



Kapitel 6. Engineerings didaktiske pejlemærker

I kapitlet sammenfattes en række didaktiske pejlemærker, som er centrale ved planlægningen af et velfungerende engineering-forløb, samt et konkret værktøj til lærerne til at vurdere kvaliteten af eksisterende engineering-forløb.

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.

Engineerings didaktiske pejlemærker

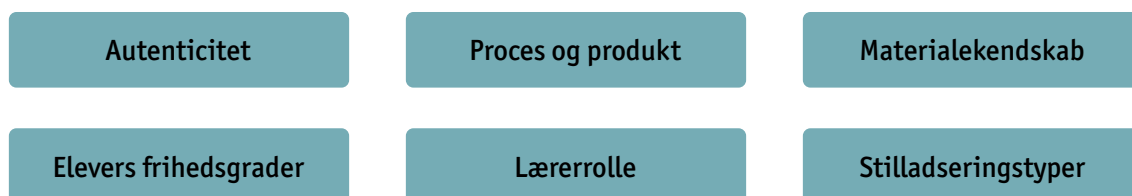
Undervisningsmaterialer, der har til formål at understøtte elevernes engineering designproces, er opbygget lidt anderledes end traditionelle undervisningsmaterialer. De skal nemlig kunne guide eleverne gennem forskellige delprocesser i engineering designprocessen, og der skal være mulighed for forskellige frihedsgrader. I et engineering-forløb skal eleverne ideelt set selvstændigt træffe mange valg undervejs om, hvordan de vil løse engineering-udfordringen, og hvis engineering-udfordringen indeholder mange frihedsgrader, kan grupperne vælge mange forskellige veje gennem processen. Som lærer og facilitator i elevernes læreproces må man stilladserer elevernes arbejde tilstrækkeligt til, at eleverne oplever en fremdrift i deres selvstændige aktiviteter.

I dette kapitel får du præsenteret didaktiske redskaber, som understøtter planlægning af et engineering-forløb. Først præsenteres en række didaktiske pejlemærker, som er centrale ved planlægningen af forløb. Til sidst finder du en liste med kriterier, som du kan bruge, hvis du ønsker at redesigne et eksisterende undervisningsforløb eller vurdere kvaliteten af andres engineering-forløb.

De 6 didaktiske pejlemærker

Man kan opsummere de særlige karakteristika ved engineering-undervisning i 6 didaktiske pejlemærker. Disse pejlemærker bør man altid overveje og indtænke, når man forbereder et engineering-forløb.

De 6 didaktiske pejlemærker udgør summen af det særlige ved engineering. Isoleret set kan enkelte af pejlemærkerne være relevante i andre undervisningssammenhænge end lige netop engineering. Det er inddragelsen af *alle* 6 pejlemærker, der udgør det særlige ved engineering, og som sikrer, at elevernes læreprocesser faciliteres og stilladseres, så de oplever fremdrift i deres selvstændige aktiviteter. Vægtningen af de enkelte pejlemærker vurderes af den enkelte lærer, fagteam, læreruddanner eller kompetenceudvikler. De 6 didaktiske pejlemærker kan derfor være et vigtigt redskab for mange fagprofessionelle, når de planlægger undervisning og kompetenceudvikling.



Figur 6.1: De 6 didaktiske pejlemærker.

De didaktiske pejlemærker tydeliggør områder af didaktikken, som er centrale for udvikling af god engineering-undervisning. For hvert område er udfoldet et didaktisk handlingsrum mellem to yderpunkter, som man som fx lærer bør forholde sig til, inden man gennemfører et engineering-forløb. De didaktiske pejlemærker lægger altså op til væsentlige didaktiske refleksioner, hvor valgene varierer og afhænger af konteksten omkring den enkelte klasse.

1. AUTENTICITET

Autentisk ←.....→ Ikke-autentisk

Når man planlægger engineering-forløb, bør man i rammesætningen af problemfeltet vægte graden af autentiske elementer i forhold til den faglige kompleksitet. Problemfeltet bør indeholde autentiske engineering-udfordringer som for eleverne kan opleves som enten personligt, fagligt eller samfundsmæssigt relevant, for at sikre, at alle elever/elevgrupper bevarer motivation og interesse for engineering-arbejdet. Elevernes faglige niveau og skolens muligheder ift. materialer og tid vil modsat udfordre elevernes autentiske oplevelse, især hvis den faglige kompleksitet medfører at eleverne fx har vanskeligt ved at undersøge udfordringen eller måske ikke kan løse den.

Eksempelvis kunne det være fagligt autentisk for eleverne, hvis problemfeltet og engineering-udfordringen tager udgangspunkt i en jægers virkelighed og at hun pga. dyrenes adfærd har brug for, at eleverne designer og konstruerer et stabilt jagttårn. Jægeren, som måske endda er en forælder, kan bidrage til yderligere personlig autenticitet hos eleverne ved fx at deltage i enten formidlingen af problemfeltet eller ved elevernes præsentation af løsninger. Grad af autenticitet vil her blive udfordret af at eleverne konstruerer deres prototyper som modeller i mindre skala, og derfor ikke laver en løsning som fx tager højde for materialernes vægt, og som umiddelbart ikke kan testes og forbedres af jægeren.

2. PROCES ELLER PRODUKT

Proces ←.....→ Produkt

Når man arbejder i en designproces, sker det for de fleste naturligt, at de hurtigt retter deres fokus mere på produktet end på at følge planlagte processer. Læreren bør derfor overveje, hvordan og i hvilken grad eleverne skal fastholdes på både proces og produkt i et engineering-forløb. Procesaktiviteter skal ofte stilladseres detaljeret og struktureret, især for uerfarne elever. Og det er centralt i udvikling af elevernes processuelle færdigheder, at de løbende forholder sig til processernes formål både gennem tekst og tale.

I delprocessen *Få ideer* kan man fx stilladserer elevernes proces vha. metodekort, som hjælper til at fastholde idegenereringen og tydeligt rammesætter, at der er fokus på *denne* delproces.

Aktiviteter, som har et mere produktorienteret stillads, bør hjælpe eleverne med systematik og løbende at fastholde deres produktorienterede til- og fravalg. Aktiviteterne er desuden væsentlige for at sikre, at elevernes valg kan underbygges fagligt, så faglig viden og færdigheder fra fagene kommer i spil. Eksempelvis kan eleverne i delprocessen *Undersøge* med fordel opstille hypoteser før en konkret undersøgelse. Dermed stilladseres deres refleksion, og det bliver mere sandsynligt, at de inddrager læringen fra undersøgelsen.

Et særkende ved engineering er, at design af fysiske prototyper nødvendiggør et materialekendskab hos eleverne. Denne viden bruger de særligt i delprocesserne *Få ideer*, *Konkretisere*, *Konstruere* og *Forbedre*.

Som lærer bør man derfor altid overveje materialernes rolle i forløbet: Hvilket omfang skal materialerne have, og hvordan skal elevernes adgang til materiale være? Desuden kan man med fordel variere, hvornår i designprocessen eleverne introduceres for udvalgte materialer. Materialer kan give inspiration til designprocessen, men omvendt kan de være svære at overskue, hvis der er frit valg, eller være styrende for processen, hvis der kun er et begrænset udvalg.

Overvej derfor, om der skal være stilladserende aktiviteter, som introducerer eleverne for specifikke materialetyper, deres egenskaber og forskellige forarbejdningsmuligheder. Herigennem vil eleverne få et øget materialekendskab, og det vil udvikle deres praksisfaglige kompetencer. Hvis eleverne får mulighed for struktureret at undersøge flere mulige materialer, kan man på den måde desuden inddrage naturfaglige undersøgelser i forløbet.

Læreren kan også bruge materialekrav som fagligt benspænd, ligesom materialer kan begrænse elevernes frihedsgrader. Man kan udvikle mange spændende engineering-forløb, hvor eleverne arbejder med helt almindelige dagligdags materialer. Ud fra det aktuelle klassetrin bør man altid overveje, hvilken materialesamling man vil anvende, og hvilken rolle materialerne tænkes at spille i engineering-forløbet.

Materialer kan være mange ting – en 5.-klasse fandt fx stor inspiration, da de efter besøg i kommunens centrale makerspace fik en kasse med rester fra lasercutteren med hjem. De små træstykker i forskellige størrelser og former var med til at skabe nye ideer hos eleverne, som brugte dem i konstruktionen af deres prototyper.

Balancen mellem strukturerede og åbne engineering-aktiviteter skal man overveje grundigt, da elevernes frihedsgrad har betydning for deres motivation og for deres mulighed for ejerskab og selvstændighed i opgaveløsningen. I kapitel 5 er der beskrevet tre niveauer af elevernes frihedsgrader for hver delproces i engineering designprocessen, og denne oversigt kan med fordel inddrages, når man planlægger undervisningen. Øget frihed kan forstærke elevernes motivation, og desuden kan variation i frihedsgrader didaktisk anvendes til at sikre undervisningsdifferentiering.

I et engineering-forløb kan der være grupper, der af forskellige årsager har brug for forskellige frihedsgrader. Et eksempel er, at én gruppe i delprocessen *Undersøge* arbejder helt selvstændigt og selv designer og udfører undersøgelser, mens en anden gruppe i samme klasse kan have brug for præcise instruktioner til, hvilken undersøgelse de skal gennemføre. Denne vekslen mellem frihedsgrader er en naturlig undervisningsdifferentiering, og i engineering understøttes den af koblingen mellem frihedsgrader og de enkelte delprocesser.

5. LÆRERROLLE

Facilitator <-----> Ekspert

Som lærer i et engineering-forløb er idealet primært at være facilitator for elevernes arbejde i de forskellige designprocesser. Det indebærer, at læreren – ud over at ”styre” og stilladsere engineering designprocessen for eleverne – fx indtager rollen som ”ligeværdig” sparringspartner, hvor man frem for at give svar på spørgsmål er nysgerrig sammen med eleverne.

Rollen som facilitator varierer ud fra en vurdering af, hvor mange frihedsgrader eleverne eller de enkelte elevgrupper i klassen kan håndtere. Læreren kan også i kortere nedslag indtage rollen som ekspert. Hvis eleverne fx har brug for viden om vands kredsløb i forbindelse med et engineering-forløb om afvanding af skolens fodboldbane, kan læreren holde et fælles oplæg for klassen. Det er her vigtigt at være opmærksom på, om denne viden er nødvendig for alle eller kun for enkelte grupper.

6. STILLADSERINGSTYPER

Fag- og proces <-----> Meta

Engineering-aktiviteter kan udfordre traditionelle måder at tilrettelægge og gennemføre undervisning på, da engineering er organiseret som problemorienteret projektarbejde, hvor eleverne fordyber sig i konstruktionen af en prototype gennem en iterativ designproces.

Dette arbejde kan læreren stilladsere med dels fag- og processtilladsering, dels metastilladsering. Fag- og processtilladsering består i, at læreren stilladserer elevernes arbejde med en blanding af faglige og processuelle aktiviteter, som bl.a. afhænger af den konkrete klasses forudsætninger, problemfeltet og den konkrete engineering-udfordring.

I et engineering-forløb med åbne rammer og skabende, selvregulerede arbejdsprocesser er det også vigtigt at understøtte elevernes læreprocesser gennem refleksion og feedback. Dette foregår ved hjælp af metastilladsering, der består i, at læreren planlægger aktiviteter, der systematisk bidrager til og hjælper med, at grupperne reflekterer over egen læring, og sikrer, at eleverne giver hinanden feedback ud fra ensartede kriterier, fx i responsgrupper.

Læs mere om stilladsering af engineering i kapitel 5.



Vurder og tilpas engineering-forløb

Hvis man skal tilpasse eller vurdere eksisterende engineering-forløb, kan nedenstående tjekliste med spørgsmål anvendes. Spørgsmålene kan stilladsere engineering-didaktiske overvejelser som er centrale for et eksemplarisk engineering-forløb. Tjeklisten er ikke udtømmende og kan med fordel suppleres yderligere.

- Er der opstillet undervisningsmål?
- Er problemfeltet autentisk og afgrænset, og rummer det en eller flere engineering-udfordringer?
- Hvilke materialer og materialekendskab hos eleverne forudsætter forløbet?
- Inddrages alle syv engineering-delprocesser og med hvilke frihedsgrader?
- Indeholder forløbet løbende elevaktiviteter med fokus på delprocessen *forbedre*, så eleverne oplever designprocessen som iterativ?
- Understøtter eventuelle lærerressourcer rollen som facilitator?
- Indeholder forløbet fag- og processtilladserende elev-aktiviteter som understøtter elevernes fokus på både produkt og proces, samt åbne og lukkede designprocesser?
- Indeholder forløbet fag- og processtilladserende elev-aktiviteter som understøtter elevernes designproces enten med fagspecifik viden, undersøgelser eller metoder?
- Indeholder forløbet gentagende metastillaserende elev-aktiviteter der fastholder centrale læringer hos eleverne, samt understøtter processer med at give/modtage feedback?
- Er der krav til prototypen og bliver der fulgt op på dem i delprocessen *præsentere*?
- Indeholder forløbet gennemgående metastillaserende elevaktiviteter som fx logbog, og hvordan inddrages den i elevernes formidling af både prototype samt faglige og processuelle erkendelser fra designprocessen?
- Er der elevaktiviteter som bidrager med kritisk-konstruktive overvejelser om teknologi og design af en teknologi, herunder hvordan det bidrager til og påvirker både den nære, regionale og globale omverden?

