



Kapitel 7. Engineering som praksisfaglig didaktik

Her begrundes engineering som en praksisfaglig didaktik ud fra forskning om praksisnær og anvendelsesorienteret undervisning. Ligeledes uddybes, hvorfor engineering er et oplagt valg til både at arbejde med praksisfaglige elementer og opfylde de nye fagplaners intentioner, om at undervisningen både skal udvikle kundskaber og engagement hos eleverne samt myndiggøre dem.

Engineer the future

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 som praksisfaglig didaktik

Fra politisk side har der i flere år været et ønske om at fremme ”praksisfaglighed” i grundskolen som et led i bestræbelserne på at gøre undervisningen mindre boglig-teoretisk.

I dette kapitel beskriver vi, hvordan engineering som didaktik er et oplagt valg som middel til at udvikle og gennemføre visse typer af praksisfaglig undervisning i hhv. matematik, håndværk og design samt naturfagene. Vel at mærke på en sådan måde, at praksisfagligheden naturligt støtter anvendelse og læring af faglig viden. I forbindelse med engineering-undervisning er praksisfaglighed ikke et add-on, men indgår som en naturlig og styrkende del af undervisningen.

Praksisfaglighed

I det politiske udspil *Aftale om styrket praksisfaglighed i folkeskolen* fra juni 2018 er praksisfaglighed beskrevet som en række karakteristika.

Praksisfaglighed omfatter ifølge rapporten:

- Praktiske færdigheder og kreativitet
- Arbejdskendskab, arbejdspladsfærdigheder og virkestrang
- Værkstedsfærdigheder
- Færdigheder i at kunne skifte perspektiv mellem del og helhed
- Færdigheder i at kunne anvende teorier i praksis.

Flere efterfølgende rapporter om praksisfaglighed har peget på, at begrebet ikke har nogen lang historik og derfor ikke er velbeskrevet, hverken didaktisk eller fagligt. Det har været nødvendigt med en præcisering af, hvad man kan forstå ved ”praksisfaglighed”. Derfor har flere af de samme rapporter arbejdet med at give en mere præcis og anvendelig karakteristik af, hvad praksisfaglighed kan være.

Siden 2018 er det derfor blevet mere klart, hvordan man som underviser kan tænke. I rapporten fra 2020 ”Praksisfaglighed i skolen. Vejledning og inspiration” fra Undervisningsministeriet beskrives praksisfaglighed som en kompetence i og på tværs af fag, som især tager udgangspunkt i den sidste af de fem ovenstående bullets:

Praksisfaglighed i og på tværs af fagene er elevernes kompetence til at koble ”Teori og fag” med ”Krop og erfaring” i udførelsen og udarbejdelsen af ”Handlinger og produkter” så tæt på en praksis som muligt.



PRAKSISFAGLIGHED OG FAGLIG FORNYELSE

Samtidig med at denne didaktik blev udarbejdet, blev der igangsat en proces, som skal forny folkeskolens fag.

I oktober 2023 offentliggjorde regeringen en række forslag til ændringer i folkeskolen, herunder forslag til ændring i beskrivelser af fagenes indhold og metoder (Regeringen, 2023). Udtrykket praksisfaglighed anvendes ikke i forbindelse med de nye forslag, men vi forstår de nye forslag som en faglig og didaktisk cementering af den praksisfaglighed, der omtales her i kapitel 7. Bag denne forståelse ligger, at regeringen foreslår, at der i fremtiden skal lægges mere vægt på praktisk og kreativ undervisning. Der skal være fokus på anvendelse og på sammenhæng mellem fagenes teori og praksis (s. 4, s. 18). Altså tiltag, som er velkendte i forbindelse med engineering og behandles i dette didaktikkompendium.

Tankerne i regeringsforslaget er ført videre af en ekspertgruppe, der har formuleret rammerne for indhold og form af de kommende fagplaner (STUK, 2024). Det understreges heri, at eleverne skal fordybe sig i fagene ved at arbejde praktisk, kreativt, skabende, abstrakt og teoretisk (s. 4). Undervisningen skal have plads til fagets praktiske sider (s. 8). Som det vil fremgå af dette kapitel, er engineering i fuld overensstemmelse med rammesætningen af de nye fagbeskrivelser.

Ekspertgruppen foreslår endvidere en didaktisk treklang bestående af engagement, kundskaber og myndighed (s. 10). For naturfagene, matematik samt håndværk og design, som denne didaktik særligt fokuserer på, læser vi treklangen som en videreudvikling af de nuværende formuleringer af fagenes formål. Som eksempel findes der formuleringer i alle fire naturfags formål – med vægt på følgende: elevernes engagement ("elevernes interesse og nysgerrighed [over for faget] skal udvikles"), elevernes kundskaber ("eleverne skal tilegne sig færdigheder og viden [i faget]") og elevernes myndighed ("elevernes ansvarlighed skal [videre]udvikles, så de får tillid til egne muligheder for stillingtagen og handlen").

De nye fagplaner skal være gældende fra skoleåret 2027/28. Indtil videre holder vi fast i udtrykket praksisfaglighed.

I den følgende gennemgang af forholdet mellem engineering-undervisning og praksisfaglighed udforsker vi mulighederne i denne beskrivelse. Desuden inddrager vi så mange af elementerne fra de fem punkter fra 2018, som det er muligt. Vi ser ingen modsætning mellem de to beskrivelser.

I forbindelse med praksisfaglighed sker det ofte, at aktiviteterne bliver "ren handling", altså at de bliver afkoblet fra en faglig læring eller andre forsøg på at teoretisere eller generalisere. God, gennemtænkt undervisning kan sagtens bestå i ren handling, men her er fokus på undervisning, hvor praksis forenes med faglig viden. Engineering-undervisning rummer nemlig særlige muligheder for at arbejde med denne kombination.

Ved "teori" forstås ofte i store træk den faglige viden, som er indeholdt i en lærebog eller på anden måde kan udtrykkes i ord. Det er selvfølgelig ikke alt, som kan skrives ned, der er fagligt og teoretisk, men som udgangspunkt lever faglig viden som ord og sætninger på papir eller lignende steder, fx matematikbogen, som introducerer brøkreger, eller hjemmesiden, som beskriver en dyreart og dens levevilkår.

Ved "praksis" forstås situationer, hvor eleverne er kropslige og aktive, problem- og anvendelsesorienterede, har fokus på fremstilling af et produkt eller er erhvervsrettede eller er rettet mod en virkelig praksis uden for skolen.

Praksisfaglighed kan man tænke på som en didaktisk balance mellem to poler. Den ene yderlighed – en rent boglig-teoretisk undervisning – er ikke noget ukendt fænomen, og nogle elever trives med en sådan undervisning. I visse situationer kan det fx være relevant for en lærer så at sige at ”forelæse” for en klasse. En sådan undervisning kan ikke stå alene, og for langt de fleste elever opleves en sådan undervisning som en prøvelse, læringsudbyttet er lavt, og meget af det, eleverne lærer, er kun brugbart i skolekontekst, netop fordi det er for ”teoretisk”.

Den anden yderlighed kan – som omtalt ovenfor – resultere i en undervisning, hvor eleverne kun handler, uden fokus på metode, begrebsmæssig indlæring eller inddragelse af teori. En sådan undervisning er mulig, og i mange fag og situationer kan den være relevant og nødvendig af hensyn til kropslige dimensioner, indlæring af viden, som er svær at skrift- eller sprogliggøre, sundhedsperspektiver osv. I matematik og naturfagene kan den dog ikke stå alene, fordi fagene traditionelt har et ”teoretisk” indhold som genstand for undervisningen. I håndværk og design kan det i nogle tilfælde forholde sig anderledes, idet der historisk har været en tradition for en praktisk undervisning, hvor eleverne blandt andet gennem gentagelser skal opnå håndværksmæssige færdigheder.

Engineering og praksisfaglighed

Mange af de oprindelige begrundelser for at inddrage engineering-didaktik i undervisningen henviser netop til behovet for en undervisning med balance mellem praksis og teori. Det gælder også i lande, hvor praksisfaglighed ikke – som i Danmark – er et nyt eksplicit mål for undervisningen, men hvor man har indset, at det er nødvendigt at finde et modtræk mod en overvejende boglig og lærerstyret, deduktiv undervisning.

Engineering er født som en didaktik, der rummer praksisfaglighed. Det er selvfølgelig muligt at gennemføre engineering-forløb, hvor der inddrages meget lidt teori i form af faglig viden, men generelt vil viden og metoder fra et eller flere fag være nødvendige i en engineering designproces, for at eleverne kan udvikle og forbedre konkrete løsninger på en given udfordring. Det kan dels være viden og metoder fra matematik og naturfagene, dels håndværksmæssige færdigheder og materialeforståelse fra håndværk og design.

”En hjælpende hånd” er et kortere engineering-forløb, hvor eleverne skal konstruere en prototype på et eksoskelet til hånden. Som udgangspunkt skal eleverne kun foretage få og simple undersøgelser af hånden i løbet af engineering designprocessen. Eleverne tilegner sig altså viden via en induktiv tilgang, og de anvender i høj grad denne viden gennem forskellige iterationer, fx som middel til løbende at konstruere og optimere deres prototype i delprocesserne *konstruere og forbedre*.

Pointen med eksemplet her er, at engineering giver mulighed for, at eleverne mere eller mindre struktureret tilegner sig viden gennem praktiske aktiviteter, og at den viden også anvendes praktisk til at løse konkrete udfordringer.

Engineering giver altså læreren en didaktisk tilgang med mulighed for at holde fast i faglig læring, samtidig med at undervisningen er praksisfaglig. Med engineering øges elevernes engagement ved at arbejde med aktiviteter, der kombinerer praktiske og teoretiske dimensioner af fagene, samtidig med at de gør sig erfaringer med faglige kundskaber gennem praktisk kunnen. På den baggrund kan man betragte engineering som en praksisfaglig didaktik inden for fire dimensioner.



Engineering som praksisfaglighed: Fire dimensioner

1. En kropslig og aktiv tilgang

I engineering designprocessen er der ofte fokus på elevcentrerede hands-on-aktiviteter, fx elevernes praktiske undersøgelser eller deres arbejde med at konstruere og lave forbedringer af en prototype.

Den kropslige-rumlige dimension, hvor eleverne får lov at være aktive og udnytter rum og omgivelser dynamisk, er en væsentlig del af engineering. Det bliver tydeligt for eleverne, at praktiske tilgange kan give andre løsninger og er anderledes at arbejde med end rent teoretiske overvejelser. Et eksempel findes i forløbet "Materialets mange muligheder", hvor eleverne konkret forarbejder uld med flere forskellige metoder, så ulden får forskellige egenskaber. Eleverne bruger i første omgang deres sanser – ikke mindst følesansen – til at *undersøge* og beskrive deres taktile oplevelser.

Fejl og detaljer, der ikke er tænkt igennem, kan desuden manifestere sig i det praktiske arbejde fx ved test af prototypen i delprocessen *forbedre*. Her kan eleverne opleve, at selv små detaljer kan få store konsekvenser for prototypens funktionalitet. Fejl i det praktiske arbejde "tvinger" altså eleverne til skiftevis at se på dele og helheder og at forstå sammenhængen mellem dem. Samtidig kan tilfældige fejl bruges konstruktivt fremadrettet, da analysen af de konkrete fejl bidrager med viden, der kan føre til yderligere forbedring af prototypen.

2. Problembaseret og anvendelsesorienteret

Engineering er problembaseret undervisning, som gør det muligt for læreren at skabe en (praksisfaglig) forbindelse mellem et fags teori og anvendelse af denne viden uden for faget/skolen.

I engineering arbejder eleverne praktisk med udgangspunkt i at løse et virkelighedsnært problem gennem en designproces, med inddragelse af relevant teori undervejs. Eleverne får dermed en mulighed for at arbejde konkret med (dele af) teorien. Den konkrete kontekst giver en anderledes forståelse, end hvis teorien er præsenteret for eleverne i en abstrakt form, der optræder løsrevet fra kontekst. Inddragelse af viden fra eksperter eller virksomheder, der arbejder med udvikling af lignende teknologier, produktionsmetoder eller engineering designprocesser, kan tydeliggøre koblingen mellem elevernes arbejde, og hvordan der arbejdes konkret med viden i produktionsvirksomheder.

3. Fremstilling af prototyper og produkter

Engineering kan motivere elever, når de oplever succes ved gennem praksis at skabe noget med deres hænder. Det at dygtiggøre sig og lave et godt produkt er motiverende, ligesom det at have noget konkret, noget håndgribeligt at samles om og referere til kan forene og anspore en gruppe. Samtidig er konstruktion af fysiske prototyper helt grundlæggende i engineering.

Der findes forskellige former for designprocesser, men netop engineering giver læreren en velbeskrevet didaktisk ramme for en stilladseret designproces og dermed for undervisningen og praksisfagligheden.

Gennem *udvikling/konkretisering, konstruktion og forbedring* af prototyper får eleverne mulighed for konkret at erfare, hvordan valg af forskellige materialer og teknikker – fx i forbindelse med samling af dele til en større helhed – radikalt kan påvirke løsningens kvalitet.

Gennem øget materialeforståelse og mestring af både analoge og digitale værkstedsfærdigheder og fremstillingsteknologier styrkes elevernes mulighed for at løse engineering-udfordringer. Det er igen et praksisfagligt perspektiv, når sådanne færdigheder bidrager til, at elever kan videreudvikle en prototype til et produkt.

4. Faglig viden og faglige metoder bliver konkrete

Engineering er en konkret og procesorienteret måde at arbejde på. Den tager udgangspunkt i autentiske problemstillinger og en praktisk kontekst, hvor eleverne designer egne prototyper som en del af deres løsning på problemet; eleverne arbejder praksisfagligt.

Når eleverne inddrager faglig viden i deres engineering designproces, er de nødt til at sætte den abstrakte viden fra fx lærebøger ind i en konkret sammenhæng. Derved fremmes elevernes forståelse af, hvad det er for en viden, de arbejder med, og hvad den kan bruges til. Dermed styrkes også deres motivation for at lære. Når viden på denne måde bliver konkret, smitter det også af på elevernes procesfærdigheder. Deres evne til at planlægge og gennemføre fx en konkret undersøgelse eller en analyse af en samling data udvikler sig, når de opnår erfaringer med en konkret proces, hvor de skal bruge resultaterne.

Naturvidenskabelig og matematisk viden eller viden om materialeegenskaber fra fx håndværk og design er essentiel, når eleverne får til opgave at forstå og forklare, hvordan en konkret teknologi fungerer. Det samme gælder når en gruppe vil optimere en første, grov ide til en prototype, som gruppen, i delprocessen *konkretisere*, arbejder på at få til at virke tilfredsstillende, eller i delprocessen *forbedre* arbejder på at forstå og gennemskue eventuelle svagheder i prototypen. Implementering og optimering af en teknologisk løsning bliver først effektiv, når man anvender disse typer af viden.

Det gør det nemmere for eleverne at se, hvad faglig viden kan bruges til, både metodisk og indholdsmæssigt, samt at se værdien af forskellige fagligheder og samspillet mellem praktisk og teoretisk viden. Samtidig kan engineering give autentiske rammer for, at eleverne udvikler virkekrang og alsidige kompetencer, og at de får skabt koblinger mellem teoretisk viden og praktiske færdigheder.

