

# Engineering som skaber handlefrihed og opbygger science-kapital



Denne artikel er en del af en artikelsamling, som præsenterer, analyserer og uddyber relevante emner i relation til engineering som didaktik i skolen og viser hvordan praktikere anvender engineering i deres egen praksis.

Du finder alle artikler på [www.engineeringiskolen.dk](http://www.engineeringiskolen.dk).

Et Engineeringforløb skabte viden og handlemuligheder for skoleelever i en coronatid, hvor en teatertur var i fare for aflysning.

I 2020 var Danmark ved at være igennem en første bølge af coronasmitte, og samfundet var gradvist ved at åbne igen. Men 7. årgang fra Strandgårdsskolen i Ishøj skulle bære mundbind for at komme på teatertur. I artiklen kan du læse, hvordan den autentiske udfordring blev til et engineering-undervisningsforløb, som trænede naturfaglige kompetencer og øgede deres handlefrihed.

---

Udarbejdet af Stine Arnaruluk Thorkenholdt Josefsen, lærer på Strandgårdsskolen i Ishøj og Lars Seiersgaard Jakobsen, Københavns Professionshøjskole.

## Engineering som skaber handlefrihed og opbygger science-kapital

### Engineering-udfordringen

I august 2020 var Danmark ved at være igennem en første bølge af coronasmitte, og samfundet var gradvist ved at åbne igen. Der var forsat krav om mundbind i bl.a. offentlige transportmidler, også for 7. årgang fra Strandgårdsskolen i Ishøj som skulle på teatertur til København.

Papirmundbind var upopulære og meget lidt brugte i klassen, så klassens lærere besluttede, at eleverne skulle fremstille deres egne stofmundbind – ikke bare for at imødekomme lovens krav om at reducere smittefaren, men også for at give klassen mulighed for at fremstå som en gruppe med et fælles udtryk.

Et vigtigt formål med forløbet var også at give eleverne en oplevelse af reel handlekompetence, og at de, ved at bruge deres naturfaglige kompetencer, kan gøre en forskel for sig selv og andre i samfundet.

### Begrundelser og afklaring af begreber

Forløbets formål henter blandt andet sin begrundelse i socialkonstruktivistisk teori – herunder i agency-begrebet. Her benytter vi ordet *handlefrihed* til at betegne agency. Om dette skriver Dorothy Holland (Holland, 1998, s. 5): *“Når enkeltpersoner eller grupper handler på, ændrer og tillægger en betydning til verden på bevidste måder, med det formål at skabe, påvirke og/eller transformere sig selv og/eller deres livsbetingelser, tænker vi på dette som handlefrihed.”*

Begrebet er siden taget op af flere naturfagsdidaktikere, og har især vundet momentum under betegnelsen Critical science agency (CSA)<sup>1</sup>

Forsker i Science Education, Sreyashi J. Basu skrev i 2009, at elever kan opnå en dybere forståelse af naturfagene og processer, færdigheder, og undersøgelsesformer, kan identificere sig som eksperter og kan bruge naturfagene som fundament for forandringer som fx udvikling af egen identitet og placering i verden, og de kan måske forandre verden hen imod, hvad de mener er mere retfærdigt.

---

<sup>1</sup> I USA er engineering, science og technology helt integreret i naturfagsundervisningen i skolen og er samlet beskrevet i nextgenscience.org // <https://www.nap.edu/download/13165#>, hvorfor det ikke er nødvendigt at skelne mellem disse begreber endside differentiere mellem fysik og kemi

Med inspiration fra bl.a. Højholdt & Ravn-Pedersen (2021, s. 19ff) og *Next Generation Science Standards* (se note 1, s. 201ff), fik vi lyst til at undersøge, hvad engineering kan i en tid, der nok så meget kalder på sociale som på teknologiske løsninger.

At sociale og kulturelle forhold betyder noget for måden, vi tager stilling og handler på, og dermed har indflydelse på, hvordan vi udvikler og inddrager teknologi og andre artefakter i hverdag og samfundsliv, fremgår også af Folkeskolelovens formålsformulering:

*"Folkeskolen skal udvikle arbejdsmetoder og skabe rammer for oplevelse, fordybelse og virkelyst, så eleverne udvikler erkendelse og fantasi og får tillid til egne muligheder og baggrund for at tage stilling og handle"* (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021).

Vi mener, at det er en selvstændig, vigtig pointe, at undervisningen i naturfagene ikke lukker sig omkring sig selv, men netop skriver sig ind i forhold til en fælles, almindelig opgave.

I en dansk kontekst har begrebet *handlekompetence* (Bruun Jensen & Schnack, 1994) her tidligere været anvendt i et vist omfang (primært i relation til miljøundervisning), men dette signalerer for os ikke i tilstrækkelig grad den store betydning, følelser har for, om eller hvordan vi som mennesker vælger at handle. For at sikre elevens ejerskab og engagement i skolearbejdet, mener vi, det er vigtigt at undervisningen tager udgangspunkt i elevens oplevelse af ret og vilje til – samt behov for – forandring.

Her følger en beskrivelse af forløbet om fremstilling af mundbind midt i en coronatid med billeder og anden dokumentation.

Til slut vil vi genoptage vores overvejelser omkring handlefrihed og forsøge at relatere det til undervisning i naturfag generelt. Vi mener her, at engineering har en væsentlig rolle at spille.

## Engineering-udfordringen bliver til et undervisningsforløb

Da det var første gang, eleverne skulle arbejde ud fra engineering designprocessen, blev hver delproces grundigt forklaret og diskuteret. De benyttede ligeledes gennem hele forløbet metodekort<sup>2</sup> for at stilladsere arbejdet med engineering delprocesserne.

Eleverne modtog følgende engineering-udfordring:

*Der er blevet stillet krav, om at alle over 12 år skal bære mundbind i offentlige transportmidler (august 2020). I skal derfor lave et 3-lags stofmundbind, som kan bruges, når vi skal til på teatertur til København på fredag.*

Eleverne startede med at få metodekortet *Problemskitse – arbejdsark niveau 1*, hvor de skulle definere, hvad udfordringen var, og på hvilken måde den henvendte sig til dem. Corona havde på daværende tidspunkt været en del af deres hverdag længe; eleverne havde efter hjemsendelsen i foråret indstillet sig på en række restriktioner, som nu var den nye normal – nødvendigheden af øget hygiejne og social afstand var fx velkendt. Da kravet om mundbind blev indført, undrede eleverne sig over, om det ville hjælpe, og de var meget motiverede for at undersøge sagen.



Eksempler på metodekort.

<sup>2</sup> <https://engineerthefuture.dk/undervisning/engineering-i-skolen/metodekort/>

Eleverne var derfor hurtigt klar til delprocessen *Undersøge*, hvor de fik udleveret metodekortet *Videnskortlægning*. Inden for nogle udvalgte områder lavede eleverne arbejds-spørgsmål og præsenterede, hvad de fandt ud af for hinanden. Formålet var at hjælpe eleverne til et bredere perspektiv på opgaven og arbejdet med den; både for at få lavet en løsning, der rent faktisk ville virke, dvs. reducere smitterisikoen, men også for at øge deres forståelse af hele problematikken omkring corona og hygiejneregler. Antagelsen var, at det i sidste ende ville gøre dem til gladere og bedre brugere af produktet – dvs. øge deres overholdelse af Sundhedsstyrelsens retningslinjer.

Følgende spørgsmål blev formuleret og besvaret af grupperne:

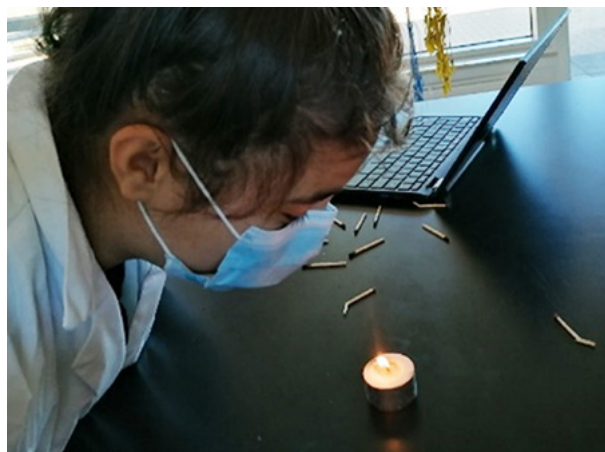
- Hvorfor hjælper et mundbind?
- Hvilket materialer er bedst til at lave et mundbind?
- Hvorfor skal der være minimum tre lag materialer i et mundbind?
- Hvilke anbefalinger er Sundhedsstyrelsen kommet frem med - hvad siger loven om mundbind?
- Hvorfor ville det være godt at lave bæredygtige mundbind, og hvordan ville det være muligt?
- Hvad koster forskellige mundbind, og hvor og hvordan laves de?
- Hvilke forskelle er der mellem stofmundbind og engangsmundbind?
- Hvad er forskellen mellem virus og bakterier?
- Hvad er COVID-19 egentlig for en sygdom?
- Hvorfor er der folk, der ikke vil bære mundbind?
- Hvordan påvirker COVID-19 dyr?

For at åbne for elevernes kreative tænkning, og for at give dem en oplevelse af, at de ikke var helt på bar bund i forhold til, hvordan deres produkt skulle se ud, arbejdede de med metodekortet *Verdens dårligste ide* i delprocessen *Få ideer*. Eleverne diskuterede materialer, virkning og risici. Buddene på *Verdens dårligste mundbind* var ret forskellige. Mundbind lavet af ost/køkkenrulle/tynde plastikposer, mundbind med huller, mundbind der var alt for små osv. Ud over at tydeliggøre mundbindets funktion, gjorde øvelsen det også mere klart, hvilke kriterier et godt mundbind skulle leve op til.

Da eleverne rent faktisk skulle fremstille mundbindene og selv benytte dem, blev de præsenteret for to modeller af 3-lags stofmundbind, som de skulle vælge mellem. I delprocessen *Konkretisere* skulle de vælge, hvilket de ville lave samt undersøge mønsteret og finde ud af, hvilke specifikke materialer, de havde brug for.

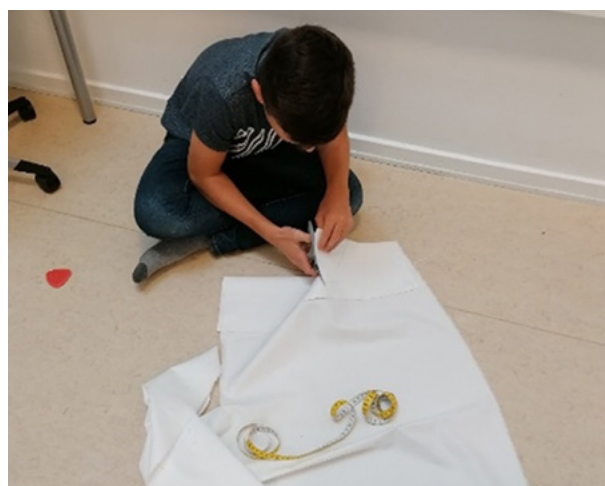
Første prototype var således valgt for dem, og alle elever fik derfor konstrueret et stofmundbind i håndværk og design lokalerne, så da turdagen kom, havde alle elever et 3-lags stofmundbind, de kunne benytte.

Dernæst undersøgte eleverne stofmundbind og engangsmundbind yderligere i jagten på at forbedre deres første prototype. Undersøgelserne gik ud på at teste mundbind, fx gennem forsøg, hvor eleverne skulle puste lys ud og teste vand- og lufttætheden af forskellige mundbind.



*Elev undersøger mundbinds lufttæthed.*

Eleverne fortsatte deres brainstorm, lavede skitser, undersøgte materialer, designede og lærte nye måder at sy på, for endelig at lave deres egen prototype, som levede op til både egne og andres, primært Sundhedsstyrelsens, krav til, hvordan et mundbind skulle se ud og fungere.



*Elev afprøver forskellige stoftyper.*

Til delprocessen *Præsentation* lavede eleverne en forklaringsvideo til resten af skolen, som de var meget stolte af at vise frem.

For at dokumentere og udfolde elevernes tanker, handlinger og følelser i forbindelse med forløbet, flettes der i de følgende afsnit en række elevcitater ind, som fremkom i forbindelse med evalueringen af forløbet.

## Handlefrihed og engineering

Som det fremgår af foregående afsnit, var det tydeligt, at eleverne i 7. årgang med forløbet fik trænet og styrket deres naturfaglige kompetencer.

Eleverne arbejdede med materialekendskab, et af de seks didaktiske pejlemærker beskrevet i Engineering-didaktikken, kap. 9<sup>3</sup>, de undersøgte forskellige materialer for deres vandtæthed og de testede deres færdige mundbind for gennemtrængelighed af luft. De tegnede og diskuterede egne og andres design af mundbind, og de arbejdede med at læse og forstå en arbejdstegning (en model) med tilhørende instruktion. Et perspektiverende aspekt opstod i forbindelse med en snak om materialer og syning af tøj, og sidst men ikke mindst blev kommunikationskompetencen styrket ved brug af fagsprog – under den afsluttende videopræsentation og gennem læsning af bl.a. Sundhedsstyrelsens coronaretningslinjer.

Samtidig fik eleverne kendskab til, og erfaring med, at anvende engineering designprocessen, som udgjorde forløbets grundlæggende didaktiske ramme. De arbejdede modellens syv delprocesser igennem ad flere omgange, så det blev tydeligt, hvordan en iterativ proces er afgørende for at udvikle en god prototype.

Alt dette blev drevet frem af et ønske om at komme på tur til København, nu hvor samfundet var ved at åbne efter den første coronanedlukning. En række elevudsagn vidner om, at engagementet var stort, og at det bla skyldes stor glæde ved at være tilbage i skolen og nødvendigheden af at lykkes med opgaven, for at turen til København kunne blive til noget.

*“Jeg synes engineering er rigtig sjovt. Det er en anden læringsmetode, hvor man kan bruge ens hænder og kreativitet. Hvor man fører teori til praksis.*

Denne oplevelse af ”en brændende platform”, altså at eleverne kunne se, at det havde betydning for dem selv og andre, at de nåede i mål med deres arbejde, angiver et vigtigt princip for læring (Kotter, 1999), som vi mener, engineering-undervisning i særlig grad er i stand til at levere.

Det er dog afgørende, at udfordringen formuleres, så den opleves som relevant og autentisk for eleverne, så de oplever, at de ved at opbygge og anvende naturfaglig kompetence på betydningsfulde måder, kan gøre en forskel for sig selv og/eller andre. Det er vigtigt, da målet for naturfagsundervisningen iflg. handlefrihed og den kritiske pædagogik ikke må begrænse sig til, at eleverne opnår naturfaglig kompetence (herunder, at de kan anvende engineering som designproces), men at skolen er et frigørende og identitetsudviklende ”projekt” med fokus på elevernes selvstændige dannelse. Der er således brug for, at undervisningen skaber rum for deltagelse i praksisfællesskaber (Wenger, 2006), men også for at den giver mulighed for distancering og afstandtagen til andres (læs samfundets) krav og normer.

*“Under et engineering-forløb lærer man at være selvstændig, hvor man kan finde sin egen måde at lave et produkt på.*

Se også Engineering-didaktikken, kapitel 7, om personlig autenticitet<sup>3</sup>.

Vi oplevede, at dette forløb gav eleverne mulighed for både deltagelse i praksisfællesskaber og for distancering og afstandtagen til andres krav og normer, da eleverne sammen både var med til at skabe og realisere noget af betydning for dem, men også kritisk diskuterede og problematiserede Sundhedsstyrelsens coronaretningslinjer, hvorved de udviklede og kvalificerede deres egne holdninger og praksis.

Vi mener, at det forhold, at eleverne fandt det helt i sin orden at bære mundbind, når bare de kunne få lov at bruge ”deres eget”, viser hvor vigtig myndiggørelse gennem personlig inddragelse og udvikling af relevante kompetencer, er.

*“Det betød meget for mig, da det er nemmere og mere trygt at bære et mundbind, man selv har produceret, og ovenikøbet er det bæredygtigt.*

<sup>3</sup> <https://engineerthefuture.dk/>

Vi ønsker samlet set at argumentere for, at eleverne med forløbet, i overensstemmelse med kriterierne for handlefrihed, udviklede:

- en dybere naturfaglig forståelse
- tiltog sig en ekspertrolle i eget liv i forhold til at håndtere coronasituationen
- brugte deres naturfaglige kompetencer til at skabe bedre og – hvad de selv så som – mere retfærdige udfoldelsesmuligheder i en svær tid. De handlede ikke på diktat fra andre, men formede deres egen løsning, som gjorde, at de igen kunne bevæge sig frit og trygt omkring.

*“Forløbet gav mig en forståelse for coronasituationen, fordi vi snakkede både om corona, men også om hvordan et mundbind, der opbygget med 3 lag, beskytter.*

Handlefrihed fremstår i denne sammenhæng som et frugtbart mål for naturfagsundervisningen.

## Science-kapital som langsigtet mål for naturfagsundervisningen

Betydningen af at sætte identitetsudvikling – og elevernes egne aspirationer – som mål for skolens naturfagsundervisning, er inden for de seneste år blevet genfremsat med begrebet *science-kapital*.

Begrebet er udviklet af Archer et al. (2015) med udgangspunkt i Bourdieus kapitalteori, og betegner et menneskes samlede ressourcer inden for naturvidenskab. I den oprindelige terminologi udtrykker begrebet science-kapital altså social og kulturel kapital anvendt i en naturvidenskabelig kontekst. Forskergruppen viser igennem en række omfattende studier, at science-kapital er positivt korreleret med sandsynligheden for, at et ungt menneske vil vælge en uddannelse og et erhverv inden for naturvidenskab (DeWitt et al., 2016).

Begrebets anvendelighed begrænser sig dog ikke til en sociologisk analyse, men bruges også til at udvikle en oversigt over naturfaglige ressourcer og didaktiske principper, som er afgørende for at et (ungt) menneske kan opbygge science-kapital (Godec, King & Archer, 2017).

Ambitionen er at dreje eksisterende undervisning i retning af elevernes habitus og felt<sup>4</sup> ud fra rationalet, at øget engagement i naturvidenskabelig praksis, styrker elevernes science-identitet, og at dette øger deres science-kapital. Det er en årsagskæde, som meget direkte skriver sig ind i forhold til udviklingen og afviklingen af nærværende engineering-forløb.

*“Engineering-forløb gør, at man er i stand til at løse problemer, der er lokale og globale.*

Antagelsen, som igen fremstår meget velundersøgt både teoretisk og empirisk (King et al., 2018) er, at engagement vil kunne opstå, hvor habitus, kapital og felt mødes. En elev vil her føle sig som en "fisk i vandet" (Bourdieu & Wacquant, 1992, s. 217) og have "feel for the game" (Bourdieu, 1990, s. 66). DeWitt et al. (2016, s. 2432) taler om en oplevelse af at "*science is for me*", og at denne følelse er omdrejningspunkt for udviklingen af en science-identitet. Engagement indgår således i et dialektisk forhold med science-identitet.

For os at se tages der således her udgangspunkt i de samme grundelementer som i handlefrihedsbegrebet, men da vi med kapitaltænkningen har at gøre med en sociologisk teori, består "fyldet i midten" ikke udelukkende af naturfaglige kompetencer – her fremhæves betydningen af at kunne trække på ressourcer i en bredere naturfaglig kontekst:

*“Det indbefatter, hvilken videnskab du kender, hvordan du tænker på videnskab (dine holdninger og tilbøjeligheder), hvem du kender (fx hvis dine forældre er meget interesserede i videnskab), og hvilken slags daglig interesse du har i videnskab. (Archer et al., 2016).*

Det lægger ekstra lag på undervisningen, fordi det fx også ses som værdifuldt at inddrage naturfaglige personer og steder uden for skolen, samt at bringe værdier, holdninger og erfaringer fra elevernes fritid og familieliv i spil. Læs også i kapitel 7, i Engineering-didaktikken<sup>5</sup> om personlig, faglig og samfundsmæssig autenticitet

<sup>4</sup> Habitus refererer med Bourdieu til en elevs holdninger, ønsker og behov, der (ofte ubevidst) er styrende for, hvad vedkommende finder muligt og eftertragtelssværdigt. Disse dispositioner opstår gennem social interaktion inden for felter, hvor eleven færdes. Det er ikke det geografiske sted, der alene udgør feltet, men mere de tilhørende forventninger, normer og regler (Bourdieu, 1977).

<sup>5</sup> <https://engineerthefuture.dk/undervisning/engineering-i-skolen/didaktikken-bag-engineering/>

I nærværende forløb kunne besøg af en vaccinemodstander, skolens sundhedsplejerske eller anden sundhedsfaglig person, en syerske og/eller en designer have tilført forløbet værdier og viden fra samfundet generelt. Vi gætter på, at det kunne have haft en positiv betydning for elevernes naturfaglige engagement både på kort sigt (i forhold til fremstillingen stofmundbind) og på langt sigt (i forhold til elevernes uddannelses- og erhvervsaspirationer), og ser det som vores ambition at realisere dette i kommende forløb.



## Afsluttende kommentarer

Det er vores håb, at vi med det her beskrevne engineering-forløb om fremstilling af stofmundbind har fået styrket elevernes handlefrihed og har fået taget hul på en tilgang til naturfagsundervisningen, der på sigt kan øge deres science-kapital med den betydningsfulde konsekvens, det kan have for deres fremtidige deltagelse i sciencerelaterede praksisfællesskaber.

Vi hæfter os ved at forløbet umiddelbart skabte stort engagement og rummede positive muligheder for en science-identitetsudvikling. Vi mener at kunne konstatere, at det gav eleverne en forståelse for at naturfaglig kompetence og engineering som metode, kan bruges til at skabe bedre livsforhold for sig selv og andre.

Sammenfattende har vi således forsøgt at argumentere for at 1) handlefrihed er et relevant og operationelt mål at have for udvikling og afvikling af undervisningsforløb i naturfagene, 2) at engineering med sit fokus på prototypeudvikling og konkret handlen er en metode, der i den sammenhæng har noget særligt at tilbyde, og 3) at science-kapital er en spændende og lovende vision for naturfagsundervisningen på den lidt længere bane.

## Referencer

- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922–948. <https://doi.org/10.1002/tea.21227>
- Basu, S.J, Barton, A.C., Clairmont, N., & Locke, D. (2009). Developing a framework for critical science agency through case study in a conceptual physics context. *Culturel Studies of Science Education*, 4, 345–371. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9135-8>
- Børne- og Undervisningsministeriet (2021). *Folkeskoleloven*. <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2021/1887>
- Bourdieu, P. (1977). *Outline of a Theory of Practice*. Cambridge University Press.
- Bourdieu, P. (1990). *The logic of practice*. Polity Press.
- Bourdieu, P., & Wacquant, L. (1992). *An invitation to reflexive sociology*. University of Chicago Press.
- Bruun-Jensen, B., & Schnack, K. (1994). *Handlekompetence som didaktisk begreb*. Danmarks Lærerhøjskole.
- DeWitt, J., Archer, L., & Mau, A. (2016). Dimensions of science capital: exploring its potential for understanding students' science participation. *International Journal of Science Education*, 38(16), 2431–2449. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1248520>
- Godec, S., King, H. & Archer, L. (2017). *The Science Capital Teaching Approach*. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10080166/1/the-science-capital-teaching-approach-pack-for-teachers.pdf>
- Højholdt, A., Ravn-Jensen, T. (red). (2021). *Håbets og handlingens pædagogik*. Hans Reitzels forlag.
- Holland, D. (1998). *Identity and agency in cultural worlds*. Cambridge: Harvard University Press.
- King, H., Archer, L., Dawson, E., & Seakins, A. (2018). Examining Student Engagement with Science Through a Bourdieusian Notion of Field. *Science & Education*, 27, 501–521. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11191-018-9988-5>
- Kotter, J. P. (1999). *I spidsen for forandringer*. Peter Asschenfeldts Nye Forlag.
- Auner, S., Daugbjerg, P.S., Nielsen, K., Rebsdorf, S.O., Sillasen, M.K. & Sørensen, M.J. (2022), *Engineering i skolen – hvad, hvordan, hvorfor*, Engineer the Future, <https://engineerthefuture.dk/undervisning/engineering-i-skolen/didaktikken-bag-engineering/> (tilgået 21.11.2022)