

# 3D-PRINT I ET ISOLERET MILJØ

Lærervejledning



## Tema

Livet på rumstationen

## Fællesfaglige fokusområder

- På rejse i rummet
- Teknologiens betydning for menneskets sundhed og levevilkår

## Kompetenceområder

- Problemløsning og design
- Undersøgelse
- Modellering
- Myndiggørelse og perspektivering
- Kommunikation

## Fagområder fra læreplanen, færdigheds- og vidensområder

- Matematik: Faglig læsning, geometri, optimering, matematik i anvendelse
- Fysik/kemi: Faglig læsning, Jorden og universet
- Uddannelse og job: Mine muligheder, arbejdsliv
- Teknologiforståelse: Digitalt design, designprocesser, digital myndiggørelse



## Aktivitetsform

Engineering



## Klassetrin

Udskoling



## Varighed

10 lektioner – kan skaleres op

*Livet på rumstationen* er et fællesfagligt, undersøgelsesbaseret og problembaseret undervisningsforløb til udskolingens naturfag om danske rumvirksomheders bidrag til forskning på Den Internationale Rumstation.

Materialet er udviklet af Naturvidenskabernes Hus i samarbejde med Videnskab.dk og ESERO Danmark. Samarbejdspartnere er Syddansk Universitet, Aquaporin og Danish Aerospace Company.

Materialet er støttet af Uddannelses- og Forskningsministeriet.

August 2023





# LIVET PÅ RUMSTATIONEN

Den danske ESA-astronaut Andreas Mogensen var i 2015 på sin første ESA-rummission, Iriss. Missionen til Den Internationale Rumstation ISS varede ti dage. Den 26. august 2023 drog han afsted igen som pilot på det Dragon-rumskib, der fragtede ham selv og hans kollegaer fra NASA og de 400 km op til ISS. Denne anden rummission, som hedder Huginn, varer et halvt år, hvor ISS er hans hjem. Ombord på rumstationen skal Andreas Mogensen udføre forskning og teknologiudvikling og demonstrere teknologier i vægtløs tilstand.

Ud af ti forskellige forsøg, som Andreas Mogensen skal udføre, er fem af disse udvalgt og omsat til undervisningsmateriale for elever i udskolingen. Materialet, som samlet kaldes *Livet på rumstationen*, tager udgangspunkt i de fem udvalgte forsøg.

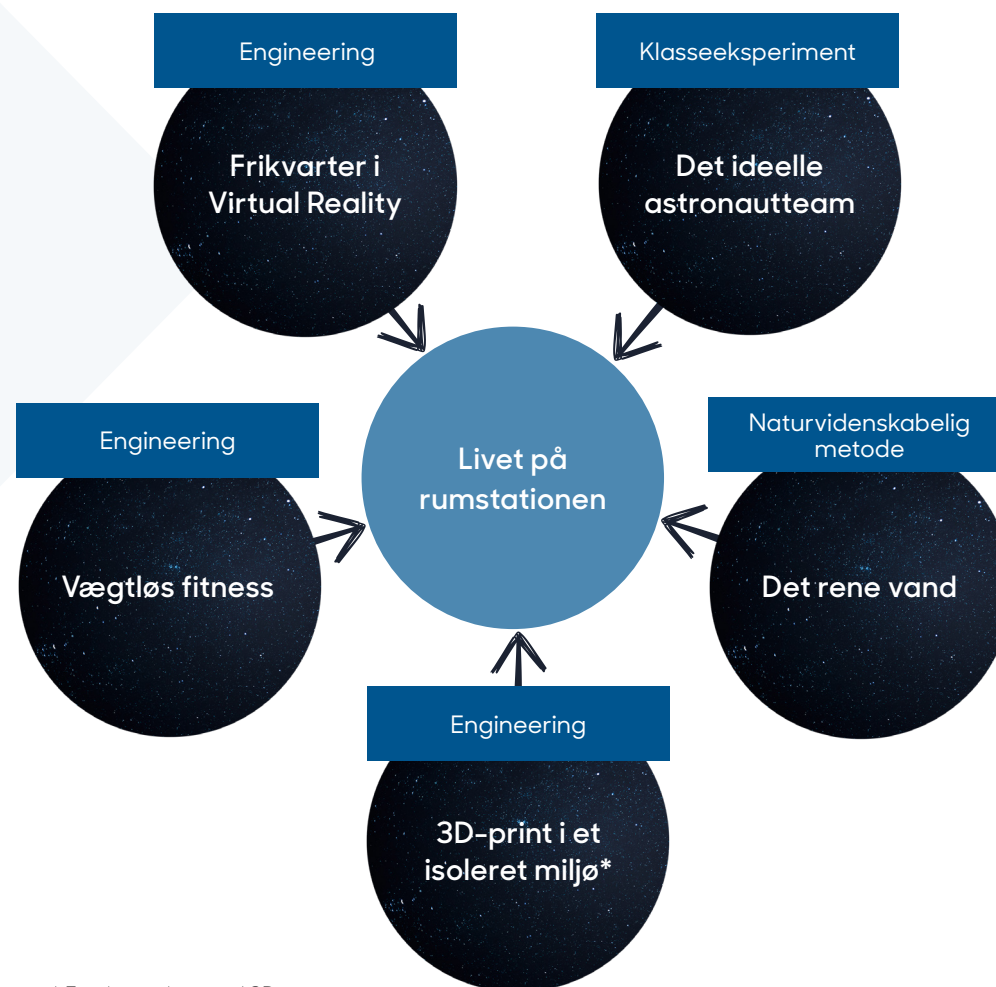
## Problembaseret og fællesfagligt undervisningsforløb

Livet på rumstationen kobler fem anvendelsesorienterede og praksisnære STEM-undervisningsforløb med forskellige aktivitetsformer. Det er casebaserede, kompetenceorienterede og undersøgelsesbaserede undervisningsforløb til udskolings elever i naturfagene biologi, geografi og fysik/kemi. Samlet set udgør forløbene et fællesfagligt undervisningsforløb i naturfagene med det fællesfaglige fokusområde "Livet på en rumstation", hvor eleverne arbejder med teknologi, interesseudsættninger og foretager egne hands-on naturfaglige undersøgelser, der er tilknyttet autentiske forsøg udført på ISS og med erhvervs- og forskningsmæssig tilknytning.

Forløbene kan benyttes i tilknytning til læseplanerne i naturfagene biologi, fysik/kemi og til dels geografi. De er integreret med artikler og videoer fra Videnskab.dk om Andreas Mogensens fem forsøg. De kobles også med medarbejdere i virksomheder og forskere, der står bag forsøgene. Med det integrerede materiale vil hvert forløb også have fokus på faglig læsning og forforståelse af faglige begreber.

Du kan vælge mellem fem undersøger af, hvordan et menneske lever i oplevet vægtløs tilstand, indelukket på et lille område, og samtidig

bevarer et godt mentalt og fysisk helbred, har adgang til rent vand, og kan reparere rumstationen på en bæredygtig måde. Undersøgelserne kobles til rumvirksomheder som Aquaporin og Danish Aerospace Company og til universitetet DTU Space, til en artikelsamling fra Videnskab.dk samt til forklarende videoer.



\* Fordrer adgang til 3D-printer

# INTRODUKTION

Et kg materiale, f.eks. vand eller metalstøv, koster 0,5 mio. kr. at fragte op til ISS! Derfor vil vi gerne kunne 3D-printe i rummet. Astronaut Andreas Mogensen skal som led i sit ophold på ISS ikke kun lave forskning og demonstrationer til teknologiudvikling, men også være med til at vedligeholde rumstationen og reparere eller udskifte noget, når det går i stykker. ISS er også ved at blive gammel. De ældste moduler på ISS er fra 1998. Så for at spare materialer og dyre opsendelser med ekstraudstyr skal Andreas Mogensen nu undersøge, om det virker at printe i metal på rumstationen. I april 2023 blev en 3D-metalprinter sendt op til ISS til print i rustfrit stål.

Forholdene i vægtløs tilstand gør, at det er vanskeligt at forudsige, hvordan printene vil opføre sig i produktionsfasen (afkøling af metaldråberne vil ske på andre måder, end når der er konvektion i luften som følge af tyngdekraften), og derfor skal det nu afprøves.

Her på jorden kan vi netop ikke afprøve det, så i stedet skal eleverne i dette forløb gennemgå en engineering-udfordring, hvor klassen efterligner vilkårene i rummet i forhold til materialebegrænsninger (både med hensyn til materialetilførsel og -mængde), og i det hele taget ophold i en helt isoleret og aflukket beholder (ISS) langt fra Jordens ressourcer.

I forløbet vil eleverne blive udfordret til at designe et objekt, der kan bruges i et isoleret miljø, hvor der er begrænsede ressourcer. Dette kan f.eks. være på en rumstation som ISS eller i en forsøgsstation i Mojaveørkenen, hvor man træner en fremtidig Mars-mission med beboelse på Mars' overflade.

Formålet er at lære eleverne om designprocessen, 3D-modellering og 3D-print, og ikke mindst at udfordre dem til at tænke innovativt og problemorienteret, mens de samarbejder.

Objektet skal være maksimalt 5 x 5 x 5 cm stort og designes med henblik på at øge overlevelschancerne eller hjælpe med at løse vigtige opgaver i det isolerede miljø.

## Om forløbet

I forløbet kommer I igennem følgende engineering-faser:

1. Forstå udfordringen: Se en video og læs 1-2 artikler fra Videnskab.dk. Snak sammen om, hvilke problemstillinger der er i engineering-udfordringen.
2. Alle teams går gennem de fem delprocesser i forskellig rækkefølge efter behov:
  - Undersøge: Undersøg, hvad der er af behov i et helt isoleret miljø, hvordan man overlever, og hvilke objekter der kan hjælpe en person i et helt isoleret miljø (det kunne være hjælp i dagligdagen, fysisk træning, trivsel eller andet).
  - Få idéer: Brainstorm i teams på, hvordan udfordringen kan løses, og hvad der skal til for at designe til et 3D-print.
  - Konkretisere: Beskriv og tegn en skitse af jeres idéer, planlæg konstruktionen og indfør det i softwaren, der bruges af 3D-printeren.
  - Forbedre: Test første prototype og ret til, så andet print bliver, som I ønsker det.
3. Præsentere: Præsentation af løsninger. Hvad har I fundet på i hvert team? Hvordan var arbejdsproces og test? Hvordan fandt I på løsningerne? Hvad vil I gøre anderledes næste gang?

### Didaktisk introduktion

Eleverne vil blive udfordret til at designe et objekt, der kan bruges i et isoleret miljø, hvor der er begrænsede ressourcer. Dette kan f.eks. være på en rumstation som ISS eller i en forsøgsstation i Mojave-ørkenen, hvor man træner en fremtidig Mars-mission med beboelse på Mars' overflade.

Formålet er at lære eleverne om designprocessen, 3D-modellering og 3D-print, og ikke mindst at udfordre dem til at tænke innovativt og problemorienteret, mens de samarbejder.

Objektet skal være maksimalt 5 x 5 x 5 cm stort og designes med henblik på at øge overlevelschancerne i det isolerede miljø.

### Frihedsgrader og elevtyper

I forløbet er der flere frihedsgrader til eleverne, end de måske er vant til. Det kan dels have en motiverende effekt, men kan for udvalgte elever have den modsatte virkning. Derfor vil det kræve noget ekstra hjælp fra dig som lærer, når du skal forberede dig på at hjælpe de elever, der forventeligt vil have svært ved at komme i gang med opgaven, særligt det med at finde en udfordring. Normalt gives udfordringen fra dig, men her skal eleverne selv finde på noget, der ville være smart at printe, som kunne hjælpe den isolerede person. Det står med andre ord helt frit, og dette kræver særligt stilladserende fokus fra dig.

### Forventet elevudbytte

Gennem forløbet har eleverne mulighed for:

1. At anvende tværfaglig viden: Eleverne kan integrere deres viden fra matematik og naturfagene for at forstå de udfordringer, som astronauter oplever i et isoleret miljø i vægtløshed – og skabe løsninger baseret på denne viden.
2. At udvikle kreativ tænkning: Eleverne skal tænke kreativt og innovativt for at identificere og anvende designmetoder. De skal være i stand til at tænke ud af boksen om, hvordan menneskelige behov eller fornødenheder imødekommes med et objekt.

3. Problemløsning og design thinking: Eleverne skal følge en designproces og anvende problemløsningsmetoder til at udvikle et objekt, der kan øge den isolerede overlevelschancer.
4. At styrke samarbejdsevner: Eleverne skal samarbejde i teams og dele viden og idéer for at udvikle deres objekter. Dette styrker deres samarbejdsevner og evnen til at arbejde sammen som et team.

Samlet set sigter dette engineering-forløb mod at integrere fagene fysik/kemi, biologi og idræt, og give eleverne en forståelse for de udfordringer, som astronauter oplever i vægtløshed, herunder også udfordringer med trivsel i et aflukket rum. Det hjælper dem med at udvikle deres tværfaglige kompetencer, problemløsningsevner og kreative tænkning, samtidig med at de får styrket deres samarbejdsevner.

Med Andreas Mogensens forsøg på Den Internationale Rumstation i 2023 sættes naturfagernes fagområder samt matematik og de bidragende forskere og virksomheder ind i en ny narrativ kontekst til rammesætning af naturfagsundervisningen. På den måde kommer eleverne til at arbejde med aktuelle problemstillinger, som ingeniører, forskere og astronauter dagligt undersøger og arbejder med både naturfagligt, teknologisk og i etisk og samfundsmæssig forstand.

Lektionsplanen på de følgende sider indeholder et anbefalet engineering-forløb med forslag til aktiviteter, som du kan inddrage undervejs.

### Frihedsgrader

I udfordringen får klassens teams tre valgmuligheder af scenarier. Det viser sig, at det øger motivationen, hvis man selv træffer et valg, ikke bare af løsningsmåder, men også af udfordringer.

## Materialer til forløbet

- Lærervejledning (pdf)
- Beskrivelse og udfordring til eleverne: Elevmateriale (pdf)
- Link til alle elevaktiviteter:
  - Video – Forklaringsvideo om eksperiment
  - Artikel 1
  - Artikel 2
  - Elevark 1-2

## Engineering som ramme for Livet på rumstationen

Engineering-forløbet fokuserer på design og produktion af et objekt, der kan bruges til at hjælpe astronauter eller andre i et isoleret miljø, eller som kan øge overlevelseschancerne for dem.

## Ingen bestemt rækkefølge i designprocesserne

Det er vigtigt at understrege, at efter den første delproces *Forstå udfordringen*, er der ingen forudbestemt rækkefølge af de fem følgende delprocesser *Undersøge*, *Få ideer*, *Forbedre*, *Konstruere* og *Konkretisere*. Kun delprocessen *Præsentere* skal komme til sidst.

## Lærerrolle

Den erfarne engineering-lærer skifter rolle mellem videnshaver, proceskonsulent, facilitator, sparringspartner og igangsætter, når et team er gået i stå. Dette gøres bedst ved at stille eleverne åbne, stilladserende spørgsmål, som eleverne selv har mulighed for at søge svar på ved at prøve sig frem, og som ikke er ledende.

Læs mere om engineeringmetoden sidst i denne lærervejledning.

## Hjælpe spørgsmål til læreren

- Hvordan kan jeg hjælpe eleverne med at forstå og identificere behovene i det isolerede miljø?
- Hvordan kan jeg facilitere en konstruktiv feedbacksession mellem eleverne?

- Hvordan kan jeg støtte eleverne i at forberede deres 3D-modeller til print?
- Hvordan kan jeg tilpasse undervisningen til at imødekomme eventuelle tekniske udfordringer med 3D-printeren?

## Kendskab til 3D-print

Det anbefales kraftigt, at I har adgang til en 3D-printer på skolen eller et tilgængeligt makerspace eller FabLab. Desuden er det vigtigt, at du har erfaring med eller kendskab til 3D-modelleringssoftware og 3D-printning, eller at du har adgang til assistance fra en kollega med erfaring inden for disse områder.

## Metodekort

Til engineering-undervisning er der udviklet en række generelle metodekort, som stilladserer elevernes læring gennem de forskellige faser i et engineering-forløb. Der er udvalgt metodekort til hvert forløb. Ønsker du at se alle metodekort, kan du finde dem på [Engineer the Futures hjemmeside](#).

## Forberedelse til forløbet

Videnskab.dk har lavet en forklaringsvideo om Andreas Mogensens eksperiment/demonstration, som vises på klassen. Videnskab.dk har også skrevet to artikler, der relaterer sig til Andreas Mogensens eksperiment/demonstration samt eksperimentets betydning for os her på jorden.

## Samarbejde på tværs

Forløbet kan kombineres med andre forløb i Livet på Rumstationen for at afdække flere perspektiver på, hvordan der forskes på rumstationen såvel som på jorden. På den måde kan forløbet indgå i et fællesfagligt fokusområde med henblik på den fællesfaglige prøve, også med mulighed for inddragelse af andre fag som matematik og teknologiforståelse.

## Forberedelse til forløbet

Læs al lærermateriale og gennemgå elevark.

Vær opmærksom på materialebehov i højre kolonne af den foreslåede lektionsplan på de følgende sider.

Det anbefales, at eleverne fører en logbog (Elevark 2) for at sikre faglig stilladsering samt metastilladsering af elevernes læreprocesser samt til navigation i det faglige og processuelle indhold (læs mere om [engineering-didaktikken på engineerthefuture.dk](http://engineering-didaktikken.paa-engineerthefuture.dk)). Print rigeligt med Elevark 2, da logbøgerne bruges flere gange gennem forløbet.

## Overblik over lektionsplan (på de følgende sider)

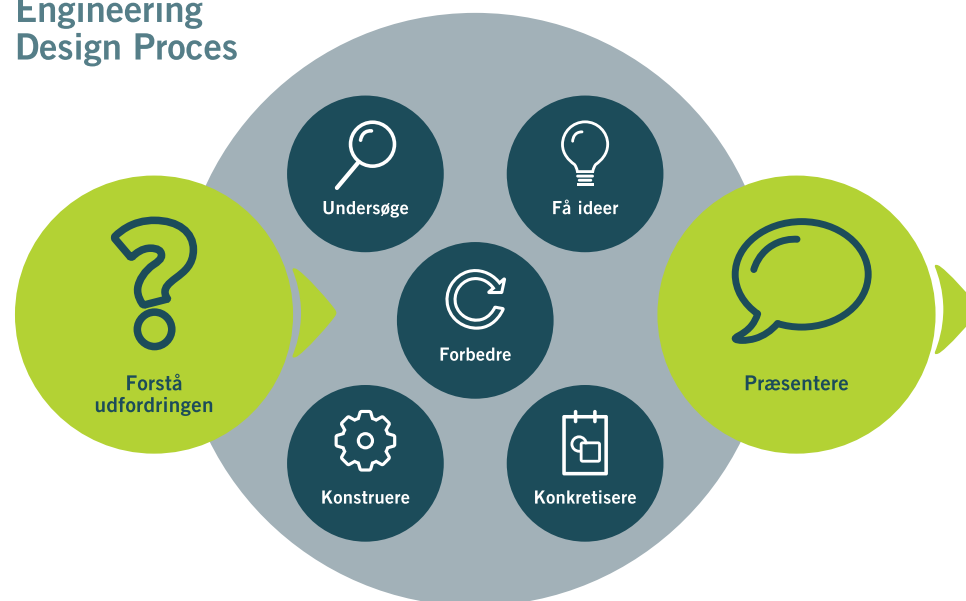
Beskrivelse	Antal lektioner
Forstå udfordringen	2
Undersøge	1
Få idéer	1
Konkretisere	1
Konstruere	2 - 3
Forbedre	1
Ekstra lektion: Feedback og iteration	(1 ekstra lektion)
Præsentere	1
<b>I alt</b>	<b>10</b>

## Gruppedannelse

I forløbet arbejder eleverne i teams af 3-4 elever. Teams kan dannes ud fra:

- Din vurdering af den bedste dynamik med kendskab til klassekontekst
- Diversitet i elevsammensætning
- Elevernes eget valg (men kun, hvis du forventer, det kan fungere)

## Engineering Design Proces



Fase/Beskrivelse	Lektioner	Links og dokumenter, noter og elevark
<div data-bbox="159 344 331 512"> </div> <p data-bbox="353 389 611 416"><b>Forstå udfordringen</b></p> <p data-bbox="353 440 949 467">Introduktion til forløbet <i>3D-print i et isoleret miljø</i></p> <p data-bbox="163 525 658 552"><b>1. Gennemgå engineering-udfordringen</b></p> <ul data-bbox="163 576 1182 911" style="list-style-type: none"> <li>• Præsenter eleverne for den overordnede kontekst og udfordringen.</li> <li>• Diskutér betydningen af begrænsede ressourcer og behovet for innovation i disse miljøer.</li> <li>• Udforsk sammen med eleverne eksempler på objekter, der allerede bruges i rumstationer eller isolerede miljøer.</li> <li>• Gennemgå engineering designprocessen i fællesskab, så eleverne ved, hvad forløbet består af.</li> <li>• Husk at præsentere eleverne for krav til prototype og til præsentationen (fokus både på produkt, proces og brug logbøger).</li> </ul> <p data-bbox="163 986 465 1013"><b>2. Vis forklaringsvideoen</b></p> <ul data-bbox="163 1037 1205 1257" style="list-style-type: none"> <li>• Lad undervejs eleverne skrive svære ord ned.</li> <li>• Tal på klassen om svære ord/fagord og videoens budskaber, og skriv dem op hver for sig på tavlen.</li> <li>• Lad eleverne gætte på ordenes betydning. Undersøg sammen udvalgte ord om nødvendigt. Lad først eleverne selv forklare ordene.</li> <li>• Snak om videoens budskaber: Hvad får vi at vide? Hvad ser I?</li> </ul> <p data-bbox="163 1316 743 1343"><b>3. Læs artiklerne og præsenter vigtigste pointer</b></p> <p data-bbox="163 1367 1205 1426">Opdel klassen i to store grupper. Den ene halvdel af grupperne læser artikel 1, mens den anden læser artikel 2.</p>	<p data-bbox="1267 357 1397 384">2 lektioner</p>	<p data-bbox="1473 357 1991 384">Fokus på faglig læsning og forforståelse</p> <p data-bbox="1473 424 1912 491"><a href="#">Forklaringsvideo fra Videnskab.dk</a> [start ved 6:08]</p> <p data-bbox="1473 531 2047 558">Artikel 1: <a href="#">Nu kan selv rumraketter 3D-printes</a></p> <ul data-bbox="1473 598 2069 663" style="list-style-type: none"> <li>• Ekspert: Christian Perti, Lektor, Institut for Mekanik og Produktion, Aarhus Universitet</li> </ul> <p data-bbox="1473 703 2063 730">Artikel 2: <a href="#">Kan man 3D-printe metal i rummet?</a></p> <ul data-bbox="1473 770 2033 871" style="list-style-type: none"> <li>• Ekspert: John Leif Jørgensen, professor, DTU Space, Institut for Rumforskning og Rumteknologi.</li> </ul> <p data-bbox="1473 1086 2029 1153"><a href="#">Elevark 1: Opsamling på video og artikler</a> (tjebokse – det har vi nået, det har vi lært)</p> <p data-bbox="1473 1193 1749 1220">Fokus: Faglig læsning</p>



#### 4. Præsentation

De to grupper præsenterer de vigtigste pointer for hinanden. Tre minutter pr. gruppe.

Hjælpe spørgsmål til elev-læsning:

- Hvad er artiklens vigtigste 1–2 budskaber?
- Hvad betyder rumforsøget for os her på jorden?
- Hvem/hvad er eksperterne?
- Hvad laver Christian Perti på Institut for Mekanik og Produktion, Aarhus Universitet?
- Hvad laver John Leif Jørgensen DTU Space?

*Inspiration*

Opgaven kan udvides ved at kontakte eksperterne og interviewe dem.

#### 5. Teamdannelse og valg af scenarie

Opdel klassen i teams á 3–4 elever.

I teamet vælges det ønske scenarie (af de tre valgmuligheder givet i udfordringen).


Eleverne kan med fordel i teamsene udfylde metodekortet: Problemskitse.



Bed hvert team reflektere over de første to lektioner ved hjælp af Elevark 2: Logbog.

Metodekort: [Problemskitse](#)

[Elevark 2: Logbog](#)

Inden slutningen af lektionen skriver hvert team i logbogen


Fase/Beskrivelse	Lektioner	Links og dokumenter, noter og elevark
<div data-bbox="159 331 331 504">  </div> <p data-bbox="353 373 495 400"><b>Undersøge</b></p> <p data-bbox="353 424 1099 488">Måske skal der først genereres idéer, måske skal <i>Undersøge</i> genbesøges senere i designprocessen.</p> <p data-bbox="159 560 600 587"><b>Forskning og informationssøgning</b></p> <ul data-bbox="159 611 1196 826" style="list-style-type: none"> <li>• Eleverne skal undersøge de specifikke behov og udfordringer i det isolerede miljø, de har valgt at fokusere på.</li> <li>• Opfordr eleverne til at generere idéer til objekter, der kan løse de identificerede behov.</li> <li>• Lad eleverne præsentere deres idéer og diskutere fordele og ulemper ved hver enkelt.</li> </ul> <p data-bbox="159 890 510 917">Hjælp teams i gang med at:</p> <ul data-bbox="159 941 1189 1157" style="list-style-type: none"> <li>• Undersøge og indsamle information om vilkår i det isolerede miljø.</li> <li>• Opfordr eleverne til at bruge forskellige kilder, herunder bøger, artikler, videoer eller websites, der omhandler vilkår i det valgte isolerede miljø.</li> <li>• Lad eleverne notere og diskutere deres fund, herunder udfordringerne ved at opholde sig i det isolerede miljø (fysiske, mentale – Maslows pyramide kan inddrages).</li> </ul> <p data-bbox="159 1220 882 1248">Det anbefales at bruge metodekortet: Videnskortlægning</p> <p data-bbox="159 1319 1055 1347">Før lektionen er slut, fortsætter teamet med at skrive i Elevark 2: Logbog</p>	<p data-bbox="1267 339 1373 367">1 lektion</p>	<p data-bbox="1473 339 1570 367">Vigtigt!</p> <p data-bbox="1473 395 2074 600">Delprocesserne <i>Undersøge</i>, <i>Få ideer</i>, <i>Konkretisere</i>, <i>Forbedre</i> og <i>Konstruere</i> har ingen forudbestemt rækkefølge. De fem delprocesser beskrives dog her lineært i hver sin boks. Teams kan springe frem og tilbage. Oftest vælger de dog at begynde med <i>Undersøge</i>.</p> <p data-bbox="1473 1145 1861 1173">Metodeark: <a href="#">Videnskortlægning</a></p> <p data-bbox="1473 1236 1697 1264"><a href="#">Elevark 2: Logbog</a></p> <p data-bbox="1473 1273 2067 1337">Inden slutningen af lektionen skriver hvert team i logbogen</p>

Fase/Beskrivelse	Lektioner	Links og dokumenter, noter og elevark
 <p><b>Få idéer</b></p> <p>Lav i teamet en brainstorm over, hvad man kan gøre for at løse udfordringen.</p> <p>Brug metodekort til at få idéer (åben brainstorm, associations-brainstorm, verdens dårligste idé – kan sætte gang i nytænkningen).</p> <p>Brug f.eks. metodekortet Åben brainstorm til at strukturere hvert teams proces – sæt gerne tid på.</p> <p>Udvælg f.eks. idéer ved hjælp af metodekortet: Hvilke idéer vælger vi ud fra hvor let det er at udføre vs. hvor godt idéen løser udfordringen.</p>	<p>1 lektion</p>	<p>Metodekort:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Åben brainstorm</a></li> <li>• <a href="#">Associations-brainstorm</a></li> <li>• <a href="#">Verdens dårligste idé</a></li> </ul> <p>Vurdering og prioritering af idéer Metodekort: <a href="#">Hvilke idéer vælger vi?</a></p> <p><a href="#">Elevark 2: Logbog</a> Inden slutningen af lektionen skriver hvert team i logbogen</p>
Fase/Beskrivelse	Lektioner	Links og dokumenter, noter og elevark
 <p><b>Konkretisere</b></p> <p>Design objektet, der skal printes ud fra evt. udvalgte idéer.</p> <p>Teamets forslag skitseres på en arbejdstegning på A3-ark og med begrundelser for, hvorfor de vælger denne løsning.</p> <p>Metodearket: Læg en plan kan også benyttes.</p> <p>Brug f.eks. viden fra det udfyldte metodeark: Hvilken idé vælger vi (se under Få idéer)</p>	<p>1 lektion</p>	<p>Materiale: A3-ark</p> <p>Metodekort:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Arbejdstegning</a></li> <li>• <a href="#">Læg en plan</a></li> </ul> <p><a href="#">Elevark 2: Logbog</a> Inden slutningen af lektionen skriver hvert team i logbogen</p>

Fase/Beskrivelse	Lektioner	Links og dokumenter, noter og elevark
<div data-bbox="159 316 327 483"> </div> <p data-bbox="353 384 497 411"><b>Konstruere</b></p> <ul data-bbox="165 499 1173 863" style="list-style-type: none"> <li>• Introducér eleverne til 3D-modelleringssoftware og giv dem mulighed for at eksperimentere med det.</li> <li>• Vejled eleverne i at omsætte deres designidéer til 3D-modeller.</li> <li>• Gennemgå vigtige designprincipper som skalerbarhed, funktionalitet og printbarhed.</li> <li>• Gennemgå evt. på klassen processen med at forberede 3D-modeller til print, herunder orientering, understøtninger og filformater.</li> <li>• Vejled eleverne i at forberede deres egne 3D-modeller til print.</li> </ul> <p data-bbox="165 890 1200 991">Metodearket: Opgavefordeling kan hjælpe teamet med at komme i mål og gøre opgaven mere overskuelig ved at dele den op i delprocesser, rollefordeling, klarhed omkring brug for hjælp udefra samt fokus på, om der er nogle særlige problemer.</p>	<p data-bbox="1270 325 1384 384">2-3 lektioner</p>	<p data-bbox="1476 325 1617 352">Materialer:</p> <p data-bbox="1476 384 1615 411">3D-printer</p> <p data-bbox="1476 443 1592 470">Filament</p> <p data-bbox="1476 502 1597 529">Software</p> <p data-bbox="1476 561 1908 588">Vigtigt: Undgå for megen ventetid!</p> <p data-bbox="1476 620 2029 748">Det er en velkendt erfaring fra Makerspaces og FabLabs, at der kan opstå ventetid ved 3D-printeren, så hvis der er adgang til flere printere, er det nemmere at nå forløbet.</p> <p data-bbox="1476 780 2040 876">Alternativt bør du overveje, hvordan eleverne kan arbejde, mens de venter. F.eks. kan de bruge tid på at udfylde Elevark 2: Logbog.</p> <p data-bbox="1476 908 1845 935">Metodeark: <a href="#">Opgavefordeling</a></p> <p data-bbox="1476 967 1704 994"><a href="#">Elevark 2: Logbog</a></p> <p data-bbox="1476 999 2069 1058">Inden slutningen af lektionen skriver hvert team i logbogen</p>





Fase/Beskrivelse	Lektioner	Links og dokumenter, noter og elevark
 <p><b>Præsentere</b></p> <p>Eleverne præsenterer for hinanden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deres løsning: Prototype af objektet.</li> <li>• Hvor godt den løser udfordringen.</li> <li>• Hvordan arbejdsprocessen har forløbet (teamet kan tegne vejen fra <i>Forstå udfordringen</i> og frem til <i>Præsentere</i> på engineering designproces-modellen).</li> <li>• Hvad de lærte af forbedring-delprocessen.</li> <li>• Hvad de ville have gjort anderledes.</li> <li>• Hvordan objektet kan hjælpe en person i det isolerede miljø.</li> </ul> <p>Opfordr eleverne til at reflektere over deres læring og de udfordringer, de stødte på undervejs.</p> <p>Brug logbogen (Elevark 2) som baggrund for præsentationen.</p>	<p>1 lektion</p>	<p><a href="#">Elevark 2: Logbog</a></p> <p>Inden slutningen af lektionen skriver hvert team i logbogen</p>

## Engineering-metoden

Engineering er en designproces til systematisk og videnbaseret problemløsning udviklet til naturfagene. Den tager udgangspunkt i den måde, som ingeniører arbejder på. Engineering-metoden giver mulighed for at skabe et undersøgelsesbaseret læringsmiljø, hvor eleverne inviteres til at deltage aktivt i undersøgelser og konstruktioner med udgangspunkt i aktuelle og komplekse udfordringer med teknologisk og naturfagligt indhold. Et læringsmål er derfor engineering-metoden i sig selv som en grundlæggende videnskabelig tilgang.

Du kan læse mere om [engineering-metoden på Engineer the Futures hjemmeside](#).

## Engineering-kompetencer

De seks engineering-kompetencer viser, hvad du kan observere hos eleverne, når de arbejder engageret med engineering. Kompetencerne ligger tæt op ad fællesmålene i naturfagene og matematik, og viser de tværfaglige sammenhænge, der findes, når man arbejder med engineering.

Beskrivelsen af engineering-kompetencerne er her skrevet i [en forsimplet version](#).

Engineering delprocesser	Naturfaglige delkompetencer			
	Undersøge	Modellere	Perspektivere	Kommunikere
Forstå udfordringen	X		X	X
Få idéer	X		X	X
Undersøge	X	X		X
Konkretisere		X		X
Konstruere		X		
Forbedre	X	X	X	X
Præsentere		X	X	X

Tabel: De naturfaglige kompetencer i relation til de syv engineering delprocesser. Et kryds angiver, at når eleverne arbejder (ideelt) i den givne delproces, udvikler de den angivne naturfaglige kompetence gennem engineering. Kilde: engineerthefuture.dk

## Lærerens faglige rolle

I engineering-didaktikken påtager læreren sig en anden rolle end den traditionelle alvidende ekspert. I forløbet er du:

- en facilitator, der sikrer, at eleverne kommer igennem en proces, hvor de får mulighed for at undersøge og arbejde med deres idéer.
- en sparringspartner, der stiller nysgerrige spørgsmål til elevernes undersøgelser og opdagelser.
- en guide, der støtter eleverne i både deres gruppedynamik og deres faglige proces.

## Stilladserende refleksionsspørgsmål

Når eleverne står fast i engineering-forløbet og har brug for hjælp til at komme videre, kan du give dem stilladserende refleksionsspørgsmål, der guider dem i retning af løsninger og nye idéer.

Her er nogle eksempler på elevstilladserende refleksionsspørgsmål, som kan hjælpe eleverne, hvis eller når de går i stå i en delproces:

1. *Hvad er formålet med jeres design? Hvilken opgave eller hvilket behov forsøger I at opfylde med jeres objekt?*

Spørgsmålet kan hjælpe eleverne med at fokusere på det overordnede mål og genopfriske deres vision for objektet.

2. *Hvilke funktioner skal jeres objekt have? Hvordan kan I optimere designet for at sikre, at det er funktionelt og opfylder kravene?*

Spørgsmålet kan hjælpe eleverne med at identificere og prioritere de vigtigste egenskaber og egenskaber ved deres objekt.

3. *Hvilke ressourcer og materialer har I til rådighed? Hvordan kan I maksimere brugen af de tilgængelige ressourcer?*

Spørgsmålet kan guide eleverne til at tænke kreativt og finde måder at optimere ressourceforbruget på.

4. *Kan I ændre eller tilpasse jeres design for at overvinde de nuværende udfordringer? Er der alternative tilgange eller løsninger, I kan eksperimentere med?*

Spørgsmålet opfordrer eleverne til at tænke uden for boksen og eksperimentere med forskellige tilgange.

5. *Hvad har I lært fra jeres tidligere iterationer og test? Hvordan kan I bruge den viden til at forbedre jeres design?*

Spørgsmålet opfordrer eleverne til at reflektere over deres tidligere erfaringer og lære af dem for at forbedre deres design.

6. *Kan I søge inspiration fra eksisterende løsninger eller teknologier? Hvad kan I lære af lignende objekter eller problemløsninger, der allerede eksisterer?*

Spørgsmålet opfordrer eleverne til at se efter inspiration og idéer uden for deres egne begrænsninger.

Husk, at disse spørgsmål skal bruges til at guide eleverne og stimulere deres tankeproces. Det er vigtigt at give dem tid og plads til at tænke og udforske mulighederne, mens du fungerer som en støttende vejleder, der hjælper dem med at finde deres egne løsninger.





### Særligt fokus: Matematik i anvendelse

Matematikfaget spiller en væsentlig rolle i engineering-forløbet, hvor eleverne skal designe og 3D-printe objekter til brug i et isoleret og ressourcebegrænset miljø som en rumstation eller en fremtidig Mars-base.

Ved at integrere matematik i dette engineering-forløb kan eleverne anvende og se relevansen af matematiske begreber og færdigheder i en praktisk kontekst. Det giver dem mulighed for at forstå, hvordan matematik spiller en afgørende rolle i ingeniørarbejde og problemløsning i den virkelige verden.

Her er nogle måder, hvorpå matematik kan integreres i forløbet:

#### 1. Måling og dimensionering

Eleverne skal arbejde med målinger og dimensionering af deres objekter, da der er en begrænsning på størrelsen af de 3D-printede genstande (maksimalt 5 x 5 x 5 cm). De skal anvende matematiske koncepter som længde, bredde og højde for at sikre, at deres design passer inden for de givne dimensioner.

#### 2. Skala og proportioner

Eleverne kan eksperimentere med forskellige skalaer og proportioner, når de designer deres objekter. De skal tage hensyn til størrelsesforholdene for at sikre, at objektet er funktionelt og passer ind i det isolerede miljø.

#### 3. Geometriske former og mønstre

Eleverne kan anvende geometriske former og mønstre i deres designproces. De kan eksperimentere med forskellige former og kombinationer af former for at skabe objekter, der er æstetisk tiltalende og funktionelle.

#### 4. Analyse af data og resultater

Når eleverne tester deres 3D-printede objekter og evaluerer deres funktionalitet, kan matematikfaget hjælpe dem med at analysere og fortolke data. De kan registrere og måle resultaterne af deres test og bruge matematiske redskaber til at vurdere objektets ydeevne.

#### 5. Beregninger af ressourceforbrug (valgfrit)

Da ressourcerne er begrænsede, skal eleverne tage højde for det materiale, der anvendes til 3D-printning. De kan beregne og estimere mængden af materiale, der kræves til deres objekt, for at optimere ressourceforbruget og undgå spild.

