



## Kapitel 4. Den gode engineering-udfordring

I kapitlet beskrives, hvad der kendetegner en god engineering-udfordring. En udfordring inden for et autentisk problemfelt, som indeholder både fagligt indhold og elevmotiverende perspektiver. Desuden præsenteres en konkret model til afgrænsning af autentiske problemfelter med gode engineering-udfordringer, som kan anvendes i planlægning af engineering-undervisningen.

## Engineering-didaktikken består af følgende kapitler:

- Kapitel 1. Engineering – en faglighed i skolen
- Kapitel 2. Tværfaglig engineeringundervisning
- Kapitel 3. Engineering designprocessen
- Kapitel 4. Den gode engineering-udfordringer
- Kapitel 5. Lærerroller, elevstilladsering og evaluering
- Kapitel 6. Engineerings didaktiske pejlemærker
- Kapitel 7. Engineering som praksisfaglig didaktik
- Kapitel 8. Engineering og matematik
- Kapitel 9. Engineering og naturfag
- Kapitel 10. Engineering og håndværk og design
- Kapitel 11. Engineering og teknologiforståelse
- Kapitel 12. Engineering-didaktik i makerspaces
- Kapitel 13. Skolevirksomhedssamarbejde gennem engineering
- Kapitel 14. Motivation og lige deltagelsesmuligheder
- Kapitel 15. Engineering og andre undervisningstilgange

Du kan finde alle kapitlerne på [engineeringiskolen.dk](http://engineeringiskolen.dk)

### Engineering

– praksisfaglig design-didaktik til autentisk problemløsning på tværs af fag

Revideret udgave 2026. 1. udgave, 1. oplag.

**Forfattere:** Mads Joakim Sørensen, Keld Nielsen, Martin Krabbe Sillasen, Nina Ahnstrøm, Adrian Rau Bull, Anders Thrysøe Pagh, Anders Wind Kjølholt, Bo Kristensen, Helle Kruse Krossá, Lars Henrik Jørgensen, Lisa Svingholm, Rachel Zachariassen, Karin Dyrendom og David Russel

**Redaktion:** David Russel og Mads Joakim Sørensen

**Grafik & layout:** Janne Rose og Anne Dorte Spang-Thomsen

**ISBN:** 978-87-976820-0-5

Didaktikken udgives af Engineer the Future.

Denne udgave af didaktikken er udgivet med støtte fra Villum Fonden og Novo Nordisk Fonden under programmet Engineering i Skolen.

Tak til lærere i Sønderborg Kommune for afprøvning og feedback under arbejdet med at revidere engineering-didaktikken og for at bidrage med eksempler fra egen engineering-praksis. Tak til didaktikere på Københavns Professionshøjskole, VIA University College, Professionshøjskolen Absalon, University College Lillebælt og UC SYD samt udviklingskonsulenter fra Naturvidenskabernes Hus for bidrag og frugtbare diskussioner, der har kvalificeret engineering-didaktikken.

# Den gode engineering-udfordring

I et tidligere kapitel har vi defineret kendetegn for autentiske problemfelter, som er centrale for at elever oplever en motiverende engineering-undervisning. I dette kapitel fokuseres der på, hvordan gode engineering-udfordringer kan lokaliseres i et tværfagligt problemfelt, og den store betydning, som rammesætningen har for at udnytte engineerings læringspotentiale.

Erfaringer har tydeliggjort, at elevernes ejerskab til engineering-udfordringen er helt afgørende for deres engagement. For at man kan tilgodese elevens forskellighed i læringsstile og interesser, er et fagligt problemfelt med valgte frihedsgrader centralt, da eleven derved kan arbejde med flere faglige perspektiver, som på forskellig vis belyser og er med til at løse problemet.

Problemfeltet omtales ofte som et *narrativ*, og bør være rammesættende for elevens nysgerrighed og forståelse af problemet, der skal løses. Et godt problemfelt kan indeholde flere engineering-udfordringer med faglige perspektiver, der bidrager til, at alle elevtyper oplever ejerskab og beskæftiger sig med en for dem meningsfuld engineering-udfordring. Endelig er et valgt problemfelt også vigtigt, da det angiver et afgrænset fagligt område, som har relevans for elevernes problemløsning inden for rammerne af fagenes fagplaner.

Netop den problembaserede tilgang som ramme for en tværfaglig undervisning kommer også til udtryk i beskrivelsen af den fællesfaglige undervisning i læseplanerne for naturfagene:



*Problembaseret betyder her, at undervisningsforløbet har udspring i en autentisk situation, der kalder på elevernes forundring og naturfaglige undersøgelser. Det kan både være situationer fra elevernes nære omverden og fra andre steder, tider eller kulturer. Det er vigtigt at understrege, at undervisningsforløbet ikke behøver tage udgangspunkt i det, der klassisk forstås ved et problem, fx klimaproblemer eller fødevaremangel; der kan i lige så høj grad være tale om en forundring eller en udfordring, fx hvordan dyrene holder varmen om vinteren, eller hvordan en generator bliver så effektiv som muligt. (Fysik/kemi Læseplan 2019, s. 17)*

Et afgrænset problemfelt er med til at tilpasse den faglige kompleksitet og omfanget til den specifikke elevgruppe, så problemet opleves som meningsfuldt for eleverne og samtidig relevant i forhold til fagplanerne. Det sidste er væsentligt for, at elevernes arbejde med at løse udfordringen bidrager til at opfylde faglige mål i fag på tværs af fagene.

I dette kapitel udfoldes, hvordan gode engineering-udfordringer kan lokaliseres i en tværfaglig kontekst med udgangspunkt i autentiske problemfelter. De samme didaktiske overvejelser kan også anvendes til at beskrive gode engineering-udfordringer i et monofagligt perspektiv.

## Engineering-udfordringer i autentiske problemfelter

Ved planlægning af et engineering-forløb bør et autentisk problemfelts faglige genstandsområde altid være afstemt ift. elevgruppen og faglig kompleksitet og omfang skal være tilpasset deres niveau. Det betyder, at et problemfelt til en indskolingsklasse typisk vil have færre tværfaglige komponenter end et problemfelt til udskolingen. Derfor bør man som lærer altid overveje graden af det tværfaglige samarbejde mellem fagene, når man planlægger engineering-undervisning. Desuden bør læreren udvælge egnede problemfelter, der indeholder en eller flere engineering-udfordringer, som elever i grundskolen oplever som autentiske og reelt har muligheden for at arbejde med og udvikle teknologiske løsninger til.

For at man enten kan lokalisere eller vurdere kvaliteten af engineering-udfordringer, er det hensigtsmæssigt at opdele forberedelsen, så autentiske problemfelter anskues ud fra to indbyrdes afhængige didaktiske kategorier:

### Fagligt indhold

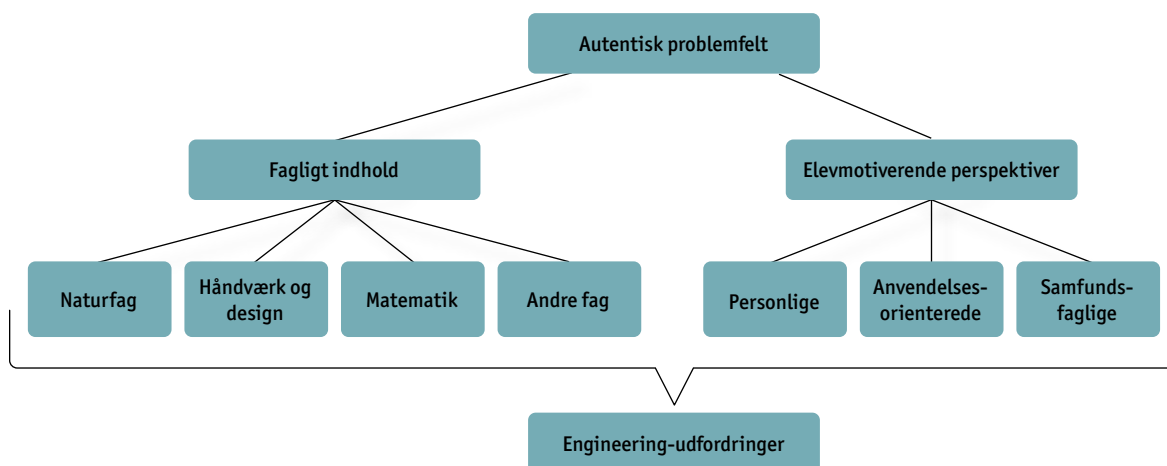
Det "rene" tværfaglige indhold af problemfeltet baserer sig på brugen af fagfaglig viden og metoder fra fagene, som eleverne kan få brug for gennem engineering designprocessen til at forstå udfordringen og til at udvikle en teknologisk løsning. Her er fokus på autenticitet ift. problemfeltets faglige relevans (jf. fagplanerne), og hvordan fagene kan bidrage forskelligt i designprocessen.

### Elevmotiverende perspektiver

De elevmotiverende perspektiver i problemfeltet relaterer sig til personlige, anvendelsesorienterede og/eller samfundsfaglige aspekter. Denne del har særligt fokus på, at det tværfaglige problemfelt opleves som autentisk for eleverne, og at det indeholder flere forskellige motiverende engineering-udfordringer.

Den faglige anvendelsesorientering kan opleves som autentisk, hvis problemfeltet fx er en case fra en virksomhed, mens den personlige autenticitet kan fremmes ved at inddrage teknologiske udfordringer fra hverdagen. For at et problemfelt indeholder gode engineering-udfordringer med samfundsmæssig autenticitet, kan det være hensigtsmæssigt, at problemfeltet også indeholder politiske, økonomiske og/eller etiske dilemmaer, som eleverne gennem hele designprocessen skal forholde sig til.

Denne opdeling kan man anvende operationelt fx ved planlægning af et engineering-forløb for at understøtte muligheden for at finde gode engineering-udfordringer. Modellen i figur 4.1 kan anvendes til at vurdere graden af tværfaglighed og autenticitet i et problemfelt, og om der er potentiale for at finde flere gode engineering-udfordringer, der er egnet til problembaseret undervisning.



**Figur 4.1:** Autentiske problemfelter kan afgrænses af udvalgt indhold fra et eller flere fag samt elevmotiverende perspektiver og sammenhænge. Samlet bør et autentisk problemfelt indeholde flere engineering-udfordringer med forskellige teknologiske løsninger.

Et eksempel på denne opdeling af et autentisk problemfelt kan tages "ren drikkevandsforsyning". Her kan en af engineering-udfordringerne være konstruktion af et vandrensingsanlæg. Det "rene" faglige indhold er nødvendigt for at løse udfordringen, fx hvordan vand kan renses kemisk, biologisk og mekanisk. Elevernes oplevelse af autenticitet og ejerskab til udfordringen kan i dette tilfælde blive mere synlig og konkret, hvis andre elevmotiverende perspektiver inddrages. Det kunne være politiske eller etiske problemstillinger om mulighederne for vandrensning forskellige steder i verden eller en økonomisk problemstilling ift. samfundets og menneskers vandforbrug og vaner.

Når man skal udvikle eller vurdere kvaliteten af en engineering-udfordring inden for et autentisk problemfelt, kan det være relevant at vurdere vægtningen af det "rene" faglige indhold og de elevmotiverende perspektiver i problemfeltet. I det arbejde kan man bruge analyseværktøjet i tabel 4.2.

Værktøj til identifikation af gode engineering-udfordringer inden for et autentisk problemfelt	
<b>Autentisk problemfelt</b>	Hvilket narrativ kan beskrive problemfeltet, så det indeholder både personlig, faglig og samfundsmæssig autenticitet? Hvilke former for teknologi og teknologiske løsninger er relevante inden for problemfeltet?
<b>Fagligt indhold</b>	Hvilken viden og hvilke færdigheder fra grundskolens fag og fagligheder er brugbare til at løse udfordringerne? Hvilke teknologier og materialer kan være relevante for løsningen? Hvilke undersøgelser fra fagene kan bidrage med viden?
<b>Elevmotiverende perspektiver</b>	Hvilke etiske, økonomiske og politiske problemstillinger eksisterer i udfordringen? Hvordan kan problemstillingerne bidrage med personlig og/eller anvendelsesorienteret autenticitet undervejs i designprocessen? Skal problemstillingerne forsimples til engineering-forløbet, og hvornår vil eleverne have gavn af det i engineering designprocessen?
<b>Engineering-udfordringer</b>	Hvilke engineering-udfordringer kan formuleres inden for problemfeltet, så de kan løses med indhold fra de valgte fag.

**Tabel 4.2:** Værktøj til identifikation af gode engineering-udfordringer.

I forbindelse med at man bruger værktøjet, vil det som lærer være fordelagtigt at overveje, hvordan eleverne kan stilladseres, så de meningsfuldt kan arbejde med engineering-udfordringen gennem alle syv delprocesser. Ligeså bør man overveje andre metoder og/eller teknikker fra STEM-fagene, som kan bidrage til at løse udfordringen.

I tabel 4.3 er opstillet tre eksempler på anvendelse af værktøjet i praksis. Eksemplerne er ikke beskrevet udtømmende:

<p><b>PROBLEMFELT:</b> <i>Dyrevelfærd hos kæledyr. Der er omkring 3 millioner kæledyr i Danmark. Hunde og katte er topscorere med over 1,2 millioner – og derudover er der en masse kaniner, fugle, fisk og andre dyr. Nogle kæledyr kan være alene hjemme i længere tid, hvis de får adgang til foder – men hvordan? Kan man gøre noget smart, så dyrene får lige præcis den rigtige mængde foder på de rette tidspunkter?</i></p>
<p><b>Fagligt indhold</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Undersøgelse af, hvad det valgte kæledyr spiser, hvor ofte og i hvor store portioner.</li> <li>• Undersøgelse af, hvordan kæledyret vil finde sin føde i naturen.</li> <li>• Beregning og/eller matematisk modellering af fodermængden over tid.</li> <li>• Integration af et elektrisk kredsløb i fodermaskinen.</li> <li>• Programmering af sensorer med Micro:bit.</li> <li>• Undersøgelser af materialer og teknikker til konstruktion.</li> </ul>
<p><b>Elevmotiverende perspektiver</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvor lang tid bør et kæledyr maksimalt være alene?</li> <li>• Hvad koster foder?</li> <li>• Hvordan imødekommer man dyrets behov for adfærd, bevægelse og socialisering?</li> <li>• Hvordan sikrer man, at dyret har det bedst muligt, når det er i fangenskab?</li> <li>• Er der regler for, hvordan man behandler et kæledyr?</li> <li>• Hvordan organiserer familien sig, så dyrets velfærd bliver bedst mulig?</li> </ul>
<p><b>Engineering-udfordringer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Design en prototype til automatisk fodring af kæledyret, så dyret får, hvad det har behov for, mens det er alene hjemme i en uge.</li> <li>• Programmering af device, som åbner for/leverer foder med et bestemt tidsinterval.</li> <li>• Design en fodermaskine, som kæledyret kan aktivere ved at slutte et elektrisk kredsløb, som derved leverer rette portion foder.</li> <li>• Design en fodermaskine, som leverer små stykker foder forskellige steder, så dyret skal søge og dermed imitere en jagtsituation.</li> </ul>

**PROBLEMFELT:**

**Affaldssortering og genbrug.** Mennesket producerer affald. Både biologisk nedbrydeligt affald, men også affald, som ikke kan nedbrydes i naturen. Hvordan kan vi mindske mængden af affald, vi producerer, og samtidig sikre, at vi bortskaffer affaldet, så det forurener mindst muligt?

**Fagligt indhold**

- Undersøgelse af affaldstyper og deres nedbrydelighed.
- Undersøgelse af, hvor affald behandles og bortskaffes i dag.
- Statistisk undersøgelse og analyse af affaldstyper.
- Udvikling af sorteringssystem, som indeholder alle skolens affaldstyper.
- Undersøgelse af affaldsmængder i forhold til forbrug, ressourcer og genanvendelse.

**Elevmotiverende perspektiver**

- Affaldssortering globalt set – de etiske udfordringer med at eksportere affald.
- Politiske tiltag for at mindske affaldsmængden og øge affaldssortering.
- Tiltag, der kan ændre borgernes, skolernes, virksomhedernes eller kommunens adfærd.

**Engineering-udfordringer**

- Design en automatisk affaldssortering, som frasorterer én bestemt affaldstype, fx plast.
- Design en løsning til biologisk nedbrydeligt affald, som gør genanvendelighed let og sikrer mod skadedyr som fx rotter.

**PROBLEMFELT:**

**Bæredygtig transportteknologi.** Der bruges mange ressourcer på transport. Både energi til at bevæge sig fra A til B, men også gadelys, asfalt, saltning for is og vedligehold kræver mange ressourcer. Der er mange forskellige ressourcevenlige muligheder – hvordan kan vi udnytte dem, så vi kan skabe en mere bæredygtig transportteknologi?

**Fagligt indhold**

- Vedvarende energi >< fossile brændsler.
- Elektriske kredsløb.
- Solcelleteknologi.
- Matematisk modellering af sammenhænge mellem overfladeareal og vindmodstand.
- Elektrolyse og brintteknologi.

**Elevmotiverende perspektiver**

- CO<sub>2</sub>-aftryk og bæredygtighed i transportsektoren.
- Politiske interesser ift. vedvarende energi.
- Nationale og internationale aftaler om overgang til grøn energi.
- Demografiske og økologiske faktorer i råstofindvinding til bilbatterier (fx minedrift og levevilkår).

**Engineering-udfordringer**

- Design et fartøj med en bæredygtig fremdriftsform, som potentielt kan erstatte en benzin- eller dieselmotor.
- Design en løsning, der kan opsamle energi fra en pedaldrevet cykel, så du kan oplade din mobiltelefon, mens du cykler.
- Design en intelligent vej ud fra undersøgelser af, hvad der er udviklet. Sæmmensæt den mest brugbare intelligente vej til det danske klima.

**Table 4.3:** Tre eksempler på faglige problemfelter med engineering-udfordringer, som kan løses alene med fagligt indhold, men hvor elevmotiverende perspektiver kan inddrages meningsfyldt.

## Naturfaglige problemfelter og fællesfaglig naturfagsundervisning

I udskolingens naturfag er der blandt andet på grund af den fælles prøve mange erfaringer med at arbejde tværfagligt. Et eksempel er en udskolingsklasse, der arbejdede med vertikale haver:

### EKSEMPEL

#### BÆREDYGTIG FØDEVAREPRODUKTION I STORBYEN

Forløbet tager udgangspunkt i, at eleverne i en 8.-klasse skulle designe praktiske løsninger på forskellige naturfaglige problemstillinger inden for problemfeltet bæredygtig fødevareproduktion i storbyen. Det fællesfaglige forløb indeholder naturfaglige problemstillinger, som er relevante for alle tre naturfag. Eleverne skulle designe løsninger, der kunne muliggøre produktion af afgrøder i bymæssig bebyggelse, fx i vertikale haver eller i vejrabatten.

Eleverne udførte undersøgelser af urbaniseringsgrad, fotosyntese og næringsioner. For at sikre, at eleverne udviklede naturfaglige kompetencer, og at undersøgelsesresultaterne blev brugt i det videre arbejde med udvikling af prototypen, blev grupperne stilladseret tæt i indsamlingen af data, herunder med fokus på systematik og variabelkontrol. Helt konkret bad læreren dem fx om at lave tabeller til dataopsamling, og stilladsering blev differentieret ift. elevernes niveau. Desuden sikrede læreren, at tabellerne efter undersøgelse blev brugt aktivt i en fælles opsamling, hvor eleverne to og to forklarede og begrundede deres egen gruppes valg og udformning af tabellen.

Undervejs i delprocessen *få ideer* samlede læreren også grupperne to og to og bad dem argumentere for deres ideer til prototypen ud fra data fra deres undersøgelser. Her fik eleverne en oplevelse af vigtigheden af deres undersøgelser og brugbarheden af data ved at tænke det ind i en større kontekst.

For at understøtte udvikling af elevernes modelleringskompetence fik de undervejs i forløbet udleveret forskellige matematiske modeller over udvalgte afgrøders CO<sub>2</sub>-aftryk – både lagkagediagrammer, grafer og et søjlediagram. Disse modeller skulle de bruge som grundlag for valg af afgrøde, og mindst en af modellerne skulle indgå i præsentationen af deres prototype.

Dermed satte læreren fokus på modellering og uddybende, at prototypen også er en model. Og i drøftelserne af prototyperne skulle hver gruppe derfor også betragte deres egen prototype som en model og sammenligne med andre modeller.

Eksemplet illustrerer, at engineering-undervisning i udskolingen fint kan fungere som en del af den fællesfaglige problembaserede naturfagsundervisning. "Bæredygtig fødevareproduktion i storbyen" er et naturfagligt problemfelt, som eleverne oplever som meningsfyldt og autentisk, og indholdsmæssigt binder det alle tre naturfag sammen. Det indeholder engineering-udfordringer, som kan løses alene med viden/indhold fra naturfagene, hvilket er centralt, hvis det senere skal opgives til den fælles prøve i biologi, fysik/kemi og geografi. "Bæredygtig fødevareproduktion i storbyen" er desuden et problemfelt med flere indlejrede samfundsfaglige dilemmaer, som på trods af, at de ikke har indhold fra naturfagene, kan øge graden af både tværfaglighed og samfundsmæssig autenticitet. Endelig er der i forløbet fokus både på designprocesser og på elevernes tilegnelse af naturfaglig kompetence undervejs. Særligt det kompetencebaserede fokus i forløbet gør det derfor velegnet som et fællesfagligt forløb, som kan gennemføres af eleverne i 8.-9. klasse og senere opgives til den afsluttende fællesfaglige naturfagsprøve.

Opgives der fællesfaglige engineering-forløb til den afsluttende fællesfaglige naturfagsprøve, så er det dog væsentligt, at eleverne ved, at de ikke vurderes i engineering, men i deres evne til at bruge naturfaglig kompetence til at belyse en naturfaglig problemstilling. Det kan derfor være en god ide, at både lærere og elever før prøven er i dialog om, hvilke naturfaglige problemstillinger som er særligt relevante ift. naturfagene. Eleverne bør også vejledes i, at de til den fælles prøve ikke bliver vurderet ud fra kvaliteten af deres prototype eller deres designkompetencer. I vejledningen bør man desuden forklare, at ikke-naturfagligt indhold gerne må inddrages perspektiverende i relation til den naturfaglige problemstilling, men at det ikke må blive for dominerende.



