

KØBENHAVNS UNIVERSITET

DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET

INSTITUT FOR NATURFAGENES DIDAKTIK



Praksiskortlægning til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi

Hovedrapport



Institut for Naturfagernes Didaktik, København 30. december 2016

**Praksiskortlægning til arbejdet med
en national naturvidenskabsstrategi**

2016, Institut for Naturfagenes
Didaktik, Københavns Universitet

Redigeret af Jan Sølberg

Citat med kildeangivelse er tilladt. Citeres som Sølberg, J. (Red.) (2016).
Praksiskortlægning til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi. København:
Institut for Naturfagenes Didaktik.

Forsidebillede: Ukendt titel licenseret under CC BY 2.0 på www.blankslateclimbing.com

Indholdsfortegnelse

RESUME	5
Elever	6
Undervisning	7
Lærere.....	8
Kapacitetsopbygning	9
Øvrige opmærksomhedspunkter	10
INDLEDNING	11
Opgavebeskrivelse.....	11
KORTLÆGNING AF INDSATSER	15
Oversigt over indsatser.....	15
Inkluderede indsatser	16
Indsatser udvalgt til forandringsteorier	17
Opsummerede forandringsteorier.....	18
Mind the gap	19
Science didaktik Hillerød.....	20
NextEUD.....	20
ISI2015	21
Xciters	22
Gymnasiet tænkt forfra	22
Engineer	23
Nye spor til teknik	24
Elevforsk	24
SAILS.....	25
ASTE.....	25
QUEST	26
Science-kommuner.....	27

KORTLÆGNING AF STRATEGIER.....	28
Oversigt over strategidokumenter.....	29
Inkluderede Strategi- og styredokumenter	30
Tematisk og kronologisk analyse.....	31
Elev	32
Elevs læring (begrebslig og/eller kompetencetilegnelse)	32
Affektive aspekter hos elever (interesse, attitude, motivation, engagement)	33
Personalisering (undervisningsdifferentiering, forskellige elevtyper, køn, talent)	34
Undervisning	34
Design af undervisning generelt og anvendelsesorientering/innovation/IBSE.....	34
Brug af digitale læremidler	35
Lærer-/underviser-/pædagogkompetencer	35
Fagdidaktisk kompetenceudvikling	35
Nye arbejdsformer/-rammer.....	36
Kapacitetsopbygning	36
Nationale forhold	36
Kommunale forhold	37
Institutionelle forhold.....	37

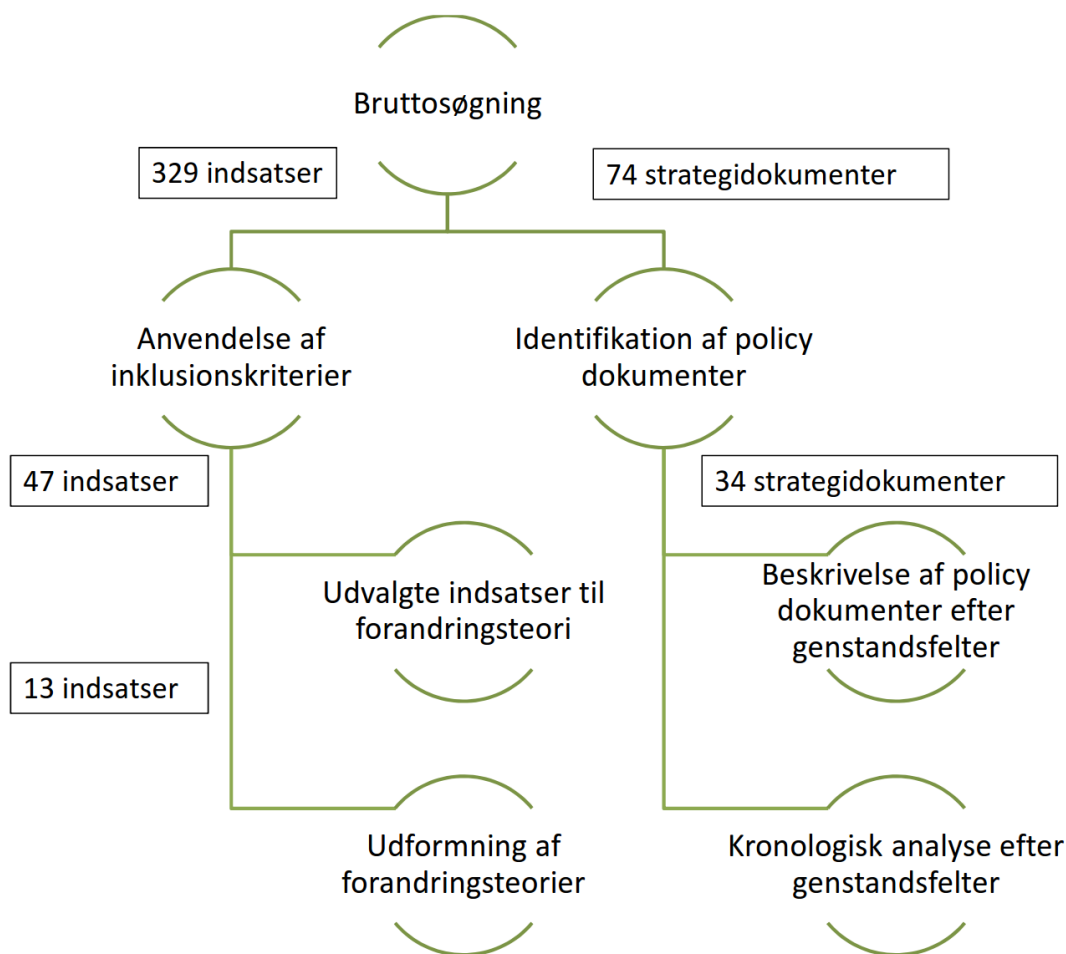
Resume

Formålet med denne kortlægning var at bidrage til vidensgrundlaget i forbindelse med arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi. Kortlægningen skulle omhandle dels indsatser og dels strategidokumenter fra Danmark, Norden, EU og USA inden for STEM-området (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Kortlægningen har haft fokus på dagtilbud, grundskolen, erhvervsuddannelser og ungdomsuddannelser.

Kortlægningen har arbejdet med følgende genstandsfelter:

- Elevers læring (begrebslig og/eller kompetencetilegnelse), affektive aspekter hos elever (interesse, attitude, motivation, engagement) og personalisering (undervisningsdifferentiering, forskellige elevtyper, køn, talent).
- Tilgange, metoder og indhold af undervisning med henblik på elevers tilegnelse af STEM-kompetencer – herunder indsatser med fokus på en anvendelsesorienteret og/eller undersøgende tilgang til naturvidenskabelig undervisning, tværfaglig naturfagsundervisning samt it og teknologisk inddragelse som fagområde (selvstændigt eller integreret i øvrige fag).
- Styrkelsen af kompetencer inden for naturfag og det naturvidenskabelige område for pædagogisk personale i dagtilbud og hos det undervisende personale på grundskole- og ungdomsuddannelsesområdet.
- Samarbejde med eksterne partnere eller institutioner, udvikling af skolekultur, opbygning af netværk og/eller fokus på løbende udvikling, forankring og udbredelse af professionel praksis.

Kortlægningen af indsatserne og strategierne fulgte ikke samme fremgangsmåde, da opgaven kaldte på frembringelse af 10-20 forandringsteorier baseret på udvalgte indsatser og en kronologisk analyse af relevante strategidokumenter. Fremgangsmåden for kortlægningen er illustreret i figur 1.



Figur 1 Oversigt over fremgangsmetoden i kortlægningen med angivelser af hvor mange indsatser og strategidokumenter, der indgik i hvert led af kortlægningen.

Resultaterne af kortlægningen fremstilles her i nogle overordnede pointer. For at styrke pointerne inddrages også dele af resultaterne fra litteraturstudiet¹, som har kørt parallelt med kortlægningen. Nedenstående er således ikke kun en sammenfatning af resultaterne fra kortlægningen men en syntese af forskningsviden fra litteraturstudiet og kortlægningen. I resuméet fremhæves de indsatser, som blev udvalgt til at blive beskrevet gennem forandringsteorier som eksempler og inspiration fra praksis.

Elever

Ambitionen for elevernes læring i STEM undervisningen er rettet mod styrkelse af elevernes naturfaglige kompetencer. Kompetencetilgangen indeholder et stærkt fokus på naturfaglig dannelse. Samtidigt retter strategidokumenterne sig mod, at eleverne skal kunne begå sig i en verden præget

¹ Nielsen, J. A. (Red.) (2016). *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*. København: Institut for Naturfagenes Didaktik

af problemer og emner, som hører ind under STEM. I samme dokumenter findes også argumenter for at rette naturfagsundervisningen mod arbejdsmarkedet. Blandt de kompetencer, som børn og unge vil få brug for i fremtiden ifølge strategidokumenterne er de såkaldte 21. århundredes kompetencer, som blandt andet omhandler nysgerrighed, virke- og lærelyst, innovation, kreativitet og digitale kompetencer. Disse ambitioner omkring elevers læring har også præget den naturfagsdidaktiske/pædagogiske forskning (se mere om muligheder og udfordringer herom i afsnittet ”Syntese” i litteraturstudiet).

Et andet tema fra strategidokumenterne handler om elevernes interesse og motivation for at engagere sig i STEM. Dette har været et gennemgående tema i strategierne gennem hele perioden. Forskningen peger på, at børns nysgerrighed over for naturen kan være et godt afsæt for en varig interesse, der potentielt kan vare livet igennem. Indsatsen *Science didaktik i Hillerød* var et eksempel på, hvordan pædagoger forsøgte at nære børns nysgerrighed gennem aktionslæring. Interessen for naturvidenskab synes, takket være indsats på mange niveauer, at være vokset i løbet af undersøgelsesperioden. Kun på ungdomsuddannelserne (og udvalgte videregående uddannelser), synes det fortsat at være en væsentlig udfordring at tiltrække og fastholde de unge. På trods af reelle resultater er der fortsat fokus på at styrke interessen for naturvidenskaben i strategidokumenter fra Danmark. Her viser forskningen at interessedannelsen er en kompleks proces, der involverer en række faktorer herunder elevers/børns identitetsskabelse og deres grundlæggende adgang til viden om og erfaringer med naturvidenskab, frem for alt i hjemmet.

Der er igennem hele perioden vekslende opmærksomhed på forskellige elevers behov ud fra køn, socioøkonomiske forhold, kulturel baggrund m.m. *ISI2015* var et eksempel på en indsats, som havde som målsætning at engagere tosprogede elever, der ikke anså naturfagene som relevante for dem. En lang række andre indsatser har haft fokus på talentudvikling eller særlige tilbud til dygtige elever (eksempelvis *Xciters*), men talentpleje er ikke særligt fremtrædende i strategidokumenterne. Forskningen indikerer at brugen af it som læringsressource i den daglige undervisning kan give mulighed for at personalisere undervisningen og derigennem at tilgodese forskellige elevers behov; men det problematiseres, at køn og talent er personaliseringsoptikker, der har væsentlige begrænsninger.

Undervisning

De overordnede mål med naturfagsundervisningen på de forskellige uddannelsesniveauer har ikke ændret sig meget i den undersøgte periode. Naturfaglig almendannelse er et gennemgående tema i strategidokumenterne såvel som undersøgelsesbaseret undervisning, scientific literacy, tværfaglighed og anvendelsesorientering m.m. Nyere tilføjelser til de nationale ambitioner med naturfagsundervisningen indebærer desuden inddragelse af virtuelle rum og ressourcer, teknologi, engineering og innovation. Arbejdsformer som undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning har

fyldt meget i det europæiske 7. rammeprogram² eksemplificeret ved indsatser som *Mind the Gap* og *SAILS* såvel som i andre indsatser og nationale strategipapirer. *ElevForsk* er et norsk eksempel på implementering af undersøgelsesbaseret undervisning, hvor eleverne fik mulighed for at foretage egne undersøgelser uden for skolen og dermed opbygge deres naturfaglige kompetencer.

Forskningen omkring elevers læring i STEM understøtter strategidokumenterne, der fokuserer på, at skolen skal vende sig mod omverden og inddrage virkelighedsnære problemstillinger og ressourcer i undervisningen. Forskningen på dette område viser, at STEM-lærere generelt skal støttes i at inddrage virkelighedsnære problemstillinger og at de kompetencer, elever aktiverer i sådanne forløb sjældent indgår i evalueringen af elevers læring.

Samtidigt med flere ambitioner med naturfagsundervisningen er der også indført kompetencemålstyring af undervisningen i flere lande. Nyere tendenser i de nordiske policy dokumenter peger på mere kompetenceorienterede tilgange i undervisningen generelt. Kompetencetilgangen udgør en potentiel løsning på stoftrængselsproblemerne inden for naturvidenskaben, idet der i stigende grad fokuseres på, at eleverne kommer i dybden med lærerige eksempler frem for at tilegne sig omfangsrigt foruddefineret indhold.

Dette har givet anledning til en række udfordringer for lærere generelt især i forhold til at bruge evaluering konstruktivt til at fremme læring både i den daglige undervisning og ved prøver. Samtidigt er det en udfordring for dem at bruge evalueringer i deres egen professionelle udvikling. Som eksempel på en indsats, der har forsøgt at imødekomme nogle af disse udfordringer er *Gymnasiet tænkt forfra*. I projektet arbejdede man med at operationalisere kompetencemålene for både lærere og elever, så de kunne navigere mod samme mål og give feedback af høj kvalitet. Forskningen viser, at der er behov for en ændret tilgang til evalueringspraksis generelt for at tilgodese kompetenceorienteret undervisning.

Lærere

På trods af et klart fokus på behovet for opkvalificering af lærere de sidste 15 år, synes der ikke at være mange tegn på, at behovet er blevet mindsket. I stedet synes der at være sket en udvidelse af kravene til lærernes kompetencer. Det forventes fortsat at lærerne er stærke både pædagogisk og fagdidaktisk, men de skal også kunne inddrage digitale læringsressourcer og det omgivende samfund i undervisningen, evaluere mange forskellige elevkompetencer, indgå i professionelle læringsfællesskaber og selv løbende udvikle sig professionelt inden for flere fag. Disse mange og diverse forventninger til lærerne er en udfordring, og det udgør en af begrundelserne i strategidokumenterne for bedre efter- og videreuddannelse af lærerne.

Der er internationalt fokus på, at lærerne bør have adgang til bedre muligheder for efter- og videreuddannelse for at kunne imødekomme de krav, de stilles overfor. Forskning peger for eksempel på, at Danmark ligger under OECDs gennemsnit i forhold til adgang til fortsat uddannelse. De manglende resultater i den hidtidige indsats for opkvalificering af lærerne giver

² For overblik over det europæiske 7. rammeprogram se: https://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm

også anledning til at efterlyse effektive måder at sikre en løbende og bæredygtig opkvalificering af lærerne.

Forskningen såvel som strategidokumenterne peger på, at lærerne skal kunne arbejde systematisk med udvikling af egen praksis. Dette kræver ændringer i den måde, som vi tænker på læreruddannelsen og efter og – videreuddannelse. Indsatser som *ASTE*, *QUEST*, *Gymnasiet tænkt forfra* og *Science didaktik i Hillerød* er alle eksempler på forsøg på at styrke faglige fællesskaber og refleksion med henblik på at gøre lærerne/pædagogerne i stand til at udvikle sig professionelt sammen. Både forskning og strategidokumenterne peger desuden på, at ledelserne bør spille en større rolle i forhold til lærerene professionelle udvikling.

Samlet set synes der at være behov for at satse langsigtet og intensivt i opkvalificeringen af lærerne på måder, som understøtter lærernes egne muligheder for professionel videreudvikling.

Kapacitetsopbygning

Mange af indsatserne har involveret aktiviteter rettet mod opbygning af netværk mellem institutioner, virksomheder, science centre, museer og/eller lærere, men få indsatser har eksplicit haft kapacitetsopbygning som målsætning. I mange tilfælde viste det sig i evalueringerne, at institutionelle og kulturelle forandringer var nødvendige forudsætninger for at opnå succes (se for eksempel *Xcitors*). *QUEST* og *Science-kommuner* er nogle af de få eksempler på indsatser, der eksplicit søgte at etablere nye relationer på tværs af organisationer med henblik på at kvalificere naturfagsundervisningen på flere niveauer.

Kapacitetsopbygning er imidlertid en af de mere udtalte dagsordener i de skandinaviske strategidokumenter. Her nævnes flere gange kapacitetsfremmende elementer såsom netværksopbygning, udvikling af skolens (naturfaglige) kultur, ledelsens ansvar og rolle i forhold til udviklingen på skolen, koordinering af faggrupperne internt såvel som mellem organisationer og ikke mindst betydningen af fortløbende lærersamarbejde omkring elevernes læring. Sidstnævnte udgør et væsentligt tema, som har været kendt i forskningen i mere end 30 år, men som først nu er blevet en del af de skandinaviske landes strategiske satsninger. Det handler om opbygningen af institutioner som professionelle læringsfællesskaber således, at alle professionelle på institutionen arbejder sammen mod at fremme børnene/elevernes læring.

Forskningen peger desuden på, at kommunerne har en afgørende rolle med at understøtte og koordinere de indsatser, der findes i kommunen. *Science-kommune* projektet dannede udgangspunktet for etablering af en nu udbredt model for kommunal forankring af naturfagssatsninger i Danmark, som er ved at sprede sig til Norge. På nationalt plan har vi desuden fået etableret et nationalt center med netværk til landets kommuner og regioner, hvilket har været en del af den hidtidige plan for styrkelse af naturfagene i de danske strategipapirer.

I en lang række strategidokumenter fra hele perioden peges der på et behov for at styrke sammenhængene mellem uddannelserne. Men på trods af mange års indsats, er dette behov tilsyneladende ikke blevet dækket, da det stadig synes at være en udfordring for både lærere og elever.

Øvrige opmærksomhedspunkter

Langt de fleste fundne dokumenter omhandler grundskolerne og ungdomsuddannelserne. De relativt få indsatser, som vedrører erhvervsuddannelserne eller dagtilbud er typisk af en mere overordnet og generel karakter. Det gør dem dog ikke irrelevante for en national naturfagsstrategi, hvilket er derfor vi valgte målrettet at inkludere indsatser fra på disse områder, selv om de ikke var strengt fagligt fokuseret på naturfag eller naturvidenskab. Nyere strategipapirer fra Danmark gør opmærksom på, at disse områder er underbelyste og trænger til både forskning og ressourcer. Erhvervsuddannelserne har særlige udfordringer med rekruttering og fastholdelse, hvilket indsatser som *NextEUD* og *Nye spor til teknik* kan være med til at afhjælpe.

De fleste dokumenter, der omtaler STEM handler især om Science og i mindre grad om Technology, Engineering eller Mathematics. Teknologi dækker over mange forskellige ting og er nævnt i strategierne, men er ofte relativt udefineret. Engineering fylder ikke meget i strategidokumenterne eller for den sags skyld i indsatserne, medmindre man anlægger en bred definition af engineering, som kan rumme temaer som undersøgelsesbaseret undervisning (IBSE), innovation eller problemløsning. Et sjældent eksempel på en målrettet indsats på dette område er EU projektet *Engineer*, som satte fokus på E'et i STEM i 26 lande. Matematikkundskaber omtales mest i de norske strategidokumenter, hvor PISA resultaterne har stor indflydelse på de nationale dagsordener. Kort sagt, bør man gøre en indsats for at tydeliggøre, hvad der menes med STEM i en dansk kontekst, hvis man ønsker at følge den internationale linje med at arbejde med STEM. Det bør også nævnes, at de fleste strategidokumenter i kortlægningen omhandler lærere generelt og ikke kun naturfagslærerne. Det er derfor svært at adskille de almene udfordringer, som alle lærere står med, fra de fagspecifikke udfordringer, som er særligt væsentlige for naturfagslærerne.

I forbindelse med frembringelsen af forandringsteoriene i denne opgave viste det sig, at mange af indsatserne beskrev aktiviteter og intenderede mål, som ikke var til at genfinde i resultaterne fra evalueringerne. Dette betyder blandt andet, at det er vaskeligt at udtrække nyttig viden fra den enkelte, som man kan bruge i forbindelse med fremtidige indsatser. Uoverensstemmelsen mellem de intenderede mål og realiserede resultater kan skyldes mangelfulde evalueringer. Men det kan også skyldes forskydninger i indsatserne undervejs, som har betydet, at det ikke var meningsfyldt at holde fast i de mål, man oprindeligt startede med. Et eksempel på dette var *ISI2015*, hvor projektets mål ændrede sig undervejs som følge af, at projektledelsen blev klogere undervejs. Ud fra de undersøgte indsatser, synes det langt fra unormalt, at indsatser må tilpasses undervejs i processen. Men dermed bliver det vanskeligt at ekstrahere viden som andre kan bruge. Denne erkendelse bør give anledning til at diskutere, hvordan vi sikrer, at fremtidige indsatser bliver dokumenteret på måder, som er lødige og samtidige relevante for udvikling af praksis.

Indledning

Opgavebeskrivelse

Denne rapport blev til i perioden 1/11 til 31/12 2016 på anledning af Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling, der udstak rammen for opgaven 4/10 2016 (sagsnummer 16/11186). I oplægget var angivet at opgaven skulle bidrage til udformningen af en national strategi for naturfag og naturvidenskab. Opgaven skulle bestå af en kortlægning og analyse af, hvilke indsatser og tiltag, der har været indeholdt i danske strategier, indsatser, projekter og programmer samt strategier og indsatser fra lande, vi sammenligner os med i relation til **uddannelsesniveauerne** dagtilbud, grundskoler, gymnasier og erhvervsuddannelser. Opgaven var således todelt, idet den skulle indeholde en del (a) om **indsatser** og en anden del (b), som dækkede **strategier**. Nærmere bestemt blev opgaven fortolket i tilbuddet således, at den skulle særskilt kortlægge følgende elementer:

- Konkrete praksisindsatser foretaget inden for de seneste 10 år (2006-2016) i Danmark, de nordiske lande, EU (på overnationalt niveau) og USA, som er afrapporterede, som beskriver indsatsens virkning på længere sigt (impact), og som vedrører de to fastlagte genstandsfelter. Termen 'praksisindsats' dækker her over en *målrettet implementering i praksis – herunder udviklingsprojekter af forskellig størrelse og varighed*.
- Strategidokumenter produceret inden for de seneste 15 år (2001-2016) fra Danmark, de nordiske lande, EU (på overnationalt niveau) og USA, der vedrører de to fastlagte genstandsfelter. Termen 'strategidokument' betegner her *et dokument, der indeholder visioner og målsætninger for det uddannelsespolitiske område inden for en given årrække og som aktører kan handle på baggrund af*.³

Til at fokusere kortlægningen havde Ministeriet identificeret to pædagogisk/didaktiske **genstandsfelter** som udgangspunkt:

1. Udvikling af naturfag og naturvidenskabsundervisning med henblik på elevers tilegnelse af STEM-kompetencer – herunder indsatser med fokus på en anvendelsesorienteret og/eller undersøgende tilgang til naturvidenskabelig undervisning, tværfaglig naturfagsundervisning samt it og teknologisk inddragelse som fagområde (selvstændigt eller integreret i øvrige fag) i grundskole og ungdomsuddannelser samt organisatorisk forankring af indsatserne.
2. Styrkelsen af kompetencer inden for naturfag og det naturvidenskabelige område for pædagogisk personale i dagtilbud og hos det undervisende personale på grundskole- og ungdomsuddannelsesområdet.

³ UNESCO (2014). *UNESCO Education Strategy 2014–2021*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Undervejs i processen blev det besluttet at udvide genstandsfeltet for at imødekomme, at mange af indsatserne og strategierne identificeret i kortlægningen omhandlede emner omtalt i opgavebeskrivelsen, men som ikke var en eksplicit del af genstandsfelterne i opgavebeskrivelsen. Således var eksempelvis elevkompetencer, -interesse og -motivation ikke eksplicitte genstandsfelter i opgavebeskrivelsen, men disse emner fyldte meget i indsatserne og i strategierne. Tilsvarende var kapacitetsopbygning i form af lærernetværk, samspil med det omgivne samfund eller forankring af indsatser i praksis også udtalt i indsatserne og i strategierne. Derfor blev antallet af genstandsfelter udvidet fra to til fire. De fire genstandsfelter som endte med at indgå i analysen repræsenterede samtidig fire funktionelle niveauer for indsatserne (kursiv indikerer de oprindelige genstandsfelter):

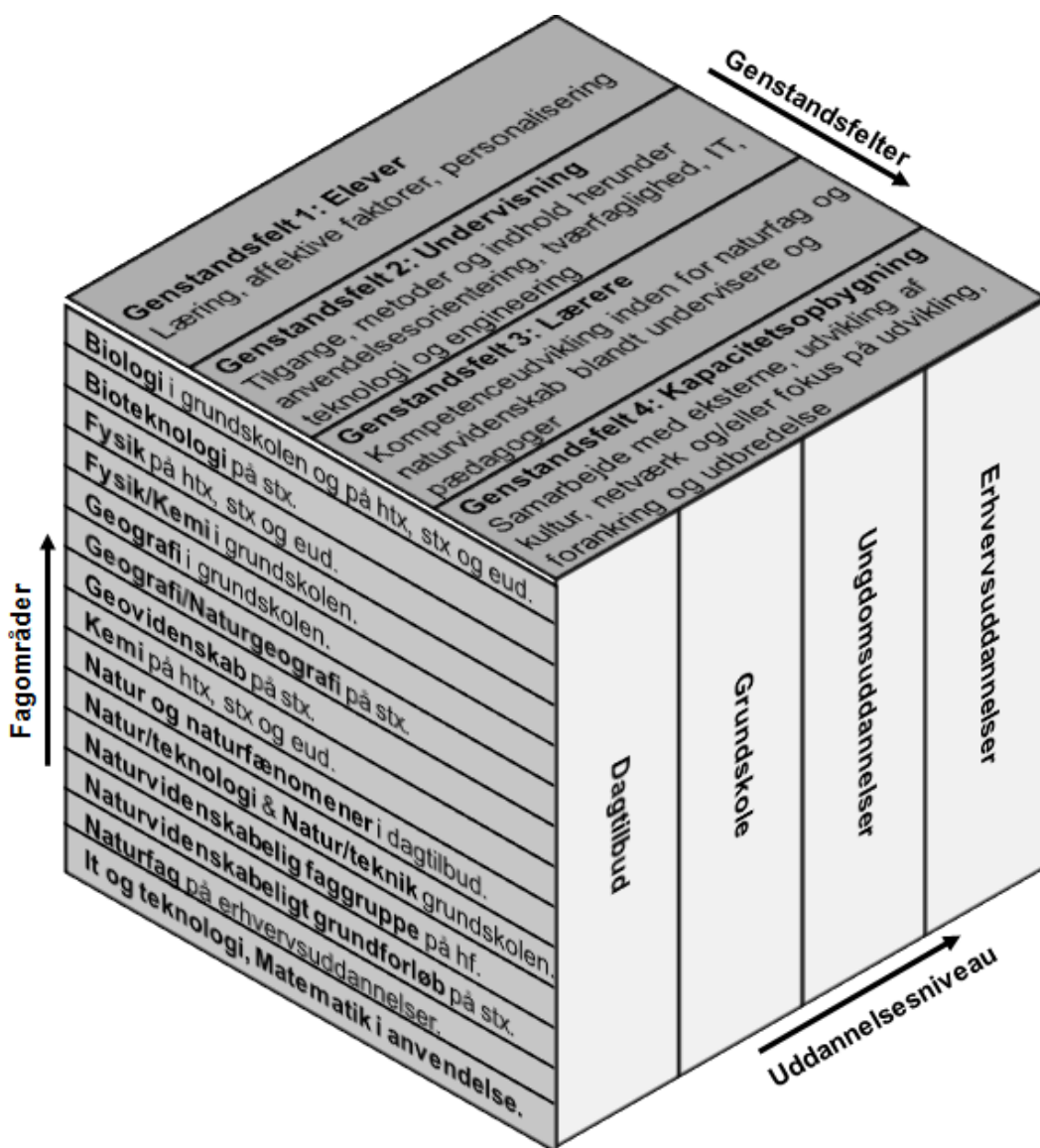
Niveau	Beskrivelse af genstandsfeltet
Elev	Elevs læring (begrebslig og/eller kompetencetilegnelse), affektive aspekter hos elever (interesse, attitude, motivation, engagement) og personalisering (undervisningsdifferentiering, forskellige elevtyper, køn, talent).
<i>Undervisning</i>	Tilgange, metoder og indhold af undervisning med henblik på elevs tilegnelse af STEM-kompetencer – herunder indsatser med fokus på en anvendelsesorienteret og/eller undersøgende tilgang til naturvidenskabelig undervisning, tværfaglig naturfagsundervisning samt it og teknologisk inddragelse som fagområde (selvstændigt eller integreret i øvrige fag).
<i>Underviser</i>	Styrkelsen af kompetencer inden for naturfag og det naturvidenskabelige område for pædagogisk personale i dagtilbud og hos det undervisende personale på grundskole- og ungdomsuddannelsesområdet.
Kapacitetsopbygning	Samarbejde med eksterne partnere eller institutioner, udvikling af skolekultur, opbygning af netværk og/eller fokus på løbende udvikling, forankring og udbredelse af professionel praksis.

Naturfag og naturvidenskab skal i denne sammenhæng forstås bredt, da der ikke findes en entydig definition af disse områder. I relation til konkrete **fagområder** inddrog vi følgende fag i kortlægningen:

- ”Biologi” i grundskolen og på htx, stx og eud.
- ”Bioteknologi” på stx.
- ”Fysik” på htx, stx og eud.
- ”Fysik/Kemi” i grundskolen.
- ”Geografi” i grundskolen.
- ”Geografi/Naturgeografi” på stx.
- ”Geovidenskab” på stx.

- ”Kemi” på htx, stx og eud.
- ”It” og ”teknologi”.
- ”Natur og naturfænomener” i dagtilbud.
- ”Natur/teknologi” og (det tidligere) ”Natur/teknik” i grundskolen.
- ”Naturvidenskabelig faggruppe” på hf.
- ”Naturvidenskabeligt grundforløb” på stx.
- ”Naturfag” på erhvervsuddannelser.

Sammenfattet kan opgaven opsummeres med følgende figur, som afspejler opgavens tre dimensioner:



Figur 2 En grafisk oversigt over de 4 genstandsfelter og hvordan disse rækker på tværs over henholdsvis uddannelsesniveauer og fagområder.

Ovenstående opgaver er blevet løst gennem følgende produkter:

- En oversigt over identificerede strategidokumenter og indsatser ud fra en screening af både databasesøgninger, ekspertudtalelser og med baggrund i en analyse af eksisterende praksiskortlægninger.
- En analyse af de identificerede indsatsers virkning inden for de fire genstandsfelter ud fra en række indikatorer, som identificeres ud fra ministeriets strategiske indsatskategorier.
- En kronologisk kortlægning af tematikker og tendenser i strategier på det naturfaglige og naturvidenskabelige område i Danmark, Norden, Europa og USA.
- En fremskrivning gennem 10-20 relevante forandringsteorier af udvalgte særligt lovende nøgleindsatser.
- En teknisk rapport, som gennemgår fremgangsmåde og metoder anvendt.
- En bilagssamling med detaljerede lister over de fundne indsatser og strategidokumenter.

Da opgaven har været underlagt en meget kort tidsfrist, har det ikke været muligt at foretage en udtømmende kortlægning. Der kan således være dokumenter, som kunne have været inddraget i undersøgelsen, og som kunne have betydning for de fremlagte resultater.

Kortlægning af indsatser

Indsatser skal i denne sammenhæng forstås som projekter, interventioner, indsatser eller andre målrettede tiltag, som søger at fremme STEM undervisning eller lærerkompetencer inden for STEM i det formelle uddannelsessystem fra dagtilbud til og med ungdomsuddannelse i Danmark, de nordiske lande, EU (på overnationalt niveau) og USA. Undersøgelsen afgrænses til indsatser, som er afsluttet fra og med 2006.

På det danske naturfagsdidaktiske område er der en glidende overgang mellem reelle fagfællebedømte forskningserfaringer og mere praksisnære erfaringer. Derfor er der principielt blevet skelnet mellem fagfællebedømte dokumenter og ikke fagfællebedømte dokumenter. Kun sidstnævnte dokumenter er blevet taget med i denne kortlægning, mens fagfællebedømte dokumenter er blevet behandlet i opgaven omkring kortlægningen af forskning.

Arbejdet med at identificere relevante indsatser foregik i fire forskellige trin (se Teknisk bilag for detaljer):

1. Afsøgning af indsatser med henblik på at frembringe en bruttoliste over relevante indsatser.
2. Analyse af bruttolisten over indsatser med henblik på, hvilke af indsatserne, som kunne siges at opfylde inklusionskriterierne.
3. Udvalgelse af indsatser til nærmere analyse således at de udvalgte indsatser var dækkende i forhold til genstandsfelterne og uddannelsesområderne.
4. Udfoldelse af udvalgte indsatser i forandringsteorier.

Følgende er en opgørelse over de fundne indsatser i de forskellige trin frem mod udfoldelsen af 13 indsatsteorier, som fremlægges efterfølgende. For flere detaljer omkring kortlægningen se venligst de tekniske bilag.

Oversigt over indsatser

Den samlede opgørelse over de fundne indsatser, som blev afsluttet i 2006 eller senere er som følger (se Teknisk bilag, bilag 1 for en fuld liste):

Total: 329 indsatser
Fordeling på uddannelsesniveau:
Grundskole: 202
Ungdomsuddannelse: 194
Erhvervsuddannelser: 5
Dagtilbud: 6
Ukendt: 28
Fordelt på geografisk område:
DK: 283
Norden: 11
EU: 24

Som det ses, er langt størstedelen af indsatserne fokuseret på grundskolen og ungdomsuddannelserne. Der er forsvindende få indsatser, der fokuserer på naturfagene at finde på dagtilbudsområdet eller på erhvervskoleområdet. Det skal dog siges, at der kan være væsentlige indsatser, som ikke er kommet med i denne kortlægning, grundet begrænset tid til en større systematisk afsøgning. Det lykkedes os heller ikke på den afsatte tid at få indsamlet relevante indsatser fra USA, da indsatser fra Danmark og Norden fik første prioritet.

Inkluderede indsatser

Kriterierne for inklusion var, at:

- projektet varede minimum 3 år,
- der kunne umiddelbart findes en evaluering, og
- evalueringen var foretaget af en ekstern evaluator⁴.

⁴ I nogle tilfælde var evaluator mere eller mindre involveret i projektet som et led i designet såsom ved aktionslæringsprojekter.

Samlet set udgjorde andelen af inkluderede indsatser følgende:

Total: 47 indsatser
Fordelt på uddannelsesniveau:
Grundskole: 36
Ungdomsuddannelse: 22
Erhvervsuddannelser: 3
Dagtilbud: 4
Ukendt: 3
Fordelt på geografisk område:
DK: 28
Norden: 1
EU: 18

Det var muligt at finde 47 indsatser ud af 329, som levede op til inklusionskriterierne. Det var en udfordring at afklare, om der fandtes evalueringer for de enkelte indsatser. Givet mere tid kunne man muligvis have inkluderet flere indsatser. Men det var vanskeligt at finde informationer om mange af indsatserne udelukkende baseret på en internetsøgning. I mange tilfælde var links døde og hjemmesider utilgængelige.

Indsatser udvalgt til forandringsteorier

Formålet med kortlægningen er at bidrage til et relevant vidensgrundlag ift. udarbejdelsen af en naturvidenskabsstrategi. For indsatsernes vedkommende blev der i opdraget bedt om ”forandringsteorier” for de 10-20 mest lovende indsatser. Ud af de 47 indsatser, som kunne inkluderes, blev i alt 13 udvalgt til nærmere analyse. De 13 indsatser blev udvalgt således, at vi tilgodeså alle uddannelsesområderne og alle fire genstandsfelter. Dertil kom, at vi ønskede at udvalget skulle indeholde både nordiske og europæiske indsatser. Ud over kravet om dækningsgrad

foretog vi endeligt en faglig vurdering for at sikre, at de udvalgte indsatser eksemplificerede indsatser af betydning for naturfagene i Danmark.

Samlet set fordelte de udvalgte indsatser sig som følger:

Total: 13
Fordelt på uddannelsesniveau:
Grundskole: 9
Ungdomsuddannelse: 4
Erhvervsuddannelser: 2
Dagtilbud: 2
Fordelt på geografisk område:
DK: 9
Norden: 1
EU: 3
Fordelt på genstandsfelter:
Elev: 11
Undervisning: 10
Underviser: 11
Kapacitetsopbygning: 8

Opsummerede forandringsteorier

De endelige indsatser udvalgt til nærmere analyse blev følgende (se detaljerne i Teknisk bilag, bilag 3):

- ASTE - Advanced Science Teacher Education
- Elever som forskere i naturfag (ElevForsk)
- ENGINEER
- Gymnasiet tænkt forfra
- ISI 2015
- Mind the Gap
- NextEUD
- Nye spor til teknik
- QUEST - Qualifying in-service Education of Science Teachers
- SAILS
- Science didaktik i Hillerød. Pædagoger og børn i aktiv læring. Aktionslæring i 12 vuggestuer og børnehaver i 2011 - 2012.
- Science-kommuner
- Xciters

De enkelte indsatser beskrives fuldt ud i forandringsteorier i en selvstændig sektion i det Tekniske bilag. Følgende er korte opsummeringer af begrundelserne for udvælgelse af de enkelte indsatser og resuméer af relevante resultater.

Mind the gap

Kort begrundelse for udvælgelse
Projektet handlede om at samle erfaringer om brugen af Inquiry Based Science Education (IBSE) i lærerefteruddannelsesforløb inspireret af det tyske SINUS program. Projektet var et af de første EU projekter under 7. rammeprogram, som handlede om IBSE.
Resumé af relevante resultater
Der blev fundet mange forskellige måder at forstå og arbejde med IBSE på
Der var særligt fokus på argumentation, kommunikation og scientific literacy, men der var ikke enighed om, hvad det betød
Projektet fandt frem til enighed omkring succeskriterier for professionel udvikling, som skal indeholde:
- Evaluering og måling
- Kobling til læreres praksis

- Forskningsbaserede koncepter
- Involvering af lærere
- Længerevarende aktiviteter
- Samarbejde mellem lærere og institutioner involveret i uddannelse af lærere
Projektet fortsatte i EU projektet STEAM
Evalueringen peger på behov for indsatser fra regeringerne i retning af prioritering af læreres professionelle udvikling og opprioritering af naturfagene.

Science didaktik Hillerød

Kort begrundelse for udvælgelse
Projektet var et af de få projekter på dagtilbudsområdet, som havde et eksplicit fokus på naturfag.
Resumé af relevante resultater
Pædagoger gennemførte aktionslæringsforløb og blev mere reflekterede omkring egen professionalitet, behovet for samarbejde og rammesætning af børnenes mulighed for at undres.

NextEUD

Kort begrundelse for udvælgelse
Projektet var et af de få dokumenterede projekter for erhvervsuddannelser. Selv om projektet ikke havde et eksplicit fokus på naturfagene, var det vigtigt, fordi erfaringerne fra projektet blev en del af Erhvervsskolereformen 2015.
Resumé af relevante resultater

Der blev udviklet et nyt grundpakkeforløb for erhvervsskoler med henblik på at styrke erhvervsrettede kompetencer hos eleverne, styrke studiemiljøet og samtidig skabe et tværfagligt læringsfællesskab.
Elever, lærere og virksomheder oplevede alle positive effekter hos eleverne.
Teamsamarbejdet rykkede lærerne i retning af mere samarbejde og erfaringsudveksling foruden mere fokus på læring.

ISI2015

Kort begrundelse for udvælgelse
Evalueringen af ISI2015 var omfattende og gav en detaljeret beskrivelse af et omfattende udviklingsprojekt på fem skoler over fire år, som demonstrerer hvorfor og hvordan forankring og udbredelse kræver tid. Der er desuden erfaringer at hente omkring implementering af innovation i naturfagsundervisningen.
Resumé af relevante resultater
Projektet handlede om at integrere innovation i naturfagsundervisningen med henblik på at inkludere elever, som ellers ikke havde interesse i naturfagene.
Eleverne udviklede innovative kompetencer og udviste større engagement i naturfagene.
Lærerne blev kompetente til at arbejde med innovation, og innovation blev integreret i den almindelige undervisning (ikke kun naturfag).
Skolernes praksis ændredes gennem projektet, men skolerne som sådan udviklede sig ikke.
Projektet ledte frem til en didaktisk model for skoleudvikling.

Xciters

Kort begrundelse for udvælgelse
Projektet handlede om ung-til-ung formidling, som er blevet en udbredt del af praksis på mange skoler og i mange indsatser.
Resumé af relevante resultater
Hold af 7. klasses elever blev trænet på Experimentarium i at undervise yngre elever.
Eleverne underviste i 4. og 5. klasse, når de vendte tilbage til deres skoler.
De ældre elever havde gavn af projektet, men resultaterne ift. de yngre elever var blandede afhængigt af forholdene på den enkelte skole.
Projektet viste, at det er nødvendigt at inkludere lærere som mere end blot rammesættere, når ældre elever skal undervise de yngre.

Gymnasiet tænkt forfra

Kort begrundelse for udvælgelse
Projektet handlede ikke kun om naturfagene. Alligevel er projektet væsentlig i denne sammenhæng, fordi lærere og elever arbejdede sammen om at udvikle en ramme til at evaluere en kombination af faglige og innovative elevkompetencer. Den slags lærer-elev samarbejde omkring kompetenceevaluering er mere eller mindre unik i Danmark.
Resumé af relevante resultater
Elever og lærere oplevede tættere og mere symmetriske forhold.

Samarbejdet mellem lærere og elever blev opfattet som meget positivt og konstruktivt af begge parter.
Eleverne kunne reflektere over deres egen læring.
Undervisningen blev meget elevaktiverende, tværfaglig og koblet til verden uden for skolen.
Lærerne opnåede kompetence og rutine i at arbejde med innovation i den daglige undervisning.

Engineer

Kort begrundelse for udvælgelse
Projektet skulle fremme ”engineering”-kompetencer i grundskolen og dermed skabe bedre grundlag for rekruttering af ingeniører. Engineering har ikke en særlig plads i uddannelsessystemet på trods af, at det hører med i STEM tilgangen. Projektet inddrog museer som partnere, hvilket kan være en særlig ressource i undervisningen.
Resumé af relevante resultater
Eleverne kunne øge deres motivation og præstationer gennem de designede forløb, som brugte IBSE og hands-on tilgange.
Elever, som ellers ikke ser sig selv i naturfagene, fik tid og plads til at deltage i undervisningen på lige fod med andre elever.
Elever fra socialklasser og etniciteter, som ikke normalt kommer på museer, blev eksponeret for museet som læringsrum.
Der blev dannet netværk mellem skoler, universiteter, andre institutioner og museer.

Nye spor til teknik

Kort begrundelse for udvælgelse
Projektet sigter på elever, som har vanskeligt ved at finde veje gennem uddannelsessystemet. Via projektet tilbydes de unge en mulighed for at afprøve en teknisk erhvervsuddannelse med støtte og tiltag for at fastholde dem. Dette er et underbelyst område. Projektet desuden fundet udbredelse efterfølgende.
Resumé af relevante resultater
Eleverne oplevede differentierede og individualiserede forløb, som hjalp dem med at navigere ift. de tekniske erhvervsuddannelser.
Modellen fra 'Nye spor til teknik' er blevet bredt ud til en lang række af andre institutioner, der nu udbyder målrettede forløb efter denne opskrift.
Konkrete erfaringer med at arbejde ud fra en praksis-orienteret læringsstil gav de bedste resultater ift. at guide eleverne i retning af en teknisk erhvervsuddannelse.

Elevforsk

Kort begrundelse for udvælgelse
Indsatsen er norsk og dermed et eksempel på en nordisk indsats. Indholdsmæssigt afspejler projektet en indsats rettet mod praktisk arbejde med inddragelse af naturen i grundskolen. Indsatsen har frembragt en undervisningsmodel, som kan bruges til at arbejde med en forskningslignende tilgang til naturfagsundervisningen.
Resumé af relevante resultater
Eleverne var generelt engagerede og motiverede, men flere havde svært ved at navigere i de

lange forløb og mistede derfor motivationen undervejs.
De svageste elever var ikke selvstyrende eller i stand til at udnytte læringsressourcerne, der blev stillet til rådighed for dem.
Lærerne indså, at eleverne havde brug for adskillige forudsætninger forud for igangsættelse af projekterne, hvis de skulle opnå gode forløb for flere elever.

SAILS

Kort begrundelse for udvælgelse
SAILS er et omfattende EU projekt, som kombinerer to store og vigtige områder inden for naturfagsdidaktik: IBSE og evaluering. Indsatsen inkluderer afprøvning af mange forskellige evalueringsmetoder.
Resumé af relevante resultater
De mange resultater var yderst vanskelige at indfange i én forandringsteori.
Overordnet viste det sig muligt at gøre lærerne i stand til at betjene sig effektivt af forskellige evalueringsmetoder i undervisningen.
Der blev udviklet praksisfællesskaber, der understøtter undersøgelsesbaseret evaluering i STEM i alle deltagende lande.
Der blev udviklet en række konkrete metoder til evaluering af IBSE undervisning.

ASTE

Kort begrundelse for udvælgelse

ASTE er en særligt udviklet linje i læreruddannelsen, hvis fokus er at uddanne naturfaglærere med stærke faglige forudsætninger og en klar faglig identitet.
Resumé af relevante resultater
Der er blevet udviklet en specialiseret naturfaglæreruddannelse for særlig interesserede lærerstuderende.
Lærerstuderende på uddannelsen har arbejdet med lektionsstudier og andre tiltag til udvikling af deres undervisningspraksis gennem uddannelsen.
Der opstod et frugtbart samarbejde mellem professionshøjskoler, praktikskoler og universitet.

QUEST

Kort begrundelse for udvælgelse
QUEST er en model for efteruddannelse og styrkelse af skolers naturfaglige kultur. Det er en model, som har vist sig effektiv, og den har dannet grundlag for adskillige efterfølgende indsatser.
Resumé af relevante resultater
Q-modellen er blevet udviklet. Den understøtter lærernes faglige, fagdidaktiske og pædagogiske udvikling.
De deltagende lærere anvender tilgange og metoder fra projektet, som de har tilpasset til lokale forhold og behov.
Indsatsen var med til at styrke den naturfaglige kultur på flere skoler.

På de skoler, hvor implementeringen fungerede, blev det afspejlet i elevernes præstationer.

De deltagende kommuner har overtaget ansvaret for at vedligeholde og fortsætte indsatsen.

Science-kommuner

Kort begrundelse for udvælgelse
Science-kommuneprojektet har vist sig at rumme mange vigtige elementer, som efterfølgende er blevet en indlejret del af det danske naturfagsnetværk. Med sit fokus på kommunernes betydning for udvikling af naturfagsområdet udgør det et vigtigt perspektiv på feltet.
Resumé af relevante resultater
De fleste kommuner opnåede et styrket samarbejde gennem netværksopbygning på tværs af institutioner, forvaltning, organisationer og erhvervsliv.
Naturfagskoordinatorer var centrale for kommuner, der oplevede stor udvikling.
Flere kommuner lykkedes at forankre indsatsen politisk.
Etablering af gode samarbejder, koordinering af indsatserne på naturfagsområdet og politisk forankring viste sig at være omstændelige og tidskrævende processer.

Kortlægning af strategier

Kortlægningen af strategidokumenterne tog udgangspunkt i forståelse af strategidokumenter som *et dokument, der indeholder visioner og målsætninger for det uddannelsespolitiske område inden for en given årrække, og som aktører kan handle på baggrund af*⁵.

Kortlægningen dækker strategidokumenter, som er produceret inden for de seneste 15 år (2001-2016) i Danmark, de nordiske lande, EU (på overnationalt niveau) og USA, der vedrører de fire genstandsfelter beskrevet i indledningen.

Strategidokumenterne blev inddelt i forskellige, overlappende kategorier: lovtekster (curriculum, lærerplaner), strategiske analyser (rapporter fra analyseinstitutter rettet mod afgrænsede områder), og policy dokumenter (politiske anbefalinger fra udvalg, råd og ekspertgrupper). Kortlægningen tog efterfølgende udelukkende udgangspunkt i policy dokumenterne, da disse bedst kunne bidrage til en overordnet forståelse af udviklingen på området gennem de sidste 15 år.

Proceduren for frembringelse af strategidokumenter fulgte indledningsvis samme fremgangsmåde som kortlægningen af indsætserne, hvilket i store træk var som følger (for nærmere detaljer se Teknisk bilag):

1. Afsøgning af indsætser med henblik på at frembringe en bruttoliste over relevante strategier opdelt på lovtekster, strategiske analyser og policy dokumenter.
2. Isolering af policy dokumenterne.
3. Detaljeret beskrivelse af policy dokumenterne ud fra de fire genstandsfelter.
4. Tværgående kronologisk analyse af policy dokumenterne ud fra hvert genstandsfelt.

Oversigt over strategidokumenter

Den samlede bruttoopgørelse over de fundne strategidokumenter er som følger:

⁵ UNESCO (2014). *UNESCO Education Strategy 2014–2021*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Total: strategi- styredokumenter: 74
Fordeling på uddannelsesniveau:
Grundskole: 45
Ungdomsuddannelse: 50
Erhvervsuddannelser: 36
Dagtilbud: 7
Ukendt: 6
Fordelt på geografisk område:
DK: 31
Norden: 26
EU/USA: 16
Ukendt: 1
Fordelt på type af strategidokument:
Analyser: 30
Policy: 34
Love/læreplaner: 4
Andet: 6

Som det ses i fordelingen af strategidokumenter havde mange af dem fokus på mere end et enkelt uddannelsesniveau. Det kunne f.eks. være Regeringens handleplan fra 2002, hvis fokus både var på grundskolen, gymnasiale- og erhvervsrettede ungdomsuddannelser. Overordnet var grundskolen, ungdomsuddannelserne og erhvervsuddannelserne bedst repræsenteret. Danmark og resten af Norden var godt repræsenteret, men EU/USA strategidokumenter var ikke nær så godt repræsenteret. Dette skyldes prioriteringen i søgningen og ikke en mangel på policy dokumenter fra disse områder. Dertil skal det tilføjes, at der kan være væsentlige strategidokumenter, som ikke er kommet med i denne kortlægning, grundet begrænset tid til en større systematisk afsøgning

Inkluderede Strategi- og styredokumenter

Strategidokumenterne blev sorteret ud fra deres kategori som beskrevet indledningsvis, og kun policy dokumenter blev inkluderet i den videre kortlægning. Samlet set udgjorde 34 af 74 strategidokumenter policy dokumenter.

Total: 34
Fordelt på uddannelsesniveau:
Grundskole: 28
Ungdomsuddannelse: 15
Erhvervsuddannelser: 14
Dagtilbud: 4
Ukendt: 1
Fordelt på geografisk område:
DK: 11
Norden: 17
EU/USA: 6

Fordelt på genstandsfelter:
Elev: 29
Undervisning: 31
Underviser: 22
Kapacitetsopbygning: 25

Grundskolen er det bedst repræsenterede uddannelsesniveau, men også de gymnasiale- og erhvervsuddannelserne er godt med. Daginstitutionsområdet er repræsenteret om end ikke nær så stærkt som de andre uddannelsesniveauer. Fordelt på lande er Norden (NO/SVE/FIN) og Danmark godt repræsenteret, mens EU og USA kun er repræsenteret sparsomt. Givet mere tid kunne man muligvis have inkluderet flere dokumenter fra EU/USA. Ser man på, hvordan strategidokumenterne fordeler sig i forhold til de fire genstandsområder, synes alle områder at være godt repræsenteret i materialet. Tallene fordelt på genstandsfelterne indikerer udelukkende, at strategidokumenterne berører det pågældende genstandsfelt. Det vil sige, at det ikke nødvendigvis er det primære fokus i strategidokumentet.

Tematisk og kronologisk analyse

Der er identificeret følgende tværgående tematikker relateret til genstandsfelterne i de 34 strategidokumenter:

1. Elev

- a. Elevers læring (begrebslig og/eller kompetencetilegnelse)
- b. Affektive aspekter hos elever (interesse, attitude, motivation, engagement)
- c. Personalisering (undervisningsdifferentiering, forskellige elevtyper, køn, talent)

2. Undervisning

- a. Design af undervisning generelt,
- b. Anvendelsesorientering, innovation, undersøgelsesbaseret undervisning (IBSE)
- c. Brug af digitale læremidler

3. Lærer-/underviser-/pædagogkompetencer

- a. Fagdidaktisk kompetenceudvikling
- b. Nye arbejdsformer/-rammer

4. Kapacitetsopbygning

- a. Nationalt
- b. Kommunalt
- c. Institutionelt eller mellem institutioner

Alle de udvalgte strategidokumenter findes beskrevet i uddrag i de Tekniske bilag (Strategidokumenter). Følgende er en kronologisk og tematisk opsummering af strategidokumenterne, som giver et indblik i udviklingen af naturfagområdets strategiske fokuspunkter over de sidste 15 år.

Elev

Elevers læring (begrebslig og/eller kompetencetilegnelse)

- I Danmark og på internationalt niveau har der igennem hele perioden (2002-2016) været et stort fokus på, at STEM-undervisning skal styrke elevers naturfaglige/-videnskabelige *kompetencer* i lyset af, hvad eleverne skal kunne i fremtiden. Der har typisk været flere parallelle begrundelser for vigtigheden af denne kompetenceorienterede tilgang. På det politiske plan og blandt uddannelsesforskere på EU-plan gives ofte det, man kan kalde en medborgerskabsorienteret begrundelse for styrkelsen af naturfaglige/-videnskabelige kompetencer. Begrundelsen hviler på et syn om, at fremtidens borgere skal kunne navigere i og bidrage til et samfund, der møder store udfordringer med relation til STEM-området (fx klimaforandringer). På det politiske plan i EU begrundes styrkelsen af naturfaglige/-videnskabelige kompetencer endvidere konsistent i, at det Europæiske arbejdsmarked i fremtiden vil have brug for flere, der har en STEM-uddannelse. Denne arbejdsmarkedsorienterede begrundelse har også været konsistent i USA og i Danmark igennem hele perioden. I Danmark har der parallelt med den arbejdsmarkedsorienterede begrundelse også typisk været en *dannelsesorienteret* begrundelse. Det er væsentligt at nævne, at det i Finland og Norge generelt har spillet en mindre rolle, at fremtidens højteknologiske og naturvidenskabstunge arbejdsmarked befolkes. I Finland og Norge har

der været en tendens til at behovet for styrkelsen af naturfaglige/-videnskabelige kompetencer (helt ned i dagtilbud) primært begrundes ud fra et hensyn om at understøtte individets *livslange læring* (et perspektiv der er underspillet i Danmark, EU og USA). I Finland og Norge gives parallelt med dette typisk en medborgerorienteret begrundelse.

- Igennem perioden har der på forskellig vis været fokus på at styrke det, der i dag kaldes *21. århundredes kompetencer* (nysgerrighed, virke- og lærelyst, innovation, kreativitet, digital dannelse osv.). I Danmark har begrundelsen for at styrke disse kompetencer bevæget sig fra et fokus på arbejdsmarkedets krav i starten af dette århundrede til en mere samfundsmæssig begrundelse, som har paralleller til en medborgerorienteret begrundelse. Et decideret fokus på digital dannelse, *digital literacy*, digitale kompetencer (herunder i et noget mindre omfang programmeringskompetencer) opstår reelt set først omkring 2014. Indtil da har der kun været fokus på det digitale som læringsredskaber.
- Der er indikationer på, at det markante kompetenceorienterede fokus er resulteret i en øget bevidsthed om et behov for at styrke tilgangen til evaluering af elevers læring og kompetenceudvikling. Fokus på evaluering har tydeligvis udviklet sig hen over perioden fra noteringen af et behov til mere specifikke ønsker om, hvordan dette behov kan dækkes – fx i form af opmærksomhed på progressionen i elevers kompetencetilegnelse, behovet for nye eksamensformer og ønske om tiltag der styrker, at lærer og elev fælles tematiserer elevens læring.

Affektive aspekter hos elever (interesse, attitude, motivation, engagement)

- I alle geografiske områder udtrykkes igennem hele perioden et markant behov for at styrke elevers motivation og interesse for STEM-området. Dette behov hænger konsistent sammen med behovet for at styrke elevers naturfaglige/-videnskabelige *kompetencer* (som er begrundet på forskellig vis; se ovenfor). Den eneste egentlige udvikling igennem perioden på dette område er, at der omkring 2007 begynder at opstå et fast kønsfokus. Især efter ROSE-undersøgelsen⁶ bliver det klart, at pigers og drenges interesse er forskelligartet (dette kønsfokus har dog eksisteret før, men blot ikke været en så markant del i den nærværende sample af strategidokumenter). I de tilfælde hvor der gives anbefalinger til løsning på

⁶ Popp, R. & Sølberg J.(2008). Den danske ROSE-undersøgelse - en antologi. Danmark: Institut for Curriculumforskning, DPU, Aarhus Universitet.

interesseproblematikken, er disse typisk generiske og henviser til øgning af oplevet relevans af undervisningen.

Personalisering (undervisningsdifferentiering, forskellige elevtyper, køn, talent)

- I alle geografiske områder udtrykkes igennem hele perioden i nogen grad et behov for at understøtte *forskellige* elevtyper. Dette hænger ofte sammen med, at der på STEM-området bemærkes væsentlige kønsforskelle (se ovenfor). Det anbefales typisk, at der skal være indsatser der kan henvende sig til begge/alle køn. Derudover er det udtrykte behov for at understøtte forskellige elevtyper et generelt behov. I enkelte strategidokumenter fra Danmark og Norge begrundes dette behov i, at de stærkt præsterende elever (talenter) skal tilgodeses. I USA (i hele perioden) og i EU og de nordiske lande (fra 2012 og frem) er der fokus på at undervisningen understøtter på tværs af kulturelt ophav – herunder minoriteter og immigranter) og socioøkonomisk baggrund.

Undervisning

Design af undervisning generelt og anvendelsesorientering/innovation/IBSE

- I alle geografiske områder anbefales igennem hele perioden en række konkrete tilgange til undervisningen. Der henvises bredt til, at STEM-undervisningen bør være varieret (hele perioden), være anvendelses-/praksisorienteret og virkelighedsnært (hele perioden), være rammesat så STEM-områdets relevans er tydelig (hele perioden), være fler- eller tværfaglig (hele perioden), inddrage aktuelle samfundsmæssige problemstillinger og aktivere eleverne i kritiske diskussioner om samfundsforhold og naturvidenskaben som et felt (især fra midten af 00'erne), aktivere elever i undersøgende processer – fx som i undersøgelsesbaseret undervisning (især fra midten af 00'erne), tage afsæt i de individuelle elever og deres interesser (hele perioden), tage afsæt i de individuelle elevers faglige progression (især fra 2012), inddrage formative evalueringsformer (især fra 2012). Specifikt i Norden har det været anbefalet, at undervisningen jævnlige skal være projektorienteret. I Danmark har der været fokus på undervisning, der fremmer iværksætteri/entreprenørskab og innovation. Der er indikationer på, at der på dette område har været en udvikling fra at fokusere på entreprenørskabsundervisning til innovationsfremmende undervisning.

Brug af digitale læremidler

- I alle geografiske områder anbefales igennem hele perioden en øget og systematisk brug af digitale læremidler i undervisningen – herunder it og IKT generelt og virtuelle læringsrum. Ofte ses brugen af disse læringsmidler som en løftestang til understøtte personalisering og styrke interessen for STEM-fagene. Det understreges gennemgående, at de digitale læremidler skal medvirke til øget inklusion og muligheder for undervisningsdifferentiering, demokratisk adgang til digitale ressourcer, nye muligheder for læring og sanselige oplevelser.
- De nordiske dokumenter understreger behovet for udvikling af lærerne pædagogiske kompetencer, så de bliver i stand til at inddrage it produktivt i undervisningen uden at it bliver et mål i sig selv. Flere af de nyere dokumenter (fra 2012) problematiserer lærernes kompetencer og peger på et behov for løbende efteruddannelse og bedre inddragelse af it i læreruddannelserne.

Lærer-/underviser-/pædagogkompetencer

Fagdidaktisk kompetenceudvikling

- Siden de tidligste rapporter (2002) har der i dokumenter fra alle områderne været et fokus på en mangel på kvalificerede naturfagslærere. Dokumenterne pointerer derfor (blandt andet) nødvendigheden af at opkvalificere lærere og pædagoger både pædagogisk og fagdidaktisk. Dette skal ske gennem forbedring af læreruddannelserne og bedre adgang til løbende efter- og videreuddannelse. Nogle tidlige rapporter fremhæver behov for radikale ændringer af grundskolelæreruddannelsen, mens andre rapporter fremhæver behov for at sammentænke læreruddannelserne på alle niveauer.
- Flere rapporter fra Danmark peger specifikt på behov for at styrke linjefagskompetencen blandt naturfagslærerne og at sikre, at undervisningen bliver varetaget af linjefagsuddannede naturfagslærere. I Sverige peger en rapport fra 2010 på skoleledernes betydning for at identificere kompetencebehov blandt det pædagogiske personale, og det understreges at der især er behov for opkvalificering af lærere på det naturfaglige område. En dansk rapport fra 2013 placerer ansvaret for lærernes kompetenceudvikling hos skolelederne såvel som kommunerne.

- Nye dokumenter fra Sverige og Norge (hhv. 2016 og 2015) peger på, at indførelsen af mere kompetenceorienterede læringsmål kræver en langsigtet satsning på udvikling af både undervisnings- og evalueringspraksis.

Nye arbejdsformer/-rammer

- Det anbefales i flere dokumenter i Norden, at der rettes særlig opmærksomhed på at styrke den naturfaglige opkvalificering af lærerne gennem samspillet og videndeling mellem lærerne i naturfaglige lærerteams.
- Finske og danske dokumenter fra 2010 og fremad peger på et stigende behov for at lærerne kan orientere sig mod interesser uden for skolen såsom erhvervslivet og andre organisationer og virtuelle læringsrum.

Kapacitetsopbygning

Nationale forhold

- Fra årtusindeskiftet har det været en national målsætning omkring øget internationalisering i uddannelsessektoren i flere af de nordiske lande.
- I 2003 blev der fremsat en anbefaling om fem regionale ressourcecentre til fremme af naturfagene. Behovet understreges igen i senere dokumenter, hvor et nationalt center tænkes at formidle erfaringer fra praksis og forskning og skabe sammenhæng på langs og på tværs af uddannelsessystemet, mellem aktører i det formelle uddannelsessystem og i de uformelle læringsmiljøer, ved inddragelse af relevante virksomheder, museer og oplevelsescentre⁷.
- Fra de tidligste dokumenter ses der et ønske om at skabe tættere sammenhæng mellem alle uddannelserne. Dette ønske understreges igen af Forligskreden i 2016, hvor man indstiller til, at der indføres en national naturfagsstrategi, som kan sikre dette.
- Flere nordiske lande har rapporteret et behov for at styrke elevernes matematikkompetencer. I Danmark kommer dette blandt andet til udtryk i et oplæg til den kommende gymnasiereform.

⁷ Dette blev siden til med oprettelsen det nationale Center for Natur, Teknik og Sundhed (i dag Astra)

Kommunale forhold

- Kommunerne inddrages direkte i dokumenter om naturfagene fra 2008, hvor det anbefales, at alle kommuner bør have en naturfagsstrategi og at udviklingen på omkring det naturfaglige/naturvidenskabelige skrives ind i kvalitetsrapporterne. I Norge satsede man i 2015 på at gøre en væsentlig del af de norske kommuner til ”Realfagskommuner” på baggrund af erfaringer med indsatsen Science-kommuner i Danmark.

Institutionelle forhold

- Der har i hele perioden og på tværs af landegrænser været løbende henvisning til betydningen af skoleledernes involvering og kompetencer som forudsætning for realisering af mange af de andre ambitioner i strategidokumenterne såsom i forhold til lærernes professionelle udvikling, gennemførelse af udviklingsprojekter og den faglige udvikling på skolen generelt.
- Allerede i de tidligste dokumenter var der et fokus på styrkelse af samarbejde med erhvervslivet i forhold til grundskolen og de gymnasiale uddannelser. Senere kommer der desuden fokus på science centre og museer og i de seneste strategidokumenter fremhæves også tilknytning til de naturfagsdidaktiske forskningsmiljøer som vigtige samarbejdspartnere for skolerne. I et EU dokument anbefales desuden samarbejder med blandt andet videnskabsfolk, forældre, foreninger og andre ressourcer. I Finland forventes forældrene ligefrem at spille en aktiv rolle i forhold til at deltage aktivt i planlægningen og udviklingen af skoleaktiviteter.
- I Danmark er der i 2016 fokus på brug af lærerplaner som pædagogisk redskab til at skabe gode læringsmiljøer, organisere arbejde og til at understøtte en god evalueringskultur i dagtilbuddene.
- Senere dokumenter (fra 2010) fra alle områder peger på, at udvikling af naturfagene skal understøttes af netværksdannelse mellem lærere på den enkelte skole og på tværs af institutioner. Norske og danske strategidokumenter peger desuden på behov for lokale faglige koordinatore/vejledere. Der er især i de seneste strategidokumenter fra Skandinavien findes der en gennemgående ambition om at fremme professionelle læringsfællesskaber på de enkelte skoler for at styrke kapaciteten til at udvikle egen praksis på skolen løbende. For naturfagenes vedkommende involverer dette også en styrkelse af naturfagenes betydning i skolen ifølge både danske og norske dokumenter.