Kapitel 15. Engineering og andre undervisningstilgange

Her præsenteres forskelle og ligheder mellem engineering og problembaseret læring, design-baseret undervisning, socio-scientific issues, innovation og entreprenørskab, inquiry-baseret matematik- og naturfagsundervisning samt tinkering.

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 Thrysøe Pagh, Anders Wind Kjølholt, Bo Kristensen, Helle Kruse Krossá, Lars Henrik Jørgensen, Lisa Svingholm, Rachel Zachariassen 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 andre undervisningstilgange

For at afklare forholdet mellem engineering og andre tilgange til praksisfaglig og/eller undersøgelsesbaseret undervisning, sammenligner vi i dette kapitel engineering med seks andre tilgange til undervisning. I slutningen af kapitlet findes en oversigt over forskelle og ligheder mellem de nye tilgange.

Udgangspunktet er, at flere af de andre tilgange har en række fælles træk: Man lægger vægt på, at undervisningen er elevaktiverende, problemløsende, samarbejdsorienteret, praksisorienteret, undersøgende og ofte tværfaglig. Gennem bestemte typer af stilladsering af eleverne har underviseren rollen som facilitator, planlægger og proceskonsulent. Desuden indgår det i begrundelsen for de fleste tilgange, at det medvirker til at øge elevernes læring indenfor relevante fagområder.

I moderne undervisningsteori indgår ordet design i mange forskellige sammenhænge. For at gennemskue, hvordan ordet bruges, kan det være en hjælp at tænke på, at udtrykket design dukkede op i 1500-tallet, hvor det betød at udføre, planlægge eller tegne/formgive. Design er et nyttigt ord til beskrivelse af bestemte menneskelige aktiviteter, og i undervisningssammenhæng bruges det typisk i forbindelse med innovationsfremmende undervisning eller engineering-designprocesser.

Vi har udvalgt seks udbredte tilgange til undervisning, som på forskellig vis indgår i fx kommunale naturfagsstrategier, i efteruddannelse eller i fondsstøttede projekter.

- Engineering
- Problembaseret læring (PBL)
- Designbaseret undervisning
- Social Scientific Issues (SSI)
- Innovation
- Inquiry Based Science & Math Education (IBSME)
- Iværksætteri/entreprenørskab.
- Tinkering

Engineering
Som det fremgår af engineering designprocessen, er engineering en designbaseret tilgang til undervisning. Engineering er rettet mod, at eleverne gennem et processtyret samarbejde finder en teknologisk løsning på et autentisk problem. Autentisk betyder i denne sammenhæng at problemet både skal opleves som meningsfyldt for eleverne, samtidig med at det kan relateres til udfordringer for andre end eleverne selv. Undervejs inddrager eleverne viden fra eksisterende fag.

Teknologi forstås i denne sammenhæng bredt, fra skruer og krydsfiner til apps på mobil. Teknologi inkluderer den viden, der skal til for at designe, fremstille, anvende, vedligeholde og genbruge teknologiske artefakter. Det skal derfor understreges, at viden om, hvordan teknologi fungerer – fx en skriftlig instruktion i, hvordan man renser vand – også er et teknologisk produkt.

Problembaseret læring (PBL)
PBL er udviklet som et redskab til bedre læring. PBL udspiller sig i projekter, hvor grupper af elever i en faseopdelt proces arbejder med at finde svar på et problem. I den oprindelige version af PBL var det en nødvendighed, at underviseren introducerede det problem, som eleverne skulle arbejde med. Men nu omfatter PBL også versioner, hvor der arbejdes med elevformulerede problemstillinger. Det er essentielt, at problemet er løst defineret (”ill structured”) og derfor lægger op til flere forskellige løsninger.

I problemløsningsprocessen er der stort fokus på elevernes egne analyser af, hvilken viden de har brug for at tilvejebringe undervejs for at finde frem til et svar eller en løsning. Desuden er der fokus på, at eleverne selv planlægger, udfører og afrapporterer deres arbejde med at skaffe viden. Underviseren fokuserer på den forudgående planlægning – herunder overvejelser om, hvilke typer af problemer grupperne skal arbejde med for at nå en række givne læringsmål – og på stilladsering af elevernes arbejds- og læringsprocesser.

Eleverne planlægger og udfører gruppevis selv de læringsaktiviteter (fx undersøgelser), som de finder nødvendige. Elever, der har indhentet ny viden, rapporterer tilbage til gruppen, som derefter gennemgår problemet i lyset af den nye viden. Elevgruppen udvikler og præsenterer deres løsning og afslutter aktiviteten med refleksioner over, hvad de har lært, og om deres strategier til indhentning og deling af viden samt analyse af problemet har været effektive.

Designbaseret undervisning

Et meget velbeskrevet og målrettet eksempel på designbaseret undervisning er Learning by Design (LBD), en specifik tilgang til undervisning i naturfagene, som blev udviklet i USA i 1960'erne.

LBD er på mange måder en videreudvikling af PBL. I udgangspunktet var tilgangen rettet mod naturfag med fokus på elever fra 6. til 8. klassetrin. Siden har modellen inspireret en lang række udviklingsprojekter og undervisningsmetoder, der indeholder de væsentlige træk fra LBD. Sådanne ideer omtales bredt som designbaseret undervisning.

I denne sammenhæng bruges ordet design for at angive, at en specifik tilgang til undervisning er resultatet af en målrettet designproces, som er udført af lærere og/eller didaktikere.

LBD blev udviklet da undersøgelser viste, at elever i udskolingen var glade for at arbejde aktivt og procesorienteret i problemløsende projekter, men det var dog ikke muligt at påvise, at arbejdet resulterede i bedre læring af det naturfaglige indhold i form af begreber og teorier.

Social Scientific Issues (SSI)

SSI-undervisning placerer naturfagsundervisning i en bred kontekst i form af en samfundsmæssig problemstilling, der har en relation til et eller flere naturvidenskabelige emner. Problemstillingen er kompleks og vanskelig at få hold på, og netop fordi den er "social", har den ikke nogen "korrekt" løsning.

Ofte vil de problemer, der tages op, være kontroversielle, til trods for at de har en naturvidenskabelig kerne, fordi problemstillingen – og den eventuelle uenighed – er omgivet af holdninger og etisk-politiske overvejelser. Der er mange eksempler. Fx om man bør begrænse udbredelsen af sygdomme ved at tvangsvaccinere borgerne med vacciner med videnskabeligt dokumenteret virkning. Eller om man skal begrænse fiskeri på baggrund af biologisk kortlægning af fiskebestande.

I SSI-undervisning arbejder underviseren altså bevidst med problemstillinger og diskussioner, der rækker ud over det naturvidenskabelige. Det betyder, at det vil være legitimt (og muligvis stærkt motiverende) for en elev at sige: "Jeg kender den videnskabelige evidens, der indgår som baggrund for diskussionen, men min holdning (til fx frihedsrettigheder eller dyrevelfærd) spiller en rolle for, hvordan jeg danner min mening. Min holdning er derfor ..., og min begrundelse er...".

Den samme type af samfundsrelaterede emner kan tages op i forbindelse med teknologi og engineering.

For underviseren betyder det, at diskussionen i klassen ændrer karakter fra at være naturvidenskabelig/teknisk til også at inddrage etiske og holdningsmæssige argumenter. Derfor kan man også beskrive SSI-undervisning som demokratiforberedende STEM-undervisning.

Innovation og entreprenørskab

I den version af entreprenørskab, der i Europa rammesættes af EU, er entreprenørskab hverken en undervisningsmetode eller et fagområde, men et nyt, overordnet uddannelsesmål.

Internationalt er der ikke enighed om, hvad mål og begrundelse er for undervisning i entreprenørskab. Selv nyere artikler peger på, at der heller ikke er enighed om, hvilke tilgange undervisere bedst kan bruge i forbindelse med undervisning i entreprenørskab.

På den ene side eksisterer en ældre og snæver opfattelse, hvor entreprenørskab (herunder det danske "iværksætteri") er knyttet til evne og lyst hos den enkelte til at starte egen virksomhed.
På den anden side findes en nyere og bred opfattelse, hvor entreprenørskab ses som en kompetence og indstilling, alle kan bibringes, og hvor fokus ikke er på business og økonomi, men er udvidet til at omfatte alle situationer hvor entreprenante personer muliggør skabelse af værdi for andre.

I dansk sammenhæng har der – i overensstemmelse med udmeldingerne fra EU – været stort politisk opmærksomhed på at indføre entreprenørskab i undervisningen. På tværs af grundskolens fag er innovation og entreprenørskab defineret lidt forskelligt (jf. Fælles Mål 2019). I naturfagene er innovation og entreprenørskab udfoldet i relation til problembaseret undervisning hvor eleverne både skal lære faget, samtidig med de udvikler et produkt, metodisk og med relevans for andre. I innovationsdelen i naturfag skal det vægtes højt, at forbedringerne er originale i sammenhængen, og at der metodisk anvendes en tilgang som er meget lig engineering. I entreprenørskabsdelen i naturfag lægges der mere vægt på, at forbedringerne kan omsættes til handling i den virkelige verden, uden det er nærmere beskrevet hvordan. Grundlæggende skal eleverne lære naturfag samtidig med, at de udvikler forbedringer af produkter, metoder og problemløsende forslag m.m. af relevans for andre.

Inquiry Based Science & Math Education (IBSME)

I IBSME-inspireret undervisning er udgangspunktet for aktiviteter i klassen et "naturvidenskabeligt" spørgsmål, som eleverne gennem egne undersøgelser og egne overvejelser besvarer ved at formulere en naturvidenskabeligt acceptabel forklaring. Problemløsningen i IBSME er altså rettet mod at finde erkendelse og formulere en forklaring på et fænomen – at blive klogere. IBSME er ikke rettet mod at finde en praktisk løsning på en udfordring, som tilfældet er i engineering. På dansk omtales IBSME af og til som undersøgelsesbaseret undervisning i matematik og naturfag.

IBSME er karakteriseret ved, at eleverne efterligner metoder og processer, som videnskabsfolk gennemfører i egentlig forskning. En af begrundelserne for IBSME er netop, at eleverne på denne måde lærer om videnskab som en række dynamiske, videnskabende metoder og processer, samtidig med at de selv tilegner sig kompetencer i at udføre undersøgelser og formulere konklusioner.

Tinkering

Tinkering er en undersøgende arbejdsform, hvor elever eksperimenterer sig frem til forståelse gennem legende afprøvning. I stedet for at begynde med en struktureret plan, starter eleverne med materialer, idéer og nysgerrighed. De prøver sig frem, bygger, fejler, justerer og forsøger igen. Denne proces understøtter også en dyb læring, fordi eleverne selv opdager faglige og teknologiske sammenhænge og udvikler strategier undervejs.

I undervisningen giver tinkering mulighed for differentiering, da alle elever kan deltage på deres eget niveau. Opgaverne har ikke ét rigtigt svar, men mange mulige løsninger. Læreren fungerer som facilitator, der stilladserer, stiller åbne spørgsmål og skaber rammer, hvor fejl ses som værdifulde skridt i læringen. Det giver plads til kreativitet og fremmer både mod, vedholdenhed og problemløsning. Tinkering styrker samtidig elevernes teknologiforståelse. Gennem praktisk arbejde med materialer – analoge såvel som digitale – får de mulighed for at undersøge funktioner, systemer og årsagvirkningrelationer i praksis. Når eleverne bygger prototyper og tester deres idéer, udvikler de både tekniske færdigheder og en undersøgende tilgang til teknologi.

Oversigt med sammenligning af undervisningstilgange

I tabel 10.1 er de forskellige undervisningstilgange samlet og sat i forhold til hinanden med korte beskrivelser ud fra følgende fire temaer:

- **Primær begrundelse og mål:** Hvad er den didaktiske begrundelse for at arbejde med denne tilgang, og hvad skal ideelt set opnås i undervisningen?
- **Udfordring/afsæt for undervisning:** Når udgangspunktet tages i begrundelsen, hvordan iscenesættes undervisningen så i praksis? Hvor tager undervisningen sit udgangspunkt? Hvilket område er den rettet imod?
- **Kobling af proces til fag:** Alle syv tilgange introduceres i en eksisterende skolesituation med etablerede fagligheder. Det er derfor relevant at se på, hvorledes tilgangen forholder sig til skolens eksisterende fag.
- **Arbejdsmodel/proces:** De fleste af de syv tilgange foreskriver en proces for elevernes arbejde. Afhængigt af hvor essentiel processen anses for at være, kan den være mere eller mindre velbeskrevet og eksplicit.

Primær begrundelse og mål	Udfordring/Afsæt for undervisning	Kobling af proces til fag	Arbejdsmodel/ proces
Engineering			
Naturfaglig læring. Teknologisk dannelse. Generiske procesfærdigheder. STEM-rekruttering.	Autentisk omverdensproblem som afsæt for fagligt funderet problemløsning.	Kan inddrage naturfag, matematik, håndværksfag samt andre fag. Fagintegration et mål.	Faseopdelt engineering designproces, vægt på iteration og et konkret teknologisk produkt.
Problembaseret læring (PBL)			
Faglig læring gennem problemløsning. Generiske procesfærdigheder. Selvstændighed.	Løst defineret problem, som der kan findes forskellige løsninger på.	Læringsmål og problem er styrende – fag trækkes ind efter behov.	Semistruktureret proces med delfaser: • Afsøg problemet • Indsaml info/undersøg • Syntetiser en problemløsning/et svar.
Designbaseret undervisning			
Naturfaglig læring, især begrebsforståelse.	Ofte cases som afsæt for design.	Tager udgangspunkt i faglige læringsmål.	Design og faglige undersøgelser vævet sammen i semistruktureret proces.
Social Scientific Issues (SSI)			
Naturfag i samfundsfaglig/etisk kontekst. Naturfaglig opdragelse til demokrati.	Samfundsmæssig problemstilling, der har relation til et eller flere naturvidenskabelige emner, men ikke nogen entydig løsning.	Udvidelse af traditionel naturfagsundervisning. Inddragelse af etiske overvejelser i engineering.	Projekt- eller emnearbejde, der omfatter naturvidenskabelig/teknologisk viden samt holdninger og diskussioner.
Innovation og entreprenørskab			
Kreativitet/nytænkning. Generiske færdigheder som beskrive, analysere, evaluere. Værdi for den enkelte og samfund, evt. med et økonomisk spinoff.	Behov/udfordring, som kræver nytænkning og udløser oplevet merværdi. Enten for andre eller som et markedsbehov mhp. salgbart produkt, som kan stå sig i konkurrence.	Forskelligt fra fag til fag. I naturfag beskrevet som problembaseret undervisning, hvor eleverne skal lære naturfag. Entreprenørskab er svagt udfoldet ift. naturfag.	Anvendelse af en designproces til innovation. I naturfagene beskrevet meget lig engineering. Entreprenørskab er i naturfag ikke tilknyttet en procesmodel.

Forsættes →

Primær begrundelse og mål	Udfordring/Afsæt for undervisning	Kobling af proces til fag	Arbejdsmodel/ proces
Inquiry Based Science & Math Education (IBSME)			
Naturvidenskabelig læring, især metodelæring. Undersøgelseskompetence.	Naturvidenskabeligt spørgsmål, gerne elevformuleret. Frihedsgrader mht. undersøgelse og tolkning.	Eftergør naturvidenskabelige forsknings- og undersøgelsesprocesser, herunder indsamling af evidens.	Elever stiller naturfaglige spørgsmål, som de forfølger ved at udtænke, udføre, fortolke og fremlægge undersøgelser.
Tinkering			
Faglig læring gennem udforskning, eksperimenter og nysgerrighed. Styrkelse af kreativitet.	Ofte arbejdes uden et klart defineret problem fra start. I stedet er udgangspunktet en ide eller konkrete materialer. Problemer anses dog som værdifuldt, da de kan drive processen fremad.	Gennem undersøgelser og eksperimenter får eleverne konkrete erfaringer med begreber, processer og kundskaber på tværs af fag.	Semistruktureret proces med udgangspunkt i egen undren, at prøve sig frem og lære af fejl.

Tabel 10.1: *Flere af de nye ideer har en række fælles træk: Der lægges vægt på, at undervisningen er elevaktiverende, problemløsende, samarbejdsorienteret, praksisorienteret, undersøgende og ofte tværfaglig. Gennem bestemte typer af vejledning af eleverne (stilladsering) har underviseren rollen som planlægger og proceskonsulent. Desuden indgår i begrundelsen for de fleste tilgange, at de medvirker til at øge elevernes læring i relevante fagområder.*