

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 "kerneverdier 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 Jönsson & 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 & Præstholt, 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 antydnet 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 opmærksomhed, 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 fascinerende at tænke på at der anslås at være ca. 10 kilo regnorm for hvert kilo menneske på jorden!⁷

Mere generelt kan naturæstetikens 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 æstetikens 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 forelæsningsnotits 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).

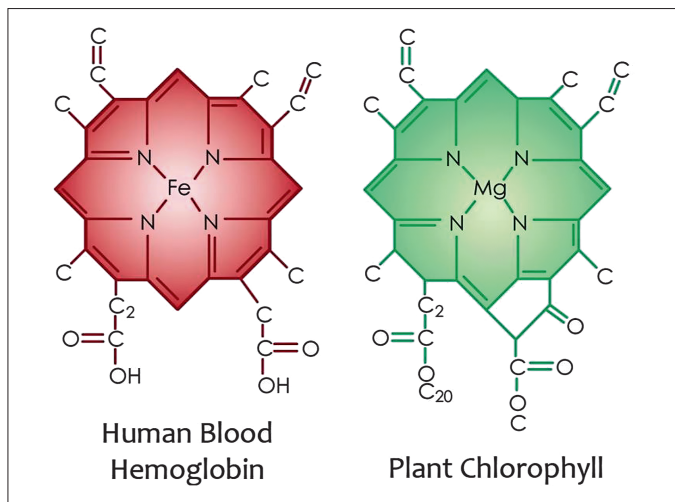
uden gør forfatterne opmærksom på at selvom modellering, empiri (eller empiriske forudsigelser) og abstraktion er centrale og nødvendige dele af naturfagsundervisningen, så kan der være en fare for at disse dele skygger for fascinationen af naturen selv. Og netop denne fascination af naturen, og de tilhørende 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 æstetikens rolle i naturfagsdidaktikken. I resten af dette afsnit vil jeg forsøge at styrke deres argument om naturfagernes 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 naturfagernes – 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 nattehimmelen. 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 afmålt 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:

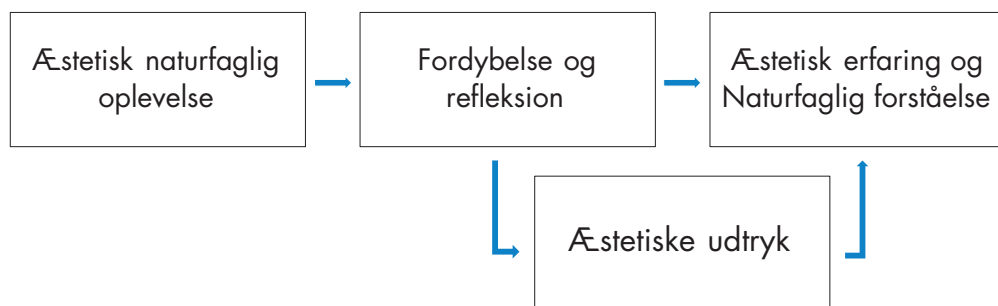
12 I forbindelse med pædagogisk brug af frygt og bekymring har Lars Brian Krogh påpeget at præsentation af store, globale problemstillinger for elever før 12-årsalderen bør undgås eftersom manglende faglige og kognitive forudsætninger i den alder kan skubbe til hjælpeløshed og frustration (Riise, 2022).

“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 svaret 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 CO₂)! 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 CO₂'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 CO₂ 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. *Ensiablåfuglens 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 ensiablåfugl som derfor er i fare for udryddelse, hvilket bevirker at ensiablåfuglens 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 ensiablåfuglen, se fx (Ensiablåfugl, 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 naturæstetikens økologiske argument og samhørighedsfølelsen 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 forbedrelse 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 transformativ 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.
- Ensiablåfugl. (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., Kampouroupolou, 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. & Præstholt, 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-afektive dimension. *Liv i Skolen*, 23(4), 64-73. https://findresearcher.sdu.dk/ws/portalfiles/portal/197436755/Laugesen_22Der_er_f_olelser_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.