



FOTO: MIKAL SCHLOSSER

## Naturoplevelser i naturfags- undervisning i grundskolen

Af Theresa Schilhab



FOTO: MIRIAM DALSGAARD/FRITZAU SCANPIX

## Tema: Naturoplevelser i naturfagsundervisning i grundskolen

### Pædagogisk indblik

Nr. 10  
Marts 2021

Naturoplevelser i naturfags-  
undervisning i grundskolen  
© forfatterne, DPU,  
NCS og Aarhus  
Universitetsforlag

### Design:

Toke Bjørneboe

### Layout:

Ib Jensen

### ISBN

978 87 7219 6121

### ISSN

2596-9528

[dpu.au.dk/paedagogiskindblik](http://dpu.au.dk/paedagogiskindblik)

03

Om denne forskningsoversigt

04

Naturoplevelser i naturfagsundervisning

06

Overordnede kommentarer til litteraturen på feltet

09

Forskningen i naturoplevelsers betydning for  
naturfagsundervisningen kort fortalt

12

Brug af naturfænomener til at støtte indholdsforståelse  
– uddybet

15

Brug af naturoplevelser til at understøtte  
miljøundervisning – uddybet

20

Brug af naturoplevelser til at understøtte undervisning i  
den naturvidenskabelige metode – uddybet

27

Barrierer for brug af naturoplevelser i  
naturfagsundervisningen – uddybet

29

Om forfatteren

29

Tak til

30

Referencer



FAGFÆLLE-  
BEDØMT





## Om denne forskningsoversigt

03 - 33

Forskningsoversigten, du sidder med, er en del af en serie forskningsoversigter, der hedder Pædagogisk indblik. Med Pædagogisk indblik vil vi gerne give praktikere inden for henholdsvis dagtilbud, grundskole, ungdomsuddannelse og videregående uddannelse et let tilgængeligt indblik i og overblik over den eksisterende forskning på forskellige områder – i dette tilfælde naturoplevelser i naturfagsundervisning i grundskolen. Hver forskningsoversigt udarbejdes af forskere fra DPU, Aarhus Universitet, der allerede selv forsker på det pågældende område. Forskningsoversigterne fagfællebedømmes. Det betyder, at to andre forskere, der har indgående kendskab til forskningsområdet, har læst forskningsoversigten kritisk, hvorefter den er gennemskrevet igen med henblik på at imødekomme kritikken. Formålet hermed er at sikre den videnskabelige kvalitet af forskningsoversigterne. Forskningsoversigterne bliver også læst og kommenteret af en gruppe praktikere. I dette tilfælde har lærer Bastian Kuke Larsen fra Hedegårdsskolen og konsulent i Børne- og Undervisningsministeriet Kåre Rasborg bidraget med værdifulde kommentarer. Tak for hjælpen.

Vores ambition med forskningsoversigterne er, at de kan hjælpe praktikere (i denne oversigt vil det sige lærere, ledere, skolepædagoger, konsulenter i forvaltninger og lærerstuderende) til at opnå den indsigt i et givet forskningsfelt, der skal til for selv at kunne tage stilling til forskningsresultaterne. Derfor har vi lagt vægt på, at forskningsoversigterne ikke bare skal formidle et overblik over eksisterende forskningsresultater, men også give indblik i de grundantagelser, der ligger bag de forskellige studier.

Afhængigt af temaet for forskningsoversigten kan det være, hvordan en given forståelse af læring bag en specifik undersøgelse øver indflydelse på forskningsspørgsmål, forskningsdesign og

resultater. I denne forskningsoversigt handler det eksempelvis om, hvorvidt og i givet fald hvordan forskerne bag specifikke undersøgelser beskriver deres forståelse af brug af naturoplevelser i naturfagsundervisningen i skolen, og de betydninger, disse (ofte forskelligartede forståelser) får for, hvilke facetter ved naturoplevelser undersøgelsen kaster lys over. I denne forskningsoversigt handler det også om at rette opmærksomhed mod, hvilke forståelser af undervisning der ligger bag de forskellige studier.

Forskningsoversigterne i Pædagogisk indblik indeholder også en eller flere opgaver, en Power-Point-præsentation og et produkt (fx en podcast eller en grafisk illustration), som praktikere kan arbejde med, fx på pædagogiske temadage. Vi håber, at Pædagogisk indblik dermed kan danne afsæt for at diskutere og videreudvikle praksis inden for de temaer, som forskningsoversigterne beskæftiger sig med. Hvis du får lyst til at læse mere, kan du lade dig inspirere af referencerne i referencelisten.

Forskningsoversigten om naturoplevelser i naturfagsundervisning i grundskolen er baseret på et litteraturstudie, hvor i alt 112 studier blev inkluderet. Hvis du vil læse mere om fremgangsmåden og se, hvilke studier der er inkluderet i forskningsoversigten, kan du gå ind på [dpu.au.dk/paedagogiskindblik](http://dpu.au.dk/paedagogiskindblik). Her finder du bl.a. en såkaldt protokol, dvs. et dokument, som indeholder oplysninger om undersøgelsesspørgsmål, definitioner og afgrænsninger, søgeord og søgestreng, litteraturstudiets design, kriterier for in- og eksklusion af studier og informationer om, hvordan studierne er læst.

God læselyst.





## Naturoplevelser i naturfagsundervisning

04 - 33

**D**enne forskningsoversigt handler om naturoplevelser i naturfagsundervisningen, og hvordan de kan bidrage til naturfagsundervisning. Forskningsoversigten giver også gennem eksempler indsigt i, hvilke typer af naturfænomener der er særligt velegnede i naturfagsundervisning, og hvilke udfordringer og barrierer naturfagsundervisningen støder på i forbindelse med brugen af naturoplevelser.

Forskningsoversigten er afgrænset til at omhandle naturfagsundervisning i den almene grundskole, der anvender oplevelser i naturen til at understøtte undervisningen. Det drejer sig om oplevelser af konkrete naturfænomener, naturprocesser og naturlove, sådan som de forekommer i naturlige omgivelser, fx skov, strand, sø- og engområder og parker (Schilhab et al. 2020). Det kan desuden være delvist menneskeskabte omgivelser, der involverer naturfænomener, som fx zoologiske haver, offentlige akvarier, grønne 'kiler' i landskabet, astronomiske observatorier, bondegårde og skolehaver, der tilbyder erfaringer med konkrete naturfænomener. Endelig kan det være oplevelser af naturfænomener som nedbør, vandfald, tyngdekraft osv.

Forskningsoversigten medtager ikke naturoplevelser, der finder sted inde i skolens bygninger, som fx i skolelaboratorier, med terrarier i klassen eller via computersimulationer. Undervisning uden deltagelse af skolen og med andre erklærede formål end undervisning, fx leg og sociale arrangementer, er heller ikke medtaget.

I søgningen til denne forskningsoversigt er inddraget 154 artikler primært fra år 2000 og frem til at beskrive feltet, hvoraf 112 indgår direkte enten med beskrivelser af aktiviteter eller med baggrundsforståelse. Søgeprocessen

viste bl.a., at forskningslitteraturen på området kan opdeles i tre forskellige typer:

1. artikler, der argumenterer didaktisk for brug af naturoplevelser i naturfag. Deres ærinde er at udrede og begrunde, hvorfor naturoplevelser med fordel kan bruges i naturfagsundervisningen.
2. artikler, der fokuserer på at beskrive konkrete forløb med praktiske anvisninger og forklaringer med det formål at inspirere andre undervisere.
3. artikler, der empirisk undersøger effekten af at bruge naturoplevelser i naturfagsundervisning ud fra overvejelser om, hvordan det kan facilitere læring. Her bliver naturoplevelser brugt som intervention, og den effekt, der måles, kan bestå af forøget viden hos eleverne om indholdet i naturfag, flere associationer mellem delasppekter af denne viden, bedre forståelse af naturfaglig metode og argumentation, dybere naturforståelse og – især i miljøundervisningen – en højere grad af tilknytning til naturen (eng. nature-connectedness).

Udvælgelsen af artikler til forskningsoversigten har taget udgangspunkt i fagfællebedømt engelsksproget og nordisk forskningslitteratur på området.

Da forskningsoversigten afdækker betydningen af naturoplevelser i naturfagsundervisning, er det vigtigt at definere det oplevelsesbegreb, oversigten anvender. Oplevelser skal her forstås som de bevidste og ikke-bevidste erfaringer, der er knyttet til mødet med fysiske omgivelser, herunder også de sociale muligheder og ændringer i klassedynamikken, der opstår i dette møde. Det er oplevelser i såkaldt



05 - 33

non-formelle læringsmiljøer, som understøtter erfaringsbaseret og autentisk læring (Eschach 2007; Smeds et al. 2015; Schilhab et al. 2020). Vægten ligger på, hvordan helkropsoplevelser knyttet til det særlige læringsmiljø kan understøtte hukommelse, meningsforståelse, dannelse af associationer og varig læring (Ottander et al. 2015; Schilhab et al. 2008; Schilhab & Lindvall 2017).



FOTO: MIRIAM DALSGAARD/RITZAU SCANPIX



## Overordnede kommentarer til litteraturen på feltet

06 - 33

**N**aturfag er betegnelsen for de skolefag, der handler om naturfænomener og den naturvidenskabelige udforskning af dem. Undervisningen i disse fag behandler temaer fra de overordnede felter astronomi, fysik, kemi, geologi, geografi og biologi. Udforskningen af naturfænomener har siden den såkaldte naturvidenskabelige revolution i renæssancen taget afsæt i observationer og konkrete erfaringer som grundlag for viden og teoridannelse om verden (Chalmers 2013). Bl.a. er astronomen Galileo Galilei, som er kendt for sine observationer af Saturns ringe og som fortaler for det moderne heliocentriske verdensbillede, blevet udråbt som fadder til den moderne naturvidenskabelige metode, som oversigten kommer ind på. Revolutionen finder især sted igennem det 17. århundrede, hvor Newton bl.a. gør op med Aristoteles' naturfilosofi og i stedet bygger viden på metodisk indhentning af empiri (Godfrey-Smith 2009). Ifølge Godfrey-Smith følger naturvidenskabelig tænkning og undersøgelse det samme mønster som hverdagstænkning og undersøgelse. For begge dele gælder, at den eneste kilde til viden er erfaring. Naturvidenskab er dog særligt succesrig, fordi den foregår organiseret, systematisk og med en udviklet følsomhed i observationen (se også Braund & Reiss 2006).

I naturvidenskaben, som naturfag handler om, spiller observationer og begrundelser 'fra neden', dvs. fra erfaringer med verden, således en central rolle (Føllesdal et al. 2005). Undervisning i naturfag har derfor gode forudsætninger for at drage nytte af at foregå i naturlige såkaldt autentiske omgivelser (fx Eschach 2007; Dhanapal & Lim 2013; Smeds et al. 2015; Kilty & Burrows 2020). Forskningslitteraturen om brug af naturoplevelser til

at lære naturfag er imidlertid overvejende orienteret mod metode og kun i mindre grad mod teori. Det skyldes, at feltet er nyt og derfor mest optaget af demonstrationsforsøg (fx Barsalou 2010). Forskningslitteraturen er altså langt rigere på eksempler på undervisningsforløb end på teoretiske overvejelser over, hvorfor forløbene virker.

Samtidig er erfaringsbaseret undervisning i naturfag i grundskolen velkendt, idet den allerede findes integreret i laboratoriearbejde. Undervisning, der foregår i naturen, har imidlertid nogle særlige karakteristika, der gør den didaktisk forskellig fra laboratoriearbejde (fx Braund & Reiss 2006). Det kommer jeg mere ind på senere i forskningsoversigten gennem eksempler på didaktiske forløb.

Brug af naturoplevelser i naturfagsundervisningen kommer til udtryk på mange forskellige måder i den internationale forskningslitteratur. Fx er der generelt meget få studier, der beskæftiger sig eksplicit med fysik (for undtagelser, se dog Alberghi et al. 2007; Aspinall 2016).

En væsentlig del af den engelsksprogede forskning inden for feltet stammer fra USA, hvor det ikke er ualmindeligt, at naturoplevelser i forbindelse med naturfagsundervisningen primært sker i såkaldte science camps uden for skoletiden og i samarbejde med anerkendte institutioner som NASA (fx Barker et al. 2014). Her er det ikke i så høj grad den enkelte naturfagslærer, der planlægger og varetager undervisningen over hele skoleåret, som er i fokus. I den amerikanske kontekst vinkles naturfagsundervisning, der beror på naturoplevelser, oftere som korterevarende samarbejder med forskere og naturvidenskabscentre i fx ekskursioner (fx Cwikla et al. 2009; Nadelson & Jordan 2012; Allison et al. 2017).



Forskningslitteraturen peger på, at korterevarende naturfagsundervisning i autentiske omgivelser også findes i Australien og Europa (Ballantyne & Packer 2009; Boeve-de Pauw et al. 2019; Aydede-Yalçın 2016), som fx en årlig skoleudflugt med fokus på lokalområdet i Flandern, Belgien (Boeve-de Pauw et al. 2019).

Det er forskelligt fra den skandinaviske udeskoletradition, der er defineret ved gentagen undervisning forestået af den samme naturfagslærer og tilrettelagt efter folkeskolens trinmål (Mygind 2007; 2009; Bentsen & Jensen 2012; Bølling et al. 2018; 2019; se også Christie et al. 2016 for en tilsvarende skotsk version), selvom der også i Danmark findes eksempler på mere kompakte undervisningsforløb i form af fx lejrskoler med vægt på naturfag (Enghave 2007). Ifølge Bølling et al. (2019) er udeskoleundervisning i Danmark, hvor eleverne er ude en gang om ugen eller en gang hveranden uge, steget fra 14 % i 2007 til 17,9 % i 2014. Da forskning i udeskoleundervisning ofte har fokus på at øge motivation, fysisk og psykisk trivsel og lighed mellem elever (Bølling et al. 2019), bliver litteraturen herom imidlertid kun inddraget i denne forskningsoversigt i det omfang, den beskæftiger sig med naturoplevelsers betydning for indholdsviden og naturtilknytning i naturfagsundervisningen.

Den store variation i brugen af naturoplevelser i naturfag internationalt set bevirker, at artiklerne i denne oversigt ikke bliver opdelt på basis af forløbenes varighed, bl.a. fordi oplysningerne ikke altid klart fremgår. Dette har jeg valgt, til trods for at undersøgelser i forhold til fx begrebet naturtilknytning, som vil blive behandlet mere indgående i oversigten, antyder, at varigheden af inter-

ventioner har indflydelse på størrelsen af effekterne (Braun & Dierkes 2017).

I forskningslitteraturen stammer en relativt stor del af miljøundervisningsundersøgelserne, der netop sigter på naturtilknytning, fra Tyrkiet. Det skyldes, at miljøundervisning af 4.-8.-klasseelever i mere uformelle pædagogiske arenaer siden 1999 har nydt stor national bevågenhed (Aydede-Yalçın (2016). Det har stimuleret interessen for miljøundervisning som forskningsemne inden for uddannelsesvidenskab og pædagogik i Tyrkiet (se også Genc et al. 2018; Çobanoğlu & Kumlu 2020).

### **Drivkraften bag naturoplevelser i naturfagsundervisningen**

Hvad der udgør drivkraften til at bruge naturoplevelser i naturfagsundervisningen, varierer på tværs af undersøgelser i forskellige lande. Hvor det i Tyrkiet er begrundet i en national satsning, er det i lande som USA og England ofte den enkelte lærer, der drevet af entusiasme og sine idealer for undervisningen tager initiativ til at bruge naturoplevelser i naturfag (Scott et al. 2011). Det betyder, at undervisningen her bliver italesat som resultatet af en enkelt eller få ildsjæles indsigter og overvejelser og i mindre grad som resultatet af offentlige institutionaliserede mål for undervisningen (fx Cwikla et al. 2009). I sådanne tilfælde er det ofte nødvendigt at involvere mange aktører udefra, for at initiativet kan gennemføres, fx forældre, større elever, universitetsstuderende eller lokale beboere (fx Cole 2004; Rye et al. 2012).

Undervisningen kan også være en del af et større initiativ forestået af lokalt forankrede fonde, der støtter, at eleverne får større lokal-





kendskab og naturforståelse gennem undervisning, der tager udgangspunkt i naturpleje (Bingaman & Eitel 2010). Det forklarer til dels den store andel af amerikansk forskningslitteratur, der opstår, fordi forskere er blevet kontaktet eller selv tager kontakt med henblik på at udvikle og gennemføre et naturfagsforløb i samarbejde med dedikerede naturfagslærere.

#### Formålet med naturoplevelser i naturfagsundervisningen

Formålet med naturoplevelser i naturfagsundervisningen kan også være forskelligt på tværs af lande. De typiske formål består i at understøtte læring gennem multimodal aktivitet, understøtte videnskabelig arbejdsmetode og understøtte affektive og emotionelle processer hos eleven (Kilty & Borrows 2020).

I USA kan anvendelsen af naturoplevelser i naturfag fx have en tydeligere politisk og social

begrundelse, end man ser i den tilsvarende nordiske forskningslitteratur. Det er forskning, der tager udgangspunkt i, at elevernes adgang til viden er forskellig, alt efter hvilken samfundsklasse eller etnisk minoritet de tilhører, og som derfor undersøger muligheder for såkaldt 'eco-justice' (fx Connors & Perkins 2009; Djonko-Moore et al. 2018). Her bliver naturoplevelser i naturfagsundervisningen brugt til at inddrage og motivere fx oprindelige amerikanske folk til at opnå mere grundlæggende viden om landskaber og ressourcer, så de bliver bedre i stand til at forstå og handle i forhold til den jord, der tilhører dem. Overvejelser om betydningen af samfundsklasser i forbindelse med naturoplevelser i naturfagsundervisningen findes imidlertid også i lande som Tyrkiet (Taş & Gülen 2019). Den mere politisk motiverede brug af naturoplevelser i naturfagsundervisning ligger uden for denne forskningsoversigt.



FOTO: MIKAL SCHLOSSER





## Forskningen i naturoplevelsers betydning for naturfagsundervisningen kort fortalt

09 - 33

**F**orskningslitteraturen om brug af naturoplevelser i naturfagsundervisning trækker tråde til to gængse antagelser: at naturfag fundamentalt set handler om naturfænomener, og at der knytter sig en særlig videnskabelig metode til studiet af naturfænomener.

### Begrundelse for temaer i forskningsoversigten

Der eksisterer således to didaktiske begrundelser for, at naturoplevelser kan bidrage til undervisning i naturfag. Den ene lægger vægten på, at naturvidenskab handler om naturen, og at undervisningen i naturfag derfor, når den foregår i naturomgivelser, kan vinkles i forhold til konkrete eksempler på naturfænomener. Den forskningslitteratur, der trækker på denne didaktiske begrundelse, deler sig i to. Den ene del har fokus på, at naturoplevelserne bidrager til at skabe bedre forståelse af indholdet i naturfag, mens den anden del handler om, at oplevelser og indholdsforståelse skaber større tilknytning til naturen og dermed styrker indsigten i, hvordan vi kan handle bæredygtigt.

Den anden didaktiske begrundelse lægger vægten på, at naturen som fænomen giver de allerbedste betingelser for indblik i den videnskabelige metode, hvor observationer, hypoteser, eksperimenter og refleksioner har en særlig status (fx Rios & Brewer 2014, Taş & Gülen 2019).

Forskningslitteraturen tegner imidlertid et billede af store variationer, mht. hvordan naturfænomener faktisk indgår i naturoplevelser didaktisk, og hvordan den naturvidenskabelige metode operationaliseres didaktisk. Samtidig peger litteraturen på flere barrierer for brugen af naturoplevelser i naturfagsun-

dervisningen, som er væsentlige at medtænke for både lærere og skoleledelse, når de overvejer, hvordan naturoplevelser kan indgå i naturfagsundervisningen.

Forskningsoversigten diskuterer de gennemgående temaer og giver samtidig eksempler på forløb, der kan tjene til inspiration for naturfagsundervisere. For overskuelighedens skyld er oversigten delt op efter tema, selvom det enkelte undervisningsforløb typisk falder inden for flere af de nævnte temaer.

### Tema 1 – Brug af naturoplevelser til at understøtte indholdsforståelse

Der er flere argumenter for, at konkrete oplevelser i og med naturen som omdrejningspunkt for undervisningen giver mere dybtgående og længerevarende effekter ift. at opnå naturfaglig indholdsviden end klasserumsundervisning (Heras et al. 2020). Argumenterne knytter sig til teorier som erfaringsbaseret og autentisk læring. Ifølge disse teorier giver involvering af helkropsoplevelser og brug af sanseapparatet eleverne bedre muligheder for at skabe mening i det, de lærer, og få en konkret forståelse af sammenhænge, der i klasseundervisningen forekommer mere abstrakte (Braund & Reiss 2006). I naturfænomeners naturlige omgivelser indgår både de egentlige fænomener selv, fx tyngdekraft og jordbundsdannelse, men også mennesker og de fysiske, sociale og sproglige praksisser, fænomenerne indgår i (Smeds et al. 2015). Når elever oplever balancepunktet på en vippe med kammerater eller tyngdekraftens virkning på en rutsjebanevogn på vej ned ad en stejl nedkørsel, får de indholdsviden gennem erfaringen af samvirkende faktorer i situationen (Alberghi et al. 2007, Aspinall 2016).



En del af forskningslitteraturen om indholdsviden er således præget af undersøgelser af kognitive effekter hos eleverne, når de eksponeres for natur. Naturoplevelser bliver behandlet som interventioner af kortere eller længere varighed – fra en halv dag til forløb strakt ud over flere år med mange oplevelser i naturen (Drissner et al. 2010; Golob 2011) – og effekten af interventionen måles ved hjælp af forskellige metoder, der tester for kognitiv læring. Den slags undersøgelser er typisk bygget op om en før/efter-procedure med fokus på forøgelsen af elevernes indholdsviden. Målemetoderne omfatter

multiple choice-test, Likert-skala-test, hvor eleven erklærer sig mere eller mindre enig i forskellige udsagn, ordassociationstest, personal meaning mapping-test, elevtegninger, der uddybes sprogligt osv. Ofte bliver interventionsklassens præstationer (elevgruppen, der eksperimentelt har fået naturoplevelser) sammenholdt med en tilsvarende gruppe elever (kontrolgruppe), der har modtaget undervisning i samme indhold på mere traditionelle vilkår som fx tekstbogs- og tavleundervisning, der også inkluderer internetsøgninger og PowerPoint-show i klasseværelset.



FOTO: RASMUS BANNER/RTZAU SCANPIX



## Tema 2 – Brug af naturoplevelser til at understøtte miljøundervisning

En del af forskningslitteraturen om indholdsviden angår discipliner som geologi, geografi og biologi, hvor det, eleverne skal lære, går på tværs af flere fagligheder. Her bliver naturoplevelsen brugt til at forstå sammenhænge i naturen (fx Kärkkäinen et al. 2017) og kun i mindre grad til at pege enkeltstående fænomener ud. Naturfagsundervisning med denne vinkel bliver derfor ofte sat i forbindelse med miljøundervisning og spørgsmål om bæredygtighed, hvor undervisningen fokuserer på naturen som et komplekst økosystem med delkomponenter, feedbacksystemer og cyklusser. I miljøundervisningen er der fokus på effekter som fx naturtilknytning som indikation på elevers forståelse for og indsigt i miljøproblematikker og -løsninger (Hammarsten et al. 2019). Den miljørelaterede naturfagsundervisning er særligt optaget af holistiske perspektiver, som eleverne gerne skulle opnå indholdsviden gennem, men også opbygge handlingskompetencer ud fra. Derfor anvendes forskellige tilgange som citizen science og skolehaveprojekter, hvor naturoplevelserne foregår i elevers nærområder, der i særlig grad kan engagere (De Dominicis et al. 2017).

## Tema 3 – Brug af naturoplevelser til at understøtte undervisning i den naturvidenskabelige metode

Naturvidenskabelig metode er tæt knyttet til spørgsmålet om og forklaringer af, hvordan naturen hænger sammen. Den måde, natur manifesterer sig på både i geologisk storskala, fx eksistensen af vandskel (fx Endreny 2007),

og i taksonomisk lille skala, fx undersøgelsen af enkelte eksemplarer af en art som ferskvandsrejen (Magntorn & Helldén 2007), kan iagttages med det blotte øje. Men naturvidenskabelig observation af naturfænomener sker ikke nødvendigvis af sig selv. En del af forskningslitteraturen beskriver, hvordan underviseren kan skærpe elevernes iagttagelsesevner (fx Parrott 2004; McBride & Brewer 2010). Selvom observationer udgør et væsentligt aspekt af den naturvidenskabelige metode, er fokus også på dannelsen af hypoteser og evnen til at kunne ræsonnere videnskabeligt, argumentere og inddrage baggrundsviden.

Forskningslitteraturen omtaler indsigten i den videnskabelige metode som 'science literacy', og det inkluderer evnen til at bruge og fortolke naturvidenskabeligt sprog og anvende den pågældende viden i både personlige og kollektive beslutningsprocesser (Carrier et al. 2014).

## Tema 4 – Barrierer for brug af naturoplevelser i naturfagsundervisningen

Forskningslitteraturen vidner om, at der både er administrative, økonomiske og praktiske udfordringer med at gennemføre naturfagsundervisning i og med naturen. Det er udfordringer, som kan opleves som barrierer, og som bør overvejes, selvom der i forskningen generelt er enighed om, at naturoplevelser stimulerer tre centrale mål for naturfagsundervisning: indholdsviden, indsigt i videnskabelig metode og naturtilknytning (Braund & Reiss 2006).





## Brug af naturfænomener til at støtte indholdsforståelse – uddybet

12 – 33

forskningslitteraturen er der generelt enighed om, at brugen af naturoplevelser har forskellige og positive effekter på elevers læring – både direkte (indholdsviden) og indirekte (bedre trivsel, øget motivation og naturtilknytning). Litteraturen peger på, at undervisningen ude i højere grad end i klasseværelset inddrager hele kroppen og dels engagerer eleverne under selve læringsaktiviteten, dels stimulerer deres hukommelsesevner og giver dem mulighed for at lade erfaringerne indgå i nye associationer senere hen.

Det blev fx påvist i et studie af Nadelson & Jordan (2012), der undersøgte en 6. klasses erindringer om naturrelaterede emner, en måned efter at den havde gennemført et endagsbesøg i en nærliggende park med forskellige naturfagsrelevante aktiviteter. Aktiviteterne var organiseret af en gymnasielærer og hans 3. g-elever med det formål at understøtte skoleelevernes non-formelle naturfagsundervisning. Aktiviteterne fordelte sig på præsentationer, demonstrationsstande og interaktive sessioner, som alle elever skulle igennem. Ved hjælp af et spørgeskema på en enkelt side, hvor eleverne i den øvre del skulle tegne, hvad de havde lært på udflugten, og i den nedre del skriftligt skulle uddybe deres tegning, undersøgte forskerne, hvilken type aktivitet eleverne oftest genkaldte sig. Aktiviteterne talte bl.a. plantning af træer, genanvendelse og affaldshåndtering, gang med bind for øjnene i et naturområde i parken, orienteringsløb med kompas og kort, et simuleret ræve- og kaninspil, vandkvalitetsdemonstration og præsentation af dyr fra en zoo. Af alle aktiviteter skilte orienteringsløbet sig ud. Aktiviteten blev erindret tre gange oftere end vandkvalitetsoplevelsen, som blev husket næstflest gange. Forskerne angav, at det netop var hands on-elementet, mestringen og det forhold, at aktiviteten var situeret, der gjorde den særlig let at erindre. Men også at den

let kunne associeres med teoretisk viden om kort og kompas, som forankrede den abstrakte viden fra klasseværelset i konkrete erfaringer.

I klasseværelset optræder den naturvidenskabelige viden mest på sprogligt niveau og med mindre inddragelse af sanser og krop. Det er indholdsviden, der skal forstås gennem sproglige konstruktioner, og den er derfor afhængig af, hvor godt eleven arbejder med og forestiller sig sproglig information (Schilhab 2007; 2017a; 2017b; 2018). Selvom katederundervisningen bliver suppleret med videofilm, PowerPoint-præsentationer og gruppearbejde, der kan engagere eleverne på andre måder, kan naturoplevelser i naturfagsundervisningen noget særligt. I naturlige omgivelser bliver den sproglige indholdsviden, der bl.a. omfatter, hvordan man taler og ræsonnerer om naturfag og fænomener, kontekstualiseret gennem oplevelsen af disse fænomener og af praksisser relateret til dem og til de teoretiske begreber, man bruger om dem.

Konkretiseringen sker altså både ved, at begreberne får oplevelsesmæssigt indhold – noget i verden svarer til begrebet – og ved, at de aspekter, der er væsentlige ved begrebet, bliver udpeget gennem de handlepraksisser, fænomenet indgår i (Hasse 2016). Det tydeliggør meningen med begreberne (King & Ginns 2015; Allison et al. 2017; Schilhab & Lindvall 2017). Et eksempel er demonstrationen af vandskel i elevernes egne omgivelser på en skole i USA (Endreny 2007). Her tog læreren eleverne med gennem landskabet lige uden for døren, hvor de havde adgang til både en bæk og et større vådområde, og hvor de bl.a. lærte at genkende de relevante fysiske fænomener, at forstå deres sammenhæng med landskabet og at læse topografiske kort over vandskel som grafiske værktøjer og symbolske repræsentationer af fænomenerne.



### Eksempel fra indskolingen – konkrete erfaringer stimulerer indholdsviden

- ✓ De kognitive fordele ved at hægte indholdsviden op på mere sammenhængende erfaringer er også blevet påvist af Randler et al. (2005). Forskerne undersøgte i et tysk studie med en 3. og 4. klasse og en kontrolgruppe, hvordan konkrete erfaringer gennem naturoplevelser kan hjælpe elever med at forstå abstrakte begreber som biodiversitet. Studiet fokuserede på fem slags paddler (tudser, salamandre og frøer). Interventionen indebar et klassebaseret forløb med deltagelse af både eksperimental- og kontrolgruppe. Som indledende motivation blev alle elever nemlig introduceret til emnet gennem en radiotransmitteret historie om paddernes livscyklus, og eleverne blev derefter inddelt i grupper af fire. Grupperne arbejdede sig igennem en række aktiviteter som fx identifikation ved hjælp af en biologisk bestemmelsesnøgle og kommercielt producerede meget vellignende plastikmodeller af de fem paddearter. Under paddernes årlige vandring til deres ynglesteder blev de 26 eksperimentalelever guidet af universitetsstuderende til at tælle og bestemme alle paddler, som de stødte på. Efter eksperimentalgruppen havde gennemgået naturoplevelsessekvensen, modtog alle elever undervisning i padders livsforløb, habitatkrav, prædator- og naturbeskyttelsesforhold i klassen til uddybning og baggrundsviden. Alle elever blev før interventionen og både en uge og seks uger efter testet for deres evner til at identificere seks paddler på slægts- og artsniveau ved hjælp af et farveark med padderne. Både eksperimental- og kontrolgruppe viste signifikante forbedringer i evnen til at identificere padderne, men eksperimentalgruppen viste sig signifikant bedre end kontrolgruppen, både en uge og seks uger efter interventionen.

### Betydning af varighed af interventionen

I forskningslitteraturen er der flere forhold ved interventioner, der ser ud til at have betydning for de kognitive effekter. Fx viser flere undersøgelser, at korterevarende forløb har relativt færre effekter end længerevarende. Et studie fra Tyrkiet (Aydede-Yalçın 2016) undersøgte, om et femdagesforløb bestående af miljøorienteret feltarbejde i to nationalparker for 6.-8.-klasseelever havde effekt på elevernes score inden for henholdsvis generel videnskabsforståelse, indsigt i naturvidenskabelig arbejdsmetode og miljøvidenskab. De rekrutterede elever blev testet tidligt den første dag og igen den sidste dag efter forløbet. Eleverne viste signifikante forbedringer af både deres naturfaglige og specifikke miljøvidenskabelige viden, men ikke i deres forståelse af naturvidenskabelige procedurer.

Korterevarende forløb kan imidlertid også være særdeles effektive. Det påviste et portugisisk studie, hvor 2.-, 3.- og 4.-klasser fik rollen som marinbiologer for en dag og efter forløbet viste signifikant bedre forståelse for kompleksiteten bag biodiversitet (Jesus-Leibovitz et al. 2017; se også Eshach 2007). I et såkaldt 'personal meaning map' (PMM) centreret om biodiversitetsemner markerede eleverne langt flere relevante relationer både mellem typer af levende organismer (planter, pattedyr, fugle) og mellem bestemte dyrearter. Samme effekt sås i PMM'er med videnskabeligt arbejde som vinkel. Efter interventionen var elevernes PMM'er langt fyldigere med flere relevante begreber for både personer og steder, fx feltarbejde, og der var flere konkrete eksempler på videnskabelige procedurer, fx eksperimenter, udforskning, opdagelser, observationer, læring, studium, tænkning og diskussion.



### Holdbarhed af kognitive effekter

Når det primære mål er at opnå kognitive effekter, bliver spørgsmålet om, hvor lang tid effekterne holder, særligt interessant. En ting er nemlig, at der med selv korte interventioner kan påvises en effekt. En anden ting er, hvor holdbar effekten er. I et tysk studie af Dieser & Bogner (2016), der undersøgte den kognitive effekt af et forløb over en uge i en naturpark, blev 298 4.- og 5.-klasselever testet med et multiple choice-spørgeskema før, umiddelbart efter og 4-6 uger efter interventionen, der strakte sig fra januar til juli. Interventionen indebar hands on-aktiviteter som barfodsoplevelse af forskellige slags jordarter, opsporing af træarter, interaktion med forskellige slags husdyr og økologisk orienterede opgaver i hhv. våd-, skov- og engområder som fx at undersøge egerens forrådsstrategier eller nationalparkeres funktion. Til sammenligning blev 60 elever, der ikke havde deltaget i selve interventionen, men modtaget klasseundervisning, brugt som kontrolgruppe. Både korttidstesten og langtidstesten viste, at interventionseleverne havde signifikant mere omfattende indholdsviden om de erfaringsbaserede emner og bedre hukommelse om den end kontrolgruppen.

At naturoplevelser relateret til naturfag i barndommen kan have langtidseffekter, der endda kan vise sig i valg af et naturfagsrelateret erhverv, er blevet påvist i et interviewstudie af voksne feltgeologer (LaDue & Pacheco 2013). Tidlige naturoplevelser med geologiske områder, hvor informanterne boede, eller som de havde besøgt i barndommen, var for over halvdelen af de adspurgte en afgørende

årsag til, at de som voksne havde valgt at studere geologi.

#### Til overvejelse

- ✓ Overvej, hvornår du selv har oplevet eller set eksempler hos elever på, at helkropsoplevelser understøtter læring.
- ✓ Overvej, om der er tidspunkter i din undervisning, hvor du med fordel kan lægge naturoplevelser ind for at understøtte læringen.
- ✓ Overvej, om du kan bruge andre måder end dem, forskningen fokuserer på, til at 'måle', om en naturoplevelse har givet dine elever læring.





## Brug af naturoplevelser til at understøtte miljøundervisning – uddybet

15 – 33

**F**orskning viser, at større kundskab om natursammenhænge og miljøproblemer ofte medfører større miljøengagement og naturtilknytning, hvilket er nødvendigt for at klæde børn på til at håndtere globale udfordringer, uden at de oplever såkaldt økoskyld (eng. eco-guilt) (Taber & Taylor 2009; Kelsey & Armstrong 2012; Kossack & Bogner 2012; Zhang et al. 2014). Af den grund kobler naturfagslærere af og til naturoplevelser med deres naturfagsundervisning (fx Almeida et al. 2006; Rios & Brewer 2014; Carrier et al. 2013).

Oplagte naturfagstemaer i miljøundervisningen er biodiversitet og økosystemer, men der er også eksempler på, at andre naturfag end bio- og geofagene kan indgå, fx astronomi (Townsend 2010). Effektmålingerne kan fx angå indholdsviden om kompleksitetsforhold i naturen, sammenhænge mellem arter, abiotiske faktors indflydelse på typer af forureninger osv.

### Eksempel fra udskolingen – effektmåling gennem associationer af ord

- ✓ I et tyrkisk studie (Demirbas 2017) deltog 21 7.-klasseelever over en periode på fem weekender med deres lærer i feltstudier med fokus på miljøundervisning. Både før og efter gennemførte eleverne en ordassociationstest om centrale miljøundervisningsbegreber som luft-, jord- og vandforurening, biologisk diversitet, urbanisering og genbrug. Eleverne fik et minut til at associere nye begreber til hvert ord. Antallet af relevante associationsbegreber steg fra 82 før interventionen til 1.230 i testen efter. Den mest markante stigning sås ved nøglebegrebet biodiversitet – med 63 ord – mens antallet af associationer til luftforurening 'kun' steg med 20 ord.

Generelt leder forskerne også efter effekter ift. naturtilknytning, fx ved hjælp af besvarelser af et specialudviklet spørgeskema (inclusion of self nature scale) (fx Kossack & Bogner 2012). Et amerikansk studie af brugen af naturoplevelser i naturfagsundervisningen i en femteklasse over et år viste markante forskelle i elevernes videnskabelige viden og deres oplevelse af tilknytning til naturen. Elevernes viden blev målt i en multiple choice-standardtest med 48 spørgsmål både før og efter interventionen. Testen var opdelt i fire hovedområder: økosystemer, vejret, kraft og bevægelse samt landskabsformer.

Forbedringerne i vidensindholdet hos de elever, der havde deltaget i naturoplevelser, var signifikante i forhold til alle temaer, sammenlignet med de femteklasseelever, der kun havde modtaget klasseværelsesundervisning.

### Citizen science-projekter

En af de undervisningsprocesser, der anses for særligt brugbar til både at øge viden om og tilknytning til natur, er citizen science-projekter (da: borgervidenskab). Det er projekter, hvor eleverne arbejder sammen med forskere for at løse virkelige problemer ved fx at indrapportere forekomst af bestemte arter, forurening eller løse forskningsopgaver lokalt. Ofte er borgervidenskabsprojekter kendetegnet ved at bero på store mængder data, som kræver mange involverede (Almeida et al. 2006; Rogers & Steele 2014). I disse projekter er der et reelt behov for at borgere, som fx naturfagselever, bidrager til forskningen. Det styrker typisk elevernes lokalkendskab og deres tilknytning til det sted, de bor (Parrott 2004; Bingaman & Eitel 2010). Samtidig opnår eleverne en oplevelse af handlekraft og medkontrol, som anses for væsentlig for at styrke deres miljøbevidsthed.



### Elevers oplevelse af mestring i naturvidenskab stimuleres i østrigsk citizen science projekt

- ✓ Det blev bl.a. demonstreret i et østrigsk citizen science-projekt, hvor der deltog 428 elever og 21 lærere fra 16 folkeskoler fra alle grundskoletrin. Temaerne var vinklet i forhold til henholdsvis 'haveoversigt', 'pindsvinesporing' og 'vilde biers flyve-/fourageringsadfærd' (Keleman-Finan et al. 2018). To opgaver gik ud på 1) at identificere otte sommerfugle-nøglearter og otte tilvalgte arter og 2) identificere otte fugle-nøglearter og 12 tilvalgte fuglearter. Eleverne blev testet vha. et spørgeskema, der afdækkede deres vidensniveau om biodiversitet, deres egen vurdering af deres evne til at identificere arter og deres motivation for I) at lære noget om dyr og II) at bidrage til videnskab – samt deres handleattituder målt gennem elevernes rapportering om at hjælpe arter i haven. Efter interventionen svarede 309 ud af 428 deltagende elever på spørgeskemaet, hvor antal svar på motivation for at lære om dyr lå højest, mens svarniveauet for biodiversitet lå lavest. Forskerne fandt samtidig, at favoritforskningsaktiviteterne var bestemmelse af fugle og sommerfugle. Resultaterne viste desuden, at de yngste elever scorede højest på motivation for at lære mere og på at hjælpe arter i haven samt på deres egen vurdering af evner til at bestemme arter.

Stimulering af egenvurderingen af at mestre ses ligeledes i et amerikansk citizen science-studie, hvor to 8.-klasser blev rekrutteret til at registrere dolkhale (Hiller & Kitsantas 2014). Eleverne blev oplært, som det typisk sker i citizen science-projekter, i dataindsamlingsprotokollen. Interventionen bestod også i deltagelse i foredrag om dolkhales livscyklus, form og funktion, interaktioner og biomedicinske betydning. Eleverne deltog i den sammenhæng i en laboratorieaktivitet en formiddag for at teste et kondensat baseret på dolkhales kobberrige blod, som kan bruges til at spore bakterier. Efter laboratoriebesøget besøgte eleverne et naturcenter, hvor de lærte at håndtere små dolkhale. På dataindsamlingsdagen ved stranden blev eleverne nøje indført i, hvordan de skulle opmåle den enkelte dolkhale, vurdere dens alder ud fra farve og bestemme dens køn. Eleverne arbejdede i hold på to til tre elever og blev i begyndelsen monitoreret af forskere, der hjalp med tvivlsspørgsmål, men arbejdede, som dagen skred frem, mere og mere selvstændigt, mens de brugte hinanden til at kalibrere deres evner. Eleverne blev testet i et før og efter-interventionsskema, der afdækkede deres vidensniveau og egenvurdering af evner til at udføre opgaven. En kontrolgruppe af elever, der lærte om dolkhale i klassen ved hjælp af samme PowerPoint-show som interventionsgruppen, blev tilsvarende testet. Egenvurderingstesten med henblik på evner inden for naturfag bestod af et spørgeskema beroende på en Likert-skala, der gik fra 'meget enig' til 'meget uenig', og vidensniveauskemaet blev genereret ud fra det PowerPoint-show, som både interventi-



ons- og kontrolgruppe var blevet præsenteret for. Undersøgelsen af interventions- og kontrolgruppens vidensforøgelse og egen-vurdering af evner viste en signifikant forskel til fordel for interventionsgruppen.

### Havebaseret naturfagslæring

Den stigende brug af skolehaver (fx Briten 2006) er en anden af de måder, hvorpå naturfagsundervisningen sætter fokus på nærmiljøet (Almeida et al. 2006; Deaton & Hardin 2014). Forståelse for økologi, biodiversitet, organismers tilpasning og integrering på tværs af forskellige naturfag stimuleres, når elever planter, observerer og måler og fx undersøger jordens lag og arbejder med meteorologiske begreber (Rye et al. 2012; Rios & Brewer 2014). Havebaseret naturfagslæring er også associeret med større indsigt i dyrkede grøntsager og frugt og dermed sundere ernæring, samtidig med at elevers selvtillid og deres evne til at handle ansvarligt og til at samarbejde styrkes (Bang-Jensen 2012; Almers et al. 2018).

Skolehaveprojekter adskiller sig fra ekskursioner og lejrskoler ved, at de etableres tæt på skolen. Det betyder, at de kræver færre ekstra kræfter, giver mindre transporttid

og kan understøtte naturfagsundervisning løbende. Begrebet skolehave spænder fra etablering af et hjørne i skolegården, der opdyrkes (Amsel 2009) og elevunderstøttet etablering af fx en sommerfuglegård i skolegården (Anderson & Meier 2016) til såkaldte skovhaver, der i højere grad etableres og opretholdes som besøgshave med naturlig vegetation (Almers et al. 2018). Samtidig giver skolehaver en oplagt mulighed for at stimulere elevers kendskab til plantesystematik og indsigt i planter værdi.

Netop planter betydning er generelt undervurderet, selvom plantediversitet ser ud til at spille helt afgørende ind på økosystemers sundhed både gennem produktivitet og næringsstoffernes kredsløb (Fančovičová & Prokop 2011). Alligevel er planter undervurderet, når elever udspørges om økosystemer (Carr 2010). Denne negligering kaldes 'planteblindhed' og refererer til 1) manglende evne til at bemærke planter i omgivelserne, 2) manglende evne til at anerkende planter betydning for omgivelserne og menneskelige anliggender, 3) manglende evne til at anerkende planter æstetiske og unikke biologiske egenskaber og 4) tilbøjeligheden til at undervurdere planter til fordel for dyr (Strgar 2007).





### Eksempel fra mellemtrinnet – effekter af oplevelser med planter på elevers planteblindhed

- ✓ Fancovicová & Prokop (2011) undersøgte i et slovakisk haveskoleprojekt, hvordan undervisning i et haveforløb med 5.-klasseelever påvirkede elevernes attitude over for og viden om planter, og om elevernes adgang til egen have havde betydning for læringseffekterne. På denne årgang lærer eleverne om organismer som dyr, planter og svampe i økosystemer som engdrag, skov- og vandområder og kultiverede marker. De i alt 34 elever havde træer som emne og blev delt i en interventions- og en kontrolgruppe. Sammen med eksperter deltog interventionsgruppen i at plante træer på skolens område, ligesom de både før og under plantningen blev undervist i skovens livscyklus og træers herlighedsværdi. Desuden blev de undervist i botanik på et engdrag ved siden af skolen. Eleverne arbejdede sammen i grupper på fire til fem om forskellige opgaver, fx botaniske undersøgelsesmetoder, indsamling af planter og plantebestemmelse ved hjælp af bestemmelsesnøgler og diskussion af plantnavne og roller i specifikke økosystemer. Træplantnings- og botanikforløbet strakte sig over seks måneder, svarende til seks lektioner. Kontrolgruppen deltog ikke i træplantningen og engdragsundervisningen, men fik i stedet konventionel biologiundervisning. De fik dog adgang til engdraget, hvor de dyrkede sport i en periode svarende til interventionsgruppens ophold på stedet.
- ✓ To dage før, tre dage efter og tre måneder efter interventionen blev alle elever testet med et spørgeskema for deres viden om og holdning til planter. I holdningstesten skulle eleverne tage stilling til 45 spørgsmål som fx 'Planter i byen er et problem, fordi de forårsager allergier', 'Planter er meget vigtige for medicinsk viden' og 'Jeg nyder at gå på planteudstillinger'. I videnstesten blev eleverne stillet 13 dyberegående spørgsmål om engdragets økosystem, fx 'Hvad er ikke en abiotisk faktor i økosystemet: temperatur, menneskelig aktivitet, vindretning?' og 'Tegn alle komponenter af engdragets økosystem'. Svarene blev korreleret med alder, køn, karakter i biologi og adgang til egen have.
- ✓ Køn og adgang til egen have var uden betydning for resultaterne, der viste signifikante forskelle på interventions- og kontrolgruppe i både holdnings- og videnstesten. For forskerne betød resultatet, at elever kan lære at få blik for planters betydning gennem nøje tilrettelagte forløb med planter i fokus.

Undervurderingsproblematikken gælder også småkryb som insekter og mindre pattedyr, som findes i elevernes nærmiljø (Hagevik 2003; Spring & Harr 2014; Dominiguez et al. 2013). I medierne er fokus generelt på fugle

eller markante hvirveldyr, mens små dyr, hvis de nævnes, ofte vækker afsky. Ifølge Drissner et al. (2014) skaber det store problemer for forståelsen af miljøproblemer. Forskerne undersøgte derfor et projekt, 'Green Classroom',



i en tysk botanisk have, hvor man gennem undervisning og hands on-oplevelser søger at skærpe elevers opmærksomhed på hvirvelløse dyr og insekter i vores nærmiljø. I den botaniske have lever dyrene i deres naturlige habitater som engområde, skov og sø, og eleverne fra besøggsskolerne får umiddelbart svar på alle deres spørgsmål, mens de iagttager dyrene. Eleverne får også lov til at håndtere og fysisk undersøge dyrene under kontrollerede forhold, så de lærer at omgås dyrene med den varsomhed og udvise den respekt, som ser ud til at være en nødvendig del af læringen, for at miljøundervisning virker efter hensigten. Interventionen bygger bl.a. på den antagelse, at elever kun lærer at tage vare på insekter, hvis de opbygger konkrete relationer, der giver emotionel tilknytning til organismene.

I forskernes undersøgelse deltog 121 3.- og 4.-klasseelever, fordelt på en interventionsgruppe og en kontrolgruppe. I undersøgelsen havde interventionseleverne besøgt botanisk have en enkelt dag ni måneder før, mens kontrol eleverne ikke havde (Drissner et al. 2010). I skolen blev begge grupper elever bedt om at lave en tegning af en almindelig skov med typiske planter og dyr, de kendte til. Forskerne evaluerede derefter tegningerne efter 1) antallet af små dyr (insekter og hvirvelløse dyr) som fx sommerfugle, biller, edderkopper, snegle og tusindben, 2) antallet af store dyr (hvirveldyr, pattedyr) som fx fugle, ræve, pindsvin, rådyr og 3) antallet af forskellige slags arter (kun dyr). Interventionsgruppen tegnede dobbelt så mange små dyr og angav flere forskellige arter end kontrolgruppen. Pigerne i interventionsgruppen tegnede næsten dobbelt så mange hvirvelløse dyr som drengene og desuden flere forskellige arter end drengene. Kønsforskellen

kan ifølge forskerne forklares med, at piger er mere vant til at tegne.

Påvisningen af effekten af undervisning ni måneder efter en intervention, der varede en halv dag, falder i tråd med de samme forskeres tilsvarende undersøgelse af 5.-9.-klasseelever, der viste signifikant anderledes attitude og emotioner over for små dyr flere år efter interventionen (Drissner et al. 2010). Undersøgelsens resultater understøttes af en skovhaveintervention i Sverige, hvor elever i interview fremhævede, hvordan de gennem konkret erfaring ændrede holdning til fx edderkopper og guldsmede (Hammarsten et al. 2019; se også Short 2013).

### Til overvejelse

Ifølge forskningen bør miljøundervisningen lære elever at forstå, sætte pris på og føle sig hjemme i naturen (naturtilknytning).

- ✓ Overvej, om du har erfaring med undervisningsmetoder, der har åbnet for elevers tilknytning til natur.
- ✓ Elever hører om 'spektakulære' dyr i medierne, men ikke om hovedparten af de organismer, der er vigtige i økosystemer. Overvej, hvordan man kan få mere fokus på at gøre elever fortrolige med hvirvelløse dyr og insekter, der ofte vækker afsky.
- ✓ Overvej, om der er fysiske områder tæt på din skole, som kunne give elever gentagne naturoplevelser og understøtte det naturfag, du underviser i.



## Brug af naturoplevelser til at understøtte undervisning i den naturvidenskabelige metode – uddybet

20 – 33

**F**orskningslitteraturen betoner ofte, at undervisning i naturfag i naturomgivelser giver åbenlys adgang til at arbejde med og forstå den naturvidenskabelige arbejdsmetode. Den naturvidenskabelige metode er i begyndelsesfasen karakteriseret ved et ledespørgsmål, en hypotese eller et problem. I næste fase foretager eleverne observationer,

indsamler data og foretager eksperimenter, der understøtter eller afviser hypotesen. Derefter fortolker og analyserer eleverne data for at formulere logiske ræsonnementer og beskrivelser af det undersøgte fænomen. I den sidste fase deles resultatet gennem kommunikation og kritisk diskussion med en større kreds (Martin-Hansen 2002; Kilty & Burrows 2020).

### Eksempel fra mellemtrinnet – konkrete erfaringer stimulerer erfaringer med naturvidenskabelig metode

- ✓ Ifølge forskningslitteraturen vil elever i en naturoplevelse selv uden tilskyndelse foretage observationer, der spontant stimulerer deres undren. Ved længerevarende ophold i naturen vil de få et større kendskab til naturfænomenernes variation og vil lettere kunne udvikle forventninger og forudsigelser, som kan styre deres opmærksomhed i retning af dybere indsigt (fx Bosse et al. 2009).
- ✓ Den omtalte spontane stimulering af naturvidenskabelig metode er bl.a. blevet undersøgt i et malaysisk studie af 5.-klasseelevers opøvelse af naturvidenskabelig metode i skolegården. Her blev interventionsgruppen undervist ved hjælp af en 'økojagt'-opgave over fire til seks uger, mens en kontrolgruppe modtog en sammenlignelig undervisning i klasseværelset med brug af lærebøger, smartboards og præsentationer (Ting et al. 2014). Eksperimentalgruppen øvede deres observationsevner, når de blev bedt om at lede efter dyr og planter i skolegården. De blev desuden indført i forudsigelses- og udledningsprocesser i skolegården, når de behandlede temaer som 'dyr med og uden yngelpleje' og 'planters spredningsstrategier'. Før og efter interventionen gennemførte både eksperimental- og kontrolgruppe en multiple choice-test bestående af 20 spørgsmål, der angik videnskabelige undersøgelsesmetoder som observation, klassificering, evne til at udlede, forudsige, kommunikere og kontrollere variable. I efterfølgende lektioner fokuserede lærerne på fødekæder og på betydningen af forholdet mellem antallet af primærproducenter og konsumenter for at udvikle evnen til at kontrollere variable. Både eksperimental- og kontrolgruppe viste signifikante forbedringer i evnen til at anvende naturvidenskabelige metoder, men interventionsgruppens forbedringer var signifikant større end kontrolgruppens. Inden for interventionsgruppen var den væsentligste forbedring centreret om klassificerings- og observationsevner. Forskerne bag forklarede dette med, at udeomgivelserne i langt højere grad stimulerer elevernes høre-, syns-, føle-, og smagssanser.





Dette aspekt sætter forskerne i forbindelse med teorien om, at læring er situeret (Lave & Wenger 1991). Det vil sige, at de tilgængelige muligheder for læring er betinget af omgivelserne. Naturomgivelserne kan gennem deres fysikalitet stimulere aktiv læring, hvor eleverne ikke alene hører om fænomener, men også anvender den pågældende indholdsviden ved fx at lede efter sammenhænge mellem konkrete fund og fx sammenligner med cases, der er i modstrid med deres forventninger og fordomme. Den slags læring beror i mindre grad på vidensoverførsel fra læreren og mere på elevens egen vidensopbygning (Aydede-Yalçın 2016).

En skotsk udeskoleundersøgelse med fokus på geografi- og matematikfagene fremhæver naturoplevelsernes understøttelse af

elevers kritiske tænkning (Christie et al. 2016). Forskerne fulgte 150 11-14-årige elever og 10 lærere i et år, bl.a. med henblik på at afdække læringsprocesser ved brug af naturoplevelser i naturfagsundervisningen. Forskerne iagttog, hvordan eleverne som følge af observationer af og erfaring og interaktion med udeomgivelserne og de diskussioner, oplevelserne igangsatte, selv stillede spørgsmål som 'Hvorfor fryser nogle floder til om vinteren, når andre ikke gør?' Samtidig dokumenterede de, at den erfaringsbaserede vidensproces understøttede eleverne i fortolkning af intentioner, forståelse af kontekst, anerkendelse af skjulte værdier og følelser, udredning af motiver, detektion af bias og evne til at konkludere koncist og i en hensigtsmæssig form. Det er evner, som er blevet særligt vigtigt for nutidens børn og



FOTO: MIKAL SCHLOSSER



unge, der ofte skal kunne skelne fakta fra mening, ægthed fra snyd og videnskab fra nonsens (fx Jesus-Leibovitz et al. 2017).

Naturomgivelsernes fysikalitet kan også stimulere samtaler, der er ansporet af de omgivelser, der deles sanseligt og kropsligt (Kirsh 2010). Denne omstændighed ved brugen af naturoplevelser fremgår bl.a. af et australsk studie, hvor en 9. klasse over en 11-ugers periode modtog naturfagsundervisning ved det lokale vandløb (King & Ginns 2015). Undervisningen var centreret om målinger af vandkvalitet, flora, fauna og forurening tre steder, som skulle sammenlignes indbyrdes. Eleverne var opdelt i grupper på fem, der roterede i forhold til forskellige delaktiviteter. I løbet af perioden observerede forskerne såkaldte 'spontane undervisningsepisoder', hvor læreren greb muligheden for dybere samtaler om et miljømæssigt emne med eleverne. Det var samtaler om habitat, forskellen på nulevende og uddøde arter, vandkvalitet, organismetilpasninger, fødekæder, artspopulationer, oprindelige og invasive plantearter, plantereproduktion, erosion af vandløbets kanter osv. Interaktionerne havde karakter af en spontan spørgsmål-svar-dialog som fx den om vandinsekter. Interaktionen begyndte med, at læreren spurgte 11 elever ved vandløbet, om de havde set vandinsekter. Lærer og elever brainstormede sammen på den måde, at forskellige elever først bød ind med eksempler som skøjteløber og guldsmed og så begyndte at diskutere deres observationer af større dyr. Læreren greb muligheden og spurgte gruppen, om de forventede at se fisk i området. Det fik en elev til at svare nej, og læreren spurgte ind til, hvorfor det ikke var tilfældet. Eleven pegede på, at van-

det ikke var rent. I understøttende respons benyttede læreren begrebet forurening som en faktor og bragte derefter begrebet habitat på banen. Læreren spurgte eleverne, hvilket habitat de forventede, fiskene i området ville foretrække. Dermed fik han eleverne til at gribe begrebet, ræsonnere, rette opmærksomheden mod sten og samtidig pege på steder i vandløbet, hvor der var særligt mange. Som næste skridt i den fortløbende dialog ved vandløbet spurgte læreren, om der er andet, fisk foretrækker at gemme sig bag. En anden af eleverne nævnte tang og pegede også ud på vandløbet for at illustrere. Ja, tang, svarede læreren bekræftende og fortsatte så med at spørge: 'Hvad med langs kanterne'? Det fik en elev til at svare 'Planter, der hænger ned i åen'. Læreren bekræftede og fortsatte brainstormingen ved at kommentere, 'at planter, der hænger ned i vandløbet, formentlig også er et godt område', og tilskyndede dermed eleverne til at søge efter små dyr omkring vegetationen, når de tog waders på og bevægede sig rundt i vandløbet. Som afslutning opsummerede han, at 'ting lever ikke bare i vandet, de lever også i området rundt om og over det'.

De spontane undervisningsepisoder, der hyppigt opstår under feltarbejdet, er udtryk for en særlig klasse- og lærer-elev-dynamik. Det er selve omgivelserne, der både opfordrer til og understøtter længere dialoger, hvor læreren kan gøre eleverne fortrolige med naturvidenskabelig hypotesedannelse, udledning og ræsonnement i en fælles praksis stimuleret af det, de på stedet er fælles om at opleve, og som de spontant samtaler om (se også Heras et al. 2020; Rennie et al. 2003; Eschach 2007; Lewis & O'Brien 2012).



### Naturvidenskabelig systematik

Den naturvidenskabelige metode indebærer også en særlig systematik ift. indsamling af empiri og håndtering af data (Çapkınoğlu & Yilmaz 2018). I et projekt om naturpleje i USA fik 5.-klasseelever grundlæggende og væsentlige færdigheder i feltarbejde, fx opdatering af en logbog (Bingaman & Eitel 2010). De lærte at indføre dato, tid og lokation, organiserede målinger på ark med passende overskrifter skitserede observationer, ligesom de fandt på præcise betegnelser for dem og kategoriserede information.

Dele af den naturvidenskabelige fremgangsmåde er ikke intuitive for elever i grundskolen. I et amerikansk studie blev 26 elever fordelt på 1., 3. og 6. klasse interviewet om forholdet mellem stikprøveudtagning og muligheden for at udlede årsagssammenhænge (Lehrer & Schauble 2017). Eleverne, der kom fra et landdistrikt, havde i løbet af et år gennemført sammenlignende undersøgelser af nærliggende lokale økosystemer; damme, prærier og skove. De havde deltaget i dataindsamling og konstruktion af dataindsamling. Gennem erfaringer med stikprøvetagninger i felten blev eleverne indirekte gjort opmærksomme på biodiversitet og fik mulighed for at associere artsvariation med variationer i biotoperne. Formålet med forskernes undersøgelse var at afdække elevernes forståelse af begrebet stikprøve, måder at udtage fornuftige stikprøver på, potentielle fejlkilder i udtagning af stikprøve, forholdet mellem årsag og tilfældighed i forklaringer af variabilitet, ideer om større stikprøvestørrelser, hvordan en enkelt stikprøve kan repræsentere hele økosystemet, og variationer i stikprøvekvalitet.

Forskerne forventede, at de gentagne muligheder for at indsamle, udlægge og ræsonnere om data ville øge børnenes forståelse af, at stikprøver taget samme sted varierer, at nogle fænomener i stikprøven optræder oftere end andre, og at ens muligheder for at forudsige, hvad man kommer til at se i efterfølgende stikprøver, øges med antallet af stikprøver. Resultaterne varierede efter alderstrin. Førsteklasseeleverne opfattede stikprøver som konkrete dele af økosystemet og forventede, at flere stikprøver ville give bedre beskrivelse af artsdiversitet, fordi de fik overblik over en større konkret del af systemet. Eleverne lagde i mindre grad vægt på, at metoder til at opnå data spiller ind på, hvilke data man får adgang til. Elever i tredje klasse var i højere grad opmærksomme på, at systematisk gennemførelse af samme metode, fastholdt på samme sted, er nødvendig for stikprøvers pålidelighed. Tilfældighedens betydning for udfaldet af en stikprøve fra gang til gang blev sjældent inddraget i interviewene. Hos sjetteklasseeleverne var der derimod en stærk formodning om, at stikprøver varierede fra gang til gang. Forklaringerne blev imidlertid oftest bakket op af konkrete erfaringer med stikprøver og kun meget sjældent med overvejelser om den principielle tilfældighed i prøvetagning. Både 3.- og 6.-klasseelever var under økologiforløbet i matematikundervisningen blevet undervist i begrebet om tilfældighed – uden at få det relateret eksplicit til dataindsamlingen. Kun 30 % af de yngre elever refererede til ideer om tilfældighed for at redegøre for variationer i stikprøver, mens dette tal steg til 43 % hos de ældre elever.



### Teknologibaserede naturoplevelser i naturfag

Brug af teknologi som redskab spiller en særlig rolle i naturfagsundervisningen, fordi natur- og teknologifag er beslægtet med hinanden, og fordi teknologi kan håndgribeligøre undervisning, så det bliver nemmere at forstå abstrakte fænomener og at huske det lærte (Marty et al. 2013; Deaton & Hardin 2014, Schilhab 2018; Schilhab et al. 2020). Ydermere er den naturvidenskabelige vægt på observationer traditionelt koblet til brug af teknologi – lup, kikkert, mikroskop, teleskop, oscilloskop, seismograf osv., der enten forlænger eller forstærker sanserne (Lewis & O'Brien 2012).

Muligheden for at stimulere naturvidenskabelig tækning gennem sanseudvidende teknologi beskrives i et amerikansk studie af Ghadiri Khanaposhtani et al. (2018). Studiet undersøgte effekten af et firedages ophold i en såkaldt soundscape-økologicamp, dvs. optagelse og bearbejdning af lyden af bestemte naturområder, på syv 5.-8.-klasseelevers evne til at stille videnskabelige spørgsmål og udarbejde forskningsprojekter. Eleverne lærte at 'se' omgivelserne gennem lyde ved hjælp af teknologi. De blev indført i, hvordan man kan sammenligne og kontrastere lyduniverser i forskellige økosystemer, hvordan soundscape-økologer optager

lyduniverser og analyserer dem for at besvare forskningsspørgsmål, og hvordan eleverne selv kunne besvare spørgsmål ved at indsamle og analysere akustiske data. Forskerne gennemførte en tegne- og skriveaktivitet med de syv elever i et spørgeskema med seks åbne spørgsmål, fx 'Hvorfor laver dyr lyde?'. Efter interventionen viste eleverne tegn på dybere forståelse af, hvad lyduniverser er, og hvordan de kan bruges som videnskabeligt redskab til at undersøge dels et økosystems tilstand, dels betydningen af menneskelig aktivitet for dette økosystem.

Laskowski et al. (2016) har tilsvarende beskrevet, hvordan man kan bruge vildtsensorer til at anskueliggøre for elever, hvordan vilde dyr vælger deres habitat. I deres undervisningsforløb skulle elever fra 6. klasse lære at forstå, hvordan biologerne kortlægger vildtets bevægelse. I forløbet blev transmittorer gemt på udvalgte steder i en afgrænset del af et område, hvor de markerede tilstedeværelsen af et tænkt dyr. I en anden del af området var antallet af detektorer nedsat for at illustrere et område, som den simulerede dyreart normalt undgik, mens de øvrige dele af området var mere neutrale. Gennem konkret erfaring med teknologien blev eleverne fortrolige med det mere abstrakte habitatbegreb.





### Eksempel fra mellemtrinnet – teknologibaseret undervisning i form af fotodokumentation

- ✓ Lee (2014) beskriver i et amerikansk studie med fokus på økosystemer, hvordan en 5. klasses fælles arbejde med at kategorisere elevernes individuelle oplevelser med fotodokumentation fra et feltarbejde over 4 dage havde en gavnlig effekt på elevernes hukommelse og forståelse af emnet. I projektet blev hver elev udstyret med et kamera og opfordret til at fotografere det, som han eller hun fandt interessant. Udflugten indebar både længere vandreture i vildt terræn og undervisning på flere museer. Eleverne blev efter interventionen interviewet om deres billeder. Fotografierne blev klassificeret efter, om der var tale om et 'dokumentationsbillede', hvor eleven dokumenterede en udsigt eller noget smukt eller om der var tale om et 'observationsbillede', hvor eleven zoomede ind på et bestemt fænomen eller en bestemt karakter ved det observerede, som undrede. De kunne også klassificeres som et 'årsag-virknings-billede', hvor eleven illustrerede sin iagttagelse af et årsag-virknings-forhold, fx billeder af klippers placering som følge af skubbet fra en gletscher, eller et 'undre-billede', hvor eleven fandt det fotograferede mystisk og havde behov for forklaring, fx på hvad buer på et kranium fra et dyreskelet kunne afsløre om det levende dyr. Undersøgelsen afslørede, at eleverne fotograferede langt flere dokumentationsbilleder på museumsbesøg end på vandreture (72,8 % versus 50,1 %) og langt flere årsag-virkningsbilleder på vandreture end på museer (26,1 % versus 2,6 %). Forskerne fortolkede resultatet som et udtryk for, at naturoplevelser i højere grad end museumsbesøg vækker behovet for at stille spørgsmål og forudsige hændelsesforløb, og at teknologien i den sammenhæng kan understøtte den naturvidenskabelige nysgerrighed (se også Hammarsten et al. 2019).

Brug af teknologi sammen med naturoplevelser i naturfag er blevet systematisk undersøgt i et studie af Kilty & Burrows (2020). Studiet afdækker, hvordan naturfagslærere typisk anvender mobile enheder til brug for undervisning. Enhederne bliver især inddraget i den naturvidenskabelige arbejdsform. Ud af 45 udvalgte peerreviewede artikler finder forskerne, at den måde, de mobile enheder hyppigst indgår på, er som understøttelse af observationer, dataindsamling og vidensdeling (44 %) og som ressource i

forbindelse med vidensindhold (49 %). Fx kunne apps bruges til at opsøge baggrundsviden og som logbog og dataark samt til indføring af observationer og kondensering og evaluering af data. Visse typer af apps kunne også benyttes til at opstille fund og til at bearbejde data i tabeller, diagrammer og grafer, som tilmed let kunne deles med andre elever (se også Marty et al. 2013 for et eksempel til inspiration). Brug af mobile enheder til understøttelse af observationer og hypotesedannelse var imidlertid mindre



repræsenteret, selvom netop notetagning og fotografering som hukommelseslager for observationer ifølge forskerne (og i studiet af Lee 2014), ligger lige for i naturfagsundervisning.

### Til overvejelse

Ifølge forskningen understøtter undervisning med brug af naturoplevelser direkte den naturvidenskabelige metode.

- ✓ Overvej, hvordan du kan bruge erfaringer i skolegården til at øve eleverne i den naturvidenskabelige metode.
- ✓ Overvej, om du selv oplever flere spontane undervisningsepisoder, når du giver eleverne naturoplevelser.
- ✓ Overvej, om der er særlige aspekter af den naturvidenskabelige metode, som det er svært at nå rundt om i klasseværelset, men som i højere grad byder sig til i det fri.





## Barrierer for brug af naturoplevelser i naturfagsundervisningen – uddybet

27 - 33

**F**orskningslitteraturen berører en række vanskeligheder ved at benytte naturoplevelser til naturfagsundervisning.

Ekskursioner og længerevarende ophold kræver større økonomisk understøttelse og flere lærerressourcer end den traditionelle katederundervisning. Fx fremgår det, at undervisning typisk tilrettelægges og udføres i samarbejde med naturcentre, forskere, studerende og frivillige. Det kan derfor være vanskeligt at gennemføre forløb med brug af autentiske læringsmiljøer, selvom forskningsresultaterne viser, at udemiljøer bidrager markant til læringen. Litteraturen er dog kendetegnet ved, at artiklerne er skrevet af forskerne i projekterne. Det kunne betyde, at projekter uden samme grad af forskerinvolvering har sværere ved at finde vej til artikler – selvom de findes (fx Peacock 2007). Forskerinvolveringen betyder også, at undersøgelserne og dermed undervisningsforløbene har en særlig vægt på effektmålinger, som er naturfagsforskningens typiske kvalitetskriterium. Forløb udviklet udelukkende af skolelærere ville formentlig i højere grad være styret af pædagogiske kvalitetskriterier (fx Rennie et al. 2003).

Hvorfor koster det både tid og kræfter at undervise i naturomgivelser? Undervisning i naturomgivelser er typisk mere åbne forløb, fordi uderummet qua sit organiske miljø varierer. Det kan forstyrre, hvis organismer ikke befinder sig det sted, man havde planlagt hjemmefra (Glaab & Heyne 2020; Schilhab & Lindvall 2017). Men netop denne kvalitet giver lærere mulighed for at stimulere elevers engagement og nysgerrighed. Det kan skabe anderledes lærer-elev-interaktioner, som gør naturomgivelserne værdifulde (King & Ginns

2015). Det er muligt for læreren at gribe de spontane læringssituationer, men samtidig kan læreren føle sig presset, fordi det bliver sværere at følge en plan, der styrker elevernes formåen i obligatoriske test.

I undersøgelsen af Carrier et al. (2013) markerer to amerikanske lærere, at der ikke er afsat tid nok til naturfagsundervisningen, og de peger på, at naturfagsundervisningen politisk burde sammenlignes med matematik og læsning. De efterlyser også flere fagrelaterede kurser, der klæder dem på til at undervise ude.

Elevers attitude i forhold til omgivelserne udgør også en barriere. Naturvante børn kræver mere opmærksomhed i forhold til at begå sig hensigtsmæssigt uden-dørs. En typisk problematik er uhensigtsmæssigt tøj, der gør opholdet besværligt. Eleverne skal ofte også instrueres i, hvordan de skal forholde sig under opholdet derude. I de fleste artikler om fx skolehaver eller nærømråder, der skal undersøges for forskellige plante- og dyrearter, fremhæves det, at varsomhed med giftige, stikkende og brændende planter er nødvendig, hvorfor eleverne instrueres i at undlade at berøre dem (Dominguez et al. 2013; Magiante 2009). Samtidig markeres vigtigheden af at lære elever etikette i forbindelse med opholdet i naturen. Eleverne skal udvikle ansvarlighed og omsorg og lære at behandle omgivelserne med respekt (Drissner et al. 2010; 2014). Også lærerens egen attitude har betydning for effekten af naturoplevelser (Carrier et al. 2013). Eshach (2007) nævner, at lærerens personlige interesser, forberedelse, handlinger i felten og håndtering af feltarbejdet, efter at forløbet er afsluttet,



spiller ind på elevernes indstilling til forløbet, både umiddelbart efter at det er slut, og i erindringen om det efterfølgende (se også Strgar 2007 for lærerens betydning i formidling af planter).

Forskningslitteraturen viser også, at selve naturoplevelsen ikke kan stå alene (fx Glaab & Heyne 2020). Synergien mellem forberedelse, aktivitet i uderummet og efterbearbejdning af aktiviteterne i klasseværelset øger læringseffekten. Eleverne skal bl.a. forberedes på, hvad formålet med naturoplevelserne er, fordi det mere åbne format kan skabe forvirring og nedsætte læringspotentialet markant. Litteraturen kalder denne effekt for 'novelty-effekt' (Eshach 2007). Nye omgivelser kan både stimulere nysgerrighed og fremkalde ængstelse og kan dermed både facilitere og modvirke læring (Boeve-de Pauw et al. 2019). Grundig forberedelse på forhånd i klasseværelset kan levere baggrundsviden og rette elevernes opmærksomhed mod det, der bliver vigtigt i naturoplevelsen, og samtidig understøtte udviklingen af emotionelle relationer i oplevelsen (Randler et al. 2005; Chin & bin Rajib 2010). Problemet med novelty bliver brugt som en af de centrale begrundelser for at udvikle naturfagsundervisning i nærområdet.

Forskningslitteraturen peger på endnu en barriere, som lærere, der vil gøre brug af naturoplevelser i undervisningen, støder på. Både skoleledere, skolepolitikere og forældre kan være skeptiske over for læringspotentialet i at gennemføre naturfag i naturen. De fleste inspirationsartikler har derfor en sektion, der handler om, hvordan det som det allerførste er vigtigt at få overbevist den pædagogiske leder og få tilladelse til projektet.

Det er håbet, at denne oversigt kan være med til at give et nuanceret indblik i både muligheder og barrierer, når man vil bruge naturoplevelser til naturfagsundervisningen.

### Til overvejelse

- ✓ Overvej, hvilke barrierer du ville forvente at møde, hvis du ville bruge naturoplevelser i undervisningen, og hvordan du ville forsøge at overvinde dem.
- ✓ Litteraturen beskriver, hvordan elever ikke altid har erfaring med udeoplevelser. Overvej for og imod: Er det naturfagslærerens opgave at forberede elever på at opholde sig i naturen?
- ✓ Ifølge forskningen kan naturoplevelser i skolen medvirke til, at eleverne som voksne vælger at uddanne sig inden for naturfag. Overvej, hvorfor du selv valgte at beskæftige dig med naturfag, og hvad du har lyst til at give videre til dine elever.





## Om forfatteren

## Tak til

29 - 33



**Theresa Schilhab** er lektor og dr.pæd., ph.d. på DPU, Aarhus Universitet, og forsker i, hvordan vores kroppe og biologiske bagage påvirker, hvordan vi orienterer os i verden, i skolen, i samfundet og i forhold

til teknologi. Hun fokuserer i sin doktorafhandling fra 2016 på, hvordan vi lærer begrebsligt gennem dialogbaserede kropslige interaktioner og gennem indlejring i kroppen af oplevelser med både konkrete og abstrakte objekter. Afhandlingen ligger i naturlig forlængelse af hendes baggrund som biolog, videnskabsteoretiker og filosof. I 2018-2022 leder hun forskningsprojektet Naturlig teknik, støttet af Nordea-fonden, der undersøger, hvordan teknologi hjælper børn til flere naturoplevelser. Hendes tværfaglige ballast giver hende et unikt perspektiv på naturoplevelser og deres potentiale i naturfagsundervisningen, som dels indfanger, hvor vi kommer fra, dels udforsker de mange nye muligheder, den indsigt giver os for en endnu bedre grundskole.

Helle Plauborg, Carsten Henriksen, Bastian Kuke Larsen, Kåre Rasborg og to anonyme reviewere, der alle på forskellig måde har medvirket til udviklingen af denne forskningsoversigts endelige udtryk.



## Referencer

30 – 33

- Alberghi, S., Foschi, A., Pezzi, G. & Ortolani, F. (2007). Is it more thrilling to ride at the front or the back of a roller coaster? *The Physics Teacher* 45(9), 536-541.
- Allison, E., Tunks, K. & Hardman, K. (2017). Down by the Bay. *Science and Children* 54(7), 29-33.
- Almeida, S., Bombaugh, R. & Mal K.T. (2006). Involving School Children in the Establishment of a Long-Term Plant Biodiversity Study of an Urban Green Space. *The American Biology Teacher* 68(4), 213-220.
- Almers, E., Askerlund, P. & Kjellström, S. (2018). Why forest gardening for children? Swedish forest garden educators' ideas, purposes, and experiences. *The Journal of Environmental Education* 49(3), 242-259.
- Amsel, S. (2009). What Grows There?. *Science and Children* 47(1), 44-47.
- Anderson, A.E. & Meier, J.A. (2016). Second-Graders Beautify for Butterflies. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions* 1(2), 38-47.
- Aspinall, C. (2016). Using Outdoor Adventure Settings to Teach Physics. *School Science Review* 98(362), 110-114.
- Aydede-Yalçın, M.N. (2016). The effect of active learning based science camp activities on primary school students' opinions towards scientific knowledge and scientific process skills. *International Electronic Journal of Environmental Education* 6(2), 108-125.
- Ballantyne, R. & Packer, J. (2009). Introducing a fifth pedagogy: Experience based strategies for facilitating learning in natural environments. *Environmental education research* 15(2), 243-262.
- Bang-Jensen, V. (2012). Reading a Garden. *Educational Leadership* 69, 1-6.
- Barker, B.S., Larson, K. & Krehbiel, M. (2014). Bridging Formal and Informal Learning Environments. *Journal of Extension* 52(5).
- Barsalou, L.W. (2010). Grounded cognition: Past, present, and future. *Topics in cognitive science* 2(4), 716-724.
- Bentsen, P. & Jensen, F.S. (2012). The nature of udeskole: outdoor learning theory and practice in Danish schools. *Journal of Adventure Education & Outdoor Learning* 12(3), 199-219.
- Bingaman, D. & Eitel, K.B. (2010). Boulder Creek study. *Science and Children* 47(6), 52-56.
- Boeve-de Pauw, J., Van Hoof, J. & Van Petegem, P. (2019). Effective field trips in nature: the interplay between novelty and learning. *Journal of Biological Education* 53(1), 21-33.
- Bosse, S., Jacobs, G. & Anderson, T.L. (2009). Science in the air. *YC Young Children* 64(6), 10-15.
- Braund, M. & Reiss, M. (2006). Towards a More Authentic Science Curriculum: The contribution of out of school learning. *International Journal of Science Education* 28:12, 1373-1388.
- Braun, T. & Dierkes, P. (2017). Connecting students to nature – how intensity of nature experience and student age influence the success of outdoor education programs. *Environmental Education Research* 23:7, 937-949.
- Britten, E. (2006). Sowing the Seeds of Creativity. *Primary Science Review* 91, 22-25.
- Bølling, M., Otte, C.R., Elsborg, P., Nielsen, G. & Bentsen, P. (2018). The association between education outside the classroom and students' school motivation: Results from a one-school-year quasi-experiment. *International Journal of Educational Research* 89, 22-35.
- Bølling, M., Niclasen, J., Bentsen, P. & Nielsen, G. (2019). Association of Education Outside the Classroom and Pupils' Psychosocial Well Being: Results from a School Year Implementation. *Journal of school health* 89(3), 210-218.
- Çapkino lu, E. & Yılmaz, S. (2018). Examining the data component used by seventh grade students in arguments related to local socio-scientific issues. *Education and Science* 43(196), 125-149.
- Carr, K. (2010). Leading Students to a World of Interdependence. *Science Activities* 37(4), 3-5.
- Carrier, S.J., Tugurian, L.P. & Thomson, M.M. (2013). Elementary science indoors and out: Teachers, time, and testing. *Research in Science Education* 43(5), 2059-2083.
- Carrier, S.J., Thomson, M.M., Tugurian, L.P. & Stevenson, K.T. (2014). Elementary science education in classrooms and outdoors: Stakeholder views, gender, ethnicity, and testing. *International Journal of Science Education* 36(13), 2195-2220.
- Chalmers, A.F. (2013). *What is this thing called science?*. Indianapolis: Hackett Publishing.
- Chin, C. & bin Rajib, T. (2010). The Tropical Rainforest: A Valuable Natural History Resource for Students in Singapore. *School Science Review* 91(337), 115-121.
- Christie, B., Beames, S. & Higgins, P. (2016). Context, culture and critical thinking: Scottish secondary school teachers' and pupils' experiences of outdoor learning. *British Educational Research Journal* 42(3), 417-437.
- Çobano lu, R. & Kumlu, G.D.Y. (2020). Children's science learning outside school: Parental support. *Turkish Journal of Education* 9(1), 46-63.
- Cole, A.G. (2004). Outdoor ecology school. *The Science Teacher* 71(5), 52-54.
- Connors, M.M. & Perkins, B. (2009). The Nature of Science Education. *Democracy & Education* 18(3), 56-60.
- Cwikla, J., Lasalle, M. & Wilner, S. (2009). My two boots... a walk through the wetlands. An annual outing for 700 middle school students. *The American Biology Teacher* 71(5), 274-279.
- Deaton, C. & Hardin, C. (2014). Exploring Nature Through a New Lens. *Science and Children* 51(7), 38-44.
- De Dominicis, S., Bonaiuto, M., Carrus, G., Passafaro, P., Perucchini, P. & Bonnes, M. (2017). Evaluating the role of protected natural areas for environmental education in Italy. *Applied Environmental Education & Communication* 16(3), 171-185.
- Demirbas, C.O. (2017). The effect of out-of school activities on conceptual change in environmental education. *Journal of Education and Training Studies* 5(2), 232-242.



- Dhanapal, S. & Lim, C.C.Y. (2013). A comparative study of the impacts and students' perceptions of indoor and outdoor learning in the science classroom. *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching* 14(2), 1-23.
- Dieser, O. & Bogner, F.X. (2016). Young people's cognitive achievement as fostered by hands-on-centred environmental education. *Environmental Education Research* 22(7), 943-957.
- Djonko-Moore, C.M., Leonard, J., Holifield, Q., Bailey, E.B. & Almuhyirah, S.M. (2018). Using culturally relevant experiential education to enhance urban children's knowledge and engagement in science. *Journal of Experiential Education* 41(2), 137-153.
- Dominguez, L., McDonald, J., Kalajian, K. & Stafford, K. (2013). Exploring the Wild World of Wiggly Worms!. *Science and Children* 51(4), 44-49.
- Drissner, J., Haase, H.M. & Hille, K. (2010). Short-term environmental education-does it work? An evaluation of the 'green classroom'. *Journal of Biological Education* 44(4), 149-155.
- Drissner, J.R., Haase, H.M., Wittig, S. & Hille, K. (2014). Short-term environmental education: long-term effectiveness?. *Journal of Biological Education* 48(1), 9-15.
- Endreny, A. (2007). Watershed seasons. *Science and Children* 44(9), 20-25.
- Enghave, M. (2007). Tværfaglig naturfagsuge i felten. *Geografisk Orientering*, 1, 24-29.
- Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of science education and technology* 16(2), 171-190.
- Fan ovi ová, J. & Prokop, P. (2011). Plants have a chance: outdoor educational programmes alter students' knowledge and attitudes towards plants. *Environmental Education Research* 17(4), 537-551.
- Føllesdal, D., Walløe, L. & Elster, J. (2005). *Politikens bog om moderne filosofi og videnskabsteori*. København: Politikens Forlag.
- Genc, M., Genc, T. & Rasgele, P.G. (2018). Effects of nature-based environmental education on the attitudes of 7th grade students towards the environment and living organisms and affective tendency. *International Research in Geographical and Environmental Education* 27(4), 326-340.
- Ghadiri Khanaposhtani, M., Liu, C.J., Gottesman, B.L., Shepardson, D. & Pijanowski, B. (2018). Evidence that an informal environmental summer camp can contribute to the construction of the conceptual understanding and situational interest of STEM in middle-school youth. *International Journal of Science Education, Part B* 8(3), 227-249.
- Glaab, S. & Heyne, T. (2020). Focus wildlife park: Outdoor learning at workstations for primary school children. *Applied Environmental Education & Communication* 19(2), 141-154.
- Godfrey-Smith, P. (2009). *Theory and reality: An introduction to the philosophy of science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Golob, N. (2011). Learning science through outdoor learning. *The New Educational Review* 25(3), 221-234.
- Hagevik, R.A. (2003). Using ants to investigate the environment. *Science Activities* 40(2), 6-13.
- 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.
- Hasse, C. (2016). *Anthropology of Learning*. Cham: Springer.
- Heras, R., Medir, R.M. & Salazar, O. (2020). Children's perceptions on the benefits of school nature field trips. *Education 3-13* 48(4), 379-391.
- Hiller, S.E. & Kitsantas, A. (2014). The effect of a horseshoe crab citizen science program on middle school student science performance and STEM career motivation. *School Science and Mathematics* 114(6), 302-311.
- Jesus-Leibovitz, L., Faria, C., Baioa, A.M. & Borges, R. (2017). Exploring marine biodiversity through inquiry with primary school students: a successful journey?. *Education 3-13* 45(4), 437-449.
- Kelemen-Finan, J., Scheuch, M. & Winter, S. (2018). Contributions from citizen science to science education: an examination of a biodiversity citizen science project with schools in Central Europe. *International Journal of Science Education* 40(17), 2078-2098.
- Kelsey, E. & Armstrong, C. (2012). Finding hope in a world of environmental catastrophe. Learning for sustainability in times of accelerating change. I: Wals, A.E. & Corcoran, P.B. (red.). *Learning for sustainability in times of accelerating change*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 187-200.
- Kilty, T.J. & Burrows, A.C. (2020). Systematic Review of Outdoor Science Learning Activities with the Integration of Mobile Devices. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)* 12(2), 33-56.
- King, D. & Ginns, I. (2015). Implementing a context-based environmental science unit in the middle years: Teaching and learning at the creek. *Teaching Science* 61(3), 26.
- Kirsh, D. (2010). Thinking with external representations. *AI & society* 25(4), 441-454.
- Kossack, A. & Bogner, F.X. (2012). How does a one-day environmental education programme support individual connectedness with nature?. *Journal of Biological Education* 46(3), 180-187.
- Kärkkäinen, S., Keinonen, T., Kukkonen, J., Juntunen, S. & Ratinen, I. (2017). The effects of socio-scientific issue based inquiry learning on pupils' representations of landscape. *Environmental Education Research* 23(8), 1072-1087.
- LaDue, N.D. & Pacheco, H.A. (2013). Critical experiences for field geologists: Emergent themes in interest development. *Journal of Geoscience Education* 61(4), 428-436.
- Laskowski, J., Gillespie, C., Corral, L., Oden, A., Fricke, K. & Fontaine, J.J. (2016). Teaching animal habitat selection using wildlife tracking equipment. *Science Activities* 53(4), 147-154.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.



- Lee, V.R. (2014). Students' digital photography behaviors during a multiday environmental science field trip and their recollections of photographed science content. *Education Research International*, 2014, 1-12.
- Lehrer, R. & Schauble, L. (2017). Children's conceptions of sampling in local ecosystems investigations. *Science Education* 101(6), 968-984.
- Lewis, S. & O'Brien, G.E. (2012). The Mediating Role of Scientific Tools for Elementary School Students Learning about the Everglades in the Field and Classroom. *International Journal of Environmental and Science Education* 7(3), 433-458.
- Magiante, E.S. (2009). Forest or field?. *Science and Children* 47(1), 35-39.
- Magntorn, O. & Helldén, G. (2007). Reading nature from a 'bottom-up' perspective. *Journal of Biological Education* 41(2), 68-75.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. The science teacher 69(2), 34-37.
- Marty, P.F., Alemagne, N.D., Mendenhall, A., Maurya, M., Southerland, S.A., Sampson, V., ... & Schellinger, J. (2013). Scientific inquiry, digital literacy, and mobile computing in informal learning environments. *Learning, Media and Technology* 38(4), 407-428.
- McBride, B.B. & Brewer, C.A. (2010). NATURE'S Palette. *Science and Children* 48(2), 40-43.
- Mygind, E. (2007). Udeundervisning: en anden vej til læring, dannelse og faglig indsigt. *Kasketlot* 161, 12-15.
- Mygind, E. (2009). A comparison of childrens' statements about social relations and teaching in the classroom and in the outdoor environment. *Journal of Adventure Education & Outdoor Learning* 9(2), 151-169.
- Nadelson, L.S. & Jordan, J.R. (2012). Student attitudes toward and recall of outside day: An environmental science field trip. *The Journal of Educational Research* 105(3), 220-231.
- Ottander, C., Wilhelmsson, B., Lidestav, G. (2015). Teachers' intentions for outdoor learning: a characterisation of teachers' objectives and actions. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research* 13(2), 208-230.
- Parrott, J. (2004). Birds Make Learning Easy. *Science Scope* 28(3), 34-35.
- Peacock, A. (2007). Discovering the "Ologies" on the Jurassic Coast. *Primary Science Review* 96, 25-28.
- Randler, C., Ilg, A. & Kern, J. (2005). Cognitive and emotional evaluation of an amphibian conservation program for elementary school students. *The Journal of Environmental Education* 37(1), 43-52.
- Rennie, L.J., Feher, E., Dierking, L.D. & Falk, J.H. (2003). Toward an agenda for advancing research on science learning in out of school settings. *Journal of research in science teaching* 40(2), 112-120.
- Rios, J.M. & Brewer, J. (2014). Outdoor education and science achievement. *Applied Environmental Education & Communication* 13(4), 234-240.
- Rogers, M.P. & Steele, M. (2014). Observing Life in a Square. *Science and Children* 52(4), 26-31.
- Rye, J.A., Selmer, S.J., Pennington, S., Vanhorn, L., Fox, S. & Kane, S. (2012). Elementary school garden programs enhance science education for all learners. *Teaching Exceptional Children* 44(6), 58-65.
- Schilhab, T. (2007). Knowledge for Real: On implicit and explicit representations and education. *Scandinavian Journal of Educational Research* 51(3), 223-238.
- Schilhab, T. (2017a). *Derived embodiment in abstract language*. Cham: Springer Verlag.
- Schilhab, T. (2017b). *Læringens DNA*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Schilhab, T. (2018). Neural Bottom-up and Top-down Processes in Learning and Teaching. *Postmodern problems* 8(2), 228-245.
- Schilhab, T., Juelskjær, M. & Moser, T. (2008) (red.). *Learning bodies*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Schilhab, T. & Lindvall, B. (2017). *Naturlig læring*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Schilhab, T., Esbensen G.L. & Nielsen, J.V. (2020). *Børn og unges brug af teknologi til naturoplevelser: Statusrapport for del 1 af forskningsprojektet Naturlig Teknik*. Center for Børn og Natur.
- Scott, G., Grassam, M. & Scott, L. (2011). Life on Our Shore. *Primary Science* 117, 29-31.
- Short, D. (2013). Relevance of Science through Ownership: Why Study the Bumblebee?. *School Science Review* 94(349), 23-28.
- Smeds, P., Jeronen, E. & Kurppa, S. (2015). Farm Education and the Value of Learning in an Authentic Learning Environment. *International Journal of Environmental and Science Education* 10(3), 381-404.
- Spring, P. & Harr, N. (2014). Our world without decomposers: how scary!. *Science and Children* 51(7), 28-37.
- Strgar, J. (2007). Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education* 42(1), 19-23.
- Taber, F. & Taylor, N. (2009). Climate of Concern – A Search for Effective Strategies for Teaching Children about Global Warming. *International Journal of Environmental and Science Education* 4(2), 97-116.
- Ta, E. & Gülen, S. (2019). Analysis of the Influence of Outdoor Education Activities on Seventh Grade Students. *Participatory Educational Research* 6(2), 122-143.
- Ting, K.L. & Siew, N.M. (2014). Effects of Outdoor School Ground Lessons on Students' Science Process Skills and Scientific Curiosity. *Journal of Education and Learning* 3(4), 96-107.
- Townsend, C. (2010). Earth-Heart Astronomy: Astronomy-Related Activities to Enhance Education for Sustainable Development. *School Science Review* 92(338), 97-102.
- Zhang, W., Goodale, E. & Chen, J. (2014). How contact with nature affects children's biophilia, biophobia and conservation attitude in China. *Biological Conservation* 177, 109-116.





## Kommende udgivelser

---

Fritids- og ungdomsklubber

---

Børns læselyst

---

IT i undervisningen på universiteterne

---

Inklusion i undervisningen

---

Inklusion i fagene

---

Historieundervisning i grundskolen

---

Praksis- og professionsudvikling i dagtilbud



[dpu.au.dk/paedagogiskindblik](https://dpu.au.dk/paedagogiskindblik)

