumaelius & I.-B. Skogh (red.), *Pre-University Engineering Education* (s. 141-153). International Technology Education Series, vol. 1. Rotterdam: Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-621-7_9.

Larsen, P. (2020). STEM på htx 25 år med teknologi og engineering i de gymnasiale uddannelser i Danmark. *MONA*, 2020(3), 13. Hentet fra https://tidsskrift.dk/mona/article/view/121570

Moye, J.J., Reed, P.A., Wu-Rorrer, R. & Lecorchick, D. (2020). Current and Future Trends and Issues Facing Technology Education in the United States. *Journal of Technology Education, 32(1)*, s. 35-50.

Muller, J., Remmen, A. & Christensen, P. (1985). *Samfundets teknologi – teknologiens samfund*, Herning: Systime, 207 s. https://doi.org/10.7146/politica.v17i2.68710

National Research Council. (2013). Appendix J: Science, Technology, Society, and the Environment. I: National Research Council, *Next Generation Science Standards: For States, By States* (s. 442-446). Washington, D.C.: The National Academies Press.

Nielsen, K. & Sillasen, M.K. (2020a). Teknologiforstyrrelse – hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver "teknologi"? *MONA, 2020(3)*, s. 63-73.

Nielsen, K. & Sillasen, M.K. (2020b). Teknologisk dannelse – hvorfor og hvad? *MONA, 2020(4)*, s. 66-82.

Niiranen, S., Ikonen, P., Rissanen, T. & Rasinen, A. (2022). Current and Future Trends and Issues Facing Technology Education in Finland: Taking Part in an International Delphi Study. *Australasian Journal of Technology Education, 8*, s. 1-12.

Petersen, N.A.I. (2020). Teknologiforståelse – forståelse af begrebet teknologi. MONA, 2020(4), s. 104-106.

Pleasants, J. (2020). Inquiring into the Nature of STEM Problems. *Science & Education* 29, s. 831-855. https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5

Rossouw, A., Hacker, M. & de Vries, M.J. (2011). Concepts and Contexts in Engineering and Technology Education: An International and Interdisciplinary Delphi Study. *International Journal of Technology and Design Education, 21(4)*, s. 409-424. https://doi.org/10.1007/s10798-010-9129-1.

Sillasen, M.K., Daugbjerg, P.S., Krogh, L.B. & Nielsen, K. (2018). *Engineering i skolen – vidensgrundlag*. Lokaliseret på https://www.ucviden.dk/ws/portalfiles/portal/107141472/Engineering_i_skolen_vidensgrundlag.pdf.

Styrelsen for Undervisning og Kvalitet. (2022). Vejledning til studieområdet, htx. København: Børne- og Undervisningsministeriet. Lokaliseret på https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/gym-vejledninger-til-laereplaner/htx/220908-vejledning-til-studieomraadet-htx.pdf.

Undervisningsministeriet. (2018). *Læseplan for forsøgsfaget teknologiforståelse*. Lokaliseret på https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/GSK.

Wagner, M.-L. & Iversen, O.S. (2020). Digital myndiggørelse i den danske grundskole. *Kvan – et tidsskrift for læreruddannelsen og folkeskolen, 117*, s. 20-31.

Zeidler, D.L. & Herman, B.C. & Sadler, T.D. (2019). New Directions in Socioscientific Issues Research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 1(11)*. https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7.

English abstract

It is recognized how technological development increases the complexity of the world. Technology is one of the strongest forces shaping the development of society. There is a need for education which advances technological literacy – a broad understanding of technology and its role in society. But regarding subject matter and teaching strategies, technology is still not fully established as a STEM-category in K12.

The challenge of technological literacy is now being addressed in a number of countries, and there is a need for this to happen in Denmark as well. We point to some relevant national issues, and provide examples of descriptions of technology and technological literacy in education.

Kommentarer

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

Hvor skal sproget komme fra til det sidste semantiske bølgeskvulp?

Kari Astrid Thynebjerg,
Absalon

Kommentar til Anna-Vera Meidell Sigsgaard, Sonja Heinrich, Ditte Marie Pagaard og Pernille Sveistrup Olsen: "Semantiske bølger i natur/teknologi-undervisningen", MONA, 2023(3).

Artiklen tager fat i en væsentlig problemstilling i al naturfagsundervisning, nemlig udviklingen af fagsproget. Forfatterne afrapporterer et forsknings- og udviklingsprojekt om sprogpædagogiske tilgange i naturfagsundervisningen til støtte for især flersprogede elever. Formålet er at introducere semantiske bølger som et analyseredskab: Artiklen ønsker bl.a. at vise hvordan viden om semantiske bølger har øget læreres opmærksomhed på tre niveauer af faglig viden. Efter endt læsning står man dog tilbage med spørgsmålet om hvor fagsproget skal komme fra.

Naturfagligt sprog som en del af den naturvidenskabelige dannelse

Elevernes udvikling af naturfagligt sprog har haft stor bevågenhed i Danmark i flere decennier. Bl.a. rapporterede Helle Pia Laursen i 2006 om resultater fra et aktionsforskningsprogram hvor hun undersøgte de udfordringer med sproget som eleverne møder i undervisningsmaterialer til fysik/kemi og biologi. Dette arbejde tog udgangspunkt i bl.a. Hallidays grundige arbejde med at beskrive det naturfaglige sprogs semiotiske træk. Senere kom Derewianka med sin newzealandske "sneglemodel" og den systemiske funktionelle lingvistik (SFL) (fx Derewianka, 1990). Bl.a. Ruth Mulvad, som artiklens forfattere også refererer til, og Jesper Bremholm tog teten op og har arbejdet ihærdigt for at få SFL og genrepædagogikken ind i den danske naturfagsundervisning (fx Jacobsen & Mulvad, 2023; Bremholm, 2022). Men mødet mellem SFL og naturfagsundervisningen i Danmark har været et svært møde, og selvom nogle skoler

har styrket deres undervisning med SFL, så kan det for mange naturfagsundervisere være svært at fokusere så meget på sproget uden at det samtidig bliver svært at se naturfagenes egenart i undervisningen. Fokus ender let på tilegnelsen af fagord, mens dannelsen af eleven mod at forstå og kunne agere i den naturfaglige kultur glemmes (se fx Sjøberg, 2012).

Semantisk tyngde – et interessant analyseværktøj

Forfatternes forslag om at lade naturfagslærere anvende semantisk tyngde og tilrettelæggelsen af sprogbrugssituationer (Østergaard, 2015) til at stilladsere semantiske bølger gennem et undervisningsforløb er en forfriskende tilgang til sproget i naturfagsundervisningen. I den beskrevne case er der fokus på elever i en 4. klasses fagsprogsudvikling gennem et tydeligt naturfagligt arbejde hvor de undersøger flyde/synke – altså det koncept vi i fysikken kalder opdrift. Overskriften for forløbet er "Sejlads", og opdrift og sejlads er et naturfagligt tema med god appel til elever på mellemtrinnet. Temaet skaber muligheder for at perspektivere til fænomener i den omgivende verden og giver plads til elevernes egne hypotesedannelser og undersøgelser.

Vi følger eleverne og læreren i casen på tur til havnen, hvor der fotograferes både, og tilbage i klasselokalet, hvor eleverne kategoriserer, undres og opstiller hypoteser som undersøges gennem eksperimenter. Eleverne folder både i aluminiumsfolie og laster dem med søm. De arbejder på at designe de bedste både som flyder bedst muligt og kan laste flest søm.

Casen viser hvor svært det er for læreren at stilladsere elevernes brug af fagbegreber og at kunne forklare generelle tendenser, selvom hun stiller spørgsmål som "hvad funkede?" og "hvad var de gode fif som bådebygger?" der lægger op til at eleverne kommer med mere generelle "regler" for hvad der giver opdrift. Den semantiske tyngde i de valgte citater når aldrig niveauet for svag semantisk tyngde (naturfaglige koncepter/fysikkens love). Et diagram viser at de semantiske bølger gennem forløbet veksler mellem høj semantisk tyngde/høj kontekstafhængighed i dialogen og et mellemniveau hvor eleverne taler i en mere generaliseret sprogbrug, men stadig med afsæt i hverdagssproget. Kun til sidst og i et enkelt tilfælde viser diagrammet at læreren taler med svag semantisk tyngde og omtaler faconen – i samtalen med Okan om hvorfor hans båd kunne bære så mange søm.

På et sparringsmøde reflekterer de deltagende lærere over hvordan den semantiske tyngde kan gøres svagere i et kommende forløb. Mødet styrkede ifølge forfatterne lærernes fokus på fagord/hverdagsord og hvordan de valgte sprogbrugssituationer og aktiviteter kunne tilrettelægges strategisk for at opnå semantiske bølger i undervisningen.

Hvor skal fagsproget komme fra?

Det er interessant at læreren i udgangspunktet synes at forvente at fagsproget vil poppe op hvis bare eleverne arbejder undersøgende. Under diskussionen gør forfatterne opmærksom på at det måske var "uklart for eleverne at læreren egentlig ville have dem til at komme med kvalificerede bud på forklaringer". For at komme længere ned i semantisk tyngde foreslår de at "et forudgående arbejde med relevant fagsprog og synlighed af relevante fagord på plancher og illustrationer i klasserummet måske [kunne] have støttet eleverne", og at "Læreren kunne fx udlevere ordkort med relevante fagord (*tung*, *hul*, *form*, *vægt*, *synke*, *flyde*, *opdrift*) inden opsamlingen". Jeg tænker det er gode bud på måder at stilladsere fagsprogsudviklingen på.

Forfatterne konkluderer at "analysen [giver] anledning til pædagogiske og didaktiske overvejelser om hvordan man tilrettelægger natur/teknologi-undervisning med henblik på at sikre flere elevers, herunder især flersprogede elevers, muligheder for at tilegne sig og bruge fagsproget aktivt i løbet af undervisningen". Man kunne ønske sig at de havde udeladt det med flersprogethed og holdt sig til at fagsproget "er en udfordring der gælder for alle elever, hvad enten dansk er deres modersmål eller deres andetsprog" (Laursen, 2006).

Heldigvis har de nogle andre interessante fund. Læreren i undersøgelsen anvender sin viden om semantiske bølger og tilrettelægger en sprogbrugssituation med brug af ordkort, hvor hun oplever at elevernes mulighed for at bevæge sig opad i den semantiske bølge øges. Dette samt erfaringerne med sparringssamtaler med undersøgelsens lærere om semantisk tyngde-analyser viser at semantiske bølger kan være både et analyse- og et tilrettelæggelsesværktøj som kan hjælpe lærere til at kvalificere fagsprogsudviklingen i naturfagene og give dem en konkret strategi til at tilrettelægge sprogbrugssituationer der lægger op til elevernes brug af naturfagligt sprog med valgte niveauer af semantisk tyngde.

Hvor blev fagets tekster af?

Jeg undres over at casen beskriver en undervisning hvor sproget primært bruges i mundtlige aktiviteter: lytte og samtale, mens der ikke nævnes tekstbårne aktiviteter: læse og skrive (gerne med udgangspunkt i det udvidede tekstbegreb). Har vi smidt tekstbårne aktiviteter i natur/teknologi-undervisningen ud med badevandet? Både skrivning og læsning må vel anses som væsentlige aktiviteter i naturvidenskabelig virksomhed såvel som i sammenhænge hvor vi har demokratiske samtaler med naturfagligt indhold.

I det i casen nævnte forløb kunne jeg foreslå at lade det eksperimentelle arbejde blive efterfulgt af læsning af en faglig tekst eller en video om Arkimedes' lov. Derved kunne eleverne blive introduceret til et mere generaliseret naturfagligt sprog og få

erfaringer med hvordan man anvender sproget i naturfagene (Wellington & Osborne, 2001). Med sådanne input øger man chancen for at eleverne kan stilladseres til at anvende et produktivt fagsprog med så svag semantisk tyngde som den enkelte elevs læringspotentiale muliggør – et sidste skvulp på undervisningens semantiske bølger.

Referencer

Bayer, M. & Chouliaraki, S.L. (red.) (2001). *Basil Bernstein – pædagogik, diskurs og magt*. Akademisk Forlag.

Bremholm, J. (2022). *Opdagende skrivning i natur/teknologi-undervisningen – følgeforskningsrapport for projektet "Læring af naturfaglige begreber gennem bogproduktion i indskolingen"*. Nationalt Videncenter for Læsning.

Derewianka, B. (1990). Rocks in the Head: Children and the Language of Geology. I: R. Carter (red.), *Knowledge about Language and the Curriculum* (s. 197-215). Hodder & Stoughton.

Halliday, M.A.K. (1993). On the Language of Physical Science. I: M.A.K. Halliday & J.R. Martin (red.), *Writing Science: Literacy and Discursive Power* (s. 54-68). Pittsburgh.

Jacobsen, G.K. & Mulvad, R. (2023). *Hvordan kan eleverne lære at argumentere i naturfag?* Workshop på Big Bang 2023.

Laursen, H.P. (2006) *Den sproglige dimension i naturfagsundervisningen– fokus på tekstbogen (også) i det flersprogede klasserum*. MONA 2006-4, s. 28. https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36470/37799

Sjøberg, S. (2012). Naturfag som almendannelse – en kritisk fagdidaktik (s. 184-186). Klim.

Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Open University Press.

Østergaard, W. (2018). *At tænke i sprogbrugssituationer for at udvikle børns mundtlige sprog*. Viden om Literacy, (23), 42-49. https://www.videnomlaesning.dk/media/2422/23_winnie-ostergaard.pdf