

# Teknologisk dannelse: Hvorfor og hvad?

- Oplæg til diskussion



Keld Nielsen,  
Aarhus  
Universitet



Martin K.  
Sillasen, VIA  
University  
College

**Abstract:** *I denne analyse diskuteres behovet for en teknologisk dannende undervisning, og der gives et bud på indhold og mål for en sådan undervisning. Der har ikke tidligere været formuleret en samlet dagsorden for teknologisk dannelse i grundskolen. En dannelse som giver eleverne viden og færdigheder til at være borgere i en fremtid med store systemiske udfordringer knyttet til teknologi, som fx omlægning af transport- og energisystemer, biodiversitetskrise og håndtering af globale klimaændringer. I teknologisk dannende undervisning bør man ifølge forfatterne skelne mellem at undervise i teknologiens funktionalitet og i en række meta-aspekter, her omtalt som teknologiens "betydning".*

## Introduktion

*"I et demokratisk samfund må hovedformålet med at undervise i teknologisk dannelse være at forberede kommende generationer til aktivt at deltage i udviklingen af samfundets teknologiske fremtid, så det sker på en moralsk forsvarlig måde". (Cordes & Miller, 1999). Citeret fra (Shume, 2013, s. 93)*

Vi har i en tidligere analyse i MONA argumenteret for at der er behov for at styrke teknologiundervisningen i grundskolens naturfag så det bliver tydeligere hvordan undervisningen bidrager til elevernes almene dannelse (Nielsen & Sillasen, 2020). Her begrundes vi nu den teknologiske dannelses nødvendighed, og vi giver et første bud på hvad indhold og mål for en dannende teknologiundervisning kan være.

Den analyse vi fremlægger, bygger på læsning af rapporter og artikler. I en efterfølgende artikel vil vi beskrive det konkrete indhold og nogle resultater fra et kursus i teknologiundervisning og teknologisk dannelse som vi i foråret 2020 afholdt med lærerstuderende. Vi anvender flere citater fra engelsksprogede referencer, som vi efter bedste evne har oversat til dansk.

## Hvorfor teknologisk dannelse?

Teknologi er en uadskillelig del af at være menneske. Siden fremstillingen af de første stenøkser har menneskers evne til at omdanne ting fra naturen til redskaber som gør kampen for overlevelse nemmere, været kernen i aktiviteter vi omtaler som “teknologiske”. Dermed har teknologi til alle tider været et centralt element i menneskets udvikling. Uden teknologi ville vi være henvist til at skrabe huller i jorden med neglene og spise hvad naturen umiddelbart byder på af bær og smådyr.

Teknologi har således altid udgjort en basis for udvikling af samfund, kultur og velstand. Men brug af teknologi har mange sideeffekter, og vi er nu i en situation hvor århundreders brug af teknologi ikke bare har skabt fremskridt, men også store, store problemer.

Afbrænding af fossile brændstoffer i energimaskiner og motorer har siden midten af 1700-tallet forøget atmosfærens indhold af drivhusgasser med klimaændringer til følge. Udbredt brug af plasticstoffer har de sidste hundrede år fyldt naturen – ikke mindst havene – med syntetiske og vanskeligt nedbrydelige stoffer til stor skade for marint liv. Intensivt fiskeri og landbrug der anvender syntetisk fremstillede sprøjtemidler, har ført til decimering eller udryddelse af mange arter – i havet og på landjorden. Så det er indlysende at visse måder at bruge teknologi på har voldsomme negative effekter.

Samtidig hviler vores fødevareproduktion, transport, sundhed, kommunikation, forskning, byers infrastruktur og mange andre sider af det moderne liv mere end nogensinde på brug af sofistikeret teknologi. De problemer der er skabt gennem vores (tankeløse?) brug af teknologi, kan kun løses gennem fornyet brug af teknologi; men på en anderledes og mere gennemtænkt måde og med udvikling af nye teknologier.

Derfor – og argumentet er ikke mere indviklet end som så – er det nødvendigt at undervisning der omhandler teknologi og giver eleverne mulighed for at blive kritiske, reflekterende, indgribende og nytænkende i forhold til teknologi, får en solid plads i undervisningen i grundskolen. Undervisningen må være teknologisk dannende. Det gælder ikke mindst i naturfagene.

Det nye forsøgsfag “Teknologiforståelse” lægger vægt på et dannende element i undervisningen. To kendere af fagets intentioner skriver:

*Anvendelsen af digital teknologi ændrer det samfund, som skolen uddanner til. Det giver uddannelsessystemet en unik og vigtig rolle. Det skal understøtte de nødvendige digitale kompetencer, som børn og unge skal have for at kunne agere meningsfuldt i et demokratisk samfund. De skal kunne mestre den digitale teknologi, [...] evne at analysere eksisterende teknologier og deres konsekvenser. (Wagner & Iversen, 2020, s. 20)*

Vi er helt enige. Der er ingen modsætning mellem de intenderede demokratisk-teknologiske kompetencer i faget digital teknologiforståelse og den dannelse vi skriver om her. Men arbejde i skolen med det meget udbredte – og historisk udstrakte – fænomen vi omtaler som teknologi, må omfatte langt mere end nye, digitale teknologier. Dannende undervisning forudsætter at man opererer med et bredt teknologibegreb.

Elevers arbejde med nye digitale tænkemåder og artefakter er nødvendigt for at fremme en forståelse af hvordan videns-, kontrol- og kommunikationsteknologier for tiden udvikler sig, hastigt og helt radikalt. Men arbejdet med det digitale kan ikke give eleverne kompetencer der er relevante for aktive, kritiske og demokratiske borgere, når mega-udfordringer som resursepild, klimaændringer, forarmelse af naturen, biodiversitetkrisen, fødevarekvalitet og sundhed skal overskues og adresseres. Omfattende teknologier som energi, transport, landbrug, medicin og produktion er i kraft af deres lange udviklingshistorie og deres komplicerede systemnatur anderledes at arbejde med, analysere, reflektere over og påvirke end digitale teknologier.

## Vores udgangspunkt

Som udgangspunkt for dette forslag til en tydeligere dagsorden for teknologisk dannelse i grundskolen har vi valgt rapporten *“Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology”* fra 2007 (ITEA, 2007). Vi vil herefter referere til rapporten som STL.

Selv om rapporten er mere end 10 år gammel, fremstår den stadig som det mest gennemarbejdede bud på hvordan man i forbindelse med undervisning kan beskrive teknologi og især teknologisk dannelse, der i rapporten omtales som “technological literacy”.

Rapporten bygger på et længere forarbejde, der går tilbage til tiden før 1990 og var koblet til den oprustning af naturfagsundervisningen som i USA blev lanceret under sloganet “Science for All Americans”. I 1996 kom en rapport der for en gangs skyld ikke kun var rettet mod naturfag, men mod teknologiundervisning med den sigende titel *“Technology for All Americans: A Rationale and Structure for the Study of Technology”* (ITEA, 1996).

Rapporten fra 1996 var ikke vellykket og slog ikke bredt igennem. Men den satte som mål at undervisningen skal være dannende gennem at sætte eleverne i stand til at “forstå, forvalte og forholde sig til teknologi og teknologisk udvikling”. Dette mål blev fastholdt i en række efterfølgende og mere anvendelige rapporter, også i STL fra 2007.

I Danmark blev idéerne bag Science for All Americans introduceret i naturfagssammenhæng med rapporten *“Fysik-kemi. Naturvidenskab-for-alle”* fra 2002 (Arbejdsgruppen for fysik og kemi, 2002). De samme idéer blev året efter præsenteret med mere

baggrund, bredde og dybde i den kendte og dagsordenssættende rapport “*Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle – vision og oplæg til en strategi*” (Andersen, Busch, Horst, & Troelsen, 2003).

Men en dansk parallel under sloganet “teknologi for alle” blev det ikke til, hverken i form af rapporter eller andre former for debat. I de følgende godt 10 år udgav Undervisningsministeriet derimod en række rapporter som alle indeholdt forslag til hvorledes det ville være muligt at udvikle og forbedre naturfagsundervisningen (se fx (Bohm et al., 2017)). Men der blev aldrig sat en lignende dagsorden i Danmark for teknologi og teknologiundervisning.

I det følgende præsenterer vi nogle af de grundlæggende synspunkter i STL. I et senere afsnit vil vi se på den kritik der er rejst mod den samme rapport, og hvorledes rapportens forslag kan suppleres med henblik på at sætte lærere i stand til at undervise i teknologisk dannelse. Vi vil også argumentere for at rapporten – efter at dens synspunkter i nogle år var henvist til et sidespor – i de sidste 5-6 år har fået en renæssance. Faktisk er der grund til at være optimistisk, idet det ser ud til at diskussionen internationalt er på vej mod noget der ligner konsensus om hvad der er vigtigt at undervise i.

## Teknologi og teknologisk dannelse i STL

Rapporten udtaler sig om “standards”. Det vil sige at den ikke er en detaljeret læseplan (syllabus), men netop prøver at begrunde undervisningen og beskrive generelle læringsmål: Hvad drejer det her sig om? Hvad er indholdet? Hvorfor er det relevant?

Man kan ikke arbejde med teknologisk dannelse medmindre man afklarer hvad man lægger i ordet “teknologi”. STLs beskrivelse af begrebet teknologi er bred og bevidst inkluderende:

*[Ved teknologi forstår vi] hvordan mennesker ændrer naturen, så den tilpasses deres egne formål. Det at handle eller skabe, eller mere generelt ... den samling af processer og viden, som mennesker gør brug af for at ekspandere menneskelige egenskaber og for at tilfredsstille menneskelige behov og ønsker (s. 2)*

*Teknologi kan være produkter og genstande, opsamlet viden, processer der producerer viden, hvordan produkter udvikles, herunder samlede systemer af produkter, viden, mennesker, organisationer, love og sociale strukturer (s. 23)*

Beskrivelsen er også passende løs i det. Man kan finde forsøg på at formulere mere præcise definitioner, men de lider for det meste under at de enten er vanskelige at forstå, eller at de alligevel ikke er nyttige i forbindelse med undervisning.

Et hovedproblem er at teknologi traditionelt opstilles som en modsætning til natur. Teknologi er "bearbejdet natur". Men i vore dage er grænsen mellem hvad man på den ene side kan opfatte som teknologi og på den anden side som natur, udvisket. Er en gensplejset majsplante et stykke natur eller et stykke teknologi? I undervisningssammenhæng kan det være helt relevant at diskutere hvor grænsen går, men man kan ikke forvente at komme frem til nogen klar fastlæggelse af samme grænse. Derfor er det hensigtsmæssigt at STL opererer med en omfattende, men ikke voldsomt præcis beskrivelse af hvad vi bør forstå ved "teknologi".

Målene for undervisning der fastlægger teknologisk dannelse, opstilles i STL i 20 punkter. De sidste 7 punkter er en inddeling af eksisterende teknologier i kategorier (medicinske teknologier, dyrknings- og bioteknologier, fremstillingsteknologier, kommunikationsteknologier osv.). De 7 teknologier betegnes samlet som "The Designed World". Denne inddeling vender vi tilbage til i en kommende artikel. Her ser vi på de øvrige 13 delmål.

Udtrykket "Nature of Technology" kunne måske oversættes ved "teknologiens natur" (der dog nemt kan forvirre når vi har et fag der hedder natur/teknologi) eller "teknologiens væsen", men vi har valgt at beholde det engelske udtryk, sommetider forkortet NOT.

Teknologiske mål	Delmål
Eleverne udvikler indsigt i The Nature of Technology (NOT). Det omfatter at de får viden om:	1. Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi
	2. Teknologiske kernebegreber
	3. Forholdet mellem forskellige teknologier og mellem teknologi og andre aktiviteter
Eleverne udvikler indsigt i forholdet mellem teknologi og samfund. Det omfatter at de lærer om:	4. De kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi
	5. Teknologiens effekter på miljøet
	6. Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi
Eleverne udvikler indsigt i Design. Det omfatter at de får kendskab til:	7. Teknologien indflydelse på historien
	8. Egenskaber ved design
	9. Engineering-design
	10. Betydningen af problemanalyse, forskning og udvikling, opfindelse og innovation samt eksperimenter i forbindelse med problemløsning

Eleverne udvikler indsigt i Den Designede Verden. Det omfatter at de kan vælge mellem og anvende:	11. Anvendelse af designprocessen
	12. Brug og vedligeholdelse af teknologiske produkter og systemer
	13. Vurdering af effekterne af produkter og systemer

**Tabel 1.** 13 af de 20 delmål for teknologisk dannelse, der opstilles i STL-rapporten (ITEA, 2007). Skemaet er baseret på (Nia & de Vries, 2016).

Delmålene 8-11 refererer til engineering, opfattet som en procesorienteret arbejdsmetode hvor målet er at eleverne gennem designprocesser når frem til teknologiske løsninger på en given problemstilling. Engineeringmål er altså også teknologiske mål, men i forbindelse med naturfagsundervisning i grundskolen er engineering velbeskrevet (og meget aktuell). Se fx ("Astra", 2018). Af pladshensyn behandler vi derfor ikke engineeringmålene her. I STL-sammenhæng indskrænker delmål 13 om vurdering af en teknologisk effekt sig til den analyse som eleverne foretager når de designer. Så også delmål 13 ser vi bort fra.

Delmål 12 opfatter vi i denne sammenhæng som et mål der koncentrerer sig om teknologiers funktion og hvordan man servicerer dem så de fungerer bedst muligt set fra en ingeniørs eller en brugers perspektiv. De mere personlige, adfærdssædrende og samfundsændrende sider af brug og vedligeholdelse mener vi kan behandles i forbindelse med delmålene 4 og 6. Dog bemærker vi at i forbindelse med engineeringundervisning i skolen og andre tiltag der indbefatter designprocesser, er det vigtigt også at inddrage punkt 12, blandt andet fordi vedligehold af teknologiske produkter – eller manglen på vedligehold og efterfølgende kassation – er et påtrængende emne i forbindelse med resurseforvaltning, resursspild og teknologi der understøtter cirkulær økonomi.

## Det betyder at vi i det følgende indskrænker os til at se på delmålene 1-7. STL-mål og teknologiske mål i naturfagene

Det indgår i naturfagene i grundskolen at fagene ikke kun skal beskæftige sig med naturen og naturvidenskabelig viden. I beskrivelsen af naturfagene står eksplicit at ud over naturen og dens fænomener så er også teknologi et genstandsområde for fagene. De to genstandsområder fremtræder helt ligestillede. Derfor er mange læringsmål i fagene knyttet til det teknologiske område. (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019a, 2019d, 2019c, 2019b).

I nedenstående oversigt har vi sorteret de mest entydigt teknologiske naturfagsmål efter de 7 delmål der er opstillet i STL (tabel 2). Det er ikke hensigten at oversigten skal være udtømmende, bl.a. fordi det ikke altid er entydigt hvilken STL-kategori et givet teknologisk naturfagsmål kan tilskrives.

Delmål fra STL-rapport	Teknologiske delmål fra naturfagene (natur/teknologi (n/t), fysik/kemi (f/k), biologi (bio) og geografi (geo))
1. Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n/t: Eleven kan genkende natur og teknologi i sin hverdag.</li> <li>• bio: Eleven kan forklare årsager og virkninger af naturlige og menneskeskabte ændringer i økosystemer.</li> </ul>
3. Forholdet mellem forskellige teknologier om mellem teknologi og andre aktiviteter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n/t: Eleven kan relatere natur og teknologi til andre kontekster.</li> <li>• n/t: Eleven kan perspektivere natur/teknologi til omverdenen og aktuelle hændelser.</li> </ul>
4. De kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• f/k: Eleven kan beskrive sammenhænge mellem teknologisk udvikling og samfundsudvikling.</li> </ul>
5. Teknologiens effekter på miljøet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n/t: Eleven kan sætte anvendelse af natur og teknologi i et bæredygtigt perspektiv. Eleven har viden om enkle principper for bæredygtighed.</li> <li>• n/t: Eleven kan beskrive interesseudsætninger ved produktionsforhold. Eleven har viden om produktioners afhængighed og påvirkning af naturgrundlaget.</li> <li>• n/t: Eleven kan identificere ressourcebesparende teknologier. Eleven har viden om enkel miljøvurdering af produkter og produktioner.</li> <li>• f/k: Eleven har viden om interesseudsætninger knyttet til bæredygtig udvikling.</li> <li>• f/k: Eleven har viden om samfundets brug og udledning af stoffer.</li> <li>• f/k: Eleven kan vurdere en teknologis bæredygtighed. Eleven har viden om teknologiers påvirkning og effekt på naturgrundlaget.</li> <li>• geo: Eleven kan analysere befolknings- og erhvervsudviklings betydning for bæredygtig udvikling. Eleven har viden om kriterier for bæredygtig befolknings- og erhvervsudvikling.</li> </ul>
6. Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n/t: Eleven kan beskrive sammenhæng mellem behov for og udvikling af et produkt</li> <li>• geo: Eleven har viden om multinationale selskaber og teknologisk udvikling som drivkraft for globalisering.</li> <li>• bio: Eleven kan forklare mulige fordele og risici ved anvendelse af bioteknologi. Eleven har viden om interesseudsætninger i relation til bioteknologi.</li> </ul>
7. Teknologiens indflydelse på historien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• n/t: Eleven kan sætte naturfaglig og teknologisk udvikling i historisk perspektiv. Eleven har viden om centrale naturfaglige og teknologiske udviklinger</li> <li>• n/t: Eleven har viden om teknologiudvikling gennem tiden.</li> <li>• f/k: Eleven har viden om centrale teknologiske gennembrud</li> </ul>

**Table 2.** Udvalgte eksempler på generelle teknologiske mål fra de fire naturfag sorteret efter STL's målkategorier.

Oversigten tjener to formål. For det første viser den at der ikke er nogen umiddelbar modsætning mellem de intentioner der ligger i de danske naturfag, og målene fra STL. For det andet viser den at nogle STL-mål er tyndere repræsenteret i de danske naturfaglige læringsmål end andre, og at et enkelt STL-mål om teknologiske kernebegreber (delmål 2) slet ikke optræder i dansk sammenhæng.

Dertil kommer en række danske naturfagsmål der er relateret til teknologiske processer eller specifikke teknologier som energiteknologi, bioteknologi, landbrug eller forsyningsanlæg. Sådanne mål er vigtige, men i ovenstående oversigt har vi udeladt danske mål som er knyttet til specifikke teknologityper, fordi udfordringen med at skelne mellem forskellige specifikke typer af teknologier tages op i forbindelse med en omtale af kurset for de lærerstuderende i en efterfølgende artikel. I kurset viste det sig nemlig ikke at være helt simpelt at opstille en generel typologi for teknologier som er velegnet til undervisning i grundskolen.

Naturfagsmålene i tabel 2 er valgt ud fra vores vurdering af hvilke STL-mål de ekspliterer, ikke ud fra en stram systematik. Det betyder at listen i detaljerne kunne se anderledes ud, men den viser nogle tydelige tendenser, som vi vurderer er reelle og ikke afhængige af vore valg. Oversigten giver grund til at glæde sig over at tydelige mål rettet mod bæredygtighed og effekter på miljøet er stærkt repræsenteret, men hvad er så de øvrige tendenser?

Mest påfaldende er det at mål der er rettet mod mere generelle træk ved teknologi, er underrepræsenterede. Som nævnt kunne vi ikke finde mål hørende til kategorien "2. teknologiske kernebegreber". Og følgende kategorier er ikke stærkt repræsenteret: "1. Karakteristiske træk", "4. De kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi" og "6. Samfundets rolle i udvikling og anvendelse".

Hvis man som lærer skal fremlægge for eller diskutere med en klasse hvad teknologi er for et fænomen, og hvilken rolle den spiller – og i fremtiden vil spille – for menneskers liv og samfundets udvikling i almindelighed, er det nødvendigt at man har både sprog og viden om hvad der er karakteristisk, hvad kernebegreberne er, og hvordan teknologi påvirker os, og hvordan vi påvirker teknologien. Det samme gælder hvis man vil undervise i hvilke forudsætninger og muligheder man som borger og forbruger har for at vælge mellem teknologier og politiske teknologiske programmer og dermed påvirke samfundets teknologiske udvikling.

Derfor er målkategorierne 1, 2, 4 og 6 afgørende for at undervisningen kan fremme elevernes teknologiske dannelse, og der bør indføres mål af denne type i naturfagene.

## Hvorfor tage udgangspunkt i STL?

Grunden til at STL stadig fremstår som det mest gennemarbejdede bud på dannende undervisning i teknologi og NOT, er paradoksalt nok at den indflydelsesrige rapport



“A Framework for K-12 Science Education” (National Research Council, 2012), se også (R. Evans & Horst, 2013), der satte engineering på dagsordenen som en del af naturfagsundervisningen i USA – og dermed i en lang række andre lande – med sit eftertryk på E’et i STEM samtidig var med til at trænge T’et i baggrunden, se fx (Jones, Bunting, & De Vries, 2013, s. 196). Med nogle få undtagelser blev teknologifaget negligeret i de faglige og didaktiske diskussioner i forbindelse med den intense interesse der blev udvist for at udvikle og fremme engineering-undervisning.

Men den skævhed er der i løbet af de sidste 5-6 år blevet rettet op på.

I 2016 skrev Nia og de Vries fra det tekniske universitet i Delft en survey-artikel hvor de undersøgte om STL giver et dækkende billede af teknologi i forhold til den løbende teknologifilosofiske debat (Nia & de Vries, 2016). De slog fast at det stadig i 2016 gjaldt at:

*... (ITEA, 2007) må betragtes som det mest omfattende og gennemarbejdede dokument, der kan fungere som en vision for ‘hvad elever bør vide og være i stand til at gøre for at være teknologisk dannede’.(s. 9)*

De slog også fast at en af udfordringerne for STL – og for forfatterne selv som teknologididaktikere – var at der ikke er udviklet en veldefineret akademisk ækvivalent til teknologiundervisning (sammenlignet med naturfagene) hvorfra man kan udlede et begrebsmæssigt grundlag for undervisningen på ikke-akademiske niveauer.

Selv om de roser STL, kritiserer de også rapporten ud fra en teknologifilosofisk tilgang. De mener blandt andet at STL gør for lidt ud af at teknologi er anderledes end naturfag fordi en teknologi er normativ. En teknologisk løsning kan være god – fx en god vaskemaskine – men det kan en naturfaglig genstand ikke. Men kan ikke tale om en god eller en dårlig elektron. De mener også at der i STL bliver gjort for lidt ud af hvad teknologisk viden er, og at der burde være mere vægt på æstetik og på emner som “teknologi og metafysik” samt “teknologi og fremtiden”. Vi skal ikke forfølge deres kritik nærmere.

Ved at analysere artikler i tidsskrifter der beskæftiger sig med STEM-undervisning, har Asunda & Quintana (2018) for perioden 2011 til 2016 undersøgt i hvor høj grad målene fra STL optræder som en del af STEM-mål. Samtidig har de sammenlignet med forekomsten af engineering-mål.

De indleder med at slå fast at det stadig er rapporter som (National Research Council, 2012) og de efterfølgende forsøg på at udforme egentlige læseplaner baseret på denne rapport (Next Generation Science Standards, se <https://www.nextgenscience.org/>) der tiltrækker sig mest akademisk opmærksomhed. I alt kodede de 361 artikler. Men STL spiller en voksende rolle i de konkrete, beskrevne aktiviteter. De konkluderer:

*Undersøgelsen har vist at områderne Design, Nature of Technology og The Designed World fra STL udgør en frugtbar platform ud fra hvilken forskere og didaktikere kan anlægge evidensbaserede strategier, der kan fremme succesfuld STEM-læring (s. 22).*

De fremhæver at feltet “engineering and technology education” for tiden (dvs. i 2018) undergår store forandringer, og at STL er med til at sætte de nye dagsordener. Og de noterer at 2014 var det første år hvor et af de undersøgte tidsskrifter bragte flere artikler om NOT end om Design.

Et nyt studium (Pleasants, Clough, Olson, & Miller, 2019) gennemgår systematisk store dele af den eksisterende teknologifilosofiske litteratur med det formål at finde frem til temaer og spørgsmål som bør behandles i forbindelse med NOT-undervisning. De er på forhånd kritiske over for den nuværende udvikling i STEM-undervisning:

*Bestræbelser i STEM-undervisning lægger vægt på læring (“literacy”) på tværs af disciplinerne naturfag, teknologi, engineering og matematik, men med få undtagelser behandles emner, der hører under teknologi, overfladisk og ukritisk. (s. 561)*

De henviser i flere sammenhænge til STL. De roser også STL for beskrivelsen af NOT, som de finder “noteworthy”:

*STL omfatter mål relateret til “The Nature of Technology” og “Technology and Society” som omhandler emner som æstetik og forholdet mellem naturvidenskab og teknologi .... Den behandler en række NOT-spørgsmål udmærket, men mangler at give tilstrækkeligt vejledning i hvordan man underviser i NOT ... Mens STL lægger mere vægt på NOT end de fleste STEM-beskrivelser, så mangler den at give en tilstrækkelig beskrivelse og forklaring af NOT-ideer for dem der skal undervise. (s. 563-564)*

Vi konkluderer at nok kan der peges på svagheder i STL-formuleringerne, men der ser ud til at være enighed om at rapporten trods alt for tiden er det bedste grundlag for undervisning i NOT vi har.

## Teknologiens kernebegreber

I 2013 undersøgte den svenske teknologifilosof og -didaktiker Per Norström hvad en gruppe af svenske teknologilærere lagde i begreberne teknologi og teknologisk viden (“technological knowledge”) (Norström, 2014). Ikke overraskende fandt han at der var stor spredning i lærernes opfattelse.

Men mere relevant her er at han konkluderede at lærerne simpelthen ikke kendte til filosofiske diskussioner relateret til teknologi og viden om teknologi (s. 19), og han

opridser hvad det betyder for kvaliteten af undervisningen. Først påpeger han at det i undervisningen er nødvendigt med tydeligt formulerede mål med undervisning, og, fortsætter han:

*I teknologiundervisning omhandler læringsmålene i vid udstrækning forskellige typer af teknologisk viden. Derfor er en eller anden form for forståelse af, hvad der karakteriserer teknologisk viden nødvendig for at læreren kan planlægge sin undervisning og evaluere resultatet. Læreren behøver også et effektivt ordforråd for at kunne diskutere med kolleger, forældre og selvfølgelig eleverne selv, hvad eleverne ved og hvad de gør af fremskridt. (s. 21)*

Det er essentielt at man som underviser i NOT har en række begreber til rådighed som sætter en i stand til at tale overordnet om karakteristiske træk ved teknologi og den rolle teknologien spiller. En af udfordringerne ved at udfolde emnet teknologi i forbindelse med undervisning er at der ikke er en gruppe af professionelle i samfundet man kan referere til hvis man som underviser fx vil formulere eller kritisere generelle udsagn om teknologi. Det er en banal, men muligvis overset udfordring.

For de andre STEM-områder findes der netop denne slags professionelle grupper. For science kan man referere til hvad "scientists" gør, for engineering til ingeniører og for matematik til matematikere. Men der eksisterer ikke en tydelig, nogenlunde homogen gruppe af "teknologer" som en underviser kan pege på for at give en karakteristik af hvordan de agerer, og hvad deres betydning, rolle og fag er.

Der er mange forskellige grupper som beskæftiger sig med specifikke teknologier på specifikke måder: Håndværkere, teknikere, montører, entreprenører, landmænd, læger, maskinmestre, designere osv. Så at finde frem til generelle træk ved det de arbejder med, byder på langt større vanskeligheder end for eksempel i forhold til naturvidenskab. Og da vi ved at allerede det at formulere generelle træk for hvad videnskabsfolk gør – deres metoder – og for den viden de skaber, er en kompliceret og vanskelig proces, kunne man være fristet til på forhånd at smide håndklædet i ringen når man kommer til teknologi. Men nej!

Nogle af de vigtigste teknologiske kernebegreber er ord vi i forvejen kender, men som i forbindelse med formulering af en egentlig teknologi-didaktik skal uddybes, forklares og eksemplificeres: Systemer, resurser, krav/specifikationer, kompromisser ("trade-offs"), processer og kontrol/regulering, vedligehold. De indgående teknologi-resurser er bl.a.: værktøj, maskiner, information/viden, materialer, energi, kapital, tid, mennesker, lovgivning.

STL lægger vægt på styrken ved at se på teknologier som systemer eller dele af systemer: "*De fleste mennesker finder det nemmere at forstå hvordan en teknologi fungerer, hvis de kan se den som et system af forbundne dele*" (s. 38). Det gælder om at kunne gå fra at se delene til at se helheden og studere hvordan delene står i forbindelse

med hinanden. Et system kan bestå af dele der selv er (under)systemer, og forskellige systemer kan interagere. I systemopfattelsen kan man tale om input, processer, output (herunder affald/forurening) og feedback.

STL anbefaler at man ikke forsøger sig med at undervise direkte i kernebegreber og kerneegenskaber, men underviser i konkrete kontekstforankrede eksempler – som fx “Motorvejen rundt om Silkeborg” (Hviid, Jensen, & Sillasen, 2020) – og derfra bygger op til generaliseringer. Men som fremført af bl.a. (Pleasant et al., 2019) så er en af svaghederne ved STL at den mangler at give en dækkende beskrivelse og forklaring af NOT-idéer for dem der skal undervise. STL kan ikke gøre det ud for en egentlig teknologi-didaktik. En sådan mangler stadig.

## Forholdet mellem teknologi og engineering i STEM

For at styrke mulighederne for en teknologisk dannende undervisning i naturfagene er det vores opfattelse at det vil være hensigtsmæssigt at en sådan undervisning knyttes til STEM-begrebet og til udvikling af STEM-didaktikken i en dansk undervisningskon tekst. Som vi tidligere har påpeget i denne artikel, omfatter teknologisk dannende undervisning ifølge STL-målkategorierne også engineering (se tabel 1).

Der findes i STEM-diskursen forskellige opfattelser af hvordan teknologi og engineering forholder sig til hinanden. I nogle undervisningssammenhænge kan E og T optræde som sideordnede (se fx (Bybee, 2013)). Men det er vores påstand at didaktisk set er det mest meningsfuldt at tænke E’et som en delmængde af T’et.

Engineering er en proces hvor teknologi skabes gennem innovationer og forbedringer. Teknologi derimod beskæftiger sig med resultaterne af engineering i form af processer og produkter og de indvirkninger på samfundet og naturen som anvendelsen af teknologien giver anledning til.

Engineering som et selvstændigt element i naturfagsundervisningen er en vigtig og frugtbar fornyelse. Men i den teknologisk dannende sammenhæng er E’et indlejret i T’et ud fra devisen “*Alle ingeniører beskæftiger sig med teknologi, men ikke alle, der beskæftiger sig med teknologi, er ingeniører*” (Pleasant, 2020). Her er engineering en væsentlig del af hvad der skal til for at have en almen forståelse af teknologi, nemlig den proces hvor ny teknologi skabes. Men at have indsigt i skabelsesprocessen er langt fra nok til at forstå fænomenet. Så engineering-processer er karakteriseret ved et element af innovation/fornyelse, hvorimod T’et netop er karakteriseret ved processer hvor innovation spiller en perifer rolle: produktion, brug, input/output, tilvænnning, vedligeholdelse, forældelse og kassation.

Teknologisk dannende undervisning vil derfor kræve overvejelser om hvordan man kan beskrive og forstå engineering som en helt igennem teknologisk aktivitet.

## Forskel på teknologiens "funktion" og teknologiens "betydning"

Flere forfattere der prøver at sætte fingeren på det essentielle i hvad der karakteriserer en fyldestgørende forståelse af teknologi, peger på at elever både skal have viden "in technology" og viden "about technology" (se fx (Norström, 2014) og (Tala, 2013)). Denne skelnen finder vi vanskelig at beskrive i en dansk sammenhæng så den bliver didaktisk anvendelig. Men en lignende skelnen beskrives didaktisk mere operationelt af John Dakers (Dakers, 2011). Han skelner mellem viden om "functionality of technology" og viden om "meaning of technology".

Funktionel viden om teknologi er den viden som fx ingeniører bruger: Hvad er det her for et produkt? Hvad er det lavet af? Hvordan fremstilles det? Hvordan virker det? Løser det de problemer det er designet til? Almindeligvis er det også funktionel viden der kommer ud af at lade elever arbejde med problemløsning, hvad enten det er i forbindelse med engineering eller med design-processer mere generelt.

Undervisning der er rettet mod forståelse af teknologiens funktioner, er vigtig og en nødvendig del af teknologiundervisning. Udfordringen er at den måde hvorpå teknologier griber ind i vore liv på godt og ondt samtidig med at vi selv er aktive i at tildele teknologier roller i vore liv, rækker ud over det funktionelle. For at forstå teknologi som et omfattende og livsdefinerende fænomen skal der mere til.

Vi har valgt at oversætte "meaning of technology" ved "teknologiens betydning" fordi vi opfatter begrebet som særdeles nyttigt og vigtigt.

At have viden om teknologiens betydning vil sige at have viden om meta-aspekter som fx: Hvorfor bruger mennesker teknologi, og hvad får vi ud af det? Hvordan bliver vores opførsel, omgangsformer, verdensforståelse påvirket af de mange teknologier vi bruger? Hvorfor og hvordan bliver vi afhængige af visse teknologier som individer og som samfund? Kan vi forudse hvordan kommende teknologiske produkter og de tilknyttede vaner vil ændre omgangsformer og sociale eller økonomiske strukturer? Hvordan går det til at en specifik teknologi introduceres med en række specifikke intentioner fra designerens eller producentens side, men meget hurtigt ændres teknologiens domæne af brugerne selv. (Tænk fx på the World Wide Web, der oprindeligt var tænkt som et instrument til informationsdeling ved at tilgå dokumenter på mange servere, men endte med at trænge ind i og helt forandre store dele af forretnings-, underholdnings- og pengeverdenen. Og folks hverdag på arbejdspladser og i hjemmet).

Tænk på din mobiltelefon. Du kan mærke den rent fysisk, du ved hvad den kan, og hvordan den virker. Du kender dens funktion. Men det er også vigtigt at have sprog til at diskutere hvorfor der findes mobiltelefoner (hvor kom de fra?), hvad de betyder for din opførsel, for dine tanker, dine vaner, din opfattelse af hvad kommunikation er, og de muligheder du og samfundet har specifikt fordi vi har mobiltelefoner. Samt de muligheder vi har mistet, og de apps vi ikke bryder os om. Og måske bruger selv om vi ved at det er problematisk. Det er at kende mobiltelefoners betydning.

I bogen *“New Frontiers in Technological Literacy. Breaking with the Past”* lader John Dakers Molly Watson en 15-årig skoleelev beskrive sit forhold til teknologi og sin opfattelse af den teknologiuundervisning hun modtager i England (Watson, 2014). Hun føler sig omgivet af (ny) teknologi på alle sider; hun og hendes kammerater føler at mobiltelefoner, streaming-tjenester og apps giver mange fordele. Det hele er “praktisk og effektivt”. Men hun føler også at det der ligger bag teknologien og udviklingen af den, er uigennemskueligt, *“technology is in fact beyond your control”*. Hun finder uigennemskueligheden uforklarlig, for hun ved godt at det er mennesker der frembringer teknologier – teknologi er “man made” – og at teknologi har en lang historie der strækker sig tilbage til opfindelse af økser og hjul.

I skolen har hun to teknologi-relaterede fag: CDT (Craft and Design Technology), der nogenlunde svarer til håndværk og design, og ICT (Information and Communication Technology), hvor hun lærer at bruge computere og software. Begge fag finder hun nyttige, men de er som *“brikker i et puslespil, der ikke passer sammen”*. Tilgangen til og opfattelsen af teknologi i de to fag er helt forskellig, skriver hun. Men fælles for fagene er at eleverne bliver undervist i “how to”. De skal lære hvordan man gør. Det hun virkelig savner i undervisningen er svar på sine mange spørgsmål om “why”. Hvorfor eksisterer denne specifikke teknologi, hvorfor er den nyttig? Vil den være nyttig i fremtiden? Vi ved ikke, skriver hun, hvad det er vi lærer at bruge.

Om at tage den slags filosofiske spørgsmål op i teknologiuundervisning har Dakers skrevet:

*Jeg vil mene, at det er dette betydnings-aspekt, som er vanskeligt at håndtere i design- og teknologiuundervisning. Men hvis udviklingen af viden i design- og teknologiuuddannelse begrænses til en behandling, som i sin essens udelukkende er neutral og funktionel, renset for etiske, politiske eller hermeneutiske egenskaber ud over, hvad der på forhånd er tilskrevet genstandene af dem, der skaber teknologierne, ... så vil det fremme udviklingen af passive og følgagtige forbrugere, som på ukritisk vis accepterer den måde, hvorpå teknologien former verden .... Hvis det er sandt, at viden er magt, så er udviklingen af en evne til kritik, en teknologiske dannelse, visselig vigtigere end udviklingen af forståelsen af de funktionelle aspekter af teknologi. (Dakers, 2011, s. 44)*

## Opsummering

Vi har givet et første bud på en beskrivelse af teknologisk dannelse som kan indgå i STEM-undervisning. Vi sammenfatter vores analyse for en teknologiuundervisning der fremmer almen dannelse:

- Målsætninger og indhold kan lade sig inspirere af og eventuelt bygge videre på STL-rapporten (ITEA, 2007).
- Undervisningen bør inddrage og pointeres i en række teknologiske kernebegreber som fx systemer, resurser, krav/specifikationer, kompromisser (“trade-offs”), processer og kontrol/regulering, vedligehold. De indgående teknologi-resurser er bl.a.: værktøj, maskiner, information/viden, materialer, energi, kapital, tid, mennesker, lovgivning.
- Undervisningen bør omfatte både teknologiens funktionalitet og teknologiens betydning, jf Dakers (2011).
- De eksisterende fælles mål for naturfagene kan og bør udbygges/justeres så der bliver plads til en mere omfattende læring om teknologisk dannelse.

Vores beskrivelse er selvfølgelig meget langt fra at være en egentlig didaktik. Men vores håb er at beskrivelsen kan udvikles til et grundlag for at eksperimentere med en didaktik og relevante undervisningsforløb med vægt på dannende elementer. Vi håber endvidere at andre finder emnet teknologisk dannelse interessant og relevant nok til at bidrage til diskussionen og pege på styrker og mangler i det vi har fremlagt. Og især foreslå forbedringer.

Som allerede nævnt vil vi snarest præsentere indhold og resultater af et kursus for lærerstuderende, hvor vi forsøgte at konkretisere ovenstående betragtninger. Både det der lykkedes, og de steder vi begik fejl.

## Referencer

- Andersen, N. O., Busch, H., Horst, S., & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*.
- Arbejdsgruppen for fysik og kemi. (2002). *Fysik og Kemi. Naturvidenskab-for-alle*. Retrieved from <https://ufm.dk/publikationer/2002/filer-2002/fysik-og-kemi-naturvidenskab-for-alle.pdf>
- Astra. (2018). Hentet 5. oktober 2020, fra <https://astra.dk/engineering>
- Asunda, P. A., & Quintana, J. (2018). Positioning the T and E in STEM: A STL analytical content review of engineering and technology education research. *Journal of Technology Education*, 30(1), 2-29. <https://doi.org/10.21061/jte.v30i1.a.1>
- Bohm, M., Salomonsen, D., Quistgaard, N., Binau, C., Wøhlk, E., Jensen, L. V., & Kronvald, O. (2017). *Sammen om naturvidenskab. Anbefalinger til en national strategi for de naturvidenskabelige fag*.
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2019a). *Biologi – Faghæfte 2019*. Retrieved from <https://emu.dk/sites/default/files/2019-08/GSK-Faghæfte-Biologi.pdf>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2019b). *Fysik/kemi – Faghæfte 2019*. Retrieved from <https://emu.dk/sites/default/files/2019-08/GSK-Faghæfte-Fysik-kemi.pdf>

- Børne- og Undervisningsministeriet. (2019c). Geografi – Faghæfte 2019. Retrieved from <https://emu.dk/sites/default/files/2019-08/GSK-Faghæfte-Geografi.pdf>
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2019d). Natur/teknologi – faghæfte 2019. Retrieved from <https://emu.dk/sites/default/files/2019-08/GSK – Faghæfte – Natur teknologi.pdf>
- Bybee, R. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. (D. Evans, Ed.), *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association. <https://doi.org/10.2505/9781936959259>
- Cordes, C., & Miller, E. (1999). *Fool's Gold: A critical look at computers in childhood*. College Park, MD: Alliance for Childhood.
- Dakers, J. R. (2011). Blurring the Boundaries between Human and World. In *de Vries, Marc J (ed.), Positioning Technology Educaton in the Curriculum* (pp. 41-52).
- Evans, R., & Horst, S. (2013). Nye mål for naturfagsundervisning i USA – vil vi samme vej i Danmark? *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 0(3 SE-Aktuel analyse). Retrieved from <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/35966>
- Hviid, J., Jensen, F., & Sillasen, M. K. (2020). *Overgange i naturfag* (1st ed.). København: Gyldendal.
- ITEA. (1996). *Technology for All Americans. A Rationale and Structure for the Study of Technology*. Retrieved from [https://scholar.lib.vt.edu/TAA/Taa\\_tech.pdf](https://scholar.lib.vt.edu/TAA/Taa_tech.pdf)
- ITEA. (2007). *Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology*. Retrieved from [www.iteaconnect.org](http://www.iteaconnect.org)
- Jones, A., Buntting, C., & De Vries, M. J. (2013). The developing field of technology education: A review to look forward. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(2), 191-212. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9174-4>
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Nia, M. G., & de Vries, M. J. (2016). “Standards” on the bench: Do standards for technological literacy render an adequate image of technology? *Journal of Technology and Science Education*, 6(1), 5-18. <https://doi.org/10.3926/jotse.207>
- Nielsen, K., & Sillasen, M. (2020). Teknologiforstyrrelse: Hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver “teknologi”? *MONA – Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 2020(3), 63-73.
- Norström, P. (2014). How technology teachers understand technological knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(1), 19-38. <https://doi.org/10.1007/s10798-013-9243-y>
- Pleasants, J. (2020). Inquiring into the Nature of STEM Problems: Implications for Pre-college Education. *Science and Education*, 29(4), 831-855. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5>
- Pleasants, J., Clough, M. P., Olson, J. K., & Miller, G. (2019). Fundamental Issues Regarding the Nature of Technology: Implications for STEM Education. *Science and Education*, 28(3-5), 561-597. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00056-y>



- Shume, T. J. (2013). Computer Savvy but Technologically Illiterate: Rethinking Technological Literacy. In *Clough, M.P., Olson, J.K., & Niederhausen, D.S (2013). The nature of technology: implications for learning and teaching* (pp. 85-100).
- Tala, S. (2013). The Nature of Technoscience (NOTS). In *Clough, M.P., Olson, J.K., Niederhauser, D.S. (eds.). (2013). The Nature of Technology: Implications for Learning and Teaching* (pp. 51-84).
- Wagner, M.-L., & Iversen, O. S. (2020). Digital myndiggørelse i den danske grundskole. *KVAN. Tidsskrift for Læreruddannelse Og Skole, 117*, 20-31.
- Watson, M. (2014). Technology and Technology Education: Perspectives from a Young Person. In *Dakers, J.R. (ed.). New Frontiers in Technological Literacy. Breaking with the Past* (pp. 47-58).