

Tema: Det store ukendte

# Er vi alene? Betingelser for liv

Inspirationskatalog 9. klassesetrin



## **Indhold**

<b>Introduktion</b>	<b>3</b>
Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning	4
<b>Inspiration til undervisning</b>	<b>5</b>
Faglige temaer	5
Rammer	6
Evaluering	7
Forslag til undervisningen og til et forløb	8
<b>Progression</b>	<b>11</b>

# Introduktion

Forskere mener, at kun fem procent af universet består af kendt stof – men hvad gemmer det ukendte på? Er vi eksempelvis alene i universet? Det ukendte er i fokus i dette inspirationskatalog, der omsætter ny forskning i universets ukendte mørke stof og lukker eventyret ind i undervisningen i 9. klasse.

Tivl har sin plads i videnskaben – ikke mindst når temaet er mørkt stof, der endnu kun er beskrevet indirekte gennem sin virkning på andre fænomener såsom rotation og tyngdekraft.

Tivl er ifølge partikel- og astrofysiker Mads Toudal Frandsen også på sin plads i forhold til universet. Tidligere i naturvidenskabens historie ville man have sagt, at vi var godt på vej til at forstå universet. Sådan er det ikke i dag, hvor vi – med Mads Toudal Frandsens ord – kan stå på tærsklen til det helt store eventyr: Et paradigmeskifte i, hvordan vi forstår universet.

## Forskningen bag kataloget

Det, som tidligere blev betragtet som viden om universet, faldt fra hinanden, da forskere gjorde uforklarlige observationer. For eksempel af galakser, der roterer hurtigere, end massen fra det kendte stof i sammenhæng med tyngdekraften gør det muligt. Ligningen går dog op, hvis man regner det mørke stof med – men ingen ved endnu, hvad det mørke stof egentlig er.

Nøglen til en større forståelse af universet går derfor gennem det mørke stof, som også er genstanden for Mads Toudal Frandsens forskning ved Syddansk Universitet. Hans forskning er afsættet for dette katalog, der med afsæt i det, vi ved, åbner for det, vi ikke ved.

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](https://emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien).



## Faktaboks

Undervisning ud fra kataloget knytter an til Fælles Mål:

- Fysik/kemi: Jorden og universet, Stof og stofkredsløb (betingelser for liv), Partikler, Bølger og stråling, Energiomsætning og undersøgelser i naturfag
- Biologi: Evolution, Økosystemer, Celler, Mikrobiologi og bioteknologi og undersøgelser i naturfag
- Geografi: Jordkloden og dens klima (geologisk udvikling), Exoplaneter og undersøgelser i naturfag.



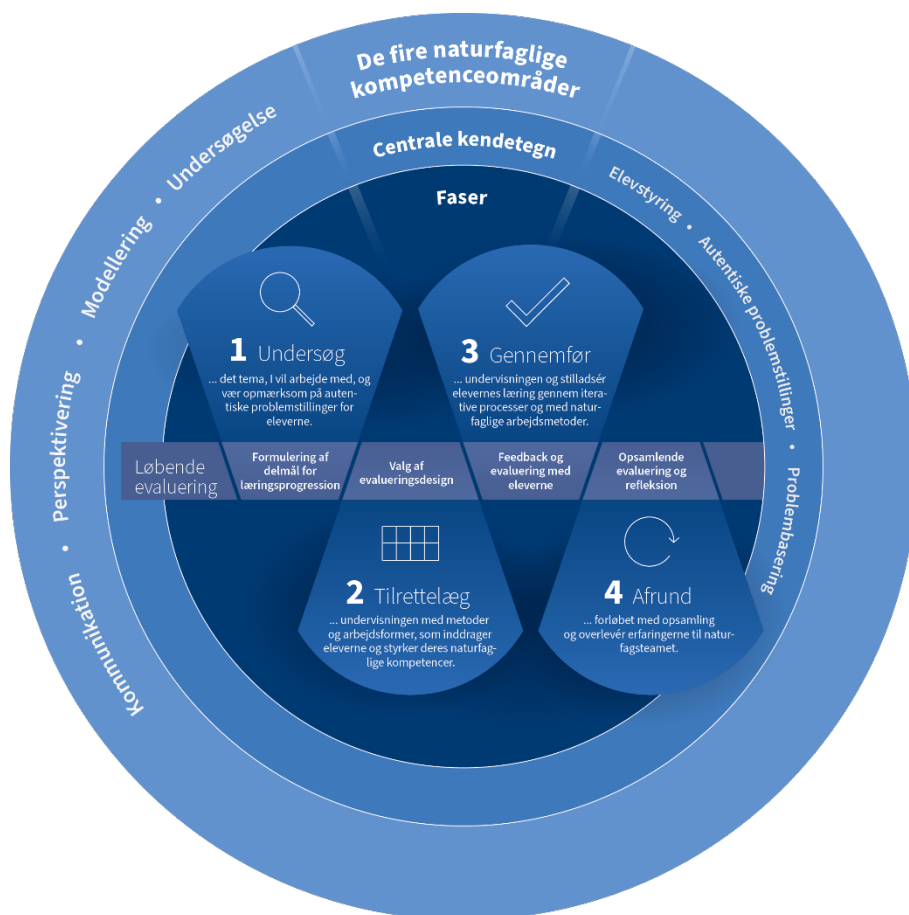
Læs mere på <https://emu.dk/grundskole>

## Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning

Kataloget er udarbejdet som led i udviklingen af inspirationsmaterialer om 10 naturvidenskabelige temaer. Dette katalog præsenterer inspiration til et fællesfagligt forløb i 9. 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](http://emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien).

# Inspiration til undervisning

Ved at undersøge betingelserne for liv andre steder i universet kan elever i 9. klasse tage del i den fascination af det ukendte, som Mads Toudal Frandsens forskning i det mørke stof vokser ud af. Kapitlet giver inspiration til undervisning med dette fokus.

Jorden er den eneste planet, vi kender, som understøtter liv. Den er speciel, fordi den er dækket af vand i flydende form. Det kan lade sig gøre, fordi Jorden ligger i "Guldlok-zonen" - det vil sige, at den kredser om vores stjerne, Solen, i en afstand, som hverken gør planeten for varm eller for kold.

Betingelserne for liv set ud fra såvel partiklens som universets perspektiv er problemfeltet i dette katalog. Problemfeltet relaterer sig til Mads Toudal Frandsens forskning ved at tage sit afsæt i en grundlæggende undren, der kalder på fantasi som udgangspunkt for undersøgelser.



## Faktaboks

Alle fire naturfaglige kompetenceområder - dvs. undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation - er i spil i undervisningen om problemfeltet. I dette katalog med fokus på især:

- *Undersøgelseskompetencen:* Elever med kompetencen vil kunne formulere spørgsmål, som kan undersøges naturvidenskabeligt, designe egne undersøgelser ud fra begyndende hypotesedannelse og indsamle data på naturvidenskabelig vis.

Læs mere om kompetenceområderne på <https://emu.dk/grundskole>



## Faglige temaer

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

### 1. Livets faktorer mellem partikler og galakser

Fra partiklers mikroskala til galaksernes og universets makroskala er begreber om eksempelvis bølger, stråling, Jorden og universet, energiomsætning og stofkredsløb centrale. De betinger på forskellig vis mulighederne for, at liv kan opstå. Om det mørke stof også har betydning for liv, er uvist. Forskere vurderer, at hver af os gennemstrømmes af mellem 10 og 100 milliarder mørkt stofpartikler pr. sekund, når vi sammen med vores planet roterer med 200 km/s. Men vi mærker det ikke.

## 2. Teknologi, der forlænger vores sanser

Vi kan se længere og længere ud i universet med teleskoper, der hele tiden bliver større. Samtidig tilskynder forskernes vidensbehov udvikling af ny teknologi, som kan forlænge vores sanser og lade os erkende noget, vi ellers ikke har adgang til. Den naturvidenskabelige forskning har tidligere i stort omfang kastet teknologi af sig, som siden er vandret videre til hverdagslivet – for eksempel gps-systemet, som bygger på Einsteins generelle relativitetsteori, og transistorer og senere computere, der har Bohrs kvantemekanik som forudsætning.

## 3. Exoplaneter

Exoplaneter er planeter, der ligesom Jorden kredser om en stjerne. I dag kendes der godt 4.000, og det går stærkt med at finde flere. De første exoplaneter blev opdaget i 1990'erne, hvor teleskoperne var udviklet nok til at spotte dem. Forskere søger efter exoplaneter, der har betingelser for liv, men indtil videre er kun et lille fåtal identificeret, som er jordlignende. Mere end ni ud af 10 er store gasplaneter, Neptun-lignende planeter og superjordkloder. Det betyder dog ikke nødvendigvis, at der kun er få planeter som Jorden – planeter af Jordens størrelse er i universets målestok så små, at de er svære at opdage.



### Gode idéer

#### Er der nogen derude?

Læreren kan hente inspiration fra eksisterende materiale om betingelser for liv og spørgsmålet, om vi er alene. Eksempelvis disse:

- Om fundet af 4.000 nye exoplaneter: <https://www.techexplorist.com/nasa-just-released-stunning-video-map-of-all-4000-exoplanets/24803/>
- Er vi alene: Jagten på planeter uden for vores solsystem: <https://esero.dk/tildinundervisning/er-vi-alene-jagten-paa-planeter-uden-vores-solsystem>
- Rummet kalder: Liv i rummet: <https://esero.dk/tildinundervisning/rummet-kalder-liv-i-rummet>
- Kan liv overleve i fremmede miljøer: <https://esero.dk/tildinundervisning/kan-liv-overleve-i-fremmede-miljoer-moon-camp>

Ud fra de tre forslag til faglige temaer kan en undervisning tilrettelægges, som vækker elevernes undring og fascination og kobler til Mads Toudal Frandsens forskning, der med naturvidenskabelige metoder søger svar på, hvordan universet hænger sammen og fungerer. Læreren kan samtidig gøre undervisningen autentisk ved at sætte elevernes egne tanker og drømme om livet, universet og menneskets plads i det 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 etablere et tværfagligt samarbejde fra det fællesfaglige forløb

til for eksempel kristendom og håndværk og design. Livets oprindelse kan eksempelvis både drøftes i kristendom, undersøges i naturfagene og modelleres i håndværk og design.

### 2. Metoder og arbejdsformer

Læreren kan i forbindelse med undersøgelsesforslaget herunder beslutte en arbejdsform med en høj grad af stilladsering og elevstyring. De didaktiske greb til arbejdsformen kan være at understøtte med faglige input, give feedback efter behov og opmuntre til at gå videre med nysgerrige spørgsmål samt præsentere metoder til at komme videre og dybere ned i det valgte emne, hele tiden med henvisning til det overordnede spørgsmål.

### 3. Mono- og fællesfaglighed

Læreren kan overveje, hvilke faglige områder der bedst belyses i de selvstændige fag, og hvilke områder der hører naturligt hjemme i det fællesfaglige. Eksempelvis kan det give mening at arbejde i fysik med, hvordan fjerne exoplaneter kan erkendes gennem deres tyngdepåvirkning af lyset fra nærmeste stjerne, ligesom betingelser for liv kan drøftes i biologi, inden perspektiverne samles i de fællesfaglige dele af forløbet.

## Evaluering

Læreren kan planlægge evaluering af undervisningsforløbet fra starten og gennemføre den løbende. På den måde kan evalueringen føde input ind 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. Elever med undersøgelseskompetence vil eksempelvis kunne udvikle undersøgelser ud fra hypoteser samt reflektere over og tilpasse egne undersøgelser undervejs.



### Gode idéer

#### Overvej logbøger og peer-to-peer-feedback

Læreren kan overveje at anvende logbøger til både eleverne og sig selv med henblik på fremdrift i og evaluering af undersøgelserne. Logbøgerne bør som minimum bruges i opstarten, i midten og i slutningen af et forløb for at holde procesperspektivet klart.

I *elevlogbøger* kan eleverne reflektere over undervisningen og egen læring gennem processen. Logbøgerne kan fastholde overvejelser, erkendelser og progression gennem nysgerrighed og undersøgelser og dermed danne ramme for, at eleverne reflekterer over egen viden, kompetencer og læreproces.

I *lærerlogbogen* kan læreren notere iagttagelser af elevernes læring. Det kan give et godt grundlag for at drøfte og vurdere elevernes læring og progression både undervejs og ved forløbets afslutning.

Som led i afrundingen kan læreren desuden organisere en peer-to-peer-feedback, hvor eleverne giver hinanden feedback i grupper, ligesom det sker i forskningsmiljøer. Feedbacken kan foregå imellem to eller tre grupper, hvor grupperne på skift præsenterer deres undersøgelser, mens de lyttende grupper noterer, formulerer feedback og leverer den i en fast og aftalt form.

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.



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 aktivere elevernes fantasi og refleksion ved for eksempel at stille forundringsspørgsmål som disse:



### Refleksionsspørgsmål

- Hvorfor har vi (indtil videre) ikke fundet liv andre steder end på Jorden?
- Hvordan kan liv i alle sine afskygninger være opstået og udviklet ud af Big Bang? Og hvorfor lige netop på Jorden?
- Vi kender omkring fem procent af universets stof – hvad mon det sidste kan være?

Læreren kan lade eleverne give deres forslag og forklaringer og stilladsere med relevante fagbegreber undervejs.

I kølvandet på klasserumssamtalen ud fra forundringsspørgsmålene kan læreren trække eksempler ind fra Mads Toudal Frandsens forskning og eksempelvis fortælle om, hvordan det mørke stof kan supplere forståelsen af universet. Læreren kan videre sætte spot på biotiske og abiotiske faktorer og bakterielt liv, herunder fokusere ind på fænomener fra dagligdagen, eksempelvis liv som eleverne kender fra skoven.

Undervisningen kan også lægge fra land med casen herunder, der beskriver den primære kilde til viden om universet, lyset, og dermed blotlægger det nøglehul, vi har at beskue det ukendte univers igennem.

### Case



## Liv i en lysprik

Alt, hvad vi ved om universet, er groft sagt baseret på lys. Det er primært det, vi kan observere – enten her fra Jorden eller gennem rumteleskoper.

Lyset giver imidlertid kun et øjebliksbillede af universet med dets galakser og stjerner, da det har været længe undervejs. Meget kan være sket i mellemtiden, inden lyset når vores øjne.

Observatorier og rumteleskoper opdager i disse år tusindvis af nye planeter i vores egen galakse, Mælkevejen, men uden for vores eget solsystem. Opdagelserne bliver gjort ved, at observatorier og rumteleskoper måler periodisk variation af intensiteten af lyset i den lysprik, der i en enkelt pixel udgøres af en fjern stjerne.



Kombineret med målinger af lysets spektrum i den lille lysprik kan astronomerne sige en masse om mulighederne for liv på den planet, der periodevis skygger for stjernen og dermed skaber lysvariationen.

---

### **Inspiration til et forløb**

Et undervisningsforløb i *Er vi alene? Betingelser for liv* kan gennemføres på denne måde:

#### *Opstartsfasen (1-2 lektioner)*

Introduktion til forløbets indhold, mål, opgave, arbejdsformer og Mads Toudal Frandsens forskning. Læreren kan indledningsvis tale til elevernes nysgerrighed ved at bringe casen i spil og initiere en klasserumssamtale med afsæt i forundring og fantasi.

#### *Undersøgelserforslag: Betingelser for liv i det store univers (14-16 lektioner)*

Eleverne undersøger, om der kan eksistere liv andre steder i universet.

Undersøgelsen er omfattende og kan skaleres op og ned – og eventuelt suppleres med et af de alternative undersøgelsesforslag.

#### **Undersøgelserforslag: Betingelser for liv i det store univers**

I denne åbent anlagte undersøgelse sætter eleverne problemfeltet vedrørende betingelser for liv under luppen og afsøger forskellige faglige tilgange til at svare på, om der kan eksistere liv andre steder i universet.

#### *Formål*

Eleverne erkender, at livet er en sjælden gave med stor kompleksitet og skrøbelighed. Derudover får de indsigt i livets byggesten og betingelser.

#### *Fremgangsmåde*

Undersøgelsen er baseret på kollaborativ læring, hvor klassen tilsammen opnår en fælles og tværfaglig viden. Lærerens stilladsering er vigtig i processen, og inden eleverne tager fat på undersøgelsen, kan læreren dele dem op i grupper.

Grupperne kan herefter først vælge en faglig vinkel. Læreren kan igangsætte deres overvejelser frem mod valget ved at bede dem reflektere over, hvor vi selv (mennesket) kommer fra. Der er mange muligheder for at vælge en faglig vinkel ud fra det spørgsmål – der kan hentes inspiration i listen herunder:

- Reproduktion
- Energi (solens livgivende energi, kemisk energi)
- Guldlokzonen
- Kulstofforbindelser
- Flydende vand
- Tid
- Stabilitet og fast planetoverflade
- Passende atmosfære
- Næringsoptag og energiomsætning.

Hvis eleverne ønsker at starte et andet sted end med spørgsmålet om, hvor vi selv kommer fra, kan de hente inspiration i disse punkter:

- Big Bang, stjernedannelse og stjerneenergi (fission og fusion)
- Galaksebevægelse (Mælkevejen)
- Ursuppen, de første bakterier

- Iltproduktion til atmosfæren
- Absorptionsspektre
- Roterende solsystemer (perioder og masse)
- Hvordan opstår liv?
- Planeters opbygning (exogeologi) og atmosfærer – gasplaneter og planeter af sten og metaller.

Efter grupperne har valgt en naturfaglig vinkel, kan de formulere et konkret undersøgelsesspørgsmål. Elevgruppernes egenstyring vægtes højt, og læreren kan derfor stilladserer frem for at styre, mens eleverne foretager deres valg. Læreren kan spørge ind til elevernes undersøgelse som støtte til, at de bevarer den faglige røde tråd.

Når grupperne har gennemført undersøgelsen ud fra deres undersøgelsesspørgsmål, præsenterer de deres undersøgelse for hinanden i klassen eller i grupper, der går sammen og giver hinanden feedback. Det kan herefter være givtigt, at grupperne gennem en klasserumsdialog sammenfatter deres konklusioner: Hvad kan vi samlet konkludere i forhold til betingelser for liv? Og tyder det på, at der kan eksistere liv andre steder i universet?



#### Tjekliste

#### Materialer til undersøgelsesforslag 1

Afhænger af elevernes valg af faglig vinkel og undersøgelsesspørgsmål fra listen herover.

#### Andre undersøgelsesforslag

Livet er mangefacetteret, og dets betingelser kan derfor også undersøges fra mange vinkler. Læreren kan for eksempel overveje disse andre undersøgelser:

- *Karseforsøg*  
Eleverne kan dyrke portioner af karse og udsætte dem for forskellige typer af stråling og vandtyper for at erfare, hvordan det påvirker karseportionernes vækst (eller "liv").
- *Dyrk planter på Mars*  
Klassen kan gennemføre et fællesfagligt engineering-forløb om, hvordan stråling som på Mars virker på levende organismers levevilkår. Se <https://esero.dk/engineering/mars>
- *Vandmuren*  
Læreren kan igangsætte et forsøg, hvor ioniserende stråling bremses med vand, se: <https://esero.dk/tildinundervisning/opbremsning-ioniserende-straaling>
- *Lys som livgiver*  
I denne modelleringsopgave kan eleverne bygge et roterende exoplanetsystem med en rotationsmotor med lyskilde (stjerne) i centrum og omdrejende kugler (planeter), der periodisk skygger for lyskilden.

Eleverne kan efterligne måling af lysfaldet med en lyssensor koblet til en computer og sammenligne med "transitlysfald"-kurver fra faktiske exoplanetsmålinger, som er frit tilgængelige og kan søges frem på internettet. Dette giver en metodisk forståelse for, at forskerne kan udtale sig om eksistensen af exoplaneter og dermed chancerne for liv uden for solsystemet.

# 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 9. 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 problembasering 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/naturvidenskabstrategien](http://emu.dk/grundskole/naturvidenskabstrategien)



## 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 temamagasin

## 10 film i lang og kort version

Forskerne fra de 10 temamagasin præsenterer deres naturvidenskabelig forskning.



## Podcasts



## 60 inspirationskataloger

(10 temaer til seks klassetrin)