

Tema: Det store ukendte

Stjernelys

Inspirationskatalog 5.-6. klassesetrin



Indhold

Introduktion	3
Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning	4
Inspiration til undervisning	5
Faglige temaer	5
Rammer	6
Evaluering	7
Forslag til undervisningen og til et forløb	7
Progression	12

Introduktion

Uden Solen ville der ikke være nogen fotosyntese, intet biologisk liv og ingen mennesker. Lys fra Solen og andre lyskilder er omdrejningspunktet i dette katalog, der omsætter ny forskning i universets ukendte mørke stof til inspiration til undervisning i 5.-6. klasse.

Efter nat kommer dag, og efter sollys følger måneskin. Det er så faste dele af tilværelsen, at de fleste af os i det daglige ikke skænker hverken Solen, månen eller stjernehimmelen mange tanker – på trods af at vores egen stjerne, Solen, er helt afgørende for, at livet findes og fortsætter dag efter dag.

Forskningen bag kataloget

Partikel- og astrofysiker Mads Toudal Frandsen tager i sin forskning på Syddansk Universitet ikke hverken Solen, andre stjerner eller deres forudsigelighed for givet. Han er optaget af at forstå, hvorfor universets rotationsbevægelser er så stabile, herunder hvorfor planeter roterer stabilt om stjerner, og dermed også hvordan det kan gå til, at Solen hver dag kaster sit lys på Jorden.

Forskningen har dokumenteret, at der ikke er nok kendt stof eller masse i universet til, at tyngdekraften kan trække himmellegemerne rundt i deres rotationsbaner på den måde, som vi kan observere, at det faktisk foregår. Men pengene passer, når forskerne indregner massen fra det mørke stof.

Mads Toudal Frandsens forskning er udgangspunktet for dette katalog, der omsætter dele af hans aktuelle forskning i det mørke stof – en af universets store gåder – til inspiration med fokus på undervisning. Indgangen for elever på mellemtrinnet til det mørke stof kan gå gennem deres egne erfaringer med det lys, som vi i kraft af blandt andet tyngdekraften og det mørke stof får besøg af hver dag.

→ Se en kort film, hvor Mads Toudal Frandsen præsenterer sin forskning, og læs mere om den i magasinet om *Det store ukendte: mørkt stof*. Se emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien.



Faktaboks

Undervisning ud fra kataloget knytter an til Fælles Mål:

- Færdigheds- og vidensområder: Mennesket (sanser), stof og energi, undersøgelser i naturfag i 6. klasse.

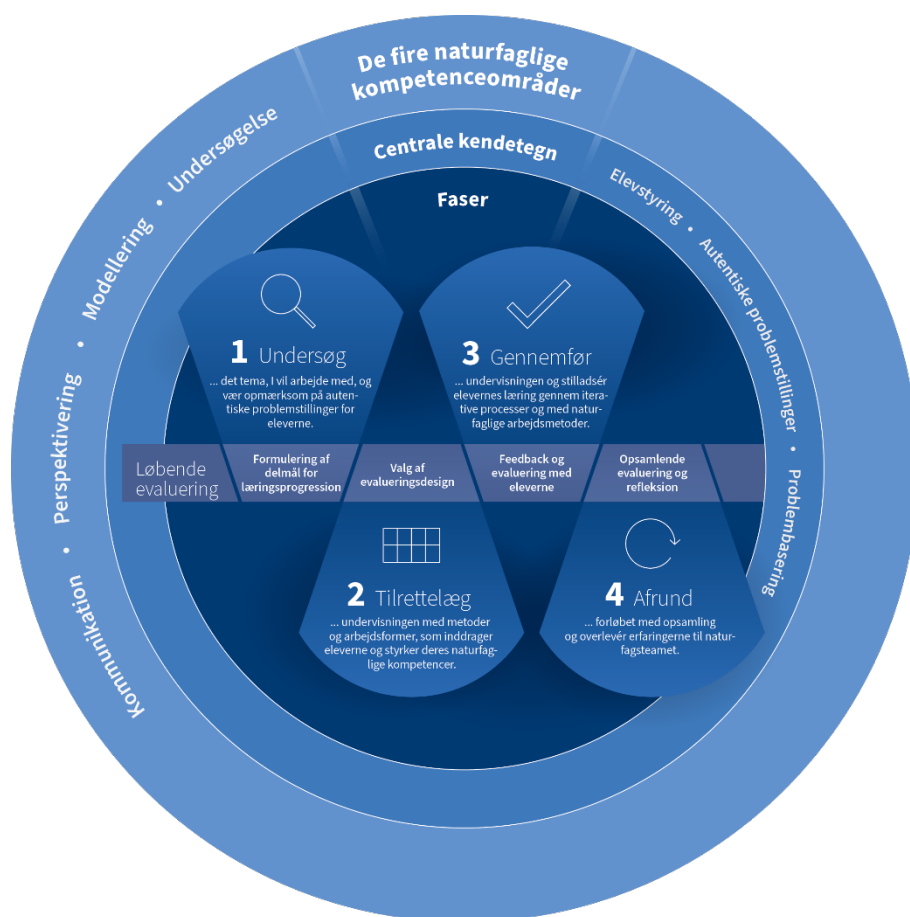
→ Læs mere på <https://emu.dk/grundskole/naturteknologi/faghaefte-faelles-maal-laeseplan-og-vejledning>

Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning

Kataloget er udarbejdet som led i udviklingen af inspirationsmaterialer om 10 naturvidenskabelige temaer. Dette katalog præsenterer inspiration til 5.-6. klasse om temaet *Det store ukendte*.

Inspirationsmaterialerne om de 10 temaer er tilrettelagt med henblik på kompetenceorienteret naturfagsundervisning. De afgørende elementer i denne type undervisning er skitseret i den fagdidaktiske ramme herunder i form af naturfaglige kompetenceområder og centrale kendetegn.

Derudover rummer figuren en proces i fire trin for kompetenceorienteret naturfagsundervisning. Naturfagslærere kan anvende inspirationen i dette katalog gennem netop disse fire trin eller faser.



Mere viden

Den fagdidaktiske ramme er uddybet i *Vidensnotat om kompetenceorienteret naturfagsundervisning*. En proces for at arbejde didaktisk gennem rammens trin er beskrevet i *Udviklingsredskab til kompetenceorienteret naturfagsundervisning til naturfagsteams*.



Begge dele kan sammen med alle seks inspirationskataloger samt temaets film og temamagasin hentes på emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien.

Inspiration til undervisning

Gennem undersøgelser af lys kan elever i 5.-6. klasse afprøve Mads Toudal Frandsens forskningsmetoder og opnå forståelse af lyset som kilde til viden om universet og det mørke stof. Dette kapitel giver inspiration til, hvordan det kan gøres.

Menneskets adgang til at lære om stjerner og galakser går gennem at "afkode" den del af stjernernes lys, som når frem til Jorden. Mads Toudal Frandsen og andre forskere analyserer blandt andet udsving i stjernelyset, da det kan afsløre, hvordan tyngdekraften om stjernerne i et solsystem eller en galakse er, og dermed muligvis hvor meget mørkt stof der er til stede. Hver eneste stjernes lys har samtidig sine helt særlige karakteristika, nemlig emissions- og absorptionsspektre, der gør det muligt at skelne kilderne til det lys, der observeres.

Lysets karakteristika er problemfeltet i dette katalog, der anvender elevernes nære erfaring med lys som et springbræt til at arbejde med lys i universets målestok, sådan som Mads Toudal Frandsen gør i sin forskning.



Faktaboks

Alle de naturfaglige kompetenceområder kan komme i spil i undervisningen om problemfeltet – i dette katalog med særligt fokus på:

- *Undersøgelseskompetencen*: Eleverne styrker kompetencen ved at designe undersøgelser på baggrund af begyndende hypotesedannelse om lysets væsen.

Læs mere på <https://emu.dk/grundskole/naturteknologi/faghaefte-faelles-maal-laeseplan-og-vejledning>

Faglige temaer

Som forberedelse til undervisningen kan læreren undersøge, hvilke faglige temaer problemfeltet byder på. Det kan for eksempel være temaer som disse:

1. Lys er sammensat af flere farver

Hvis Solens lys reflekteres i en CD-rom eller brydes gennem et prisme, splittes det hvide lys op i regnbuens farver. Opsplitningen, som kaldes et spektrum, viser lysets opdeling efter bølgelængde eller energi, og den afslører, hvordan den enkelte lyskildes fingeraftryk eller særlige karakteristika er sammensat.

2. Lys fra Solen som energikilde

Solen er en stjerne, og den har som andre stjerner begrænset levetid. Forskere vurderer, at Solen har lagt ca. 5 mia. år bag sig, og at den har lige så lang tid

tilbage. Det vil sige, at Solen om ca. 5 mia. år vil slukkes efter at have opbrugt alt sin brint, hvorefter den vil ende sine dage som en 'hvid dværg' – det vil sige en tæt pakket klump på størrelse med Jorden. Solen består af nogle få slags atomer, og mens den eksisterer, strømmer der energi fra den i form af lys. Lyset er en betingelse for biologisk liv og udnyttes af mennesker via solcelleteknologi til at forsyne vores elforbrug. Få et kort overblik over fakta vedrørende Solen: <https://illvid.dk/universet/solsystemet/solen/10-ting-du-ikke-vidste-om-solen>

3. Sorte huller er døde stjerner

Når stjerner større end vores sol dør, kan de kollapse til punkter med så stærk tyngdekraft, at end ikke lyset undslipper. Sådanne døde stjerner kaldes for sorte huller. De er konkrete eksempler på, hvordan masse (tyngde), lys og energi hænger sammen i universet.



Faktaboks

Med undtagelse af neutrinoer vekselvirker alt kendt stof med det elektromagnetiske felt, som Ørsted som den første beskrev. Det er ensbetydende med, at det kendte stof udsender lys som elektromagnetisk stråling. Men det gør **mørkt stof** ikke – deraf betegnelsen 'mørkt stof'. Men da mørkt stof heller ikke absorberer lys, er det faktisk slet ikke mørkt, men usynligt! Så i virkeligheden vil 'usynligt stof' være et mere passende navn.

Ud fra de tre forslag til faglige temaer kan læreren tilrettelægge en undervisning, der kobler elevernes undersøgelse af lys til Mads Toudal Frandsens forskning, hvor studiet af lys er en central kilde til viden om det mørke stof. Læreren kan gøre undervisningen autentisk ved at sætte elevernes egne erfaringer med lys i dagligdagen i centrum af deres undersøgelser.

Rammer

I tilrettelæggelsen af et forløb kan læreren tage højde for, hvilke muligheder problemfeltet og de faglige temaer giver for at rammesætte undervisningen:

1. Sammenhæng til andre fag

Det er oplagt at arbejde tværfagligt med billedkunst om lys og farver og med kristendomskundskab om tro og viden mere generelt i forhold til det mørke stof og den fysiske forklaring af universet. Naturfagene kan eventuelt perspektiveres tværfagligt med fokus på såkaldt 'Hjernesprog og Hjertesprog' – et begrebspar, der anvendes i kristendomskundskab.

2. Redskaber

Læreren kan anvende redskabet *grubletegninger* til at involvere eleverne og sætte deres hverdagsforestillinger i spil. Grubletegninger er tegninger, der suppleret med korte tekster visualiserer forestillinger, stimulerer til argumentation samt fremmer deltagelse og engagement. Tegningerne kan danne udgangspunkt for elevernes egne undersøgelser og udgøre et grundlag for at beskrive elevernes faglige niveau og differentiere undervisningen. Grubletegningerne er beskrevet på www.astra.dk, hvor konkrete eksempler vedrørende eksempelvis 'måneskin' og 'prisme' kan søges frem.

3. Eksterne læringsmiljøer

Lys er noget praktisk og konkret i vores liv, og det kan klassen forvise sig om ved at gøre eksterne læringsmiljøer til et omdrejningspunkt. Klassen kan for eksempel besøge en lokal lysvirksomhed, en lampebutik eller et gartneri med masser af kunstigt lys i drivhusene. En anden mulighed er at undersøge kommunens belysningsstrategi. I alle tilfælde kan det være oplagt at undersøge, hvad der er vigtigst: Lyskilden - for eksempel design eller antal af lamper - eller selve lyset? Og: Er det samme lys bedst i alle tilfælde, eller er der forskelle (hvilke)?

Evaluering

Læreren kan planlægge evaluering af undervisningsforløbet fra starten og gennemføre den løbende. På den måde kan evalueringen give input til undervisningen undervejs.

Som led i tilrettelæggelsen kan læreren blandt andet overveje, hvad der kan holdes øje med hos eleverne for at vurdere, om de anvender undersøgelseskompetencen. En elev med undersøgelseskompetence vil eksempelvis kunne designe egne undersøgelser af lys samt anvende relevant fagsprog og begreber med stigende nuancering.

Ud over den løbende og eventuelt også afsluttende evaluering med eleverne kan læreren samle op på forløbet i naturfagsteamet eller med kolleger i en anden organisering, hvis skolen ikke har et naturfagsteam. Den faglige refleksion kan både nuancere indsigterne og gennem videndeling bidrage til at styrke den naturfaglige undervisning på skolen.



Gode idéer

Brug feedback som evalueringsværktøj

Læreren kan inddrage eleverne i at planlægge evaluering via feedback. Som led i planlægningen kan læreren og eleverne beskrive, inden undersøgelserne går i gang, hvad eleverne kan, hvad de forventes at kunne, samt hvilke skridt der er på vejen. Undervejs gennem undersøgelserne og afslutningsvist kan læreren på den baggrund give eleverne feedback. Det er vigtigt, at det er tydeligt for eleverne, hvad læreren holder øje med, og at det er udfordrende og realistisk for dem at lykkes.



Hent eventuelt yderligere inspiration til evalueringsmetoder på emu.dk:
<https://emu.dk/grundskole/paedagogik-og-didaktik/evaluering-og-feedback>

Forslag til undervisningen og til et forløb

Som indledning på undervisningen kan læreren fange elevernes nysgerrighed med konkrete eksempler, der aktiverer deres egne erfaringer og samtidig knytter an til Mads Toudal Frandsens forskning. Når lys er undervisningens fokus, kan læreren eksempelvis aktivere elevernes forforståelse ved at tage afsæt i Solen og andre, mere jordnære lysfænomener fra dagligdagen. For eksempel en smartphone, en LED-pære eller et stearinlys.

Læreren kan initiere en klasserumssamtale ud fra refleksionsspørgsmålene herunder. Samtalen kan eventuelt munde ud i, at eleverne og læreren drøfter,

hvordan forskellige objekter lyser og reflekterer lys – for eksempel glas, gennemsigtig plastik, billygter og lommelygten i elevernes smartphones. Og nattehimmels måne, stjerner og planeter.



Refleksionsspørgsmål

- Hvilket lys kan man ikke se, men måle på anden vis?
- Hvad er vigtige kendetegn ved lys – og hvilken forskel er der på lys fra forskellige kilder?
- Hvordan sanses lysets farve og temperatur m.m.?

Læreren kan invitere eleverne til at komme med forslag og forklaringer.

Læreren kan også tage afsæt i casen herunder, der rummer en fortælling om Kalle, der grubler over, hvad lys mon er, og hvorfor det kan give liv. Dermed er casen et billede på nogle af de tanker, eleverne skal i gang med i undersøgelserne.

Case



Lyset giver liv

Det er sidst på foråret, og Kalle hjælper sin mor med at gøre frø og spirer klar til køkkenhaven. Indtil videre skal de stå i drivhuset, hvor de kan få det lys og den varme, der skal til. Andet behøver de ikke – hvis altså Kalle også husker at vande med jævne mellemrum, smiler mor.

Kalle grubler over, at der ikke skal andet til. Mon også lyset er med til at få ham selv til at vokse? Det ved han ikke – men han tvivler, for det er især om natten, når det er mørkt, at han vågner med vokseværk.

Men lyset er alligevel vigtigt – det er han sikker på. Han ved for eksempel, at han bliver træt, når mørket falder på. Og i hvert fald lidt mere frisk, når det bliver lyst om dagen. Allermest frisk er han på solrige sommerdage – og allermindst, når det er mørkt efterår.

”Får lyset Månen til at vokse, når Solen skinner på den fra den anden side af Jorden om natten?” Kalle spørger far og er lidt stolt over, at han godt ved, at Månen ikke lyser af sig selv.

”Nej”, siger far. ”Lige så lidt som det får dig til at vokse, når du glemmer at slukke lyset, eller du stirrer for længe på skærmen på din mobil, inden du skal sove om aftenen”, siger han. ”Til gengæld går det ud over din søvn.”

Inspiration til et forløb

Et undervisningsforløb om *Stjernelys* kan gennemføres på denne måde:

Opstart (2 lektioner)

Introduktion til forløbets indhold, mål, opgave, arbejdsformer og de relevante dele af Mads Toudal Frandsens forskning. Læreren kan vække elevernes nysgerrighed ved at spørge til deres erfaringer med lys, vise dem eksempler – for eksempel lys, der brydes i en CD-rom – og sætte faglige begreber på.

Undersøgelserforslag 1: Lær lyset at kende (6 lektioner)

Eleverne undersøger kendetegn ved lys fra forskellige lyskilder.

Undersøgelserforslag 2: Usynligt lys (6 lektioner)

I denne undersøgelse går eleverne videre til at erfare usynligt lys.

Undersøgelserforslag 1: Lær lyset at kende

I denne undersøgelse træder eleverne i Mads Toudal Frandsens fodspor ved at studere forskellige lyskilder og undersøge deres farvespektre. Eleverne skal undersøge, hvilke forskellige farvespektre der udsendes fra forskellige lyskilder, og hvordan lyskilderne på den baggrund kan skelnes fra hinanden.

Formål

Eleverne erfarer, at lys ikke bare er lys – men at Solen, stearinlys, glødepærer, smartphones, elsparepærer og alle andre lyskilder udsender forskelligt slags lys.

Ved at studere lys fra eksempelvis Solen gennem et prisme eller et håndspektroskop kan eleverne indse, at Solens lys indeholder et spektrum af alle farver, og at farverne har forskellige bølgelængder. Farvespektret i Solens lys udgør en slags fingeraftryk og afslører den kemiske sammensætning i himmelobjektet. I lyset kan et himmelobjekts bevægelse væk fra os eller imod os også aflæses. Det gælder også fjerne galakser, som Mads Toudal Frandsen undersøger for at kunne beskrive deres bevægelser. Lysets spektrum er den eneste tilgængelige information, vi har om galaksernes bevægelser.

Fremgangsmåde

Første skridt i undersøgelsen kan være en klasserumssamtale, hvor læreren indfører de vigtigste begreber. Find eventuelt inspiration her: <https://fysiklektion.nbi.ku.dk/s/spektre/>. Dernæst kan klassen i fællesskab lægge en plan for, hvilke lyskilder de vil undersøge, og med hvilken undersøgelsesmetode (med prisme eller håndspektroskop).

Læreren kan herefter inddele eleverne i grupper og sætte undersøgelsen i gang. Læreren kan bede eleverne om at notere undervejs, hvad de lærer om de enkelte lyskilder. Efterfølgende kan eleverne præsentere undersøgelsens resultater for hinanden i grupper eller i klassen.

Læreren kan eventuelt forlænge undersøgelsen og bede eleverne om at eksperimentere med lys i mørke rum. Eleverne kan eksempelvis undersøge, om der er forskel på, hvad de kan se i mørke rum, alt efter hvilken lyskilde de benytter. Eleverne kan undervejs måle og beskrive forskellene fordelt på lyskilder.



Tjekliste

Materialer til undersøgelsesforslag 1

- Et prisme eller håndspektroskop
- En samling af forskellige typer af lyskilder – for eksempel elsparepærer, glødepærer, LED-pærer, stearinlys, sollys, en mobiltelefonlampe, lommelygte eller projektor.
- Et mørkt rum med forskellige genstande, eksempelvis farverige malerier.

Undersøgelsesforslag 2: Usynligt lys

Eleverne undersøger i denne undersøgelse, hvordan usynlige naturfænomener kan være til stede og påvirke vores omgivelser, uden at vi kan se det. Undersøgelsen kredser om infrarødt lys, der ligesom det mørke stof er usynligt, men til stede, og viser, hvordan vi med måleudstyr kan erkende det, vores sanser ikke giver adgang til.



Faktaboks

En **fjernbetjening** er en digital teknologi, der sender et signal ud bestående af infrarøde pulser af lys. Lyset har en bølgelængde i omegnen af 940 nanometer (nm). Et digitalkamera er en anden digital teknologi, som gennem sensorer kan opfange lys fra nær infrarød til UV-lys, ca. 1200-300 nm. De fleste kameraer indeholder dog et filter, der kun tillader synligt lys.

Formål

Eleverne opdager, at infrarødt lys, som øjet ikke kan registrere, faktisk findes. På den baggrund indser de, at virkeligheden ikke kun består af det, som er synligt, og at der er potentiale for opdagelser ved at undersøge det usynlige - blandt i kraft af teknologiudvikling og nye målemetoder.

Fremgangsmåde

Læreren kan indledningsvist fortælle eleverne, at det infrarøde lys findes mange steder. Fjernbetjening bruger det, mange mobiltelefoner (ikke iPhones) kan måle det, og det bruges til at finde varmeudslip fra huse. Dernæst kan læreren introducere eleverne til begrebet absorption af lys.

Derefter kan selve undersøgelsen begynde ved, at eleverne med kameraet i en mobiltelefon optager en video af, hvad der sendes ud af en fjernbetjening. De trykker på fjernbetjeningen, mens fotoet eller videoen optages. Bagefter betragter eleverne fotoet eller videoen og diskuterer, hvad de kan se.

Læreren kan eventuelt udvide undersøgelsen ved at introducere disse yderligere undersøgelsesspørgsmål:

- Hvor langt skal du væk, før fjernbetjeningen ikke længere virker? Hvad siger det om det infrarøde lys?
- Hvilke materialer kan infrarødt lys trænge gennem? Prøv for eksempel at undersøge med kameraet, hvilke materialer der absorberer lyset, og hvilke der ikke gør - vandflasker, bordplader, vægge, vinduer, solbriller m.m.
- Hvorfor tror du, mennesket ikke kan se det infrarøde lys med øjet? Hvilket andet lys kan mennesket mon ikke se?



Tjekliste

Materialer til undersøgelsesforslag 2

- Mobiltelefon med kamera. Undersøg på forhånd, om mobiltelefonen har infrarødt kamera - det har nogle typer ikke. Alternativt et digitalt kamera.
- Selvvalgte absorptionsmaterialer, for eksempel transparent plastik, flasker, glas, briller, solbriller, pap, papir eller skind.

Andre undersøgelsesforslag

Emnet stjernelys kan undersøges på mange andre måder – for eksempel disse:

1. Udvid sanserne

Eleverne kan i klassen diskutere, hvilke teknologier der kan udvide vores sanser, så vi for eksempel kan se usynlige lystyper. Alternativt kan eleverne konkret undersøge forskellige teknologier og præsentere dem for hinanden. Lav eventuelt en sansekonkurrence: Hvilken teknologi kan udvide sanserne mest?

2. Hvad er en stjerne?

Læreren kan rette fokus mod, hvad Solen og andre stjerner er bestået af. Det kan for eksempel føre til en forundringsdiskussion om, hvilke grundstoffer der dannes inde i midten af (forskellige typer af) stjerner.

3. Tro og viden – tværfagligt perspektiv og diskussion

I 6. klasse har eleverne arbejdet med skabelsesberetninger, og de kan kobles tværfagligt til naturfagernes Big Bang-forklaring. Klassen kan for eksempel drøfte: Hvad skabte Big Bang? Hvad kom før? Kan Big Bang være forårsaget af (en) gud, som Pave Pius III foreslog i 1950 (se <http://inters.org/pius-xii-lemaitre>)?

4. Undersøg en rigtig stjerne med en solkikkert

Eleverne kan bygge en solkikkert og studere Solens lys. Se <https://www.youtube.com/watch?v=Q-g8rCdtVyk>. Undersøgelsen foregår uden for på en solskinsdag og involverer kikkert, pap, saks eller kniv, pind, pap og tape og papir. Det er vigtigt, at undersøgelsen udføres under opsyn af en voksen.



Gode idéer

Få Kvante-Karinas forklaring

Kvante-Karina fortæller let og i øjenhøjde med børn, hvad lys er, og hvordan man kan aflæse lysets fingeraftryk. Cp3-origins, som er forskningscentret på Syddansk Universitet, hvor Mads Toudal Frandsen forsker, står bag Kvante-Karina. Se <https://www.youtube.com/watch?v=AEU6obcGrvs&feature=youtu.be>

Progression

Dette er et ud af seks kataloger, som konkretiserer temaet om det store ukendte og det mørke stof hen over indskoling, mellemtrin og udskoling. Kataloget er målrettet undervisning i 5.-6. klasse.

Den tematiske sammenhæng i de seks kataloger understøtter, at læreren kan arbejde med progression gennem skoleforløbet. Afsættet for progression kan for eksempel være, at katalogerne udvikler sig fra det nære og lokale i indskoling til samfundsmæssige og globale perspektiver i udskoling. Og fra konkrete fænomener mod et stadig højere abstraktionsniveau.

I dette tema ses udviklingen eksempelvis ved, at elevernes egne erfaringer med usynlige kræfter og tilstedeværelsen som krop i universet fylder i indskoling, mens der i udskoling er fokus på komplekse problemstillinger vedrørende universets skala og stjernelys, fejlenes rolle i videnskaben, rotation og spørgsmålet og liv i universet. Som led i progressionen rummer katalogerne stigende problembaseret i undersøgelsesforslagene gennem skoleforløbet.

Sammenhængen gør det i princippet muligt at anvende katalogerne som inspiration til undervisning i en klasse fra start til slutning på et skoleforløb. Og den kan gøre det muligt at etablere et fælles fagligt afsæt i naturfagsteamet, uafhængigt af hvilket klassetrin den enkelte lærer i teamet underviser på. Hvert katalog kan dog også anvendes som inspiration til selvstændige forløb.

Sammenhængen mellem katalogerne fremgår af denne illustration:



Illustration: Temaets progression gennem seks inspirationskataloger på langs af skoleforløbet.

Du står med en del af en samlet videnspakke

Alle materialer kan findes på emu.dk/grundskole/naturvidenssabsstrategien



Vidensnotat

12 sider.

Planlægningsredskab

Otte sider til naturfagslærere og vejledere i grundskolen.

Fællesfagligt forløb

16 sider.

Udviklingsredskab

Fire sider til skoleledelserne.

PowerPoint-præsentation

Præsentation af de vigtigste pointer fra vidensnotatet.

Video

Speed drawing.



Bokssæt med 10 temamagasiner

10 film i lang og kort version

Forskerne fra de 10 temamagasiner præsenterer deres naturvidenskabelige forskning.



Podcasts



60 inspirationskataloger

(10 temaer til seks klassetrin)