



Kapitel 10. Engineering og håndværk og design

Kapitlet beskriver samspillet mellem håndværk og design-faglighed og engineering, og hvordan fagets udtryk ses i delprocesserne i engineering. Til sidst beskrives, hvordan engineering kan understøtte refleksioner over valg og fravalg af materialer og teknikker, samt hvordan engineering og æstetiske læreprocesser kan gå hånd i hånd.

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

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 Thrysoe 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.

Engineering og håndværk og design

I håndværk og design-fagets formål fra 2019 er beskrevet, at undervisningen i faget skal give eleverne en glæde ved at arbejde med hænderne, anvende og udvikle kreative evner, få handlekompetence samt reflektere over valg og fravalg i designprocesser. Faget skal desuden give eleverne mulighed for at udvikle praktiske og håndværksmæssige færdigheder, samtidig med at de lærer at arbejde i og med forskellige designprocesser.

Faget lægger også op til samarbejde, hvor eleverne lærer at dele ideer, kommunikere, give feedback og finde frem til fælles løsninger. På den måde udvikler eleverne praksisfaglige færdigheder, der er vigtige i deres hverdag, i deres videre uddannelsesliv og i samfundet som helhed. I dette kapitel udfoldes forskellige tilgange til integration af engineering i håndværk og design, og hvordan kombinationen håndværk og design og engineering kan styrke begge fagligheder.

Engineering som praksisfaglig didaktik i håndværk og design

Den mest iøjnefaldende sammenhæng mellem engineering og håndværk og design er, at begge tilgange understøtter elevernes evne til at tænke kreativt, løse problemer og arbejde praktisk med konkrete designmæssige udfordringer.

I håndværk og design kobles teoretisk viden, håndværksmæssige færdigheder og overvejelser om materialer med praktisk design og prototyper. Herved opnår eleverne en helhedsforståelse af, hvordan teknologi og produkter fungerer og udvikles i og uden for skolen.

Med en lidt anden ordlyd er det også det, der kendetegner engineering som praksisfaglig didaktik, hvor netop fremstilling af prototyper og produkter er fremhævet som en særlig dimension. Eleverne lærer desuden, hvordan viden og metoder fra andre fagligheder kan anvendes til at skabe løsninger, der både er funktionelle og har en æstetisk værdi.

Her kan håndværk og design-faget særligt være med til at kvalificere engineering designprocessen, så eleverne oplever at komme længere i udviklingen af prototyper og tættere på et færdigt produkt. Engineering-forløb er ofte kendetegnet ved at slutte, når eleverne har en mere eller mindre velfungerende prototype i et simpelt materiale. Faget håndværk og design bidrager her til, at prototypen kan udvikles med et højere niveau af håndværksmæssige færdigheder og med mere kvalificerede materialevalg.

Den anden vej rundt kan engineering og samspillet med naturfag og matematik bidrage med inddragelsen af andre former for viden og undersøgelser, som kan medvirke til udviklingen af andre typer produkter i håndværk og design.

Endelig er iterative processer et centralt fælles særkende i både faget håndværk og design og i engineering som didaktik, hvor konkrete løsninger udvikles, testes og forbedres baseret på løbende feedback og evalueringer.

Håndværk og design-faget har siden 2014 arbejdet med tre kompetenceområder, som har flere sammenfald med engineering designprocessen, fordi der begge steder er et fokus på at arbejde kreativt, undersøgende, problemløsende og eksperimenterende. Der er fokus på at bruge hænderne i det praktiske arbejde, og eleverne bruger værktøj og materialer til at løse problemstillinger, når de laver prototyper, færdige produkter og løsninger.



De oprindelige kompetenceområder i håndværk og design er:

- Håndværk – forarbejdning
- Håndværk – materialer
- Design.

Selvom fagplanerne er under revision ved tilblivelsen af denne didaktik, er der ingen grund til at tro, at et fokus på hverken håndværksmæssige eller designfaglige færdigheder overordnet vil ændre sig i den proces.

Et af de helt store potentialer ved at bruge engineering i håndværk og design, er koblingen mellem faget og hvordan både design og håndværk praktiseres 'i virkeligheden'. Engineering kan være med til at øge elevernes forståelse for materialer, håndværksmæssige teknikker samt designprocesser og deres praktiske anvendelse i virkelige problemstillinger. Igen er der sammenfald med engineering, der også er kendetegnet ved at være problembaseret og anvendelsesorienteret. En sådan kobling kan medvirke til elevernes forståelse af, hvordan og hvornår designprocesser anvendes i praksis, og hvordan materialekendskab og forarbejdning er vigtige elementer også uden for håndværk og design-faget.

Engineering-didaktikken tog sit oprindelige udgangspunkt i naturfagene, hvor naturfaglige undersøgelser og arbejdsmetoder er en del af designprocessen. Samarbejdet med håndværk og design bidrager til at udvide mulighederne for at konstruere prototyper med andre materialer og teknikker og derigennem øge autenticiteten, når designprocessen konkretiseres i en prototype. Her bliver det tydeligt, hvordan de to fagligheder, engineering og håndværk og design, kan styrke hinanden gensidigt.

EKSEMPEL

MATERIALETS MANGE MULIGHEDER

En klasse arbejdede i forløbet "Materialets mange muligheder" med uld som isoleringsmateriale til kopper. I processen forsøgte de sig med forskellige teknikker til at forme og forarbejde ulden. Efter at have fingerstrikket en prototype forsøgte eleverne sig med at filte deres fingerstrikk. I processen kom de ind på, at uld krymper, når det vaskes, og de fik den ide, at det kunne øge isoleringsevnen og gøre prototypen mere formstabil. Det førte til matematiske undersøgelser af krympeprocenter og naturfaglige overvejelser om, hvordan de sikrede sig ensartet krympning, når de vaskede. Her blev de naturfaglige og matematiske undersøgelser og overvejelser i forening med elevernes viden om materialer og teknikker fra håndværk og design, centrale for, at de kunne lykkes med udviklingen af deres prototyper.

Som eksemplet viser, kan kombinationen med engineering styrke praksisfagligheden i håndværk og design-faget. Blandt andet ved at arbejde med udviklingen af teknologiske løsninger på virkelighedsnære problemstillinger.

Koblingen med engineering kan ligeledes styrke det tværfaglige samarbejde mellem håndværk og design, naturfag og matematik. Herigennem kan elevernes forståelse af, hvordan metoder og viden fra de forskellige fag i samspil kvalificerer løsninger af designudfordringer, og dette kan give indsigt i, hvordan de enkelte fagligheder bidrager forskelligt i designprocesser og dermed giver løsninger, som ikke ville kunne opnås uden at inddrage flere fagligheder.



Håndværk og design-faglighed i engineering

Håndværksmæssige færdigheder

I engineering kan forforståelse og færdigheder fra områderne "håndværk – forarbejdning" og "håndværk – materialer" i høj grad kvalificere engineering designprocesser, hvor erfaring med teknikker og materialer kan øge elevernes muligheder for at løse de udfordringer, de stilles over for. Ofte laves prototyper i engineering-forløb af materialer, der er lette at forarbejde. Simple materialer giver mulighed for hurtig udvikling og afprøvning, men ved at arbejde med engineering i håndværk og design kan der inddrages mere krævende materialer og teknikker, og eleverne kan udvikle prototyper, der vil være tættere på et endeligt produkt både i kvalitet og funktion.

Samtidig kan inddragelse af viden og undersøgelser fra naturfag og matematik understøtte elevernes læring af forskellige teknikker til forarbejdning af materialer og materialeegenskaber. Dette kan hjælpe eleverne til at træffe til- og fravalg samt begrunde disse. Ved at arbejde med for eleven virkelighedsnære engineering-udfordringer kan der samtidig skabes en øget motivation for at afprøve og anvende forskellige teknikker, samt undersøge forskellige materialer eller værktøj, hvilket løfter elevernes kompetencer inden for forarbejdning og materialekendskab.

EKSEMPEL

KOM OG SÆT DIG

I forløbet "Kom og sæt dig" laver eleverne puder til forskellige situationer, hvor man risikerer at blive kold eller øm. Ved at inddrage materialer og teknikker fra håndværk og design og kombinere det med naturfaglige undersøgelser, fx af materials isoleringsevne, og matematiske undersøgelser, fx af hvordan et stykke stof kan bruges til flest mulige puder, kan eleverne udvikle færdige produkter i en proces, hvor de også forholder sig til ressourceforbrug.



Designfaglige færdigheder

I håndværk og design skal eleverne arbejde med at forstå samspillet mellem ide, tanke og handling frem til et færdigt produkt. Dette kan de opnå ved at arbejde i og med de delprocesser, som indgår i engineering designprocessen. Det er gennem de praktiske håndværks- og designprocesser, at eleverne arbejder undersøgende, problemløsende og evaluerende. De skal skabe meningsfulde innovative løsninger på problemstillinger. Engineering designprocessen kan stilladsere elevernes designproces-tilegnelse gennem de syv delprocesser. Elevernes refleksioner om, hvilken delproces de bevæger sig i, og den arbejdsform, delprocessen kræver, styrker elevernes bevidsthed om deres egen designproces i håndværk og design. Gennem sprogliggørelse af arbejdsprocessen kan eleverne blive i stand til både at reflektere over og formidle processen. Det kan blandt andet ske ved at diskutere de udfordringer, som eleverne møder, når de træffer til- og fravalg i processen.

Fagets udtryk i engineering designprocessen

I det følgende beskrives, hvordan håndværk og design-fagets udtryk kan se ud i de syv delprocesser fra engineering designprocessen.

Forstå udfordringen: I delprocessen *forstå udfordringen* identificeres problemstillingen. Eleverne præsenteres for en udfordring, hvor de skal designe en mulig løsning.

Eksempelvis skal eleverne i forløbet "Materialets mange muligheder" få en omverdensforståelse af problemfeltet, inden de kan designe. Det kan for eksempel undersøges, hvor der bruges uld i vores hverdag, og hvad uldens formål er i produktet. Hvis man som lærer ønsker et særligt fokus på enten materialekendskab eller forarbejdningfærdigheder, kan der stilles krav til brugen af teknikker og materialer i den konkrete løsning af engineering-udfordringen. Eksempelvis som i forløbet "Det skal holde til vind og vejr", hvor eleverne skal udvikle prototyper, der er vejrbestandige, eller i "Materialets mange muligheder", hvor eleverne skal udvikle produkter lavet af uld.

Omvendt kan et frit valgt af teknikker og materialer sætte fokus på elevens designfaglighed. Det kan fx være "design en prototype, der kan holde noget varmt, og som laves i et bæredygtigt materiale".

Undersøge: Når eleverne er i delprocessen *undersøge*, er det centralt, at de går systematisk til undersøgelser, for at de bidrager med viden til designprocessen. I delprocessen er det oplagt at inddrage undersøgelser fra naturfagene og matematik til fx at analysere forarbejdningsteknikker og materialeegenskaber. Det kan være, at ulds egenskaber skal undersøges og bestemmes gennem naturfaglige og matematiske metoder, fx udregning af, hvor meget materialet krymper i vask, eller bestemmelse af ulds evne til at absorbere stød.

Systematiske undersøgelser og sammenligninger af forskellige forarbejdninger, teknikker og/eller materialer kan ikke blot kvalificere elevernes løsninger på de konkrete udfordringer, men også give eleverne viden om fordele og ulemper ved forskellige teknikker, materialer og forarbejdninger. Derigennem kan delprocessen undersøge understøtte elevernes senere ideafprøvning. Hvad sker der eksempelvis, når man vådfilter ulden, bruger en filtenål i karteflor eller vasker noget, der er strikket i uldgarn, ved forskellige temperaturer?

Få ideer: Delprocessen *få ideer* sætter elevernes kreativitet fri inden for de rammer, som engineering-udfordringen rummer. Eleverne er her i en kreativ proces, hvor mulige ideer udvikles og vurderes i forhold til hinanden. Eleverne er måske vant til at arbejde med at få ideer til løsninger i håndværk og design, men når de arbejder igennem en engineering designproces, skal ideerne harmonere med engineering-udfordringen og kravene hertil.

Konkretisere: I delprocessen *konkretisere* skal eleverne blive mere konkrete vedrørende deres design. Læreren faciliterer en proces, hvor eleverne tilrettelægger deres arbejde samt forklarer og skitserer deres ideer. Eleverne skal også træffe kvalificerede valg om materialer og teknikker. Fx kan eleverne i forløbet "Materialets mange muligheder" vælge mellem forskellige fibre som materiale til prototypen. Det valg kan blive kvalificeret af naturfaglige undersøgelser af materialets egenskaber.

Konstruere: Delprocessen *konstruere* relaterer sig til elevernes skabende proces med udvalgte teknikker og materialer. Her vil der potentielt være mange faglige kundskaber fra håndværk og design-faget i spil, i og med at eleverne udvikler designet iterativt gennem forarbejdning af valgte materialer.

Forbedre: Eleverne befinder sig i delprocessen *forbedre*, når der opstår behov for tilpasninger. Dette kan både ske undervejs i designprocessen, og når den første prototype er konstrueret. I forløbet "Materialets mange muligheder" kan det være, at en beholder, der er vådfiltet, ikke krympede tilstrækkeligt og blev for stor, så isoleringseffekten ikke er tilstrækkelig. Eleverne skal forholde sig til, hvorvidt deres prototyper lever op til den udfordring og de krav, der er stillet til engineering-forløbet. Det kan være nødvendigt for eleverne at tilpasse deres undersøgelser, ideer eller konkrete konstruktioner, for at deres løsning kan imødekomme engineering-udfordringen. Eleverne kan også som en del af pro-

cessen reflektere over, om andre teknikker, redskaber eller materialer kan forbedre prototypen. Det kan fx være, at eleverne får en forståelse for, at hvis man benytter en tørretumbler til en stor vådfiltet beholder, kan man opnå en hurtig og effektiv krympning.

Præsentere: Som beskrevet tidligere har delprocessen *præsentere* fokus på formidling og feedback på både proces og prototype og delprocessen bør derfor foregå løbende som en del af engineering designprocessen. Eleverne kan fx redegøre for deres til- og fravalg undervejs i processen, præsentere resultater fra undersøgelser samt beskrive læringer fra fejl og forklare, hvordan ideer blev til en konstruktion af en prototype. I håndværk og design-kontekst vil det ikke nødvendigvis være en prototype – det kan være et egentligt produkt, der præsenteres. Det er centralt, at delprocessen præsentere inddrages løbende i engineering designprocessen for at lade eleverne dele viden og erfaringer med hinanden.

Engineering og kvalificerede valg og fravalg af materialer og teknikker

I engineering designprocessen kan eleverne opleve, at de har et spinkelt fagligt grundlag for at træffe valg og fravalg af materialer og teknikker. Det begrænser elevernes frihedsgrader og ikke mindst mulighedsrum med hensyn til design af løsninger. Ved tidligt i designprocessen at stilladsere undersøgelser med fokus på materialeegenskaber og forarbejdningsteknikker vil eleverne få en udvidet forståelse af materialer og ikke mindst, hvordan de kan bearbejdes og anvendes i en prototype.

For at kunne udvælge de rette materialer skal eleverne have et kendskab til materialernes egenskaber og forarbejdningmuligheder, og de skal prøve at arbejde med forskellige teknikker for at blive i stand til at begrunde deres valg af materiale, teknik og/eller kombination heraf.

Eleverne skal arbejde med forarbejdning af materialerne for at blive styrket til at træffe valg og fravalg i arbejdet med at lave prototyper. Deres færdigheder og viden skal de bruge, når de skal arbejde undersøgende og eksperimenterende med teknikker for at kunne øve sig i at disponere og tilrettelægge en arbejdsproces, hvor de arbejder med at skabe produkter, der har værdi for andre. Det er derfor nødvendigt at blive præsenteret for forskellige forarbejdningmuligheder og teknikker for at kunne træffe et kvalificeret valg, som blandt andet også omhandler at udvælge materialer, værktøjer, teknikker og redskaber.

Ved at stilladsere elevernes designproces gennem engineering kan undersøgelser af materialer og teknikker systematiseres, så der er større fokus på funktionalitet og formål. Dette vil styrke elevernes forståelse for forskellige forarbejdningmetoder og brugen af forskellige materialer til forskellige behov. Der er fortsat plads til at vurdere materialer og teknikker i et æstetisk perspektiv, så længe elevernes til- og fravalg også kan begrundes ud fra materialets eller teknikkens egenskaber.

Engineering og æstetiske læreprocesser

Traditionelt har æstetiske læreprocesser ikke været i fokus, når elever har arbejdet med engineering i fx naturfagene. Dette er som sådan ikke et aktivt fravalg men skyldes, at hvor naturvidenskab tager afsæt i det objektive, så udspringer æstetiske læreprocesser i høj grad af det subjektive og kulturelle. Med æstetiske udtryksformer bidrager håndværk og design-faget således med en ”ny” dimension til engineering-didaktikken, hvor sanselige, kropslige og følelsesmæssige forhold bliver relevante i designprocessen. Nu er det ikke nok, at elevernes løsninger virker og løser en given udfordring; løsningerne skal også tage højde for, hvordan de opleves af de modtagende, og om de er appellerende rent æstetisk.

I en skabende engineering designproces kan eleverne omforme målgruppekendskab til æstetiske udtryk, som giver en merværdi for den specifikke målgruppe. Engineering designprocessen kan samtidig bidrage til elevernes specifikke færdigheder inden for de anvendte kunstneriske udtryksformer, materialekendskab og indblik i relevante kulturelle traditioner. I undersøgelserne af de emner, tematikker eller følelser, som engineering-udfordringen indeholder, vil eleverne skulle forholde sig til disse gennem bearbejdning, analyse eller udvikling af udtryk. Heri vil der altid være potentiale for indholdsmæssig læring, som samtidig gøres relevant for eleverne, da den bliver nødvendig for at løse den konkrete udfordring. Hertil kommer, at inddragelse af æstetiske læreprocesser kan øge autenticiteten for eleverne og styrke deres faglige selvtillid og lysten til at lære.

EKSEMPEL

HAR DU SET LYSET?

I engineering-forløbet "Har du set lyset?" skal eleverne undersøge, hvordan belysning kan påvirke og skabe den rette stemning ved en given aktivitet. Dette spørgsmål er interessant for æstetiske læreprocesser, fordi teoretisk forståelse af lys kobles tæt til praktisk anvendelse og design målrettet en bestemt sindstilstand og/eller arbejdssituation. Det hjælper eleverne med at udvikle færdigheder i at analysere og forstå, hvordan konkrete valg af lysfarver og intensiteter påvirker både funktion og oplevelse af et rum.

I delprocessen *undersøge* skal eleverne udføre undersøgelser af lysets farvetemperatur, hvor eleverne dokumenterer, hvordan forskellige "lysfarver" – fra varmt til koldt – skaber forskellige stemninger i et rum. Eleverne tester også, hvilke lysindstillinger der bedst støtter aktiviteter som læsning eller afslapning. De arbejder med forskellige lyskilder, fx glødepærer og LED-dioder, og noterer, hvordan disse påvirker stemningen, hvilket giver dem mulighed for at forbinde teoretisk læring med praktisk erfaring.

Formålet med aktiviteten er at udvikle elevernes evne til at anvende teorien om lys og farvetemperatur i praksis og at forstå, hvordan forskellige lysvalg kan støtte bestemte aktiviteter. Det naturfaglige forbindes her med det æstetiske, og den naturfaglige viden bliver et værktøj, der kan understøtte til- og fravalg i designprocessen. Aktiviteten understøtter især de indledende delprocesser, hvor kontekstforståelse og designkrav identificeres, men kan også skabe retning og kvalificere idegenereringsprocesser og delprocessen *konkretisere*. Den skaber en tydelig kobling mellem naturfaglig viden (lysspektrum og kelvinskala) og den praktiske anvendelse i designopgaver.

Fagligt understøtter aktiviteten forståelse af fysik og designprincipper, mens den også fremmer elevernes evne til at skifte perspektiv mellem teoretiske modeller og praktiske løsninger. Stilladseringen er primært faglig og procesorienteret, da eleverne får støtte gennem opgaveark og vejledning i at udføre strukturerede tests og evaluere deres resultater. Desuden støttes eleverne i at reflektere over, hvordan deres fund kan anvendes og integreres i den videre designproces, hvilket hjælper dem med at udvikle en mere overordnet forståelse af deres arbejde.



