

## Temaer

Afdækning af praksis:.....	3
Begrebslæring.....	4
Bæredygtighed. ....	5
Designbaseret læring .....	6
Didaktisering.....	7
Elevsamarbejde – generiske kompetencer .....	8
Evaluering.....	9
Fagligt indhold – curriculum.....	10
Fagligt samspil .....	11
Fondsindvirkning på naturfaglig undervisning og naturfagsdidaktisk forskning.....	12
Forskningsmetode m.m.....	13
Hvad der virker .....	14
IBSE, Undersøgelser og undersøgelseskompetence.....	15
IKT i undervisningen.....	16
Inklusion .....	17
Kompetencer og læring.....	18
Lærerkompetencer m.m. ....	19
Lærersamarbejde.....	20
Motivation, interesse, engagement.....	21
Natur/teknologi i indskoling og på mellemtrin .....	22
Nature of Science.....	23
Naturfag og køn.....	24
Naturfaglig dannelse.....	25
Naturfaglig kultur.....	26
Problembaseret arbejde. ....	27
Progression og sammenhæng på langs.....	28
Science kapital .....	29
Skolekultur og ledelsesinvolvering .....	30
Sprog og læring.....	31
STEM-studievalg .....	32
Teknologi.....	33
TPD-modeller og behov.....	34
Transfer. ....	35

Uddannelsesstruktur.....	36
Virtuel undervisning.....	37
Åben skole .....	38

## Afdækning af praksis:

Der er et behov for at for afdække hvordan praksis ser ud. Det er nødvendigt med en baseline at gå ud fra, så man kan få kortlagt både hvilke kompetencer lærere faktisk har og ikke mindst hvordan de kommer i spil i undervisningen. Desuden magler der forskning på hvad eleverne faktisk får ud af undervisningen

### Udvalgte citater:

Undersøgelse af den reelle praksis i naturfagsundervisningen i grundskolen. Hvilken type undervisning gennemføres i praksis? I hvor høj grad er den styret af lærerne og i hvor høj grad er den reelt styret af læremidler? Hvordan planlægger lærerne? I hvor høj grad kender de og følger reelt f.eks. Fælles Mål?

Det vil være godt med et styrket vidensgrundlag ift. hvilken betydning forskellige elementer har for elevernes læring, eksempelvis:

- I hvor høj grad naturfagsundervisningen er kompetenceorienteret
- I hvor høj grad undervisningen tager afsæt i autentiske problemstillinger
- I hvor høj grad tilrettelæggelsen af undervisningen foregår i samarbejde med eleverne
- Hvordan lærerne anvender læseplanen i deres forberedelse af undervisningen
- I hvor høj grad lærerne anvender formativ evaluering i naturfagsundervisningen.
- I hvor høj grad lærerne samarbejder om planlægningen af naturfagsundervisningen og hvilken betydning har skolens organisering (i naturfagene) for elevernes præstationer.

Vi har meget lidt data omkring lærerkompetencerne, og har meget lidt viden om hvad der sker uden i undervisningen.

Det kunne være gavnligt at få belyst hvem der underviser, og hvor mange forskellige grupper vi har af undervisere.

## Begrebslæring

Tematiseringen her vedrører læring og undervisning med et begrebsligt fagligt fokus. Typisk omtales "forståelse" eller "dybdelæring" som både mål og udfordring her. I den ene ende af udfordringsbilledet efterlyses forskning i, hvorledes matematik kan bidrage til dybdeforståelse i naturfag. Mere generelt efterspørges viden om og redskaber til støtte for elevernes videnskonstruktion undervejs i deres undersøgende og evt. innovative arbejde. Hvordan drages fx elevernes erfaringer ind, så det ikke udarter til prakticisme, men rent faktisk bidrager til forståelse? Hvordan sikrer man fordybelse og fælles forståelse i et setup, hvor eleverne ret selvstændigt forfølger egne problemstillinger? I den anden ende af udfordringsbilledet konstateres et behov for at udvikle og udbrede viden om, hvornår og hvordan naturfagene mere abstrakte viden tidligst og bedst bringes i dialog med yngre elevers fænomenbaserede hverdagsforståelser. En enkelt efterlyser forskningsviden om, hvorledes lærerens egne hverdagsforestillinger influerer elevernes læringsudbytte i relation til samme indhold.

## Udvalgte citater

Jeg finder det særlig vigtigt at udvikle naturfagsundervisningen ift. et dybdelæringsperspektiv

Hvordan konstruerer eleverne viden under arbejde med målinger og beregninger i en eksperimentel situation. Hvordan understøtter et matematisk logisk argument en begrebsmæssig forståelse af et naturvidenskabeligt begreb eller sammenhæng?

Hvordan sikrer man øget fordybelse i faglig læring efter innovationsfasen? ....Hvordan undgår lærerne en meget stor spredning i viden- og færdigheder, hvis det meste af skolens undervisning er PBL med langvarige gruppeprocesser?

Hvordan lærer man, når man er mellem 6 og 12 år?... Hvilke typer af læreprocesser karakteriserer naturfagene i 1.-6. klasse?

Jeg mener, at det er utrolig vigtigt at sætte fokus på folkeskolens første 6 år, både indskoling og mellemtrin. Hvordan møder man her elevernes nysgerrighed og måde at tale om naturfænomener på, uden at skræmme livet af dem....med sit sprog og sine abstrakte forståelser. Det er virkelig vigtigt at kunne sætte sig ind i denne målgruppes behov og forforståelser for de fænomener, som man skal undervise i. Her skal man kunne bygge broen mellem elevernes hverdagsforståelser og naturfagets abstrakte niveau.

## Bæredygtighed.

Bæredygtighed er en påtrængende dagsorden, og den skrives ind i læreplanerne på nye og udfordrende måder, for både pædagoger og undervisere i naturfagene. Der er brug for mere forskning i, hvorledes nye læreplanstiltag på området udmøntes, og udfordringerne bedst håndteres. Ellers er der fokus på at afklare, *hvad* der er/bør være naturfagernes bidrag til elevernes forståelse og ageren ift. bæredygtig udvikling og grøn omstilling. Samt ikke mindst en interesse for at udvikle og udbrede måder at bedrive bæredygtighedsundervisning på: fx hvilken rolle spiller faglig viden og information for at reducere eleveres klimaangst og udvikle deres handlekompetence? Hvor meget betyder det, at undervisningen tilføres en konstruktiv handlekomponent, fx gennem engineering af bud på bæredygtig problemløsning?

### Udvalgte citater

I den nye styrkede pædagogiske læreplan indgår bæredygtighed som et fremhævet element. Det er nyt, og derfor er der et behov for at afdække et nyt område i relation til daginstitutionerne. Der kan være interessante perspektiver i arbejde med uddannelse til bæredygtig udvikling, og området har ikke været grundigt udforsket og diskuteret indenfor dagtilbud.

Undervisning i, om og med bæredygtighed er helt utroligt vigtigt. Klimatruslen er essentiel. Og børnenes klimaangst skal mødes med faglighed.

Hvordan naturfagene/STEM kan bidrage til bæredygtig udvikling og den grønne omstilling.

Hvordan de yngste elever kan genetablere en tæt følelsesmæssig og kropslig kontakt til naturen, engineering af bæredygtige løsninger.

## Designbaseret læring

Designbaseret læring er læring gennem designede undervisningsforløb. Det kan eksempelvis være engineering eller computationel tankegang. Mange af disse forløb ses som at de giver eleverne større muligheder for at være kreative og innovative. Det gælder eksempelvis idéfasen i engineering eller designfasen i teknologiforståelse.

Der er brug for at få et større fokus på den kreative og innovative side af naturfagene. Derigennem vil man også kunne arbejde med større fælles løsninger, hvor forskellige grupper løser forskellige delprojekter i et større projekt.

Der er brug for at vide mere om hvordan denne design baserede undervisning påvirker elevernes læring og motivation

### Udvalgte citater:

Efter mange år med undervisning om og for kreativitet og innovation, er der brug for at få udviklet en indlejret naturfaglig undervisning, hvor kreativitet og innovation indlejres i undervisningen.

Det er vigtigt generelt i gymnasiet med mere fokus på modellering og styring, og dermed også i de naturvidenskabelige fag. Så Computational Thinking som metode til at udvikle kvalificerede svar på problemstillinger, og robot teknologi fx gennem Arduino og Raspberry Pi kommer til at fylde mere i undervisningen.

Mere vægt på, at begreber som engineering, innovation, entreprenørskab forstås som væsentlige for anvendelsen af viden og metoder, og ikke fungerer, hvis de opfattes som tilbygninger til "den faglige kerne".

Teknologiforståels: Handler både om at lære forskellige teknologier og om hvordan man faciliterer en designproces.

Det forekommer at alle elever skal kunne "det hele"... måske skulle man lade elever "specialisere sig", og så lade dem arbejde sammen om at løse "store" problemer. Dette har relation til naturfaglig undervisning som "engineering", hvor fx når der skal laves en bro, så der statikere der laver beregninger, materiale- kemikere der står for betonkvalitet, osv.

Hvordan teknologiforståelsesfagligheden kan understøtte naturfagene. i Danmark har vi udviklet et teknologiforståelsesfag, hvor elementer som dannelse og demokrati er en del af fagligheden - til forskel fra andre lande. Jeg tænker det ville være relevant at undersøge, om denne faglighed kan bidrage positivt til naturfagsundervisningen, og om elevernes læringsudbytte øges herved.

## Didaktisering

Didaktisering omtales i materialet, som en opmærksomhed og indsats, der tilser at viden udenfor undervisningens område bliver tænkt ind i en specifik undervisningskontekst. Det kan handle om, hvorledes man transformerer høj teoretisk viden til elevforståelige forklaringer på et lavere niveau, eller om hvordan et begrebsligt indhold aktualiseres, tematiseres. Det kan også handle om, hvorledes BIG DATA fra internettet kan blive en ressource i undervisningen. For nogle knytter der sig vigtige didaktiseringsudfordringer til at bedrive mere sammenhængende undervisningsplanlægning, hvor viden om mål på et niveau befrugter undervisningstænkningen på et andet. Eller til at omsætte viden om pensum og kompetencer til en problemorienteret årsplan. Sidst men ikke mindst peger flere på didaktiseringsudfordringer i tilknytning til udvikling af undervisningsmaterialer, fx at praksisviden ikke i tilstrækkelig grad finder vej til forlagenes lærebøger eller at der mangler materialeudvikling i samspil mellem akademiske forskere indenfor et bestemt område, fagdidaktikere og undervisere.

### Udvalgte citater:

Nyuddannede fra universiteterne er måske nok fagligt dygtige og evner at fordybe sig i en videnskabelig problemstilling, men god undervisning kræver også, at man kan oversætte hverdagens udfordringer til noget forståelig viden på et lavere niveau. Disse ting harmonerer ikke særlig godt – og Teoretisk Pædagogikum kan ikke nå at rette det på den korte tid, som nu er afsat.

Jeg mener det kunne styrke undervisningen i naturfag, hvis der var mere forskning omkring didaktiseringen på de forskellige niveauer ....hvordan skelner underviserne de faglige mål på de forskellige niveauer, således at man ikke kommer til at forvente B-niveau af en C-niveau-elev.

Der findes store datamængder til rådighed på internettet, men det kan være svært at finde ud af at få stoffet didaktiseret på den rigtige måde.

[Savner] konkrete eksempler på både brug og udvikling af kuraterede undervisningsforløb i samarbejde mellem lærere med praksiserfaringer og didaktiske/videnskabshistoriske vidensmiljøer for at understøtte tværfaglig dannelse.

## Elevsamarbejde – generiske kompetencer

Naturfagsundervisningen handler ikke kun om naturfaglige kompetencer. Der skal være et fokus på mere generiske kompetencer også. Det kan både være i form af innovation og kreativitet, men også som generelle samarbejdskompetencer hos eleverne. Her mangler underviserne viden og færdigheder til at bringe det i spil i undervisningen. Ligeledes mangler der forskning på området i forhold til hvordan eleverne bringer de generiske kompetencer i spil i naturfagsundervisningen og hvilken betydning det har for deres naturfaglige læring.

### Samtlige citater:

det er særlig vigtigt at den naturfaglige undervisning udvikles inden for de mere almene kompetence som innovation og kreativitet.

Hvordan kan man som underviser inddrage disse kompetence i det små - i den daglige undervisning, uden at det skal foregå gennem større projekter, som har været den gængse måde at inddrage disse kompetence. Innovation og kreativitet virker inddragende og motiverende for eleverne og er desuden en del af de nye kompetencer i gymnasiet

Jeg mener, at undervisningen kan kvalificeres af forskning, der undersøger, hvordan elevernes samarbejde påvirker deres læring indenfor naturfag. Hvilke elementer af elevernes evne til at samarbejde har betydning for deres naturfaglige læring. Og hvordan kan man skabe bedst mulige rammer for dette samarbejde. Det bliver ofte en forhindring for eleverne at overlade dem til selv at finde ud af og definere, hvordan samarbejdet skal foregå. I mange tilfælde er det samarbejdet, der alligevel kommer til at fylde mere end selve det faglige indhold. Så hvordan hjælper vi eleverne med at skabe et godt samarbejde indenfor naturfagsundervisningen?



## Evaluering

Evalueringen i naturfagene er mangelfuld. Der mangler en praksis der er baseret på systematisk evaluering af eleverne. Især den formative evaluering er en udfordring for lærerne. De mangler både viden om og værktøjer til hvordan man kan gøre det systematisk med fokus på elevernes kompetenceudvikling frem for en test af viden.

Der er en opfattelse af, at det står værre til i naturfag end i andre fag. Dette gælder både for den eksisterende praksis og for forskningen omkring evaluering i naturfag. Der er derfor brug for både forskningsprojekter og EVU aktiviteter med fokus på kompetenceevaluering og formativ evaluering.

Samtidig er der inden for naturfagene en spirende nysgerrighed på andre evalueringsformer, som eksempelvis peer-feedback. Men igen er det ikke på et systematisk plan endnu.

Et aspekt af evalueringen er også prøveformerne. Selvom der har været tiltag til at gøre prøverne mere kompetenceorienterede er det ikke lykkedes. Det er problematisk, da prøverne bliver styrende for den undervisning, der går forud.

Der er derfor brug for en ny kultur omkring hvad det er man vil med evaluering og hvordan man så opnår disse mål.

### Udvalgte citater:

Der er mindre forskningsmæssig fokus på evaluering og struktureret feedback i naturfag end i fx dansk og matematik.

Evaluering og feedback. Lærere i naturfag benytter i mindre grad tests/struktureret evaluering end lærere i andre fag. Selvom lærernes professionelle dømmekraft altid bør være det centrale element i løbende evaluering, er der ingen grund til, at lærere ikke kan benytte sig af struktureret evaluering

Efteruddannelsen kunne både fokusere på specifikke modeller (oplæring i hvordan de bruges og hvad deres styrker og svagheder er), men også handle om generelt at styrke "evalueringskulturen

Jeg mener det kunne styrke undervisningen i og elevernes motivationen for naturfag, hvis der var noget mere forskning omkring karaktergivning og forståelsen af det faglige niveau i naturfag i gymnasiet. Hvorfor er de naturfaglige fag typisk vanskeligere end andre fag, hvorfor vælger stort set kun de "stærke" elever de naturfaglige fag på højt niveau i gymnasiet. Hvorfor er det faglige niveau i gymnasiet tilsyneladende så højt i de naturfaglige fag at det er overvejende de dygtigste elever fra grundskolen der vælger disse eller vælger uden om disse for at karakteroptimere deres eksamensresultat. Er det undervisernes selvopfattelse af faget og det såkaldte gymnasiale niveau eller er det læreplanerne som bare er mere ambitiøse eller er noget helt tredje?

Mange undervisere er begyndt at snuse til peer-feedback og andre nye metoder til rettelser, men primært ud fra et tidsbesparende perspektiv. Det kunne være interessant med noget efteruddannelse med et mere konstruktivt formål.

Hvordan evalueres elevernes kompetencer i forbindelse med fagligt samspil?

Hvordan kan folkeskolens afgangsprøve udvikles, så den korresponderer med folkeskolens formål om at forberede til videre uddannelse?

Så skal der sættes fokus på selve vurderingen af de kompetencer vi ønsker eleverne skal have med sig - kompetencebaseret evaluering.

Hvordan skaber vi en evalueringssituation, der tilgodeser lærernes behov for at sikre sig en vis faglighed og samtidig giver eleverne en meget (tilpas) bred ramme at vise denne faglighed i.

Evaluering i naturfagene er et relativt stort problem, hvor lærerne nærmest famler i blinde, når eleverne skal vurderes - både til daglig og til eksamen.

Der er behov for at udvikle lærernes forståelse og anvendelse af evaluering i grundskolen, med henblik på at forbedre elevernes fagligforståelse, kompetencer og læringsprocesser, herunder elevernes metarefleksioner ift. egen læring.

Der er behov for at fokusere på progression og løbende formativ evaluering i naturfagene. Vi ved faktisk ikke så meget om, hvilke data, lærerne anvender, når de skal bedømme eleverne.

## Fagligt indhold – curriculum

Behovene for større curriculumtiltag, fx ift at skabe sammenhæng på langs er omtalt som en særlig tematisering. STEM nævnes i bidrag, først og fremmest som en efteruddannelsesindsats, og som noget alle lærere i princippet burde have adgang til. Derudover omtales primært en række mere specifikke behov og forslag til udvikling og efteruddannelse. På grundskoleområdet efterlyses udvikling af undervisning som på mere eksistentiel og helhedsorienteret vis lader eleverne opleve, hvorledes naturvidenskabelig aktivitet er afgørende for vores forståelse af verden og vores plads i den. I rimelig tråd hermed efterlyses udvikling af almen naturhistorie i undervisningen. Der ses også et behov for – i visse fag - at styrke overensstemmelsen mellem den undervisning, som lærerne implementerer, og faghæfternes mere fremmelige intentioner. I ungdomsuddannelserne efterlyses bl.a. evaluering af curriculum-tiltag, hvor "aktuelt emne" bruges som dynamisk pladsholder for at nyere forskning får plads i pensum. Evalueringen er tænkt at godtgøre, hvorvidt ideen er så god, at den bør overføres til andre fag. Fra anden side efterlyses udvikling af mere uddannelsesspecifikke toninger af naturfaglig undervisning i ungdomsuddannelserne, især hvad angår det belyste genstandsområde, det berørte faglige indhold, tematiseringer m.m.

### Udvalgte citater:

Det er ikke de mange naturvidenskabelige detaljer der er vigtige i undervisningen, men nogle helhedsopfattelser, som læreren så kan vælge at gå i detaljer med nogle få af. Dermed vil det også være muligt at reducere detaljerne i pensum (som det er sket i NGSS og til dels i er intentionen i Naturvidenskabens ABC. Men da ABC'en er kommet til oveni de eksisterende faglige mål, så er [den samlede] intention ikke klar nok).

Undervisere i natur/teknologi skal vide, hvad et nutidigt og relevant indhold for undervisningen er. Der er ofte ikke overensstemmelse mellem lærernes valg af undervisningsindhold og det som faghæftet beskriver, og undervisningen bør handle om.

At undervisningen kun tager udgangspunkt i den naturfaglige verden, generelt. Her har eleverne svært ved at se deres uddannelse i faget, og føler, at de ligeså godt kunne gå på stx. Her kunne det være relevant at udvikle undervisning, som direkte rækker ind i de pågældende uddannelser og gør at eleverne ikke er i tvivl om, hvilken uddannelse de går på.

## Fagligt samspil

Fagligt samspil kan opfattes på mange måde. I forhold til naturfagene er der samspillet mellem de enkelte naturfag, samspillet mellem naturfag og matematik, samspillet i STEM og samspillet med øvrige fag.

Der findes en række ligheder mellem de naturfaglige fag. Disse kan blive dyrket mere. I folkeskolen er fagene endda beskrevet med de samme kompetenceområder. Men der mangler stadig en større del af tværfaglig undervisning. Et af problemerne er at læreruddannelsen arbejder fagafgrænset og de lærere, der uddannes dermed ikke har værktøjerne til rigtigt fagsamarbejde.

Ligeledes er der udfordringer med samarbejdet mellem matematik og naturfag. Matematikken bruges i naturfagene, og på ungdomsuddannelserne ser man at de matematikfaglige studerende vælger naturfag. Men der er sjældent et fagligt samspil mellem fagene.

I forhold til STEM ses det ofte som 4 sammensatte bogstaver frem for en enhed. Det handler om at finde løsninger på fagoverskridende problemer.

### Udvalgte citater:

Endelig er der samspillet med de øvrige fag. Der er mange muligheder for fagligt samspil, men det bliver ofte svært at se hvad det er eleverne får ud af det – set fra det enkelte fags synspunkt.

Som påpeget i en udfordring, så har naturfagskomplekset med fire separate fag (fem hvis der kommer et tek.forståelse fag, der måske skal placeres som naturfag?) særligt behov for at etablere en sammenhæng, idet der er visse naturfaglige grundkompetencer og grundforståelser ('den naturvidenskabelige metode', 'forståelse for sammenhængen mellem mennesker og 'naturen' i dens biologiske, kemiske, fysiske og klimatisk/geografiske inkarnation), som fagene i fællesskab skal lære eleven. Derfor kunne der i forskningen godt sættes større fokus på fagene sammenhæng, og hvordan de gensidigt understøtter hinanden.

Når de samme elever, som stiller spørgsmål ved relevansen af at lære matematik, fx har fysik C (obligatorisk for alle på STX), hvor der med fordel kan trækkes på matematikkompetencerne, kniber det for en del elever at bringe grundlæggende færdigheder i spil.

Hvor stor er en eventuel læringsmæssig synergieffekt for hhv. matematik og naturvidenskab (måske særligt fysik), og hvilke former for fagligt samspil har særlige læringsmæssige potentialer?

Hvordan påvirkes elevernes interesse og motivation for matematik og naturvidenskab af et tæt fagligt samspil?

Jeg mener således, at det er vigtigt at naturfagsundervisningen på læreruddannelsen i højere grad arbejder sammen på tværs af fag. Det er ikke nok, at geografi-lærerstudende får et teoretisk kundskab til, hvad biologi og fysik/kemi kan og er for nogen fag, de skal møde det og afprøve samarbejdet i løbet af deres uddannelse.

Jeg så gerne øget fokus på reel tværfaglig dannelse - ikke bare at arbejde med samme sag i flere fag, men en i sidste ende naturvidenskabsteoretisk funderet didaktisering. Det kan realiseres gennem fx autentiske (gerne historiske) åbne problemstillinger.

Matematisk faglighed, som ser ud til at være en udfordring både i grundskolen og gymnasiet i den forstand, at det kræver et fagligt overskud at kunne integrere med fx naturfagene.

STEM didaktik. For at komme fra en fagopdelt tænkning til en fagintegreret tænkning. Lærerne skal udfordre på deres traditionelle tænkning om fag og hvordan disse kan bidrage til løsning af problemstillinger.

Udgangspunkt i problemstillinger, ikke i fagene. Der bør i langt højere grad udvikles naturfagsundervisning, der handler om at undersøge og løse store spørgsmål og problemstillinger, og det skal gerne ske i tværfaglige sammenhænge. Det vil give eleverne mulighed for at se relevansen af naturfagene i langt højere grad.

Som nævnt er tværfaglighed noget der ofte hindres af de strukturer der omgiver naturvidenskab og naturfag. Samtidig kalder verden på tværfaglighed. Derfor er det nødvendigt med målrettede indsatser for naturfagslærere, hvis de skal kunne undervise tværfagligt.

## Fondsindvirkning på naturfaglig undervisning og naturfagsdidaktisk forskning

Udgangspunktet er, at der ikke findes dansk forskning, som belyser fondenes betydning for og indflydelse på naturfagsundervisningen og den naturfagsdidaktiske forskning. Det anses for vigtigt, at der etableres en sådan forskning, som åbner for, at man i feltet vil kunne imødegå de største udfordringer og uhensigtsmæssigheder.

### **Samtlige udsagn:**

I Danmark er der mig bekendt ingen forskning i betydningen af fondenes indflydelse på, hvilke forsknings- og udviklingsprojekter samt hvilke efteruddannelsesforløb, der iværksættes. En forskningsindsats på dette felt synes vigtig, da disse forsknings- og udviklingsprojekter i høj grad er med til at forme fremtidens naturfagsundervisning.

Da flere og flere undervisere vil komme til at deltage i offentlige-private samarbejder, er det vigtigt, at de får en viden om de udfordringer der knyttes til dette.

## Forskningsmetode m.m.

Det er interessant og markant, at materialet i meget ringe udtrykker behov for at udvikle den måde den naturfagsdidaktiske forskning bedrives og kommunikeres på. Der er således kun to bidrag, som peger på udviklingsbehov her: eet som plæderer for, at man i naturfagsdidaktisk forskning bør udvikle såkaldte art-based metoder, som bud på kvalitativ og informant-styret dataindsamling uden direkte forskerpåvirkning. Et andet bidrag savner internationale publikationer fra professionshøjskolerne og efterlyser i den sammenhæng efteruddannelse og etablering af tværgående skrivegrupper mhp sådan international publikation.

### **Eneste udsagn:**

Her skal vi vende blikket mod art-based methods som er en række metodiske tilgange inspireret af kunsten og derved inddrager visuelle, performative og kreative udtryksformer. Metoderne åbner for, at der kan arbejdes med billeder, tegninger eller ler, men også videodagbøger og fotografier taget af deltagerne kan tages i brug. Ved at inddrage disse virkemidler skabes der et medium mellem forsker og informant, som giver andre handlemuligheder. Det ser vi eksempelvis i Jonhanna Einarsdottirs forskningsarbejde, hvor børn i børnehaven får mulighed for at tage billeder af deres hverdag eller Josh Packard, der giver hjemløse mulighed for at tage billeder af deres liv på gaden. Det, der er essentielt i begges arbejde, er, at de som forskere ikke er tilstede, når billederne tages. Det ændrer i forholdet mellem forsker og informant, idet forskeren er fraværende, og derfor ikke har mulighed for at påvirke det, der sker.

Det vil være relevant med efteruddannelse indenfor international publicering – især artikel skrivning. IND tilbyder p.t. kvalificerede forløb til deres ph.d. studerende med internationale forskere, som kunne bruges som inspiration til udvikling af efteruddannelsesforløb. Forløbet bør også indeholde etablering af skrivegrupper. Der bliver publiceret relativt lidt international litteratur fra professionshøjskolerne

## Hvad der virker

Der findes en stor mængde forskning om naturfag og naturfagsdidaktik, men ikke så meget udført i en dansk kontekst. Kan man overføre internationale resultater til den danske skole eller vil det ikke virke. Der er brug for at efterprøve en stor del af den viden, der er opsamlet internationalt og se om det virker i en dansk kontekst. Det gælder i spændet fra elevernes læring, lærernes undervisning og didaktiske udvikling, uddannelse og kompetenceudvikling af lærere og til unges uddannelsesvalg.

### Udvalgte citater:

Det ville være interessant at se noget forskning inden for det danske skolevæsen som tager udgangspunkt i (Hattie & Timperley, 2007) Selv om denne undersøgelse er et stort meta-studie i skolesystemer som ligner det danske så ville det være spændende at se om resultaterne kan overføres til det danske skolevæsen.

Hvor stor er en eventuel læringsmæssig synergieffekt for hhv. matematik og naturvidenskab (måske særligt fysik), og hvilke former for fagligt samspil har særlige læringsmæssige potentialer?

Arbejdet på at få sammenskrevet sammentænkt, faghæfter, engineeringdidaktik, naturvidenskabernes ABC og de 10 erkendelsesområder.

Hvilken effekt har læring der tager afsæt i STEM -problemstillinger på elevernes læring?

Hvis der skal laves forskning, så ville det for mig være interessant, hvis man fandt naturfagslærere som lykkedes i deres undervisning og fulgte dem - for så at se om der var fælles træk i hvorfor de lykkedes.

Et ting som kunne kvalificere TPD indsatser yderligere ville være årlige opfølgninger med lærerteams om hvordan det går med de mange indsatser der p.t. rammer naturfagslærere: IBSE, Engineering, Læringsfællesskaber, Fællesfaglighed, .

systematisk og alsidige undersøgelser af hvordan forskellige interventioner og praksisser i det hele taget udvikler læreres evalueringensviden, færdigheder og holdninger.

Måling af effekt på den lange bane. Kan elever påvirkes til at tage f.eks. mere naturfagligt orienterede ungdomsuddannelser? Hvad er i givet fald driverne for de valg? Der er behov for langvarige studier, hvor man kan følge elever i måske 10-20 år, for at se på mulige effekter.

Kunne man forske i hvad det er for et tilbud vi/uformelle læringscentre har til skoler? Måske skal vi gøre noget anderledes som forskning kunne bidrage til at afdække?

Vi ved en hel del om den spændende motiverende undervisning, men lærere læser ikke forskningsrapporter og heller ikke MONA. Den didaktiske forskning skal gøres tilgængelig for flere og måske som i Finland diskuteres på skolens

## IBSE, Undersøgelser og undersøgelseskompetence.

Et antal respondenter har argumenteret for, at det er vigtigt, at udvikle den naturfaglige undervisning, så den bliver mere undersøgende (både i grundskole og gymnasium). Et antal henviser specifikt til IBSE eller UBNU, som begrebsætning omkring det de ønsker. For nogle er det knyttet an til et ønske om at styrke elevernes engagement og ejerskab, mens det for andre ses som en modvægt mod teoretisk dominans og som en motiverende omstændighed. Der er også røster, som fremhæver potentialet for differentiering via undersøgelser. Blandt de ting, som ønskes udviklet er det grundlæggende fagdidaktiske: hvad karakteriserer en undersøgelsesbaseret naturfaglig undervisning og hvordan arbejder man induktivt med udgangspunkt i banale almindelige undersøgelser og bygger videre til en mere teoretisk forståelse af fænomenerne? Hvordan tager man afsæt i elevernes egne forestillinger og giver dem autonomi, samtidig med at man understøtter forskellige typer af elever? Hvordan ser en progression mht undersøgelseskompetence ud? Hvordan spiller undersøgelser og modellering sammen i fx en modelleringsproces?

Det anføres at være en krævende type undervisning. En enkelt respondent henviser til statistik, som godtgør, at hele 43 % af (grundskole)lærere i naturfagene ønsker at styrke deres kompetencer i relation til det undersøgende arbejde. Udover de allerede anførte fagdidaktiske udfordringer, handler et også om at blive opmærksom på mangfoldigheden af forskellige slags undersøgelser, herunder også problembaserede og engineering-agtige. Enkelte respondenter ønsker mere forskning omkring undersøgelser i naturfag, og i særdeleshed hvorledes disse knyttes sammen med elevernes faglige læring.

### Udvalgte citater:

Det undersøgende eksperiment. Hvor eleverne faktisk arbejder med at lave en eksperimentel undersøgelse. Eleven skal selv lærer at designe et eksperiment, og samtidig lærer hvordan eksperimentet evalueres

Den gode problembaseret undersøgelse (eksperiment) hvordan bygger man undervisningen op omkring et problembaseret eksperiment?

Jeg mener at der et stort behov for at få lavet noget forskning i det danske skolesystem, med særligt fokus på gymnasieskolen af hvordan Undersøgelses Baseret Naturfagsundervisning og Science Writing Heuristics (Keys, Hand, Prain, & Collins, 1999) ville kunne understøtte eleverne læringsudbytte

Hvordan fremmer og stimulerer man pædagogisk en undersøgelsesbaseret tilgang til undervisning? hvordan arbejder man induktivt med udgangspunkt i banale almindelige undersøgelser og bygger videre til en mere teoretisk forståelse af fænomenerne? Således at man kan starte i elevernes erfaringsverden og derigennem vise dem nogle almene naturfaglige fænomener gennem en konkret undervisning

Hvad er undersøgelsesbaseret undervisning?

Hvad er det en undersøgelsesbaseret undervisningsproces karakteriseres ved.

Som tidligere beskrevet har mange lærere ikke selv oplevet en undervisning, som man nu forventer af dem.

Undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning har kvaliteter i forhold til motivation og naturfagenes egenart. Trods en del år på bagen, er det kun delvis implementeret i skolen, da det er krævende undervisning, der kræver tid og mulighed for praktisk arbejde

Læreren skal i natur og teknologi igennem en 6-årig progression med undersøgelseskompetencen, så hvad er relevant og meningsfuldt at arbejde med i 1. klasse kontra 5. klasse? Og hvordan kan læreren facilitere elevernes arbejde, hvis det også skal rumme elevernes egen nysgerrighed

## IKT i undervisningen

Der er et behov for at se på anvendelsen af IKT i undervisningen. Det gælder både i forhold til hvad og hvordan det bruges og ikke mindst det didaktiske formål med det. IKT skal kunne anvendes af eleverne direkte i undervisningen eksempelvis i forbindelse med undersøgelsesbaseret arbejde. Her skal eleverne selv kunne anvende eksempelvis sensorer eller selv fremskaffe big data til undersøgelser.

Samtidig er der et behov for en efteruddannelsesindsats af lærere i forhold til IKT. Mange lærere er ikke opdateret på området og kan derfor ikke bringe disse muligheder i spil i undervisningen.

Endelig kunne der inden for den naturfagsdidaktiske forskning også være et større fokus på anvendelse og udbytte af at arbejde med IKT i undervisningen.

### Udvalgte citater:

Desuden mener jeg også, at det er særlig vigtigt, at den naturfaglige undervisning udvikles inden for de digitale kompetencer. Forskningen inden for de naturvidenskabelige fag bliver i større og større grad datadrevet og baseret på big-data.

Med tilgængeligheden af nye sensorer bliver elever i gymnasiet i selv stand til at opsamle store data mængder, som man skal lære at forholde sig til. Ligeledes findes der på internettet umådeligt meget data - lige fra nedbørsdata i et område omkring en sø i Afrika, til satellitbilleder med en tidshistorik over gletsjernes udvikling i Grønland til en database med billeder af millioner af galakser.

I forhold til det naturfaglige - er områder som simuleringer og virtuelle laboratorier også vigtige og er i forbindelse med corona, blevet presset ind i undervisningen med stor kraft. Jeg mener der er brug, at få afdækket, hvordan disse områder også efterfølgende corona kan bidrage til at understøtte dybdeforståelsen i fagene. Det kan fx være, hvilke typer af virtuelle laboratorier virker bedst i forskellige sammenhænge til indlæring af forskellige kompetencer og begreber.

Brug af IT. Der er stadig mange lærere med manglende IT kompetencer i forhold til at bruge IT i det undersøgende arbejde, til udvikling af prototyper og til kommunikation ud over PowerPoint.



## Inklusion

Hvis naturfagene skal leve op til det gamle slogan om "naturfag for alle", så er der brug for et perspektivskifte, så det i udgangspunktet er faget som må søge at åbne sig for samtlige elever, snarere end det modsatte. Chancelighed for alle elever i naturfagene fordrer en "diversitetstilgang". Så den første store udfordring er at skabe en bevidsthed hos lærerne om, at naturfagene bør åbnes for diverse elevgrupper – for derved at realisere perspektivskiftet. Der er også brug for at lærerne bliver bevidste om indbyggede elevbias ved forskellige typer af aktiviteter, prøveformer og evt. bias i deres egen praksis og forventningsformulering til forskellige typer af elever. Dernæst er der brug for praksisrettet viden om, hvordan man implementerer en diversitetstilgang i den naturfaglige undervisning, herunder også hvorledes undervisningsdifferentiering kan tilgodesee elever som er fagligt udfordrede.

### Udvalgte citater:

Der er behov for at udvikle undervisningsdifferentieringen samt have øget fokus på støtte til og indsatser rettet mod lavtpræsterende elever. Det kan også være ved at have fokus på, hvordan eksempelvis undersøgende undervisning kan bidrage til undervisningsdifferentiering

Det er i den forbindelse væsentligt at blive bevidst om, hvordan sciencefagene åbnes for forskellige målgrupper (jf. socioøkonomiske forskelle, køn mv...). Næste skridt er at skabe konkret praksisrettet viden om hvad en diversitets-tilgang i naturfagene vil betyde for curriculum, for pædagogik og didaktiske overvejelser for forskellige børn og unge.

Det er essentielt for naturfagene, at de ændrer status, og ikke længere blot er for de "nørdede" elever, men for alle elever.

Skabe flere muligheder for succes for eleverne. Undervisningen skal udvikles til at skabe flere muligheder for, at forskellige elever kan opleve at være en succes. Det kræver en større variation af metoder, materialer og en kultur i skolen, der ikke kun bygger på at eleverne skal kunne finde de rigtige svar, men at de skal finde meningsfulde svar.

## Kompetencer og læring.

I denne kategori indgår først og fremmest kommentarer som retter sig mod naturfaglige kompetencer og kompetenceorienteret undervisning mere generelt. Der peges på en bred vifte af udfordringer og områder, som fortjener bevågenhed. For det første efterlyses en fælles og gerne bedre forståelse af kompetencebegrebet, især blandt naturfaglige undervisere. Der peges på behovet for at undervisere bliver bedre til at oversætte mål og læreplaner til praksis, herunder også får afklaret, hvad det er realistisk at forvente af eleverne. Der efterlyses forskningsmæssig viden om, hvorledes konkrete aktiviteter udfoldes, så de tilgodeser specifikke kompetencer. Der efterlyses også viden om og praksiseksempler på, hvorledes kompetenceorienteret arbejde kan fremme såvel elevernes naturfaglige dannelse som deres faglige interesser. Det påpeges, at der er brug for at udvikle en kompetencerettet evalueringspraksis, da dette er en forudsætning for evt. at gøre tingene bedre. Endelig er der efter nogens mening behov for mere viden om, hvordan lærere lærer at planlægge og undervise kompetencebaseret.

### Udvalgte citater:

Helt generelt er der behov for en bedre forståelse for og anvendelse af kompetencebegrebet i skolen – vi mangler et fælles ståsted blandt undervisere i naturfagene

De [undervisere] kan godt vurdere om et *færdigt* forløb tilgodeser bestemte kompetencer, men er usikre, når de selv skal "opfinde" et forløb eller når de har en reel problemstilling de skal finde en løsning på – om denne styrker bestemte kompetencer.

Et forskningsbaseret (herunder bygge på det, som læreren allerede gør og værdsætter – suppleret med det som ikke tilgodeses tilstrækkeligt) og realistisk (i en skolehverdag) bud på, hvordan de fire kompetencer kan omsættes til undervisning og evaluering på klasserumsniveau er hårdt tiltrængt.

Det ville være værdifuldt med viden om, hvordan lærere i naturfag lærer at lave en undervisning, som er kompetencebaseret [også for de yngste elever]

## Lærerkompetencer m.m.

I denne tematisering er samlet mere generelle aspekter naturfaglig undervisningskompetence. En række mere specifikke lærerkompetenceaspekter er omtalt i tilknytning til bestemte undervisningstilgange (fx IBSE, PBL, kompetencebaseret undervisning m.m.). Flere bidrag ser lærerkompetence-udfordringer, som bør tilgodeses gennem udvikling af både læreruddannelse og efteruddannelse. En del af disse udfordringer knytter sig til de stadig mere elevcentrerede arbejdsformer i dagens skole: hvordan håndteres overgangen fra mere lærerstyret undervisning i de mindste klasser til gradvist større elevstyring? Hvordan faciliterer man elevernes arbejde i almindelighed og mere specifikt gennem vejledning? Andre ser behov for at styrke lærernes autonomi, så de kan og tør agere uafhængigt af lærebogssystemer, fleksibelt ift. Fælles Mål og med øje for samspil med øvrige fag. Atter andre ser gerne udvikling af lærernes professionelle dømmekraft, så deres fokus flyttes fra undervisning til læring. Dømmekraft for tidens lærere indbefatter også, at man skal kunne forholde sig kritisk-konstruktivt til den stadige strøm af pædagogiske "hypes". Dette fordrer, at lærerne får indsigt i viden om fagdidaktisk forskning og dennes styrker og svagheder. Som et mere undersøgelsesrettet tiltag foreslås det at afdække mulige sammenhænge mellem elevers overgangsproblemer og kompetenceprofiler for lærerne på forskellige trin af uddannelseskæden.

### Udvalgte citater:

Hvilken betydning har lærernes kompetenceprofiler for overgangsproblemerne, og hvordan kan disse [kompetenceprofiler] videreudvikles?

diskussionen af hvad naturfagsdidaktisk forskning er for en størrelse og hvad eller om den kan bruges i praksis er vigtig for at give de nye lærere en ballast til at kunne forholde sig kritisk og/eller imødekommende overfor nye politiske tiltag. De nye lærere skal med andre ord rustes bedre til at gennemskue nye "hypes", men også til at argumentere for implementering af ny forskning, hvor de finder det relevant.

Derudover bør lærerne også få kompetencer til at se sammenhænge til andre fag og hvordan de kan blive mere fagintegreret i deres planlægning og gennemførelse af forskellige forløb.

læreren som facilitator af læringsprocesser. Det handler om at lærere både i forbindelse med de fællesfaglige fokusområder og når der arbejdes med problemstillinger er udfordret på deres rolle. De har svært ved at blive i den faciliterende rolle og falder tilbage i den traditionelle underviserrolle.

Min erfaring siger mig, at den vejledning eleverne får, har stor betydning for deres udbytte af naturfagstimerne. Derfor mener jeg, at der er brug for efteruddannelse indenfor vejlederfunktionen i naturfagsundervisningen.

Fokus på læring og ikke på undervisning. Der er en eklatant mangel på elevperspektivet i grundskolen - på læring. I stedet er der stadig alt for meget fokus på lærerperspektivet. Der skal opkvalificeres på at tilrettelægge undervisning med læringsperspektiv - ikke med fokus på aktivitetsafvikling, som det i høj grad er tilfældet i dag.

## Lærersamarbejde

Det er en nødvendighed at styrke samarbejdet mellem lærere. Det gælder både i et fagteam samarbejde om naturfagene og eksempelvis den fællesfaglige prøve, men det gælder også på langs af systemet i forhold til at få natur/teknologi til at hænge bedre sammen med udskolingsfagene. Ligeledes kan der være god udvikling af undervisningen ved at have samarbejde på tværs af fag uden for ens faggruppe eller i samarbejde med skolepædagoger både i forhold til timer i skolen, men også i forhold til skole-fritids ordninger. Et lærersamarbejde kan have fokus på en didaktisk udvikling af praksis og er et skridt vej fra den "privatpraktiserende" lærer.

Men det kræver tid og indsats at få et fagteam til at fungere. Her mangler der viden om hvorledes man i praksis kan etablere og drive et konstruktivt fagteam. Der er derfor både brug for organisatoriske rammer i praksis og en forskningsmæssig indsats for at løfte feltet.

### Udvalgte citater:

Efteruddannelse indenfor pædagogers arbejde indenfor skolen (samarbejde mellem formelle og uformelle læringsmiljøer). Det fremgår af udviklingsarbejder fx projekt "Udvikling af Udeskole" at pædagoger ofte indgår i understøttende undervisning indenfor naturfagene. Dette område kunne være genstand for efteruddannelse som samarbejde mellem lærere og pædagoger.

Fagteamet som instrument for didaktisk og metodemæssig fornyelse og forbedring af medlemmernes undervisning, herunder ledelsens rolle

Hvad betyder det for skolens resultater, at have et naturfagsteam på en skole altså at ledelsen bakker op om at man samarbejder på skolen med et vist antal timer?

Der skal i fagteamet på skolerne fokus på, hvordan vi taler og tænker om kompetencerne og der skal fokus på udviklingen af et fælles sprog om det vi gør. På tværs af fagene.

Det ville være interessant at undersøge, hvad det gør ved fagene, ved elevernes (og lærernes motivation), hvis det faktisk lykkes en fagteam i naturfag at gøre dette.

Hvordan arbejder vi fornuftigt med alle de tandhjul, der skal køre for at fagteamsamarbejde, undervisning og sparring med ledelse, understøttelse og stilladsering fra forvaltning forbedres?

Forskning i strukturelle tværfaglige miljøer 'på lærerværelset' - hvordan understøtter man bedre lærersamarbejder på tværs af fagkulturer i en travl underviserhverdag?

Fagteamsamarbejdet: Her ligger et kæmpe uudnyttet potentiale i naturfagene. Hvis en skole har et velfungerende fagteam vil dette ofte medføre en udvikling af undervisningen på den enkelte skole.

Praksisfællesskaber. Der skal i langt højere grad uddannes i fællesskaber og til at undervise i fællesskaber. Lærerne skal være dygtigere til at samarbejde om både planlægning og gennemførelse af undervisning. Det skal ske i tæt tilknytning til praksis

Samarbejde mellem lærere. Det er tydeligt at se at på skoler med én god samarbejdskultur, er det lettere for naturfagslærere at føle tryk, både i forhold til deres fagfaglige indhold samt til didaktiske muligheder.

Et styrket samarbejde mellem lærere vil desuden mindske det gab, der er mellem 6. klassetrin n/t og udskolingens naturfag

## Motivation, interesse, engagement.

Udgangspunktet for bidragene her er, at der er behov for at forbedre elevernes interesse, motivation og engagement ift. den naturfaglige undervisning, og i nogle tilfælde også ift. naturvidenskaben som sådan. I den sammenhæng efterlyses forskningsindsatser mhp at afdække elevens opfattelse af og holdning til naturvidenskab, i hvordan scienceforløb for de yngste bidrager til deres oplevelse af naturfagene og deres naturfaglige interesse, eller i hvordan samspil med matematik og/eller inddragelse af IT påvirker elevernes motivation og interesse. Dertil kommer behovet for viden om, hvorledes man engagerer og åbner for forskellige elevgrupper (socio-økonomi, køn...). Andre bidrag peger på behovet for at udbrede og kvalificere bestemte tilgange til at motivere eleverne, såsom: arbejde med autentiske og personligt relevante problemstillinger, mere og bedre udeundervisning, eller øget fokus på innovation, kreativitet og playful learning.

### Udvalgte citater:

Hvordan motiverer man eleverne i naturvidenskab? Og herunder: hvordan skabes interessen og nysgerrigheden?

Forskning i elevernes opfattelse af naturvidenskab, deres holdning til naturvidenskab

Der er ikke gennemført forskning der undersøger hvordan børn i alderen 0-6 år opfatter pædagogisk arbejde med science, hvilke former for scienceforløb der styrker børns opfattelse af naturfagene eller om pædagogisk arbejde med science støtter børns tidlige naturfaglige interesse

Mange elever mister interessen til naturfagene i løbet af deres skolegang. Hvad skal ændres? Arbejdsmåden i undervisningen? Synligheden på skolerne? Samarbejde med eksterne? ....

## Natur/teknologi i indskoling og på mellemtrin

Natur/teknologi er et generelt underprioriteret fag. Det er elevernes første møde med naturfag i skolen og dermed også et vigtigt grundlag for at fastholde og styrke elevernes interesse og motivation for at arbejde med naturfag.

Der er for lille en andel af lærere, der uddannet med N/T som undervisningsfag. Ofte skyldes det at skoler prioriterer få-lærer princippet på bekostning af fagligt uddannede lærere. Det har konsekvenser for fagligheden og for det grundlag eleverne får med videre i skolen.

Der er et behov for at både styrke lærernes faglighed og fagdidaktik inden for N/T og gøre det attraktivt for den fagligt velfunderede lærer at undervise i N/T. Samtidig er der et behov for at styrke det naturfaglig indhold, som det er relevant at arbejde med i netop N/T. Endelig er der brug for et ledelsesfokus på N/T som fag i forhold til hvordan det faglige indhold kan styrkes. Det kan både være gennem kompetenceudvikling og gennem lokal ledelsesprioritering.

Der mangler en tydelig progression i faget og en sammenhæng med naturfagene i udkolingen. Samtidig kan teknologidelen prioriteres mere på bekostning af naturdelen

### Udvalgte citater:

I natur/teknologi, prioriterer flere ledere efter min opfattelse "få-lærerprincippet" frem for fagligheden. Derved kommer flere til at undervise i faget uden undervisningskompetence eller interesse for faget

Jeg har så tit hørt, hvor meget det kan ødelægge elevernes udtalelse i engelsk, hvis man ikke sætter ind dygtig engelsk lærer på undervisningen i begynder engelsk. Men sjældent hørt, hvor vigtigt det er eleverne lærere naturfag rigtigt.

Der er en klar tendens til, at de lærere som er fagligt stærke (og udviklingsorienterede) arbejder i udkolingen. Jeg taler altså om den gennemsnitlige naturfaglærer; der findes bestemt naturfagslærere i indskolingen som er fagligt dygtige, men det er altså min påstand, at der er længere imellem dem end i udkolingen.

Det er virkelig vigtigt at kunne sætte sig ind i denne målgruppes behov og forforståelse for de fænomener man skal undervise i. Her skal man kunne bygge broen mellem børnenes hverdagsforståelser og naturfagets abstrakte niveau.

Generelt er investering i de yngste årgange af stor betydning i forhold til elevernes udbytte senere i uddannelsessystemet. Natur/teknologi er skolens største naturfag, men ydes ofte ikke samme bevågenhed som naturfagene i overbygningen.

Ligesom særlig matematik er det min opfattelse, at også naturfag i relativt høj grad er et "kumulativt fag". Det man lærer i de mindre klasser er meget direkte grundlag for det, der læres i de større klasser.

Men modsat matematik, der er et sammenhængende fag gennem hele skoletiden, har naturfag en mindre sammenhængende struktur, med et fag på de mindre klassetrin og så separate fag senere. Dette er ikke nødvendigvis et problem, men det kræver et mere eksplicit fokus på, 1) hvordan N/T i de mindre klasser er grundlaget for de separate naturfag i udkolingen og 2) hvordan de separate fag i udkolingen spiller sammen mht. at sikre de relevante kompetencer i naturfag.

## Nature of Science

Der er et behov for at se naturfag og naturvidenskab som mere end blot indhold og metoder. Der mangler et fokus på den dybere forståelse af hvad naturvidenskab er og hvilken viden, det er naturvidenskaben frembringer. Undervisningen skal derfor fokusere mere på et Nature of Science perspektiv med videnskabsteoretisk afsæt. Gennem dette kan eleverne få forståelsen for hvad naturfaglige argumenter kan bruges til i eksempelvis en samfundsdebat.

Der er derfor brug for en indsats både i forhold til efter- og videreuddannelses af lærere, så de bliver i stand til at undervise med dette perspektiv, men også en forskningsindsats, der blandt andet skal kortlægge den aktuelle anvendelse af et Nature of Science perspektiv i undervisningen.

### Udvalgte citater

De skal lære at skelne mellem science in the making og veletableret videnskabelig viden. Lære at skelne skidt fra kanel når det gælder rapporter og "forskningsresultater". Ikke på den måde at de fx skal lære en masse kemi for at kunne gennemskue en rapport om kvælstofforurening. Men de skal udvikle en indsigt i, hvordan "videnskabelige" resultater og rapporter kommer til verden og hvorfor de er lavet og af hvem.

Der er behov for efteruddannelse i naturfilosofiske og videnskabsteoretiske positioner som refleksionsgrundlag for undervisningens tilrettelæggelse og gennemførelse og som refleksionsgrundlag for deltagelse i uddannelsespolitik

Forskning i filosofi og videnskabsteori i tilknytning til naturfagsundervisning er næsten ikke-eksisterende i Danmark. En forskningsindsats på dette område vil kunne fungere som et vigtigt bidrag til at højne kvaliteten af undervisningen i naturfagene.

Eleverne oplever, at det kræver kreativitet og fantasi at formulere en ny videnskabelig idé og at bidrage til, at den føres ud i livet, at videnskabelige konklusioner ofte udsættes for tvivl og kritik, og at de løbende kan forsvares og revideres. I fysik/kemi lærer eleverne, at fejl eller misforståelser bare er skridt på vejen i læreprocessen, og at den faglige forståelse kan forbedres ved gentagelser og nye afprøvninger.

Her kan det historiske perspektiv på naturvidenskaben inddrages meningsfuldt. Eleverne kan lære af tidligere videnskabsfolks arbejde, og de særheder der ofte var knyttet til deres videnskabelige arbejde, men ikke havde karakter af hvad vi i dag opfatter som videnskabeligt.

En styrket forskningsindsats er nødvendig for at kortlægge omfanget af myten om 'DEN naturfaglige metode' (selvom forskning allerede peger på at den findes mange steder), men måske endnu mere vigtigt, for at pege på alle de væsentlige funktioner, hvor en bredere og mere mangfoldig forståelse af naturvidenskab er afgørende

## Naturfag og køn.

En række bidrag efterlyser mere viden om, hvorledes køn og naturfag spiller sammen i dagens naturfaglige undervisning. Stilles der fx forskellige forventninger til de to køn, eller baseres undervisningen på stereotype (og måske endda outdatede) forestillinger om kønsspecifikke indholdspræferencer? Er der overhovedet tale om et konsekvent kønsbias til ugunst for pigerne i undervisningen? Hvordan bidrager forskellige prøveformer til at skabe forskelle mellem kønnene. Mere udviklingsrettet er der en interesse i at forfølge spørgsmål om kønsopdelt undervisning og om diversitetsorienteret undervisning. Udgangspunktet for det sidste er, at undervisningen i naturfagene bør være for alle – og derfor ikke bør indeholde barrierer, fx knyttet til køn. At identificere evt. barrierer og at udvikle en undervisningspraksis, som minimerer disse er et vigtigt projekt.

### Udvalgte citater:

Er det mon fortsat rigtigt at pigerne prioriterer emner om krop, sygdomme og sundhed, mens drengene prioriterer eksplosioner og teknologier? Passer det mon, at pigerne i højere grad end drengene har behov for at blive bekræftet undervejs i en læreproces i naturfagene for at være engageret?

Er kulturen i grundskolens naturfagsundervisning ekskluderende overfor pigerne, sådan som man har fundet det i gymnasiet, hvor der nogle steder er manglende forventninger til pigerne.

Drenges og pigers hjerner udvikler sig forskelligt – hvad kan vi bruge fra viden om kønsopdelt undervisning...?

Drengene klarer sig dårligere end pigerne i den fællesfaglige naturfagsprøve, men bedre i multiple choice-tests. Hvorfor?

”don’t fix the girls to fit science – fix science” [Calabrese-Barton, 1998]



## Naturfaglig dannelse

Der er en udfordring i dannelsesspørgsmålet i naturfagene. Det gælder både for fagene i sig selv og for de enkelte elever, der oplever naturfagene.

For fagene i sig selv er det væsentligt, at faget ikke bliver monofagligt, men netop identificerer hvad det er faget kan bidrage med i forhold til andre fag. Det kræver en bevidsthed om ens eget fag, men denne bevidsthed kommer tydeligst frem når det sættes i samspil med andre fag.

Samtidig skal naturfagene give eleverne en indsigt og forståelse for hvad det er naturfagene kan bidrage med i forhold til samfundsmæssige udfordringer. Det er naturfagenes dannelsesopgave ikke blot at vise at naturfag også spiller ind i den måde vi forvalter vores samfund på, men at naturfagene bliver et handlingsredskab for eleverne og dermed en måde hvorpå de selv kan være med til at påvirke samfundet.

### Udvalgte citater:

Helt parallelt til de bestræbelser, der foregår for at gøre eleverne teknologisk kritiske ved at give dem indsigt i, hvem der skaber teknologi og hvorfor de gør det, og at de ofte er manipulerende, så skal eleverne udvikle videnskristiske kompetencer. Meget af det kan opnås med undervisning i Social Scientific Issues, men nok med en skarpere vinkel på vurdering af kvalitet af viden og kritisk forholden sig til viden og videnskabelse. Begrundelsen er – som ikke mindst coronaepidemien har vist, men vi vidste det i forvejen – at videnskabelig skabt viden spiller en større og større rolle for, hvordan du kan og vil navigere værdi- og holdningsmæssigt i dit liv. Som individ og som samfund.

Det vigtige er ikke at kunne huske Archimedes lov, men at indse, at naturvidenskaben giver os redskaber til at forstå os selv og naturen.

Vi skal hel tiden perspektivere de fænomener vi underviser i i naturfag så eleverne kan se hvad de skal bruge det til og hvilke fordele og ulemper der er ved at arbejde på den måde vi gør. Naturfag skal ikke være til for naturfagets egen skyld, men fordi det kan bruges til at forstå det samfund vi er en del af - det skal sættes i en alment dannende samfundsmæssig sammenhæng

Dannelsesaspektet af naturfagene - og det kræver både fagligt og tværfagligt overskud at kunne se sit eget fag i en større sammenhæng som både kulturelt produkt og indlejret i videnskulturer. Det afhjælpes ikke af den fagopdelte uddannelse af gymnasielærere.

"Naturfag er kulturfag" er en formulering, der optræder mange steder i den fagdidaktiske litteratur (Sjøberg, Angell et al.,) Intentionen er at elever erkender naturvidenskaben rolle for samfundets historiske udvikling - naturvidenskaben er en del af kulturen, og skal ikke ekskluderes fra den humanistiske fagrække, der traditionelt gør krav på at være kulturfag.

## Naturfaglig kultur

Termen Naturfaglig kultur er nok mere en bekvem betegnelse end det er en præcis betegnelse for naturfagernes status, forankring og praksis på en skole. I hvert fald efterspørges der mere viden om, hvad der kendetegner en skole med en stærk naturfaglig kultur, og hvordan en sådan etableres? Herunder også indsigt i, hvordan indsatsen i skoleledelse og det kommunale niveau bidrager. I forlængelse efterlyses mere dybtgående afklaringer: er enhver stærk naturfaglig kultur nødvendigvis en hensigtsmæssig kultur? Er den inkluderende for alle elevtyper? Hvilke billeder tegner kulturen fx af "den gode elev", som kan begå sig i naturfagene? En række bidrag er mere optagede af at afprøve og undersøge, hvorledes konkrete tiltag kan bidrage til den lokale naturfaglige kultur: udbredelsen af læringscirkler og lokale "tolkningsfællesskaber", aktionslæring som fællesskabelse på tværs af underviser- og pædagoggrupper for de mindste, samt lokale naturfagsvejledere som forandringsagenter med jævnlige opgraderet forskningsviden i ballasten er blandt ideerne til udvikling af den naturfaglige kultur.

### Udvalgte citater:

Hvad kendetegner en grundskole med en stærk naturfaglig kultur, og hvordan etableres en sådan?

Hvordan kan den naturfaglige kultur styrkes gennem indsatsen i forhold til lærere, ledelser, kommunalpolitikere mv.?

Angela Calabrese Barton and Kimberley Yang (2000) call this the "culture of power" in science education. This culture gets reproduced by practices that include: transmission models of instruction; boring, repetitive tasks (e.g., verification laboratory activities, defining vocabulary words from a list in the book); a tacit or explicit privileging of dry, technical rational discourse; a tacit or explicit denigration of students' knowledge and ideas; a goal of producing future scientists, rather than a goal of teaching science for all students

det er med andre ord ikke at være dygtig til naturfag, da det er en faglighed for de "særligt indviede". Det er i hvert fald den opfattelse man hurtigt kan få, når man snakker med lærere generelt set. Det er essentielt for naturfagene, at de ændrer status, og ikke længere blot er for de "nørdede" elever, men for alle elever.

Der er snart naturfagsvejledere på alle skoler. Lad os bringe dem i spil med ny didaktisk forskning. Evt. kan vi arbejde med læringscirkler, som det kendes fra Sverige....

Bæredygtige naturfaglige kulturer i de lokale undervisningsmiljøer og eksterne miljøers muligheder for at bidrage til at nære og udvikle disse.

## Problembaseret arbejde.

Udstrakt enighed i bidragene, om at udfordringen er at få mere og mere kvalificeret problembaseret arbejde ind i naturfagene. Derfor vigtigt, at der arbejdes med lærernes fagforståelse, således at projekter og problemløsning får en større og mere integreret plads i undervisningen. Der ses et behov for at blive klogere på "den gode problemstilling", fx hvordan balancerer den bredere dannelsesmål ift. faglig fordybelse? Afvejninger mellem personlig relevans/nyttéværdi og samfundsmæssig relevans? Hvordan åbner den for gode problembaserede undersøgelser? Hvor tidligt vil man kunne begynde at træne elever i at formulere sådanne problemstillinger? Flere efterlyser forskningsmæssig viden om elevernes læring af problem- og projektorienteret arbejde i forskellig forstand (innovation, engineering, STEM), bl.a. ønskes klarhed over, hvor meget/lidt elever behøver at lære forud for deres selvstændige arbejde. Der knytter sig især to overlappende udfordringer til selve afviklingen af problembaserede arbejde: lærerne har behov for at udvikle deres evne til at stilladsere eleverne i åbent og mere selvstændigt arbejde, det være sig i form af planlagt/"hård" stilladsning hhv. i løbende og støttende interaktion med eleverne. Hertil hører behovet for at udvikle en lærerrolle, som er tilpasset den elevcentrerede arbejdsform. Endelig formuleres der behov for at udvikle PBL-arbejdet, så dets motiverende potentiale udfoldes.

### Udvalgte citater:

Mere vægt på at eleverne lærer at bruge naturfagenes indhold og metoder som redskaber i forbindelse med projekter. At eleverne altså indser, at fagets viden kan anvendes som instrument til at gennemskue deres omverden, og at fagets metoder kan bruges til at skaffe viden om problemer/problemstillinger, man ikke helt forstår, men har behov for at undersøge... d.v.s. mere vægt på at undervisningen er problemorienteret, problemløsende, elevaktiverende, samarbejdsorienteret, undersøgende, tværfaglig, praksisorienteret.

Lærernes stilladsning af elevernes arbejde i forbindelse med projekt og problembaseret læring.

Vi mangler mere viden om, hvilken effekt det har på elevernes læring at arbejde med STEM problemstillinger.

I lyset af, at der med indførelse af den fællesfaglige prøve, i høj grad benyttes gruppearbejde som undervisningsform, ville det være interessant at forske i, hvordan eleverne danner/konstruerer naturfaglig viden i gruppen... undersøgte, hvordan eleverne arbejder med denne videnskonsstruktion, samt hvordan man som lærer kan give dem redskaber/forståelser som hjælp i denne proces og få større sikkerhed for, at de får urigtige forståelser af det de arbejder med.

I og med at vi ved fra internationale undersøgelser som TIMMS, at andelen af elever i gruppen "Kan meget godt lide faget" er faldende, er der behov for at have fokus på didaktikker, som man være med til at øge elevernes interesse og motivation for naturfagene, og her er der et potentiale ift. den problembaserede undervisning med en høj grad af elevcentrering.

## Progression og sammenhæng på langs.

Det er påfaldende og interessant, at der ses udfordringer og udviklingsbehov ifm (praktisk taget) samtlige mulige overgange i uddannelseskæden. Fra flere sider rejses overgangsproblematikkerne da også generelt, fx efterlyses forskningsviden om, hvor de væsentlige overgangsproblemerne findes og hvori de mere præcist består. Fra et systemisk perspektiv rejses spørgsmålet, hvorledes de formelle styredokumenter (læreplaner, mål m.m.) vil kunne medvirke til at skabe sammenhæng på langs af hele uddannelseskæden. Fx ved at tydeliggøre progressionen indenfor de enkelte uddannelseselementer, men også ved at målbeskrivelser på langs i hele kæden afstemmes efter hinanden. Mere konkret efterlyses undersøgelser af overgangen/overleveringen fra daginstitution til skole, herunder også afdækning af, i hvilken udstrækning kommunale strategier om sammenhængende ("STEAM") forløb faktisk bidrager til læring. På grundskoleniveau efterlyses en skarpere progressionsbevidsthed indenfor Natur/Teknologi, sammen med elaborering af skolebaserede modeller, som sikrer overlevering af viden og perspektiver mellem lærere, som underviser forskellige klassetrin. Ved overgangen fra grundskole til gymnasium problematiseres, at den pædagogiske praksis (fx i matematik) er for forskellig og ikke medvirker til at bygge bro. I overgangen mellem gymnasium og læreruddannelse problematiseres, at strukturen på læreruddannelsen gør, at ikke alle naturfaglige undervisere er klædt på til fællesfaglig undervisning, ligesom man ser et behov for at afstemme professionens forventninger med læreruddannelsens praktiske muligheder. Endelig påpeges misforholdet mellem en gymnasieuddannelse, som prøver at indrette sig, så eleverne ikke fravælger de naturvidenskabelige fag, og en universitetsverden, som fastholder traditionelle krav og forventninger.

### Udvalgte citater:

Hvordan der sikres progression henover årene, i særdeleshed hvilke dele af N/T der "overleverer" til hvilke udskolingsfag.

Hvori består overgangsproblemerne præcist og hvad er baggrunden for disse?

Hvordan kan praksis udvikles i hhv grund- og gymnasieskolen, så overgangsproblemerne reduceres?

Sammenhængende læringsforløb og tænkning i "overgange", fx fra dagtilbud til skole. Fx med afsæt i kommunal STEAM-strategi. Men: hvad betyder det for børnenes læring?

Forskning i overgangsproblemer, især .. hvor der sker store hop i den faglige identitet mellem systemerne: Hvorfor er det, at universiteterne begræder det matematikfaglige niveau, samtidig med at uddannelsen tilpasser sig studenternes behov og forudsætninger?

## Science kapital

Science kapital begrebet er forholdsvist nyt og har derfor ikke en stor rolle i praksis endnu. Men der er potentiale i at undersøge hvad begrebet science kapital kan bibringe til naturfagsundervisningen. Der kræver dog en forskningsmæssig indsats for at skaffe denne viden og derefter bringe den i spil i skolen.

Så for at science kapital bliver anvendeligt for praksis skal vi have mere viden om det i en dansk kontekst.

### Udvalgte citater:

Det har selvsagt en motiverende betydning for eleven, hvis der kan knyttes an til allerede eksisterende viden og færdigheder, der måske endda ligger uden for skolen. Men det kan være en udfordring at få lavet de gode koblinger mellem skole og fritid/hjem/familie m.m. der netop skaber en merværdi og anvendelsesorientering i undervisningen.

Det kunne være interessant, hvis vi i en dansk kontekst kunne undersøge betydningen af naturfagslærerens viden om og brug af elevernes sciencekapital vil have for elevernes faglige forståelse, motivation og engagement i undervisningen. Og måske også ift. at kunne se sig selv i et naturfagligt job i fremtiden?

Vi kunne med fordel kikke på begrebet science kapital til inspiration. Her tænker jeg specielt på, hvordan aktiviteter og klasserummets dialogiske diskurs (herunder lærerens og elevernes spørgsmål) udnytter og udvikler elevernes science kapital. Baggrunden for mit forslag er, at jeg mener, at vi kan bidrage til at løse en række af grundskolens udfordringer gennem en undervisning, som i højere grad udvikler og inddrager elevernes science kapital.

Forskningsmæssigt ville det desuden være interessant at undersøge, hvordan den eksisterende undervisnings- og evalueringspraksis i grundskolen udnytter og udvikler elevernes science kapital. Her tænker jeg især på, hvordan aktiviteter og klasserummets dialogiske diskurs (herunder lærerens og elevernes spørgsmål) udnytter og udvikler elevernes science kapital. Der er lige nu et stort fokus på at undersøge børn og unges science kapital, hvilket er vigtigt. Men det er også vigtigt at undersøge, hvordan denne viden om science kapital kan omsættes til at løse udfordringer i skolen (f.eks. komme med et bud på en slags "science kapital didaktik"). Derudover er der behov for kvalitative undersøgelser på klasserumsniveau med fokus på, hvordan elevernes science kapital udnyttes og udvikles.

## Skolekultur og ledelsesinvolvering

Skolelederne har en væsentlig rolle i at få den daglige naturfagsundervisning til at fungere. Ikke mindst i forhold til natur/teknologi.

Men skolelederne mangler værktøjer og indsigt til at kunne vurdere om den undervisning, der foregår er nutidig. Det er derfor også svært at give de rigtige rammer for at opbygge en naturfaglig kultur på skolen. Der findes gode eksempler på hvordan skoler kan samarbejde og hvordan ledelsen kan blive inddraget i lærerernes kompetenceudvikling. Men det er ikke alle steder man finder det.

### Udvalgte citater:

Hvad sker der, hvis ledelsen på skolerne involveres i vejlederuddannelsen, i kompetenceudvikling mere generelt for faglærerne (som fx ved EIS-projektet)?

Skolelederne skal være bedre til at vurdere, hvad god nutidig naturfaglig undervisning er.

Det er ofte ikke muligt for skoleledere at vurdere om undervisningen i natur/teknologi er nutidig og relevant hhv. at udstikke en kvalitativt fagligt bedre retning for faget natur/teknologi.

Der er behov for en ekstra efteruddannelsesindsats for skolelederne. Hvis de skal være i stand til at vurdere, hvad en god nutidig undervisning er. Så kræver det, at de har et nutidigt billede af samfundets behov, uddannelsessystemets muligheder og kravene til individets dannelse/uddannelse.

Det er tydeligt at se at på skoler med én god samarbejdskultur, er det lettere for naturfagslærere at føle tryk, både i forhold til deres fagfaglige indhold samt til didaktiske muligheder.

Pt er det op til den enkelte skoleleder at vurdere hvor vidt og hvor meget tid der skal bruges på det naturfaglige samarbejde. Det bliver ofte nedprioriteret til fordel for fagene dansk og matematik som der testes i og som skolerne bliver målt på

## Sprog og læring

Der er behov for et øget fokus på sproget i naturfagsundervisning. Det gælder både i forhold til tale og til læsning. Især mangler der fokus på den faglige læsning. Her kunne et samarbejde med danskfaget være hensigtsmæssigt. Det er gennem den faglige læsning og anvendelsen af fagsproget, at eleverne lærer at håndtere det naturfaglige sprog og de naturfaglige begreber.

For at lærerne kan understøtte udviklingen af elevernes fagsprog er der behov for EVU af lærere netop med fokus på faglig læsning og anvendelsen af fagsproget. Dette er eksempelvis væsentligt i forhold til at arbejde med undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. Her skal naturfaglige og generiske sproglige kompetencer supplere hinanden til at opbygge faglige argumenter.

Der er endvidere brug for en ansvarsafklaring i forhold til om den faglige læsning ligger hos naturfagslærerne eller hos dansklærerne. Det er dog væsentligt at den sker, så eleverne har en god ballast videre frem i uddannelsessystemet.

### Udvalgte citater:

Lærer skal eftervidereuddannes i at lære deres elever om naturfagernes tekster, sproglige registrer, notatteknikker, karakteristika som klassifikationer og normaliseringer.

Det skal ikke gøres på bekostning af undersøgelser og modellering, men den sproglige opmærksomhed skal være en del af naturfagslærerenes DNA. Vi skylder eleverne, at de selv kan læse tekster når de kommer videre i uddannelsessystemet.

En efteruddannelsesindsats som adresserer naturfaglig læsning i de sproglige fag er stærkt savnet. Lidt provokatorisk kan man sig at naturfaglig læsning glimrer ved sit fravær i dansk og fremmedsprog, og at der måske er lidt teknologiforskrækkelse i disse kredse... Hvordan skal sproglæreren/dansk-læreren arbejde med brugsanvisninger, naturvidenskabeligt formidlende tekster, tekniske beskrivelser, og lign. Det er altså ikke naturfaglærerne der trænger til efteruddannelse?

Tillige kan der udvikles på en bedre kobling mellem UBNU og skrivning, repræsentation, argumentation og modellering med dybdelæring og progression for øje.

Faglig læsning har været på dagsordenen i mange år - og som en anerkendt didaktisk metode til videnstilegnelse.

Men hvordan praktiseres faglig læsning ude i klasserne i naturfagsundervisningen?

Efteruddannelsesbehov: Faglig læsning

Lærerens kendskab til faglig læsning og skrivning, samt tilrettelæggelse af relevante aktiviteter kræver viden om tekster, genrer, formidling, fagsprogets opbygning og kendetegn, samt hvilke læse- og forståelsesudfordringer det kan give anledning til. Dernæst kommer viden om strategier til aktiv læsning, design og gennemførelse af aktiviteter

Den sproglige dimension i SCIENCE-undervisningen. Mestring af fagsprog og sciencedisciplinernes mange koder som et andet og for nogle vedkommende som et tredje sprog.

Styrkelse af det naturfaglige sprog. Flere elever har udfordringer i forhold til at udvikle et nuanceret fagsprog som de kan drage nytte af i ungdomsuddannelserne, hvor de ofte skal lære fagligt stof fra teoretiske materiale.

Det er grundskolens opgave at arbejde med elevernes sproglige redskaber for tilegnelse af viden. Dette arbejder finder sted sporadisk, hvor der er enkelte ildsjæle, der har kompetence i forhold til naturfaglig sproglig udvikling

## STEM-studievalg

Der er stadig ikke tydeligt hvad man kan gøre for at få flere unge til at vælge STEM uddannelser. Der er brug for mere forskning på området og måske også længevarende studier, hvor man følger elever gennem uddannelsessystemet. Det vil kunne gøre os klogere på hvilke indsatser, der skal til for at få flere til at vælge STEM vejen.

### Udvalgte citater:

Det er vigtigt, at de videregående uddannelser er koblede op på de naturvidenskabelige fag i gymnasiet, så fagene i gymnasiet ikke mister deres relevans for de unge mennesker, hvilket vil medføre en reduktion i antallet af elever, som vælger de naturvidenskabelige fag på højt niveau.

Hvad betyder noget for elevers valgt af ungdomsuddannelse?

Det er vigtigt for at højne den praktiske forståelse af elevernes hverdag som i høj grad er fyldt med teknologiske artefakter. Det er også vigtigt for at øge uddannelsesmæssig interesse for de tekniske uddannelser.

Måling af effekt på den lange bane. Kan elever påvirkes til at tage f.eks. mere naturfagligt orienterede ungdomsuddannelser? Hvad er i givet fald driverne for de valg? Der er behov for langvarige studier, hvor man kan følge elever i måske 10-20 år, for at se på mulige effekter.



## Teknologi

Langt den overvejende del af bidragene er optaget af teknologi i den brede forstand, d.v.s. som andet og mere end IKT eller digital teknologi i den forstand, som forsøgene med "Teknologiforståelse" i grundskolen lægger op til. Elevernes læring om teknologi i denne forstand ses især som relevant for deres hverdag og omverdensforståelse i et moderne højteknologisk samfund. Nogle bidrag påpeger dog også, at naturvidenskab og teknologi er gensidigt afhængige, hvilket også bidrager til relevansen. Udgangspunktet er, at teknologibegrebet er utydeligt beskrevet i de formelle faghæfter, og indtrykket er, at det står tilsvarende diffust i den naturfaglige undervisning. Der efterlyses således viden om lærernes forståelse af, hvad teknologi er og kan være i undervisningen, samt hvordan der undervises med fokus på teknologi. Der efterlyses samtidig uddannelse og efteruddannelse i, hvorledes man kan undervise om/i og med teknologi. Som eksempel på det sidste fremhæves bl.a. brugen af simulationer, som et teknologisk redskab for læring i naturfagene.

### Udvalgte citater:

Følgende spørgsmål kunne det være spændende at få afdækket.....: Hvad rummer begrebet teknologi i naturfagsundervisningen? Hvordan ser fagligheden ud? Hvad betyder det for indholdet? Og for lærerrollen? Kan man overhovedet definere det? Hvilke dimensioner af viden og færdigheder, teknik, miljø og kritisk stillingtagen er i spil?

Jeg tror på, at teknologi kan bidrage enormt meget til elevernes læring i forbindelse med eksempelvis simulationer, hvor tempoet sættes ned, og elevernes forståelse af data skal modelleres i et medie, som udelukkende agerer i forhold til elevernes input.

Der er behov for en ekstra efteruddannelsesindsats inden for området teknologi. Her tænker jeg dels teknologi i bred forstand. At lærerne erkender, at næsten alt vi beskæftiger os med er knyttet til teknologier: Kommunikations-t, konstruktions-t., forarbejdnings-t., opbevarings-t., fremstillings-t. osv. osv. Der er behov for at eleverne lærer at tage disse briller på og ser omverdenen på den måde.

Viden om/brug af/design med teknologi bør være en naturlig del af undervisningen. Der er derfor et stort behov for, at lærerne bliver uddannet og efteruddannet til dette

## TPD-modeller og behov

Der er brug for en kontinuerlig indsats med kompetenceudvikling af lærere. Det man lærer på læreruddannelsen bliver hurtigt forældet, og der er derfor behov for at fylde på hele tiden. Det være sig både fagfagligt og fagdidaktisk. I forhold til det fagdidaktiske er det væsentligt at det foregår i teams, så det ikke kun er en enkelt lærer, der tager afsted.

Især natur/teknologi trænger til et kompetenceløft, men behovet er til stede på alle niveauer fra dagtilbud til ungdomsuddannelser.

Der er et behov for at tænke nye modeller for kompetenceløft, hvor det eksempelvis kommer til at ske i samspil med naturfagsvejledere eller lignende. Kompetenceløft skal foregå både som formelle og uformelle kompetenceløft. Igen er det primært natur/teknologi, der har brug for det formelle løft.

Andre bud kunne være fælles kompetenceudvikling på tværs af de uddannelseskløfter som eleverne møder. Det kunne være fælles kompetenceudvikling for natur/teknologi sammen med overbygningslærere eller overbygningslærere sammen med lærere fra ungdomsuddannelserne.

I det hele taget skal modellerne for kompetenceudvikling gentænkes og afprøves i nye former.

### Udvalgte citater:

Forskning i effektiv kompetenceudvikling og undervisningsudvikling blandt naturfagslærere. Det er ikke tilstrækkeligt med formel undervisningskompetence i faget, og der mangler viden om, hvordan undervisningens kvalitet udvikles f.eks. gennem brug af faglige vejledere

vigtigt at tænke efteruddannelse både på skoleniveau for at sikre forankring og sparring i faggrupperne og i form af kurser med konkret indhold, som direkte passer ind i undervisningen, hvis det skal være anvendeligt for den enkelte underviser og resultere i reelle forandringer på skolerne.

Så hvordan end efteruddannelsesindsatsen bliver organiseret og får indhold, så er det absolut nødvendigt at lærerne inddrages på en seriøs og intelligent måde. Måske er det i virkeligheden kommunerne, der har en opgave her. Men nogle forskere med gode ideer (og nogle fonde) kunne jo hjælpe dem på vej.

Derfor burde overbygningslærere også indgå i efteruddannelsen i partnerskab med natur/teknologilærere både for at fagligt at støtte dem, men også for selv at lære de udfordringer indskolingslærerne står med at kende. Og så dygtige er de såmænd heller ikke med den tilmæssigt besparede læreruddannelse vi giver dem.

det kræver både fagligt og tværfagligt overskud at kunne se sit eget fag i en større sammenhæng som både kulturelt produkt og indlejret i videnskulturer. Det afhjælpes ikke af den fagopdelte uddannelse af gymnasielærere.

behov for et fagfagligt og naturfagsfagdidaktisk kompetenceløft af allerede uddannede natur/teknologi-lærere. Faget er meget bredt, hvormed selv uddannede lærere er svagt funderet fagligt

Fagligt og didaktisk løft til lærerne i grundskolen. Der er for mange lærere, der ikke er dygtige nok, særligt i natur/teknologi. Det gælder både didaktik og den faglige viden. Det faglige og didaktikken går hånd i hånd, når man underviser

Kan lærere mon klædes bedre på til at bruge os og få øje på værdien ved et besøg på Experimentarium? Hvad bidrager et besøg hos os med som lærere ikke kan få/gøre på skolen?

Fagfaglig update. Ofte tilbydes kurser i didaktisk udvikling, bevares det er da vigtigt. Men med de få timer der er i læreruddannelsen, er det nødvendigt med flere fagfaglige input, som kan motivere lærere til fortsat have et spændende syn på naturen og naturlige fænomener. Pt er det overladt til de faglige foreninger, i medier hvor det er op til den enkelte lærer at orientere sig i. Den fagfaglige orientering kunne virkelige trænge til et brusup.

Det er næsten et fyord at ville sætte fokus på og forske i naturfagslæreres kompetencer. For det værste vi kan gøre er at sige lærere ikke er gode nok. Men med en skrabet læreuddannelse, stor generationsudskiftning og læreres udvidet mulighed for mobilitet, er det måske tid til at få indblik i, hvad de kan og hvad de gør

## Transfer.

Der er kun 2 bidrag, der påpeger udfordringer i relation til elevernes transfer af viden fra et domæne til et andet. Bidragene efterlyser viden om transfer – over forskellige afstande. Det ene efterlyser viden om, hvorvidt elever formår at koble og lave (nær) videnstransfer mellem forskellige vidensblokke, sådan som de umiddelbart etableres i en fællesfaglig og/eller tematiseret undervisning. Det andet bidrag efterlyser viden om, hvorfor elever har svært ved at lave (længere) transfer mellem den naturfaglige undervisning og deres hverdag uden for skolen.

### Udvalgte citater:

forståelsen for elevernes transfer og progression mellem de forskellige fokusområder de arbejder med. Det er et stykke tid siden jeg har undersøgt sagen, men siden tværfagligheden mellem naturfagene blev indført på HF, har der været meget lidt forskning på, hvad det betyder for elevernes forståelse for naturfagene, de processer de har arbejdet med og om de opbygger ø-viden indenfor de forskellige temaer de har arbejdet med eller om der rent faktisk sker transfer mellem temaerne. Den viden manglede i mine øjne, inden den fælles faglige prøve blev indført i folkeskolen

det kunne være interessant at dykke ned i den udfordring det kan være at eleverne ikke kobler (eller kun har svage koblinger) mellem den viden de har med fra hverdagen udenfor skolen (hvor den faglige viden kunne komme i spil) og den viden de opbygger i skolen. Det samme gør sig egentlig gældende den anden vej rundt. Den naturfaglige viden de har med fra hverdagen får ringe betydning i undervisningen.

## Uddannelsesstruktur

Kun et enkelt bidrag beskæftiger sig med uddannelsesstruktur, som en måde at udvikle det naturfaglige felt. Konkret handler det om pædagoguddannelsen, hvor det er tilfældigt og op til underviserpræferencer om de studerende på flere centrale moduler rent faktisk klædes på til at engagere børnene i relation til natur, udeliv og science i kontekst af dagtilbud og skolefritidsordninger. Der er behov for udvikling, som sikrer, at alle studerende i disse moduler får et dækkende naturfagligt undervisningstilbud.

### Samtlige udsagn:

Det næste punkt jeg vil fremhæve er pædagoguddannelsens dagtilbudsspecialisering, hvor det ser ud til at det er helt tilfældigt, om der foregår naturfaglig undervisning. I en opsamling af de forskellige uddannelsers initiativer ved dagtilbudsspecialiseringen (Stokholm et al. 2021) ses at undervisningen afhænger mere af person sammensætning indenfor specialiseringen end af eksplícitte mål. At de forskellige initiativer er båret af tilfældige underviseres interesser snarere end af uddannelsesplanlægning. Da alle pædagoger skal kunne forholde sig til forskellige læreplanstemaer, herunder natur, udeliv og science, er der en opgave i uddannelsen i at tematisere et minimum af naturfagligt indhold i forbindelse med dagtilbudsspecialiseringen

Det sidste område jeg vil fremhæve er skolepædagogik i pædagoguddannelsen. Pædagoger i folkeskolen varetager fritidspædagogik og indgår i undervisningen i de små klasser. Der er ofte gode muligheder på at følge op på undervisning i natur/teknologi, i skolefritidsordninger gennem ture i nærområdet. Her er det som ved dagtilbudsspecialiseringen tilfældigt om de kommende pædagoger møder naturfaglige vinkler på deres specialisering

## Virtuel undervisning

Virtuel undervisning er et indlysende tema i lyset af rammevilkårene for den naturfaglige undervisning i coronaperioden. I forlængelse heraf efterlyses en mere dybgående undersøgelse af, hvordan den virtuelle undervisning i naturfagene har fungeret og med hvilken effekt. Forventningen er, at der fra ministerielt hold vil være større fokus op virtuel undervisning fremover. Uafhængigt heraf ses der et behov for at udvikle principper for *god* virtuel undervisning, som så kan udbredes via efteruddannelse og uddannelse.

### Udvalgte citater:

Der har været enormt meget af det gennem det seneste år. Det er vel kun rimeligt at undersøge hvilken indflydelse, det har haft, hvad der har fungeret og hvad der ikke har.

Vigtig at udvikle principper for hvad der kan klassificeres som god virtuel undervisning og formentlig mindst lige så vigtigt mindre god virtuel undervisning.

## Åben skole

Åben skole kan tolkes på flere måder. Der kan være tale om et skole/virksomhedssamarbejde, undervisning uden for skolens normale rammer eller samarbejd med et eksternt læringsmiljø. Uanset hvilken tolkning man lægger på åben skole er der for brug for at vide mere om, hvorledes det bidrager med noget som eleverne ellers ikke får i den almindelige undervisning. Det kan være autenticitet, ægte problemer, æstetiske oplevelser mm. Men vidensbasen om hvad der virker og hvordan man får det til at virke i praksis er for lille.

### Udvalgte citater:

Det er afgørende for at motivere eleverne, at de kan se en mening med det, de beskæftiger sig med. Det vil blive tydeligere, hvis læreren tog eleverne med ud, hvor det eleverne skal lære, bliver brugt 'i virkeligheden'.

Udeundervisning i naturfagene: Det er væsentligt at understøtte udvikling af undervisning udendørs, det autentiske og virkelighedsnære, dvs. blandt andet feltarbejde i alle naturfag, men også det kreative og æstetiske og legende elementer i en tværfaglig tilgang. Jeg oplever at undervisning ude, herunder feltarbejde prioriteres meget forskelligt i naturfagene, og der ser jeg egentlig ikke nogen grund til

Jeg mener, at mange skoler og lærere er lukket omkring egen praksis og vil med stor fordel kunne udnytte det potentiale der findes i de eksterne miljøer. Faglig, motivation, perspektivering, autencitet osv. Man skal forvente et kulturskel, som der skal arbejdes med.

Autentiske samarbejder med skolens omverden. Eleverne skal møde "eksperter" fra mange steder i samfundet. Det giver mening for dem, når de kan se, det de arbejder med bruges til noget af folk, der arbejder med det i hverdagen. Samtidig giver det mulighed for, at eleverne kan få feedback på arbejde fra professionelle

Kan vi udvikle den naturfaglige undervisning så de uformelle læringssteder bliver et redskab i lærernes værktøjsboks? Så de kender til os og til hvordan de kan flette os ind og så det bliver et redskab de kan bruge og bruger i hverdagen.

Det er vigtigt at klæde lærere på til at få øje på værdien af besøg på uformelle læringssteder. Hvad bidrager det med som man ikke kan få/gøre på skolen?