



Kapitel 2. Tværfaglig engineering-undervisning

I kapitlet redegøres for engineering som tværfaglig undervisningstilgang, og hvorfor problembaseret og procesorienteret undervisning giver mange og indlysende muligheder for at integrere både fag og fagligheder i et engineering-forløb. I kapitlet udfoldes, desuden hvorfor det kan være hensigtsmæssigt for elevers motivation og engagement at have fokus på forskellige former for autenticitet i engineering-undervisning.

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.

Tværfaglig engineering-undervisning

Undervisning i skolen, som bidrager til udvikling af elevernes teknologiske dannelse, har traditionelt hørt til i naturfagene og matematik. Men arbejdet med, om og i teknologi er mere tværfagligt end blot STEM-undervisning, da teknologisk dannelse også indeholder æstetiske og samfundsfaglige perspektiver på teknologi. Engineering som helheds- og anvendelsesorienteret didaktik giver elever mulighed for at arbejde med teknologi i og på tværs af flere fag og fagligheder i skolens undervisning. Det er der flere grunde til, men særligt to argumenter tydeliggør, hvorfor engineering grundlæggende er en tværfaglig disciplin:

- 1) Engineering-undervisningen er problembaseret, hvor udgangspunktet er autentiske problemfelter fra virkeligheden, ofte med flere teknologiske udfordringer, som sjældent forstås med indhold fra en afgrænset gruppe fag. Virkelighedens teknologiske udfordringer er ligeglade med "kunstige" faggrænser i skolen.
- 2) Engineering er en procesorienteret tilgang, hvor de løsninger og/eller prototyper, som eleverne udvikler, ofte vil kræve, at viden og metoder fra flere fag og fagligheder inddrages i designprocessen.

Dette kapitel vil derfor både beskrive engineering's rolle i forhold til de øvrige tre områder i de traditionelle STEM-discipliner: science (naturfag), teknologi og matematik, og hvorfor en engineering-tilgang til teknologi også gør andre af skolens fag relevante.

Tværfaglig STEM-undervisning

Udtrykket STEM bruges i mange sammenhænge og dermed i mange forskellige betydninger, og det har ikke altid været klart, hvad STEM og STEM-undervisning er. Derfor uddyber vi her engineering-didaktikkens tolkning af STEM, og hvorfor engineering er centralt for en sammenhængende tværfaglig STEM-undervisning.

I en STEM-kontekst er der to vigtige pointer:

- Det er muligt at undervise i engineering – eller i matematik eller naturfag – uden at der er tale om STEM-undervisning (forklaring følger).
- Engineering-didaktikken er et oplagt udgangspunkt for at arbejde med STEM-undervisning.

Mange opfatter STEM-undervisning som ét didaktisk koncept, der er kendetegnet af tværfaglige elementer. I denne opfattelse bruger man STEM-begrebet, når to eller flere fagområder arbejder sammen, fx et samarbejde mellem matematik og biologi eller et engineering-forløb, der inddrager fysik/kemi.

Engineering-didaktikkens mål med STEM-undervisninger mere ambitiøst, både med hensyn til, hvordan man underviser, og med hensyn til samspillet mellem fagligheder.

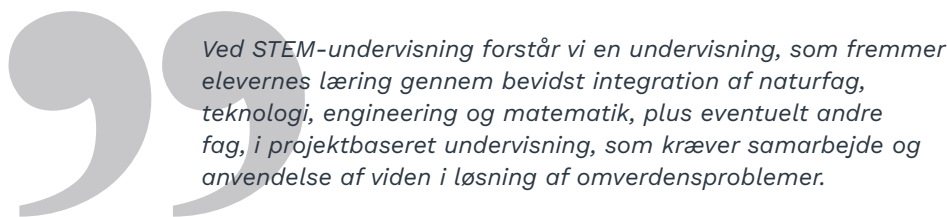
Her karakteriserer STEM en undervisning, der integrerer fagområderne, og hvor eleverne ikke bare arbejder med faglig viden, men også udvikler lyst og kompetencer til at bruge deres viden i forbindelse med problemløsning og herunder udbygge deres faglige viden.

Et afgørende træk ved STEM-integreret undervisning er, at eleverne arbejder med autentiske problemer, hvis løsning kræver viden og praksis fra mere end ét fagområde. Det er mere uddybende beskrevet senere i kapitlet.

I forbindelse med et amerikansk studie¹ gav forskerne et bud på STEM, der hviler på opfattelse og erfaringer blandt lærere og didaktikere i STEM-områderne om, hvad de mener er det interessante og det nyskabende ved STEM-undervisning. Der var konsensus om, at det er i situationer, hvor viden fra fx naturfag (science) og matematik bruges til at løse problemer, og hvor fagene bliver autentiske og meningsfulde.

¹ Baseret på Sandall, B.K., Sandall, D.L. & Walton, A.L.J. (2018). Educators' Perceptions of Integrated STEM: A Phenomenological Study. *Journal of STEM Teacher Education*, 53(1), 27-41.

Kort opsummeret kom de frem til følgende:



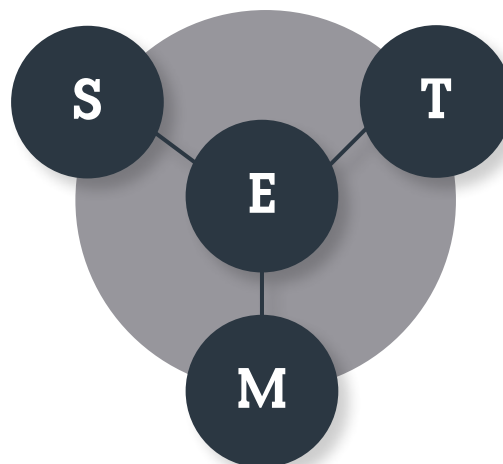
Det skal ikke forstås på den måde, at et forløb kun er STEM, hvis alle fire områder inddrages samtidigt. Det afgørende er, at eleverne arbejder med at forstå og løse et problem, og det er dette problem – støttet af lærerens planlægning og stilladsering – som styrer, hvilke fagligheder, færdigheder, viden, undersøgelser osv. der er relevante.

Problemløsende arbejde som faglig integrator

Med ovenstående definition på STEM bliver engineering-undervisning ikke automatisk STEM-undervisning. I engineering kan man fx lade en klasse arbejde med at løse et problem på trial-and-error-basis: Byg en bro af mælkekartoner, der overholder en række krav – eller tilsvarende. Et sådant forløb kan være virkelig nyttigt til at træne en række kompetencer, såsom samarbejde og planlægning, eller træne engineering designprocessen. Men inddrages viden fra de andre STEM-faglige områder ikke eksplicit, så er det ikke tværfaglig STEM-undervisning, som vi har defineret det.

Når man arbejder problemløsende i en engineering designproces, er det et godt udgangspunkt for at inddrage et eller flere af de andre STEM-områder. Engineering-udfordringen og designprocessen fastlægger de afgørende træk ved undervisningen – herunder lærerrollen – og er dermed bærende som faglig integrator.

En funktional tværfaglighed opstår ikke af sig selv, men kræver en bevidst indsats fra læreren, både ift. valg af problemfelt samt valg af, hvilken viden og praksisser fra andre STEM-fagområder, som er meningsfulde at inddrage i processen.



Tværfaglig engineering-undervisning er autentisk og problembaseret

Et udbredt kendetegn ved tværfaglig engineering-undervisning er, at eleverne skal arbejde med motiverende problemstillinger, hvor løsningerne ofte kræver viden og praksis fra mere end ét fagområde. Med det fokus giver det ikke mening kun at afgrænse engineering til STEM-fagene, da både det motiverende problemfelt og inddragelse af faglighed i designprocessen kalder på tværfaglighed som bredere end STEM.

Inden for fagdidaktikken har motivation og autenticitet fyldt mere og mere gennem de seneste 30 år. Et af hovedargumenterne for at introducere engineering i skolen var at øge elevernes motivation og engagement gennem arbejdet med autentiske engineering-udfordringer. I en dansk naturfagsdidaktik har dette arbejde taget udgangspunkt i tre former for elevautenticitet: personlig, faglig og samfundsmæssig autenticitet.

Forskellige former for autenticitet

Personlig autenticitet. Eleven kan opnå et personligt engagement ved at arbejde med åbne spørgsmål drevet af elevens nysgerrighed og medbestemmelse i undervisningen. Det betyder konkret, at eleverne enten bidrager til afgrænsning af et fagligt problemfelt, og/eller det indeholder flere engineering-udfordringer, der kan opleves som meningsfulde for forskellige elever. En god engineering-udfordring kan derfor være inden for et tværfagligt problemfelt, som relaterer sig til situationer tæt på elevens eget hverdagsliv (fx en holder til en mobiltelefon, der kan aflaste armen). En god engineering-udfordring kan også opleves som personligt autentisk, selvom problemfeltet ligger længere væk fra elevens hverdag, særligt hvis eleverne har haft indflydelse på valg af problemfeltet, eller hvis eleven forstår argumentet bag (det kunne fx være nødvendigheden af at designe bæredygtig emballage til transport af varer købt på webshops for at begrænse mængden af fx plast).

Faglig autenticitet. Gode engineering-udfordringer kan også være kendetegnet ved, at de relaterer sig til et afgrænset problemfelt på en faglig realistisk måde. Problemfelter med udgangspunkt i konkrete faglige udfordringer (eller mindre komplekse dele af dem), som fx forskere, ingeniører eller håndværkere dagligt arbejder på at løse, vil kunne bidrage til at øge elevernes oplevelse af et anvendelsesperspektiv og dermed autenticitet. Det kunne være udfordringer med at lagre energi eller udvikle CO₂-neutrale transportmidler.

Samfundsmæssig autenticitet. Endelig kan et autentisk problemfelt også bestemmes ud fra sin samfundsmæssige relevans. På engelsk omtales denne slags problemstillinger nogle gange som *socio scientific issues*. På dansk kan det oversættes til samfundsfaglige problemstillinger med et naturvidenskabeligt og teknologisk indhold. I engineering-didaktikken afgrænses samfundsfaglige problemfelter primært af indhold fra fagene, som kan bidrage til udvikling af teknologiske løsninger. Med sådanne problemfelter vil gode engineering-udfordringer blive oplevet som autentiske af eleverne, hvis de lever op til to krav: For det første indeholder problemfeltet, og dermed udfordringerne, indhold fra udvalgte fag, som eleverne kan undersøge og/eller anvende alderssvarende. For det andet indeholder problemfeltet, og dermed udfordringerne, også økonomiske, etiske eller politiske dilemmaer. Altså samfundsfaglige perspektiver, som kræver, at eleverne aktivt tager stilling til problemfeltet, da deres handlinger, fx valg eller fravalg, vil være af afgørende betydning for deres design af en løsning.

Når man i planlægningen af et engineering-forløb afgrænser problemfeltet, skal man ikke nødvendigvis kunne genfinde alle tre former for autenticitet i problemfeltet samtidigt, men det autentiske bidrager positivt til, at flere elever fra start får ejerskab til en engineering-udfordring, og undervisningen får en anvendelsesorientering, som skolens undervisning ofte anklages for at mangle.

Denne beskrivelse af autenticitet tydeliggør dog også, at en reel tværfaglig engineering-undervisning ikke kun kan afgrænses til STEM-fagene.

Engineering med afsæt i autentiske problemfelter

Hvis undervisningen skal spejle virkeligheden og dermed bidrage til, at flere af eleverne oplever en autentisk og motiverende undervisning, vil tværfagligheden række ud over STEM-fagene, ofte med afsæt i samfundsfaglige, personlige og/eller anvendelsesorienterede problemstillinger, og hvor elevernes teknologiske løsninger vil kræve integration af kundskaber fra andre fag og fagligheder. Pointen er, at funktional tværfaglighed i en engineering-sammenhæng ikke kun må begrænses til faglige sammenhænge på tværs af fag, men i højere grad bør være styret af elevernes oplevelse af autenticitet, og hvordan den kan fastholdes undervejs i designprocessen. Engineering kan derfor godt være fagligt meningsfuldt inden for et monofagligt problemfelt, men ofte vil elever opleve undervisningen som mere motiverende, hvis den tager afsæt i mere tværfaglige problemfelter, hvor narrativet bidrager til at øge autenticiteten som beskrevet i dette kapitel.

Et *autentisk problemfelt* er et afgrænset problemfelt med indhold fra et eller flere fag, som er relevant for elevernes udvikling af teknologiske løsninger. I engineering-undervisning kan sådanne autentiske problemfelter have et eller flere af følgende kendetegn:

- Problemfeltet indeholder en eller flere udfordringer, som er et reelt problem i eller for samfundet.
- Problemfeltet indeholder udfordringer, som kan løses praktisk og med teknologi, og som elever kan relatere sig til.
- Problemfeltet er dilemmafyldt, idet der kan være forskellige holdninger til, hvordan vi som samfund skal håndtere udfordringerne.
- Problemfeltet er åbent, og engineering kan være en af flere tilgange, som udfordringen kan håndteres med.
- Problemfeltet indeholder udfordringer, som kan løses teknologisk med indhold fra et eller flere fag.

Et autentisk engineering-forløb kræver altså et afgrænset problemfelt, som ofte også indeholder etiske, økonomiske eller politiske dilemmaer, personlig relevans og en anvendelsesorientering, der kan rammesætte elevernes design af en teknologisk løsning, og hvor forskellige faglige kundskaber vil være nødvendige undervejs. Engineering er derfor en oplagt mulighed for et øget tværfagligt samarbejde med fag, der ikke kun hører til STEM-fagene.

Autentiske problemfelter	Eksempler på relevante fag
Dyrevelfærd hos kæledyr (1.-3. klasse)	Natur/teknologi, biologi, matematik
Affaldssortering og genbrug (4.-6. klasse)	Natur/teknologi, matematik, håndværk og design, geografi
Bæredygtige teknologier til transport (7.-9. klasse)	Fysik/kemi, geografi, matematik
Ren drikkevandsforsyning (7.-9. klasse)	Fysik/kemi, biologi, geografi, matematik

Tabel 2.1: Eksempler på relevante tværfaglige sammenhænge mellem autentiske problemfelter og fag i grundskolen.

Hvordan forskellige fag og fagligheder kan inddrages i engineering-undervisning, hvorfor engineering er særligt praksisfagligt, samt hvordan gode autentiske problemfelter og tværfaglige engineering-udfordringer kan afgrænses, udfoldes senere i dette kompendium.



