

Kapitel 10. Engineering og håndværk og design

I håndværk og designfagets formål er beskrevet, at undervisningen skal give eleverne en glæde ved at arbejde med deres hænder, bruge deres kreativitet, få handlekompetence og reflektere over deres valg og fravalg i deres designproces. Faget skal desuden give eleverne mulighed for at udvikle praktiske og håndværksmæssige færdigheder, samtidig med at de lærer at arbejde i 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 det kan styrke både håndværk og design og engineering at blive kombineret.

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 teknologiske og 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 (se kapitel 7), hvor netop fremstilling af prototyper og produkter er fremhævet som en særlig dimension. Eleverne lærer desuden, hvordan teknisk viden kan anvendes til at skabe løsninger, der både er funktionelle og har en æstetisk værdi.

Her kan håndværk og designfaget måske 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 på et højere niveau af håndværksmæssig teknik, med mere kvalificerede materialevalg og æstetisk udtryk.

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.

I håndværk og design arbejder man 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 tre kompetenceområder i håndværk og design er:

1. Håndværk – forarbejdning
2. Håndværk – materialer
3. Design.

Både håndværk og design og engineering er iterative processer, hvor der udvikles, testes og forbedres baseret på feedback og evalueringer.

Et af de helt store potentialer i en kombination af engineering og håndværk og design ligger i en tæt kobling til håndværk og designpraksis uden for skolen. Ved at sammenkoble håndværk og design og engineering kan man både give eleverne en forståelse af materialer, håndværksmæssige teknikker samt designprocesser og deres praktiske anvendelse i virkelige problemstillinger. Igen er der sammenfald med engineering som praksisfaglig didaktik, 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 designfaget.

Engineering-didaktikken har hidtil været mest anvendt i naturfagene, hvor naturfaglige undersøgelser og arbejdsmetoder har indgået som en del af designprocessen. Udviklingen af prototyper har ofte været begrænset af at arbejde med pap, grillspyd og malertape. Her kan håndværk og design i høj grad bidrage til at udvide mulighederne for at konstruere mere konkrete prototyper og derigennem øge autenticiteten i at konkretisere designprocessen. Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at håndværk og design ikke kun bliver en faglighed, der kan styrke engineering designprocessen og/eller naturfagene, uden at det også styrker håndværk og designfaget. Der er rig mulighed for at sikre dette, blandt andet ved at arbejde med undersøgelser fra matematik og naturfag samt viden om materialer fra natur/teknik til at kvalificere valg i løbet af designprocessen.

Der er som allerede beskrevet mange overlap mellem engineering og håndværk og design. Der arbejdes i forvejen kropsligt og praktisk i håndværk og design, eleverne fremstiller produkter og arbejder med designprocesser. Kombinationen med engineering kan dog stadig styrke praksisfagligheden i faget. Blandt andet ved at arbejde med udviklingen af teknologiske løsninger på virkelighedsnære problemstillinger. Koblingen med engineering kan 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 kan kvalificere løsningen 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 – faglige mål i engineering

Håndværksmæssige mål

I engineering-forløb kan forforståelse og færdigheder fra kompetenceområderne '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 bearbejde, og selvom der kan udvikles mange gode løsninger med pap, malertape og limpistoler, så har det begrænsninger både funktionelt og æstetisk. Simple materialer giver mulighed for hurtig udvikling og afprøvning, men ved at arbejde med engineering i håndværk og design kan der også inddrages andre 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 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 engineering kan der skabes motivation for at afprøve forskellige teknikker, undersøge forskellige materialer eller værktøj, og elevernes kompetencer inden for forarbejdning og materialer kan øges.

I forløbet "Kom og sæt dig" laver eleverne puder til forskellige situationer, hvor man risikerer at blive kold eller øm, hvis man ikke har noget at sidde på. Her vil prototyper i pap og papir sandsynligvis ikke bidrage meget til en løsning, da det vil være svært at lave brugbare modeller med disse materialer. Ved at inddrage materialer og teknikker fra håndværk og design og kombinere det med naturfaglige undersøgelser, fx af materialers isoleringsevne, og matematiske undersøgelser, fx af hvordan et stykke stof kan bruges til flest mulige puder, kan eleverne udvikle færdige produkter.

Designmæssige mål

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 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 fordelt på delprocesser i engineering designprocessen

I det følgende beskrives, hvordan håndværk og designfagets udtryk kan se ud i de 7 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 ”Uld løser problemer” få en omverdensforståelse af problemfeltet, inden de kan designe. Hvor er der uld i vores hverdag, og hvad er uldens formål i produktet? Herefter er kompetenceområdet ’design’ centralt. Her kan stilles krav til både teknik og materiale, hvilket inddrager kompetenceområdet ’håndværk – materialer’, men der kan også være frie valg inden for kompetenceområdet. Det kan fx være ”design en prototype, der kan holde noget varmt, og som laves i et bæredygtigt materiale”.

I *forstå udfordringen* arbejdes der også med dele af kompetenceområdet ’håndværk – forarbejdning’, da der kan være krav om, at eleverne benytter særlige teknikker eller konkrete materialer, hvor en del af udfordringen ligger i at forarbejde materialet på en måde, så det kan leve op til kravene. Eksempelvis som i forløbet ”Det skal holde til vind og vejr”, hvor eleverne skal udvikle prototyper, der er vejrbestandige, eller i ”Uld løser problemer”, hvor eleverne skal udvikle produkter lavet af uld, der kan holde noget varmt.

Undersøge: Når eleverne er i delprocessen *undersøge*, er det centralt, at de går systematisk til undersøgelsen. I delprocessen er det oplagt at inddrage både naturfaglig og matematisk viden til at analysere forarbejdningsteknikker og materialeegenskaber. Herved inddrages kompetenceområderne ’håndværk – forarbejdning’ og ’håndværk – materialer’ i relation til elevernes øvrige faglige viden. Det kan fx være, at uld undersøges ud fra en række egenskaber, som bedst analyseres ved naturfaglig og matematisk viden, fx udregning af, hvor meget materialet krymper i vask, eller dets 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 ideafprøvning. Hvad sker der eksempelvis, når man vådfilter ulden, bruger en filtnål i karteflor eller vasker noget, der er strikket i uldgarn, for varmt?

Få ideer: Delprocessen *få ideer* sætter elevernes kreativitet fri inden for de rammer, som engineering-udfordringen rummer, og kompetenceområdet 'design' er i fokus. 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. Finder eleverne fx ud af at vådfilte en kopholder, der kan holde kaffen varm, skal den nu designes.

Konkretisere: I delprocessen *konkretisere* skal eleverne blive mere konkrete vedrørende deres design. Her indgår kompetenceområdet 'design', i og med at eleverne både skal tilrettelægge deres arbejde og forklare og skitsere deres ideer. Desuden indgår kompetenceområdet 'håndværk – forarbejdning' i form af, at eleverne skal træffe valg om teknik, samt kompetenceområdet 'håndværk – materialer', da eleverne her skal vælge materiale. Skal der fx arbejdes med råuld eller karteflor, skal der filtes med filtnål oven på det vådfiltede produkt, eller skal der strikkes/hækles i uldgarn som en del af en udsmykning?

Konstruere: Delprocessen *konstruere* relaterer sig til elevernes skabende proces med udvalgt teknik og materiale. Her er alle tre kompetenceområder til stede, i og med at eleverne arbejder med deres design i samspil med deres til- og fravalg.

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 "Uld løser problemer" kan det være, at beholderen i vådfilt blev for stor og ikke krympede tilstrækkeligt, så varmeeffekten ikke opnås. Eleverne skal forholde sig til, hvorvidt deres produkt lever op til den givne 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. Denne delproces omfatter således alle tre kompetenceområder, men især kompetenceområdet 'design'. De to andre

kompetenceområder kommer dog også ofte i spil, når eleverne skal overveje, om de kan benytte andre teknikker, redskaber eller materialer for at 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: Engineering designprocessen afsluttes ofte med, at eleverne præsenterer deres løsninger i delprocessen *præsentere*. Her trækker eleverne på deres viden fra kompetenceområdet 'design'. De skal i delprocessen redegøre for deres til- og fravalg undervejs i processen og præsentere deres arbejde med undersøgelser, ideer og konstruktion af deres prototype. I håndværk og design er det ikke nødvendigvis en prototype, men nu et egentligt produkt, der præsenteres. Det kan være den endelige løsning på kopholderen, der kan holde kaffen varm, der præsenteres færdiglavet. Delprocessen kan inddrages løbende i engineering designprocessen for at lade eleverne dele viden og erfaringer fra de andre delprocesser. Derfor kan delprocessen også understøtte både 'håndværk – forarbejdning' og 'håndværk – materialer' gennem vidensdeling.

Engineering og kvalificerede valg og fravalg af materialer og teknikker

I engineering designprocessen vil eleverne ofte opleve, at de har et ret 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 til bestemte formål skal eleverne have et kendskab til materialernes egenskaber og forarbejdningsmuligheder, 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 at disponere og tilrettelægge en arbejdsproces, hvor de arbejder med at skabe produkter og løser en innovationsopgave, der har værdi for andre. Det er derfor nødvendigt at blive præsenteret for forskellige forarbejdningsmuligheder og teknikker for at kunne træffe et kvalificeret valg, som blandt andet også omhandler at udvælge materialer, værktøjer, teknikker og redskaber.

EKSEMPEL

”Materialets mange muligheder”

I forløbet ”Materialets mange muligheder” skal eleverne undersøge uldens egenskaber, bearbejdningsteknikker og til slut fremstille en prototype som løsning på en given engineering-udfordring. Det kan fx være at holde en genstand varm eller kold, beskytte en skrøbelig genstand, være lyddæmpende eller på anden vis være en prototype, der har en konkret funktion.

Eleverne bliver i starten af forløbet præsenteret for uld som materiale. I forløbet undersøger eleverne forskellige teknikker til forarbejdning af uld (fx nålefilt, vådfilt, strik, væv). På den måde introduceres forskellige teknikker, og efterfølgende kan teknikernes fordele og ulemper sammenlignes med uldens forskellige egenskaber (fx isoleringsevne, lyddæmpende, styrke) via undersøgelsen på elevarket ”Uldens egenskaber”.

Eleverne arbejder herefter med delprocessen *få ideer*. Denne delproces kan stilladsres ved at inddrage elevarket ”Uldens muligheder”, der synliggør koblingen mellem uldens egenskaber og elevernes ideer til løsning af udfordringen.

I delprocessen *konkretisere* kan eleverne på baggrund af de aktiviteter, de har været igennem i delprocesserne *undersøge* og *få ideer*, træffe et kvalificeret valg af teknik i forhold til kravene for prototypen. Afprøvning af forløbet viste, at eleverne gik mere systematisk til værks, og at læreren oplevede, at eleverne undersøgte materialet med en mere naturvidenskabelig faglighed og kombinerede denne viden med deres praksisfaglige viden om bearbejdning af materialet i deres prototyper.

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 forarbejdningsmetoder 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 teknikkenes 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 designfaget 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 og indtryk til æstetiske udtryk, som giver en merværdi for den specifikke målgruppe. Det 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 elever, og styrke deres faglige selvtillid og lysten til at lære.

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.