



Kapitel 10. Engineering og andre undervisningstilgange

Engineering er langt fra den eneste nye didaktiske ide på vej ind i grundskolen i disse år. I dette kapitel ser vi på forskelle og ligheder med andre aktuelle ideer og pædagogisk-didaktiske slagord.

Engineering-didaktikken består af følgende kapitler:

- Kapitel 1. Læsevejledning
- Kapitel 2. Engineering - en faglighed i skolen
- Kapitel 3. Engineering i STEM
- Kapitel 4. Engineering - hvad er det?
- Kapitel 5. Engineering-kompetencer
- Kapitel 6. Modellering i engineering
- Kapitel 7. Den gode engineering-udfordring
- Kapitel 8. Lærerens rolle, stilladsering og evaluering
- Kapitel 9. Design et engineering-forløb

Kapitel 10. Engineering og andre undervisningstilgange

Du kan finde alle kapitler på engineeringiskolen.dk

Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor

Revideret udgave, 2022, 1. udgave, 2. oplag

Forfattere: Suzie Auner, Peer Schrøder Daugbjerg, Keld Nielsen, Simon Olling Rebsdorf, Martin Krabbe Sillasen og Mads Joakim Sørensen

Redaktion: Martin Krabbe Sillasen og Mads Joakim Sørensen

Grafik & layout: Grethe Kofoed og Anne Dorte Spang-Thomsen

ISBN: 978-87-994359-5-1

Didaktikken udgives af Engineer the Future og VIA University College i samarbejde med Københavns Professionshøjskole og Astra.

Didaktikken er revideret og udgivet med støtte fra VILLUM FONDEN under Engineering i skolen.

Tak til lærerne Anna Hermannsen, Per Milling, Lotte Kold Thorup, Nina Gjetterman og Hanne Grøn for afprøvning og feedback under arbejdet med at revidere engineering-didaktikken og for at bidrage med eksempler fra egen engineering-praksis.

Tak til læreruddannere på professionshøjskolerne for frugtbare diskussioner, der har bidraget til at kvalificere engineering-didaktikken.

10. Engineering og andre undervisningstilgange

Engineering er et nyt element i naturfagsundervisningen i grundskolen. Men engineering er langt fra den eneste ide, der er på banen. Flere andre aktuelle ideer og pædagogiske slagord er på vej ind i skolen. For at afklare forholdet

mellem engineering og anden nytænkning sammenligner vi i dette kapitel engineering med seks andre nyere tilgange til undervisning. I slutningen af kapitlet findes en oversigt over forskelle og ligheder mellem de nye tilgange.

10.1 Nye tilgange til STEM-undervisningen – frugtbar mangfoldighed eller forvirring?

På kort tid er der uden nogen synlig koordinering blevet introduceret flere nye ideer og krav, som hedder noget forskelligt, men alligevel har store ligheder. Nogle lærere føler, at de nye målsætninger og tværgående kompetencer stiller krav, som det er vanskeligt at leve op til i en kompliceret hverdag. Den nye mangfoldighed af slagord og initiativer, der kommer til skolen udefra, kan skabe problemer og sætte lærernes eksisterende undervisning under pres. Nogle lærere reagerer ved at beskytte deres undervisning mod det nye, eller de vælger at nøjes med at arbejde med en enkelt af de nye ideer i håb om, at de så indirekte også rammer andre af disse ideer.

En forstærkende faktor er, at flere af de nye tiltag ikke tager afsæt i kendte fagligheder og måske ovenikøbet kun giver overordnede anvisninger på, hvordan undervisningen i praksis kan gribes an. Dertil kommer, at der i mange tilfælde mangler efteruddannelse, som kan klæde lærerne på til at undervise med inspiration fra de nye tilgange og emner.

Derfor er det et bevidst mål, at engineering kan reducere kompleksiteten og fungere som en lim, der kan binde det nye sammen med det eksisterende.

Formålet med en sammenligning er at give overblik og at tydeliggøre, hvad der gør, at engineering kan være et samlepunkt for flere nye tiltag i naturfagsundervisningen.

Udgangspunktet er, at flere af de nye ideer 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 de 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. Det klassiske eksempel på design er den proces, som en arkitekt udfører for at imødekomme en bygherres ønsker og behov, fra ide til en færdig bygning, der opfylder en række betingelser. Design er et nyttigt ord til beskrivelse af bestemte menneskelige aktiviteter, og i undervisningssammenhæng bruges det typisk i forbindelse med innovationsfremmende undervisning eller engineering-processer.

Vi har udvalgt seks udbredte tilgange til undervisning, som præsenterer en vifte af nye didaktiske begreber, der alle er rettet imod at forny undervisningen i grundskolens naturfag. Nogle af dem er skrevet ind som formelle krav til undervisningen, fx innovation og entreprenørskab. Det gælder til dels også for IBSE. Hvis man tilføjer matematik bliver akronymet IBSME, hvilket dækker over at undersøgelseskompetence er vigtig i både naturfag og matematik. Andre af de nye ideer indgår fx i kommunale naturfagsstrategier, i efteruddannelse eller i fondsstøttede projekter.

Flere af de nye tilgange har mange ligheder, og det kan være vanskeligt at holde dem adskilt fra hinanden. Som det vil fremgå, er tilgangene dog ikke ens, idet der også er store forskelle mellem dem.

Der er tale om følgende nyere tilgange til undervisning:

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

I det følgende udfolder vi de seks tilgange til undervisningen yderligere.¹

¹ Det følgende afsnit bygger på Daugbjerg, P., Krogh, L.B., Nielsen, K. & Sillasen, M.K. (2021), Engineering i Gymnasiet: Vidensgrundlag, som indeholder kildehenvisninger til relevant national og international litteratur (<https://www.ucviden.dk/da/publications/engineering-i-gymnasiet-vidensgrundlag>)

10.1.1 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 – er et teknologisk produkt.

I mange lande – primært USA og UK – har der i det sidste årti eksisteret store initiativer, som har til formål at forny undervisningen ved at indføre engineering. Det sker enten ved at integrere engineering-undervisning i eksisterende naturfag eller ved at udvikle særlige engineering-projekter, der er rettet mod engineering som et selvstændigt fag.

10.1.2 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.



10.1.3 Designbaseret undervisning

Det mest velbeskrevne og målrettede eksempel på designbaseret undervisning er Learning by Design (LBD), en specifik tilgang til undervisning i naturfagene, som blev udviklet i USA i 1990'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 udskoling var glade for at arbejde aktivt og procesorienteret i problemløsende projekter, men det var ikke muligt at påvise, at arbejdet resulterede i bedre læring af det naturfaglige indhold i form af begreber og teorier.



10.1.4 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 fiskeres ret til at fiske på grundlag 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 demokratiforberegende STEM-undervisning.

10.1.5 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 oversigtsartikler 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 "iværksætter") er knyttet til evne og lyst hos den enkelte til at starte egen virksomhed.

På den anden side 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 den/de entreprenante muliggør skabelse af værdi for andre.

I dansk sammenhæng har der – i overensstemmelse med udmeldingerne fra EU – været stor politisk opmærksomhed på at indføre entreprenørskab i undervisningen. I grundskolen udgør entreprenørskab sammen med innovation et tværgående emne i alle fag. På tværs af grundskolens fag er innovation og entreprenørskab derfor 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.

10.1.6 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.

I grundskolen i Danmark har undersøgelseskompetencen siden 2014 været en af fire gennemgående kompetencer i de naturvidenskabelige fag, og elevernes undersøgelser kan indgå i den praktiske fællesfaglige afgangsprøve i naturfagene. Dermed er der et godt grundlag for at arbejde med IBSME i grundskolen.

IBSME og den naturfaglige undersøgelseskompetence kommer naturligt i spil i forbindelse med engineering-designprocessens delkompetence *Undersøge*.

10.2 Oversigt med sammenligning af undervisningstilgange

I tabel 10.1 karakteriseres de forskellige tilgange helt kort i forhold til fire temaer:

- *Primær begrundelse og mål:* Hvad er den didaktiske begrundelse for at arbejde med denne tilgang, og hvad er det dermed, der ideelt set skal 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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.
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.

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.

A series of horizontal dashed lines for writing, spanning the width of the page.

Lined area for writing notes, consisting of multiple horizontal dashed lines.

Engineering i skolen er et samarbejde mellem Engineer the future, VIA University College, Københavns Professionshøjskole og Astra, finansieret af VILLUM FONDEN.

