

Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning?



Jette Reuss Schmidt, UCN

Abstract: Skolens naturfag og matematik optræder oftere og oftere i det amerikansk-inspirerede akronym STEM. Således også i National naturvidenskabsstrategi, i teknologipagten og i Engineering i Skolen. Hverken i USA eller i Danmark er der dog enighed om hvordan STEM skal og bør defineres, eller hvilket indhold det skal have. I denne artikel vises det hvordan danske virksomheder via Dansk Industri og fonde anvender en STEM-kriseretorik til at sikre fokus på T'et, E'et og elevernes/de studerendes arbejdsmarkedsparathed. Med artiklen lægges der op til en debat om hvordan STEM bør defineres, og af hvem.

Indledning

Når man studerer det internationale naturfaglige forsknings- og udviklingsarbejde der foregår disse år, er det svært at komme uden om STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) eller STEAM (med tilføjelse af Arts). Siden præsident Obama i 2009 anvendte det i sin "Education to Innovate"-kampagne (Obama, 2009), har det gået sin sejrsgang verden over. STEM er i USA båret frem af en dominerende kriseretorik om fremtidens mangel på kvalificeret arbejdskraft (Mansfield, Welton & Grogan, 2014), senest i den femårsplan som præsident Trumps administration udsendte i december 2018, hvori det fastslås at innovationshastigheden og den deraf følgende konkurrence for naturfaglige og tekniske talenter accelererer på globalt plan, og at USA's fremgang og sikkerhed nu mere end nogensinde afhænger af en innovationskapacitet og et effektivt STEM-uddannelsesøkosystem (Committee on STEM Education, 2018). Fx står der:

"Grundlæggende STEM-koncepter læres bedst i en tidlig alder i grundskolens små og store klasser – fordi de er de væsentlige forudsætninger for karrieremæssig teknisk træning [...]. Forøgelse af amerikanernes digitale færdigheder og styrkelse af STEM-arbejdsstyrken nødvendiggør involvering fra hele USA's STEM-virksomhed." (Min oversættelse fra Committee on STEM Education, 2018, s. 1)

I nærværende artikel vises det hvordan danske virksomheder med Dansk Industri (DI) i spidsen følger USA's STEM-krisediskurs og løsningsstrategier. Der peges dog også på den kritik som tager til i STEM's kølvand (Mansfield, 2014; Wolfmeyer, 2017; Zeidler, 2016; Weinstein, 2016). Kritikken går på at STEM-diskursen indsnævrer sciencebegrebet til problemer der skal løses, at de dominerende forsknings- og udviklingsmål vedrørende STEM ligger inden for T'et, "technological literacy for all", med en hovedvægt på digital teknologi (Sharma, 2016) og E'et, "Engineering", med hovedvægt på design, og på at der er en generel tendens til at nedtone det demokratiske engagement i skoleverdenen og at privilegere de økonomiske interesser inklusiv de store virksomheders angst for mangel på arbejdskraft (Zeidler, 2016). Med afsæt i disse kritiske røster vil denne artikel pege på nogle af tidens tendenser vedrørende STEM-diskursen i Danmark. Formålet med artiklen er at lægge op til en debat om hvordan STEM bør defineres, og af hvem.

Danmark importerer USA's STEM-krisediskurs

– og følger USA's løsningsstrategier

Stem-krisediskursen kan spores tilbage til sputnikchokket fra 1958 hvor Sovjetunionens succes med opsendelse af sputnik 1 fik daværende præsident Eisenhower til at igangsætte forsøgs- og udviklingsprogrammet National Defense Education Act (NDEA). Man var af den overbevisning at Sovjetunionens skoler overgik de amerikanske med det resultat at de amerikanske forskere var Sovjetunionens underlegne. Som tillæg til NDEA etableredes Elementary and Secondary Education Act (ESEA) der skulle sikre at alle elever kunne nå sputnik-inspirerede læringsmål (Mansfield, Welton & Grogan, 2014, s. 1159) Resultatet blev først i USA siden i Danmark til den videnskabscentrerede læseplan. Bag denne læseplanstænkning lå en nedsivningstanke hvor basisviden fra universiteternes naturvidenskabelige fag skulle "sive ned" i folkeskolen.

Igen i 1983 kom et politisk opråb fra USA med publikationen *A Nation at Risk* (Gardner, 1983) hvori det blev beskrevet hvordan USA's konkurrencedygtighed blev overgået af en række konkurrerende lande. Og igen fik de amerikanske skoler skylden. Det blev således beskrevet hvordan de amerikanske studerendes faglige formåen var faldet til under niveauet før sputnik-chokket. Midlet til at højne niveauet skulle være faglig standardisering og accountability hvilket betød standardiserede mål og test. Danmark fulgte igen efter med Centrale Kundskabs- og Færdighedsområder (CKF) (Schmidt, 2015).

Op gennem 00'erne tog kriseretorikken igen til i USA. Nu var det manglen på ingeniører og teknikere der var problemet. Og i 2009 lovede præsident Obama at løfte amerikanske studerende fra middel til "top of the pack" i science og matematik i løbet af det næste årti (Mansfield, Welton & Grogan, 2014, s. 1161). Det medførte en

“Educate to Innovate”-kampagne hvor Obama tog kontakt til erhvervslivets penge- stærke topledere. Resultatet blev iværksættelse af offentlig/private partnerskaber der ved hjælp af investeringer fra filantropiske fonde som fx Bill and Melinda Gates Foundation skulle sikre:

“Nye og kreative metoder til at generere og opretholde elevinteresse og entusiasme inden for science og matematik. Genoplivning af opfindsomhed og innovation er afgørende for Amerikas succes der længe har været kernen i det amerikanske økonomiske lederskab.”
(Min oversættelse fra Obama, 2009)

Et af målene var at få flere, ikke mindst flere kvinder, til at vælge naturvidenskabelige jobs. Og om de efterfølgende STEM-reformer blev det sagt: “Disse reformer vil hjælpe med at forberede USA’s elever på at blive klar til college og karriere og sætte dem i stand til at udkonkurrere enhver arbejdstager, hvor som helst i verden” (min oversættelse fra Mansfield, 2014, s. 1161). Pengene fra det såkaldte Race To The Top (RTTT)-program skulle udelukkende gå til institutioner der således ønskede at forbedre STEM-uddannelsen.

Siden slutningen af 50’erne har STEM-krisediskursen således været dominerende. Det har været virkningsfuldt, for som neoliberalisten par excellence Rahm Emmanuel udtrykte det: *“Lad aldrig en krise gå til spilde ...[...]. Kriser skal ikke løses eller overleves, men strammes og udnyttes”* (min oversættelse fra Weinstein, 2016, s. 65). Den såkaldte STEM-krise hvor arbejdsgiverne gennem mediernes og lovgivningens klager over den manglende evne til at finde kvalificerede ingeniører og teknikere, driver ifølge Weinstein skolernes transformation (Weinstein, 2016).

T’et og E’et ekspanderer, og S’et og M’et transformeres

Ifølge kritikerne har STEM-uddannelse fået betydelig opmærksomhed i USA med hjælp fra førende amerikanske virksomheder (Mansfield, Welton & Grogan, 2014; Carter, 2016). Således beskrev Business Roundtable (2014), en sammenslutning af administrerende direktører fra store virksomheder, i en rapport fra 2014 (Sharma, 2016, s. 43) at nye arbejdstagere ikke var velforberedte og manglede beskæftigelsesegnethed. Et par år tidligere kom The President’s Council on Jobs and Competitiveness (White House, 2011), hvilket også er et udvalg domineret af de store virksomheder, med en tilsvarende erklæring om at kløften mellem medarbejderfærdigheder og arbejdsgivers behov var stærkest i STEM-uddannelserne. Man gav derfor præsidenten et råd om at forbedre hele STEM-uddannelsessystemet fra førskole til gymnasium så arbejdsmarkedsparatheden blev styrket (Sharma, 2016, s. 43).

Foruden teknologiske, især digitale, og engineering-kompetencer blev der ønsket et fokus på generiske kompetencer såsom kreativitet, innovation, entreprenørskab, problemløsning, samarbejde m.m., alt sammen med udgangspunkt i *den virkelige verdens* problemstillinger.

“I det menneskelige kapital/darwinistiske spil om at sælge os selv er vi alle nødt til at være iværksættere hvor vi sælger os selv og vores arbejde som råvarer. Således producerer STEM-uddannelse dette perfekte emne for neoliberalisme, altså at uddanne “science”-studerende til at sælge sig selv, deres ideer og at se sig selv som iværksættere (ingeniører).” (Weinstein, 2016, s. 65)

Sharma påpeger at når disse magtfulde stemmer i enighed opfordrer til at lukke “færdighedsgabet”, så lytter staten og agerer derefter (Sharma, 2016, s. 43). Metoderne til at pleje virksomhedernes interesse er mange:

1. stærke netværk inkl. nationale råd og komiteer
2. direkte kontakt til politikere
3. adgang til pressen, fx med udgangspunkt i egne eller bestilte rapporter
4. offentlig/private partnerskaber
5. direkte investering i STEM (Sharma, 2016).

Selvom STEM's neoliberale fortøjninger ifølge Carter (Carter, 2016) er tydelige i den politiske retorik, er de dog mindre tydelige i STEM-uddannelsesretorik. I STEM-didaktik blødgøres den økonomiske vægt, og STEM knyttes mere til det omgivende samfund. Et dansk eksempel på det er:

“Derfor er det bydende nødvendigt, at kommende borgere har tilstrækkeligt kendskab til naturvidenskab og engineering for at kunne deltage i offentlige diskussioner om temaer, der er relateret til de to områder, og til at være kritiske brugere af information med naturvidenskabeligt og teknologisk indhold, som har betydning for deres liv.” (Sillasen, Daugbjerg, Krogh & Nielsen, 2018, s. 17)

Der er således i skolesammenhæng en begyndende løsrivelse fra den hårde retorik om mangel på ingeniører, men kriseretorikken forekommer sideløbende, og uden de store virksomheders finansiering ville det næppe være engineering der blev det centrale omdrejningspunkt for naturfagsdidaktisk skoleforskning.

Den hårde politiske retorik om mangel på ingeniører genfinder vi i Danmark – ikke mindst i teknologipagten (se faktaboks om teknologipagten) hvori der er henvisning til en dokumentation udfærdiget af Ingeniørforeningen IDA og Dansk Industri (Engineer

the Future, 2015). Mindre flittigt bruges analyserne fra Teknologisk Institut hvor det overordnet konkluderes at der er og fortsat vil være STEM-uddannede nok, men at der er "et kvalitativt mismatch i selve matchningsprocessen, som ikke kan løses ved at øge udbuddet af STEM-kandidater" (Teknologisk Institut, 2015, s. 1).

Det bliver spændende at følge udviklingen, for der ligger potentielle interessekonflikter i den bløde og den hårde retorik, og i store dele af USA, hvor læseplaner styres af Next Generation Science Standarder (NGSS), repræsenterer STEM noget mere komplekst som har stor indvirkning på undervisning sammenlignet med en mere traditionel naturfaglig undervisning. I hvert af NGSS-fagområderne udvides indholdet med engineering efter en såkaldt designlogik:

"Pointen er forskellen i hvordan man arbejder med det dissekerede svin eller fåreøje der ligger på dissekeringsbordet, og hvordan man arbejder med objekter. Det er bekræftet at genstande i hvile forbliver i hvile, og at objekter i bevægelse uden påvirkning af eksterne kræfter forbliver i bevægelse. Naturfagsundervisning har ikke primært været at designe et "bedre" øje eller et "hurtigere" objekt. Det ændrer sig i NGSS hvor den nye standard privilegier en iværksætter-subjektivitet der er eksplicit knyttet til tekniske identiteter (Tonso, 2006). Igen og igen skal eleverne reagere på et påbud om at "designe" i stedet for at udforske, opretholde, pleje eller forholde sig til." (Min oversættelse fra Weinstein, 2016, s. 64)

Kravet om design transformerer således S'et og M'et, og det er et vigtigt spørgsmål hvornår design giver mening, og hvornår det ikke gør.

Indtil videre har Danmark således fulgt USA's STEM-krisediskurs og stort set den samme løsningsstrategi. Som tilfældet er i USA, har den økonomiske magtelite stor indflydelse på denne strategi.

Den danske magtelites STEM-strategi

Dansk Industri (DI) er vel det tætteste vi kommer på det amerikanske Business Roundtable. Og derfor er det denne organisations indflydelse på STEM-uddannelserne vi skal følge i det nedenstående.

Ifølge bogen *Magteliten* (Larsen, Ellersgaard & Bernsen, 2015) står DI som et bindeled i de hæderkronede danske virksomheders interne netværk. Det beskrives hvor ekstremt velforbundet erhvervslivets inderkreds er til resten af organisationernes netværk. Helt centralt i netværket er landets allerstørste virksomheder som Mærsk, Novo Nordisk og Lego og altså interesseorganisationen DI (Magtelite.dk, 2016 på forsiden).

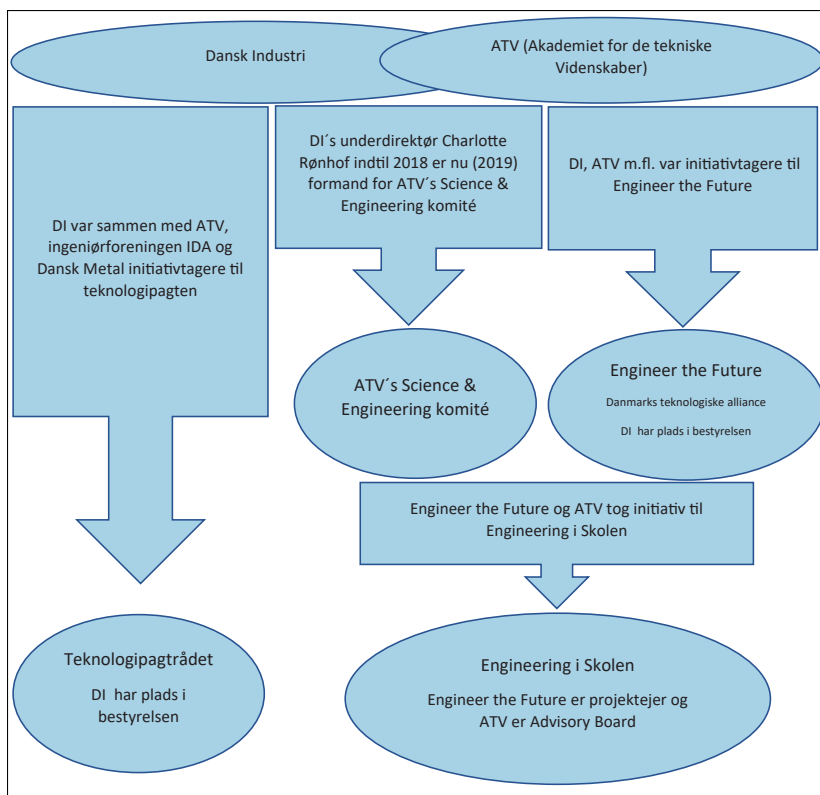
Engineer the Future, som DI er en del af (se figur 1), bruger den samme STEM-krisediskurs som tilfældet er med Business Roundtable, og recepten er den samme: T'et, E'et og arbejdsmarkedsparathed skal styrkes.

“Danmark halter fortsat bagud i international sammenhæng, når det handler om unges interesse for STEM-uddannelser. Det skal vi have ændret på, hvis danske virksomheder skal kunne klare sig i den internationale konkurrence.” (Engineer the Future, 2017, s. 3)

De seneste stigninger i optag på STEM-studier tyder dog på at de unges interesse for naturfag ikke er blevet ødelagt af den nuværende skoleuddannelse, men at problemet opstår et helt andet sted:

“Samtidig med at danske virksomheder skriger på uddannede inden for teknologi, it, ingeniørkundskab, naturvidenskab og matematik, afviser flere universiteter unge, der søger ind på netop de uddannelser.” (TV 2 Nyheder, 2018)

Ikke desto mindre er det vigtigt for DI at skolen inddrager engineering for at tiltrække flere til ingeniørstudierne. Af figur 1 fremgår det hvor stor indflydelse DI har haft på promoveringen af Technology og Engineering i det danske uddannelsessystem.



Figur 1. Dansk Industris og ATV's interessesammenfald og indflydelse på Technology (T) og Engineering (E)

Det fremgår således at DI har haft afgørende indflydelse på etableringen af teknologipagtrådet og af Engineering i Skolen. Det fremgår også at de med deres mange bestyrelsesposter stadig har centrale positioner i de fora hvori STEM bliver defineret i disse år. Det gælder såvel landspolitik som kommunale tiltag.

Som et konkret eksempel på DI's magt kan nævnes Charlotte Rønhof (CR) som i mange år fungerede som DI's talskvinde på uddannelses- og forskningsområdet. Om CR skriver Altinget under overskriften *Charlotte Rønhof stopper i DI: Det er ikke sjovt at være kriger uden fjender*:

“Charlotte Rønhof har tegnet industriens uddannelses- og forskningspolitik siden årtusindeskiftet og har haft markant indflydelse på regeringens politik igennem årene, så meget at hun til tider nærmest selv har skrevet den.” Og: “Skiftende ministre og ordførere har lagt sig i kølvandet på Charlotte Rønhofs politiske linje [...]. Nu takker hun af efter 18 år – for hun har vundet kampen.” (Kristiansen, 2018, forsiden)

Charlotte Rønhof er uden tvivl en dygtig strateg og kommunikator, men tidernes kriseretorik har også været hendes synspunkter gunstige. Foruden formandsposten i ATV's science og engineering-komité er CR nu også blevet udvalgt som formand for *Rådet for børns læring*. CR fortsætter således i to for skolens virke meget afgørende råd.

Offentlig/private partnerskaber

Interessekonflikter opstår

En af de internationale trends som USA har stået i spidsen for, er offentlig/private partnerskaber. Det er også et fænomen som er nået til Danmark, og som har indflydelse på STEM. Nedenfor gives nogle eksempler:

Engineer the Future

IDA, DI, ATV, universiteter og en række store virksomheder har etableret den teknologiske alliance “Engineer the Future” hvis formål er at komme manglen på arbejdskraft til livs, blandt andet gennem en opkvalificering af fødekæden fra grundskole til universitet inden for teknologi og naturvidenskab. DI har sæde i bestyrelsen.

Tænk tanken DEA

DI har en toppost i DSEB's (Danish Society for Education and Business) bestyrelse. DSEB der har som mål at løfte forsknings- og uddannelsesarbejdet med et globalt forretningsperspektiv (DSEB, 2019), tog i 2010 initiativ til etablering af den offentlige/private tænketank DEA. DEA arbejder for at styrke værdiskabelsen og væksten

i Danmark gennem bedre viden om tidlig indsats, uddannelse og forskning (DEA, 2015). DEA har udfærdiget rapporten *Hvordan får vi STEM på lystavlen hos børn og unge?* (Jørgensen et al., 2019). DEA tog i øvrigt også initiativ til NEUC (Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter).

Naturvidenskabernes Hus

Naturvidenskabernes Hus blev etableret i et "tripel helix"-samarbejde mellem interessenter fra erhvervslivet (især Grundfos og HedeDanmark), uddannelsesinstitutioner (fra grundskole til universitetsniveau) og offentlige myndigheder. "Parterne gik sammen for at tage ansvar for løsning af samfundsproblematikken omkring mangel på medarbejdere med kompetencer indenfor naturvidenskab og teknik" (Naturvidenskabernes Hus, 2013, s. 1). DI har sæde i bestyrelsen.

ASTRA

Ifølge resultataftale af 2018 (Astra, 2018) indgår den offentlige investering i ASTRA i et samspil med de privatfinansierede programmer i forholdet 50/50 offentlig/privat. DI har sæde i ASTRAs bestyrelse.

Eksemplerne ovenfor kan give anledning til spørgsmål vedrørende interessekonflikter. Der er næppe nogen tvivl om at de virksomheder som investerer i fx engineering, har en interesse i at promovere ingeniørfaget og styrke elevernes interesse herfor. Man kan blot se introduktionsvideoen i Naturvidenskabernes Hus om den hjælpende ingeniør (Engineer the Future, 2019). I undervisningsregi vil der derimod være større fokus på elevernes almene dannelse inklusiv teknologisk dannelse. Umiddelbart behøver der måske ikke være en konflikt her, men interessekonflikten opstår når man fx skal definere *Engineering thinking*. Hvorfor skal eleverne lære at tænke som ingeniører? Og hvor stor en del af STEM skal bygges op omkring eleverne som værende tænkende ingeniører? Forbliver den virkelige verdens problemstillinger virkelige når de bringes ind i klasselokalet? Når eleverne fx skal designe en vandpumpe i forbindelse med vands ulige fordeling i verden, kan man spørge til tidsforbruget i pumpekonstruktionen med alle Engineering-faserne sammenlignet med den tid det må tage for at eleverne får en forståelse af virkelighedens problemer med vand. De offentlig/private samarbejder er ikke uproblematisk, og der vil formentlig forekomme forskellige svar på spørgsmålene.

De fem strategier som Business Roundtable benyttede for at få udbredt STEM-krisediskursen, kan således genfindes i Danmark. Det vil sige at de pengestærke danske virksomheder har gode muligheder for at få deres mærkesager gennemført ved hjælp af stærke netværk, direkte kontakt til politikere, økonomi til at bestille og udfærdige rapporter hvis resultater offentliggøres i medierne, offentlig/private partnerskaber og

direkte investeringer i STEM. Den største investering i STEM i skolen og i skoleforskning går via diverse fonde hvilket vi skal se på i næste afsnit.

Fondes STEM-definitioner styrkes

Ifølge Birgitte Boesen (2018) er fondene i bevægelse fra diskrete velgørere til synlige samfundsaktører. Figur 2 illustrerer denne bevægelse i hovedtræk.



Figur 2. Udvikling i fondes filantropistrategi

Af ovenstående figur fremgår det at der blandt fondene er en bevægelse væk fra armlængde-filantropi til mere målrettede indsatser hvor fondene selv står for eller er inddraget i idégenerering og realisering (Boesen, 2018, s. 66). I forbindelse med den efterhånden meget anvendte kampagnofilantropi opfordrer fonden via *calls* til at søge om midler til nogle af fonden definerede projekter. I den forbindelse stiller fonden ofte krav om at ansøgerne går sammen i partnerskaber om at søge midler til et større projekt. Endelig vælger nogle fonde (heriblandt Poul Due Jensens Fond som er hovedaktionær i Grundfos) helt at droppe ansøgningerne for i stedet at fokusere indsatsen på nogle få områder. Disse fonde har en idé om at fondenes uddelinger ikke skal være afhængige af ansøgerfeltet, men at fondenes vision bedst varetages ved at fonden selv opsøger samarbejdspartnere (Boesen, 2018, s. 67). Der er således tale om en top-down-proces hvor bevillingsmodtagerne først inddrages i projektmodningsfasen og ikke i initiativfasen (Boesen, 2018, s. 67)

Om dette sagde Christian Hartvig (direktør for Poul Due Jensen Fonden indtil november 2018):

“Vi inddrager brugere i projektmodningsfasen, men ikke i initiativfasen. Metoden er ganske vist tidskrævende, men den skaber forankring dér, hvor ansvaret for at virkeliggøre forandringerne ligger.” (Boesen, 2018, s. 67)

Man kan således sige at definitionsretten ligger hos ansøgerne i armlængde-filantropien og i betydelig grad hos fondene når disse ikke har nogen ansøgningsknap. Calls og de tematiske ansøgningsprocedurer ligger et sted imellem de to yderpunkter.

Der er også en bevægelse fra enkeltstående og kortsigtede uddelinger til langtidsvirkende og koordinerede indsatser. Engineering i Skolen, som er et 10-årigt projekt, er et eksempel herpå. Der er desuden større samarbejde fondene imellem så indsatser koordineres. Dette sker ikke mindst med etableringen af *Fondenes Videnscenter* i 2018. Også dette giver fondene store magtbeføjelser, hvilket forstærkes af at fondene ofte indgår i offentlig/private samarbejder ud fra en idé om *shared value* hvor løsning af samfundsmæssige udfordringer vil skabe værdi både for erhvervslivets økonomiske interesser og for den almennyttige interesse. Netop her står STEM helt centralt, især med fokus på T'et, E'et og de generiske kompetencer.

Jævnfør beskrivelsen af fondenes bevægelse taler man i dag om *donor*fonde og *driver*fonde hvor sidstnævnte er fonde der udvikler et bestemt felt og ofte selv får gavn af "investeringen". At mange fonde samtidig skærper deres uddelingskriterier og styrker sekretariatsbetjeningen, betyder en dybere sagsbehandling og en ændret relation mellem ansøger og fond. Fondene har nu ressourcer til at udvikle egne proaktive initiativer, og sekretariatsmedarbejderne har mulighed for selv at researche samt at deltage i og/eller arrangere konferencer. Alt sammen betyder at fondene kan matche ansøgernes faglige miljøer (Boesen, 2018, s. 193), og at fondenes mulighed for at definere STEM styrkes.

I medierne kritiseres de indflydelsesrige fonde i øvrigt for at være udemokratiske og styret af en meget lille magtelite:

“– Der er tale om private fonde, som har en meget stor indflydelse på, hvad der foregår i det danske samfund. Deres prioriteringer og afgørelser om støtte er uigennemsigtige og foretages af en begrænset personkreds – og der er ingen krav om begrundelser. Fondenes beslutningsprocesser er uden demokratisk forankring.” (Boje, 2017)

Desuden kritiseres fondene for ikke at betale overheads. Det medfører en skævvridning af definitionsretten idet det offentlige må finansiere de ikke-definitionsgivende elementer såsom bygninger, administrative udgifter og fx lærernes løn i forbindelse med kompetenceløft og kursusdeltagelse. Dette forstærkes af at mange af fondsmidlerne gives under forudsætning af offentlig medfinansiering. De meget tidskrævende fondsansøgninger finansieres som regel også af det offentlige. Endelig kan det nævnes at de almennyttige fonde kritiseres for et meget lille skattebidrag. “*Stigende milliardsummer snor sig uden om statskassen og uddeles af private fonde uden for demokratisk kontrol.*” Sådan var en overskrift i djøfbladet med fortsættelsen: “*Magten er i højere grad end tidligere flyttet fra Folketinget og ud til pengestærke fonde*” (Rebsdorf, 2014).

Med uddannelsesinstitutionernes årlige besparelse på 2 % og med et meget begrænset forskningsbudget for professionshøjskolernes vedkommende får fondene stor bestemmelsesret i forhold til hvad der skal forskes i. Det forstærkes af det faktum at fondene kan trække 104 % af de filantropiske udbetalinger fra i skat. Det gælder også de såkaldte interne uddelinger som fx er fondenes egen forskning, altså i de tilfælde hvor fondene selv står for idégenereringen.

I medierne diskuteres det rimelige i fradragsretten på 104 % jævnlige. Men for det første er der en politisk berøringsangst i forhold til de store fonde. Her er det nærmest kun Enhedslisten som giver udtryk for det udemokratiske i fondenes magt. Argumenterne for fradraget går ofte på at fondene støtter projekter som det offentlige ikke kan eller vil støtte. Til det er der dog at sige at når det drejer sig om STEM i folkeskolen og i skoleforskning, så er vi helt inde ved kernen af demokratiet, og det rimelige i de 104 %'s fradrag kombineret med uddannelsernes 2 % besparelse burde være et hot politisk emne. Der skal dog ikke herske nogen tvivl om at naturfagsundervisning har nydt godt af og stadig nyder godt af de mange fondsmidler der tildeles området, men netop fondenes bevægelse fra diskrete velgørere til synlige samfundsaktører kombineret med deres store indtjening og de 104 % skattefradrag giver dem enorm magt i forbindelse med STEM's placering mellem almindelig og arbejdsmarkedsparathed.

Engineering i Skolen som eksempel

Formål: Engineering i skolen (EiS) er et 10-årigt program der skal integrere "engineering" i STEM-undervisningen i grundskolen (Engineer the Future, 2019, forsiden). Engineering er at forstå som ingeniørernes arbejdsmetode. Det vil sige en anvendelsesorienteret og problemløsende tilgang hvor undersøgelse, idégenerering, design, konstruktion, test og justering er centrale elementer (Auener, Daugbjerg, Nielsen & Sillasen, 2018, s. 10).

Samarbejde: Engineering i Skolen er et samarbejde mellem Naturvidenskabernes Hus, Engineer the Future, Astra og VIA University College. Dansk Industri har, som nævnt, sæde i alle de tre førstnævnte bestyrelser.

Opgavefordeling: Engineer the future er projektejer og står for den overordnede formidlingsdel. Akademiet for de Tekniske Videnskaber (ATV) er ansvarlig for projektets Advisory Board, mens VIA University College står for udvikling af en engineering-didaktik og for efteruddannelse af undervisere på læreruddannelserne og udvalgte lærere i samarbejdskommuner. Desuden står Naturfagernes Evaluerings- og Udviklingscenter (NEUC) for projektevalueringen. Evalueringsopgaver hos NEUC varetages ofte i et samarbejde mellem konsulenter fra Astra og fra Institut for Naturfagernes Didaktik på Københavns Universitet.

Økonomisk støtte: EiS støttes af Villum Fonden, Industriens Fond, Lundbeckfonden og A.P. Møller og Hustru Chastine Mc-Kinney Møllers Fond til almene Formaal (Auener et al., 2018, s. 2).

Man kan konstatere at E'et efterhånden har fået lige så stor opmærksomhed i Danmark som tilfældet er i STEM's hjemland, USA. Også i Danmark er der store penge bag idégenereringen og offentlig/private netværk til at understøtte udbredelsen. NEUC's evalueringer er ganske givet lødige, men der er en potentiel risiko for interessekonflikter når evalueringerne bruges af offentlig/private partnerskaber som salgsargumenter til landets kommuner som skal dække kursusdeltagernes løn. Og netop det langsigtede Engineeringprojekt kombineret med det forventede storstilede salg til kommunerne gør det til et interessant demokratisk anliggende. Hvad får skatteyderne for deres penge? Og her er vi igen helt inde ved kernen af demokratiet. Hvorfor driver vi skole? Hvordan skal skolens STEM-undervisning udformes? Hvis EiS var et rent offentligt anliggende, ville det stå til offentlig diskussion, men som situationen er nu, er udviklingen af EiS mere afhængig af om Mærsk fonden vil støtte projektet. Og med fondenes nye strategier får de formentlig afgørende indflydelse på projektets udformning og dermed udformningen af STEM i skolen. Det har nemlig stor betydning hvilke dele af skolens STEM-undervisning som bringes ind i et udviklingsmæssigt fokus.

Et vigtigt demokratisk spørgsmål er om det endelige mål med EiS er almindelse som det fremgår af *Engineering i skolen. Hvad, hvorfor, hvordan* (Auener et al., 2018, s. 29), eller om det er at få flere ind på ingeniørstudierne som Engineer the Future skriver (Engineer the Future, 2019). Det er ikke uvæsentlige spørgsmål at få afklaret idet det må have en betydning for undervisningens udformning.

I amerikansk sammenhæng er der en tendens til at give skolen skylden for alle samfundets kriser (Carter, 2016). Vi ser en tendens til det samme hos en af EiE's (Engineering is Elementary) stiftere, Christine M. Cunningham, der siger at barnet fødes som ingeniør, men at skolen ødelægger ingeniøren i barnet (Cunningham, 2009). Engineering fremhæves i en sammenligning med hvad der i øvrigt må betegnes meget traditionel fagsilo-undervisning med fokus på udenadslære og "bag til bæk"-undervisning.

På den baggrund må man spørge om der i det 10-årige projekt er indlejret ideer om gradvis løsrivelse fra de amerikanske lovprisninger af EiE's ufattelige formåen (se evt. www.eie.org, www.Engineerthefuture.dk og Rapporten *Big Ideas: The Future of Engineering in Schools* (Royal Academy of Engineering, 2016), og om man vil komme med mere realistiske bud på hvad Engineering i skolen kan formå.

Man kunne også spørge om hvilke undervisningsformer engineeringprojektet bliver sammenlignet med. Vil projektet få lov at udvikle sig i forhold til den danske kontekst så lærerne inddrages i projektudviklingen? I NEUC's rapport *Engineering i skolen – syntese af en praksiskortlægning* står der fx:

“Lærernes opfattelse af faglighed er ofte (i starten) i konflikt med de generiske kompetencer, som eleverne har brug for til at blive gode til “engineering” (såsom samarbejdsevne, problemløsning og kreative processer.” (Sølberg & Waadegaard, 2018, s. 4).

Det kunne være interessant at få uddybet om konflikten mellem de generiske kompetencer og lærernes forståelse af faglighed blev opløst. Og vigtigst at få at vide om det kun var lærernes forståelse der blev ændret, eller om lærernes forståelse af faglighed også gav anledning til ændring af projektmæssige tiltag.

Retfærdigvis skal det siges at der i nyere engineeringtiltag som fx den såkaldte FITS-model (Focus – Investigation – Technological design – Synergy) er større fokus på fagenes materiale indhold. Og netop fagenes materiale indhold er formentlig indlejret i lærernes forståelse af faglighed.

På tilsvarende vis kunne teknologipagten gennemgås, men af pladshensyn beskrives den blot i nedenstående faktaboks.

Teknologipagten blev oprettet primo 2018 hvor regeringen afsatte 75 mio. kr. frem til 2021.

Idéskabere: IDA, DI, Dansk Metal og ATV (Akademiet for Tekniske Videnskaber) efter hollandsk forbillede: www.technikpact.nl. Et par af den hollandske pagts indsatser har været at få teknologi ind i lærernes efteruddannelse og at få flere kvinder til at interessere sig for STEM-fagene.

Formål: Teknologipagten skal styrke danskernes tekniske og digitale kompetencer til gavn for erhvervslivet og den enkelte så alle kan deltage i og være med til at udvikle samfundet i en teknisk og digital retning (Teknologipagten, 2019).

Mål: 20 % flere danskere skal i løbet af 10 år fuldføre en STEM-uddannelse, og den danske arbejdsstyrkes STEM-kompetencer skal være blandt de bedste i Europa.

STEM defineres som: teknologi, IT, ingeniørkundskab, naturvidenskab og matematik (Teknologipagten, 2019).

Pagtens forpligtelse: Når virksomheder og offentlige institutioner skriver under på pagten, forpligter de sig til at understøtte pagtens formål og at iværksætte projekter som understøtter pagtens målsætninger.

Teknologipagtsrådet: 17 medlemmer fra erhvervslivet, organisationer, uddannelsesområdet og ministerier.

Af pladshensyn udelades en nærmere analyse af teknologipagten, men til en sådan ville høre hvilken indflydelse DI, IDA, Dansk Metal og ATV fik på dens konkrete udformning, og en diskursanalyse af teknologipagtens forholden sig til STEM som almindelse og/eller arbejdsmarkedsparathed, herunder en videreførelse af USA's Race to the top. Endelig kunne det være interessant at se nærmere på Teknologipagtsrådets definerings af teknologiforståelse.

Faktaboks 2. Teknologipagtens idégrundlag

Nye tilgange til STEM

Da STEM er et forholdsvist nyt akronym, er man hverken i USA eller i Danmark nået til konsensus om skolens STEM-indhold eller for den sags skyld STEM-metoder. I USA og i andre OECD-lande diskuteres sammenhængen eller mangel på samme mellem de enkelte fag i STEM stadig mere intenst ud fra politiske, filosofiske og erkendelsesteoretiske anskuelsesvinkler (Chesky & Wolfmeyer, 2015). Det samme kan næppe siges at være tilfældet i Danmark. Vi bør dog åbent diskutere hvorvidt vi i Danmark skal følge USA's uddannelsespolitiske overordnede fokus på T'et, E'et og arbejdsmarkedsparathed. I den sammenhæng kunne det være interessant at inddrage Jürgen Habermas' idé om erkendelsesledende interesser (Habermas, 1970) i forbindelse med en undersøgelse af magtforhold og særinteresser. Det synes som om han er mere aktuel end nogensinde. Vi bør således åbent diskutere magtforholdene i forbindelse med STEM i skolen og i skoleforskning. Hvilke interesser bæres frem? Hvad betyder de offentlig/private samarbejder? Hvilke tiltag bliver støttet, og hvilke gør ikke? Kan det amerikanske S sidestilles med det danske fysik/kemi, biologi og geografi i akronymet STEM? For at svare dybdegående på det sidste spørgsmål er det ikke nok at komme med flere eksempler på *hvordan* T'et og E'et kan brede sig ind over de enkelte fag. Der er brug for dybere indsigt i fagenes filosofi. Altså indsigt i STEM-fagenes forhold til: a) *den virkelige verden* (ontologi), b) hvilken viden om verden vi kan opnå (epistemologi), c) hvordan vi opnår denne viden (metodologi), og d) hvilken værdi den viden vi opnår, har (aksiologi).

Problemet er hvem der skal betale for et sådant arbejde, for det har næppe den økonomiske elites interesse. Det bliver således formentlig ikke fondene, og professionshøjskolernes forskningsmidler er stærkt begrænsede og i øvrigt ofte koblet til fondsmidler, og da forskningsmidlerne skal være direkte anvendelsesorienterede i forhold til folkeskolen, bruges de mest på *hvad der virker*, og ikke på *hvad der bør virke*.

Et sted at begynde kunne dog være at læne sig op ad en af tidens store filosoffer, Alain Badiou, som vil tilbage til og forstærke den traditionelle filosofi samtidig med at han vil styrke dens aktualitet og relevans (Badiou & Feltham, 2003). Hans store forbillede er Platon som ifølge Badiou kunne generere filosofi for sin tid. Ny teknologi får givetvis stor betydning for vores fremtidige samfund, men i undervisningssammenhæng er det vigtigt at holde sig for øje hvad der vil ændre sig, og hvad der ikke vil (Biesta, 2007), og hvilke forståelsesområder der kan styrkes ved en design-logik, og hvilke der ikke kan. Badiou er af den opfattelse at hvis vi ønsker reelle forandringer, må vi have en grundig viden om den nuværende situation. Det vil i forbindelse med STEM sige viden om hvilke ontologiske, epistemologiske og aksiologiske tilgange der er at finde i politiske dokumenter og i fondenes strategier m.m.

Som et interessant eksempel på hvordan et sådant arbejde kunne udføres, kan projektet *Rethinking the Role of STEM in Philosophy of Education: Implication for Education*

Research (Chesky & Wolfmeyer, 2015) nævnes. Her tages der netop udgangspunkt i Badius metodiske tilgang, og gennem en diskursanalyse af diverse politiske dokumenter om STEM i USA opnås en gedigen viden om hvilke filosofiske tilgange der er at finde i dokumenterne. Analysens kodning blev bygget op omkring de ord som i dokumenterne tilknyttedes ontologiske, epistemologiske og aksiologiske aspekter ud fra en idé om at uddannelsespolitik handler om ord og ordenes betydning og om retoriks overbevisende kraft. Gennem analysen fik man således en viden om dokumenternes opfattelser af *virkeligheden*, af hvad eleverne kan og skal *forstå*, og af hvilken *værdi* man tillægger denne forståelse. Gennem analysen fandt man også nye interessante vinkler på STEM-undervisning med fokus på sociale og økologiske kriser.

Der synes i Danmark at være generel enighed om at naturvidenskab og teknologi ikke skal udvikle sig udenfor livsverdenen og kulturverdenen. At forstå naturens og teknikkens del af elevernes egen livsverden må være en væsentlig del af almindendannelse. Til den almene dannelse hører også at kunne sætte sig i andres sted. I modsætning til det angelsaksiske science-begreb indeholder naturfag i Danmark (gælder for folkeskolen og læreruddannelsen) også kulturgeografiens hermeneutiske tilgange hvor fx teknologi forstås i lyset af menneskers levevilkår i Danmark og andre steder i verden. Den vinkel kunne bidrage til forståelse af den *virkelige verdens* sociale og økologiske kriser, men ikke hvis den blot medtages som et vedhæng til et engineeringprojekt med hovedfokus på design og generiske kompetencer. Det er vigtigt at der skabes balance mellem den formale og materiale dannelse.

Perspektiveringer

Som artiklen har forsøgt at vise, ligger mulighederne for at definere STEM i et komplekst system indeholdende modstridende interesser som får mindelser om J. Habermas' *erkendeinteresser*. Til systemet hører således den helt overordnede politiske beslutning om at gøre de mest velstående virksomheder meget velstående, at give dem skattefordele ved donationer og at bespare uddannelserne hvilket alt sammen har stor indflydelse på STEM i skolen og i skoleforskning. Men til systemet hører også STEM i sig selv. I *Erkenntnis und Interesse* skriver Habermas (1970) om det umulige i værdi- og interessefrie videnskaber. Habermas mener at al videnskab er udtryk for "erkendelsesledende interesser". Og i *Strukturwandel der Öffentlichkeit* beskriver Habermas (1990) hvordan vores samfund er grundlagt på nogle af oplysningstidens idealer om fri meningsudveksling, men at disse idealer pga. særinteresser og magtforhold ikke er fuldt realiseret. Som forhåbentlig vist gælder dette også STEM i uddannelsessystemet.

Generelt i danske naturfagsdidaktiske kredse er der dog en overordnet enighed om at den almene dannelse er af afgørende betydning for undervisningen. Og næppe

nogen vil hævde at der ikke skal lægges vægt på både elevens formale dannelse og det materiale indhold, men balancen mellem dem varierer meget, og de økonomiske interesser har i disse år en tendens til at forskyde dannelsen over mod det formale. Det er fx tilfældet når der er særligt fokus på de generiske kompetencer såsom innovation og entreprenørskab.

Som en dannelseseoretisk reaktion på tidens fokus på de formale kompetencer skriver Andreas Gruschka:

“Undervisning må (derfor) gøre forståelsen til målestok og samtidig tage hensyn til de forudsætninger og mulighedsbetingelser, som sagen selv og elevernes disposition giver for forståelse. Kernen i undervisningsforberedelsen er at klarlægge en model for de mulige veje til en forståelse af sagen.” (Gruschka, 2016, s.100)

Forståelse af naturen bør således ikke reduceres til formal dannelse eller generiske kompetencer. Eleverne skal ikke blot lære at lære eller lære at designe, men lære at forstå – viden, forståelse og kundskaber er bundet op på faglig substans og i mange tilfælde på noget (sagen) der har værdi i sig selv. Med nyere tilgange inden for engineering som fx FITS har man taget et vigtigt skridt mod inddragelse af den materiale dannelse, men naturen og menneskets ageren i den tilbyder også uendeligt mange forståelsesveje som ikke kan reduceres til målstyringsfragmenter eller “designmodellering”, og netop at lade eleverne se de mange muligheder er en vigtig del af almindendannelse.

I forbindelse med National Naturvidenskabsstrategi (Regeringen, 2018) og den efterfølgende implementering af strategien kunne det være interessant at inddrage Gilles Deleuzes “og” fremfor “enten/eller” (Parr, 2010, s. 33). Det vil sige at have fokus på både naturfagernes historiske udvikling og deres fremtidige virke. At forstå det historiske og det fremadrettede som folder i et langt historisk “tæppe” hvor tidsaktuelle tilgange har det med at blive gemt væk for en tid som bagsiden af nyere tilgange, skønt de netop har andel i de nye tilgange. Forståelse af dette “historiske tæppe” med diverse foldninger benævner Deleuze interdisciplinaritet, hvilket kan give en ny vinkel på den naturfagsdidaktiske tilgang til STEM’s interdisciplinaritet. “STEM-fagene” var således sammenlagt i renæssancen hvor videnskabsmændene selv var med til at udvikle deres måleinstrumenter, og hvor personer som René Descartes og Francis Bacon udviklede filosofiske tilgange på baggrund af tidens nye opdagelser. Siden blev fagene mere og mere specialiserede og adskilt med nye naturvidenskabelige landvindinger til følge. Begge dele fungerer som foldninger i Deleuzes interdisciplinaritet. Meget tyder på at vi står over for en (re)renæssance hvor fagene igen sammenflettes. Men for at referere til Deleuze bør det ikke ske ved at se bort fra de tidligere folder hvor fagene udviklede sig adskilt. Vigtigst er det dog at byde ind med et gedigent informeret alternativ til tidens neo-sputnik-bevægelse med tilhørende STEM-kriseretorik.

Referencer

- Astra. (2018). Resultataftale 2018 mellem astra og undervisningsministeriet. Lokaliseret 10.03.2019 på https://astra.dk/sites/default/files/astra_resultatkontrakt_2018.pdf.
- Auener, S., Daugbjerg, P.S., Nielsen, K. & Sillasen, M. (2018). Engineering i skolen. Hvad, hvordan, hvorfor. VIA University College.
- Badieu, A. & Feltham, O. Trans. and Ed. (2003). Infinite thought: Truth and the return of philosophy. New York: Continuum.
- Biesta, G. (2007). Why "what works" won't work: Evidence-based practice and democratic deficit in educational research. *Educational Theory*, 57 (1), 1-22.
- Boesen, B. (2018). Fonde i bevægelse fra diskrete velgørere til synlige samfundsaktører. Gråsten: DJØF Forlag.
- Boje, T. (2017). Citat i artiklen: Fondenes magt er stigende. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://www.altinget.dk/artikel/fondenes-magt-er-stigende-og-ap-moeller-er-uroerlig>.
- Business Roundtable. (2014). Change the equation survey on U.S. workforce skills. Summary og findings. Lokaliseret 10.03.2019 på https://www.ecs.org/wp-content/uploads/2014-BRT-CTEq-Skills-Survey-Slides_0.pdf.
- Carter, L. (2016). Neoliberalism and STEM education. *Journal for Activist Science and Technology Education*, 7(1).
- Chesky, N.Z. & Wolfmeyer, M.R. (2015). Philosophy of STEM education: A critical investigation. New York: Palgrave Macmillan.
- Committee on STEM Education. (2018). Charting a course for success: America's strategy for STEM education. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>.
- Cunningham, C.M. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge*, 30(3), 11-17.
- DEA. (2015). Tænketanken DEA. Lokaliseret 10. marts på: <Http://Dea.Nu//Taenketanken-Dea>.
- DSEB. (2019). Om DSEB. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://dseb.dk/om-dseb>.
- Engineer the Future. (2015). Prognose for mangel på ingeniører og naturvidenskabelige kandidater i 2025. Lokaliseret 10.03.2019 på https://engineerthefuture.dk/media/1519/prognose_for_mangel_paa_ingenioerer_og_naturvidenskabelige_kandidater_i_2025.pdf.
- Engineer the Future. (2017). #etfdk.2017. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://engineerthefuture.dk/media/1528/aarsberetning2017.pdf>.
- Engineer the future. (2019). Engineering i skolen. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://engineerthefuture.dk/engineering-i-skolen>.
- Gardner, D.P., Larsen, Y.W., Baker, W., Campbell, A. & Crosby, E.A. (1983). A nation at risk: The imperative for educational reform United States Department of Education.
- Gruschka, A. (2016). At lære at forstå – et forsvar for god undervisning. Aarhus: Forlaget Klim.
- Habermas, J. (1970). Erkenntnis und interesse. Suhrkamp Frankfurt am Main.
- Habermas, J. (1990). Strukturwandel der öffentlichkeit. Germany: Suhrkamp taschenbuch wissenschaft.

- Jørgensen, M.F., Fløe, A., Falkencrone, S., Lindorf, M. & Jakobsen, K.T. & B., A.S.(Red). (2019). Hvordan får vi STEM på lystavlen hos børn og unge. Hentet d. 11. marts 2019 på: https://dea.nu/sites/dea.nu/files/pixi_-_stem_paa_lystavlen_hos_boern_og_unge.pdf.
- Klafki, W. (2008). Neue studien zur bildungstheorie und didaktik: Zeitgemäße allgemeinbildung und kritisch-konstruktive didaktik Beltz.
- Kristiansen, T.G.C. (2018). Charlotte Rønhof stopper i DI. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://www.altinget.dk/forskning/artikel/charlotte-roenhof-stopper-i-di-det-er-ikke-sjovt-uden-fjender>.
- Larsen, Anton Grau, Ellersgaard, Christoph & Bernsen, Markus. (2015). Magteliten. Hvordan 423 danskere styrer landet. Latvia: Politikens Forlag.
- Magtelite.dk. (2016). Kortlægning af magtens netværk i danmark. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://magtelite.dk/2016/08/04/erhvervslivet-inderkreds-dansk-industri-som-bindeled-mellem-de-haederkronede-virksomheder/>.
- Mansfield, K.C., Welton, A.D. & Grogan, M. (2014). "Truth or consequences": A feminist critical policy analysis of the STEM crisis. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 27(9), 1155-1182.
- Naturvidenskabernes hus. (2013). Ansøgning om midler til naturvidenskabernes hus. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://arkiv.viborg.dk/referater2005-2013/files/OK-120613-11-01.pdf>.
- Obama, B. (2009). Education to innovate. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/remarks-president-education-innovate-campaign>.
- Parr, A. (2010). Deleuze dictionary revised edition. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Rebsdorf, G. (2014). Private fonde styrer mere og mere. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://www.djoefbladet.dk/artikler/2014/8/private-fonde-styrer-mere-og-mere.aspx>.
- Regeringen. (2018). National naturvidenskabsstrategi. Undervisningsministeriet, Frederiksholms Kanal 21.
- Royal Academy of Engineering. (2016). Big ideas: The future of engineering in schools. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://www.raeng.org.uk/publications/reports/imeche-big-ideas-report>.
- Schmidt, J.R. (2015). På sporet af magtspillet om dansk naturfagsundervisning. MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik, (1).
- Sharma, A. (2016). STEM-ification of education: The zombie reform strikes again. *Journal for Activist Science and Technology Education*, 7(1).
- Sillasen, M.K., Daugbjerg, P., Krogh, L.B. & Nielsen, K. (2018). Engineering i skolen: Videngrundlag. Aarhus: Via university college. Lokaliseret 10.03.2019 på [https://www.ucviden.dk/portal/da/publications/engineering-i-skolen\(2d8a5ff9-3ab5-4a10-965f-46ebe403919d\).html](https://www.ucviden.dk/portal/da/publications/engineering-i-skolen(2d8a5ff9-3ab5-4a10-965f-46ebe403919d).html).
- Sølberg, J. & Waadegaard, N. (2018). Engineering i skolen – syntese af en praksiskortlægning. Lokaliseret 10.03.2019 på http://www.neuc.dk/wp-content/uploads/2018/02/EiS_Kortlaegning_januar_2018-ny.pdf.
- Teknologipagten. (2019). Om teknologipagten. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://www.teknologipagten.dk/teknologipagten/om-teknologipagten>.

- Teknologisk Institut. (2015). Har vi naturvidenskabelige kandidater nok? Lokaliseret 10.03.2019 på <https://www.teknologisk.dk/har-vi-naturvidenskabelige-kandidater-nok/37112>.
- Tonso, K.L. (2006). Theorizing identity in engineering learning settings: A sociocultural take. Paper presented at the 4S conference, Vancouver, BC.
- TV2 Nyhederne. (2018). Dansk industri slår alarm over manglende studiepladser. Lokaliseret 10.03.2019 på <http://nyheder.tv2.dk/samfund/2018-09-16-dansk-industri-slaar-alarm-over-manglende-studiepladser>.
- Weinstein, M. (2016). Critiquing and transcending STEM. *Journal for Activist Science and Technology Education*, 7(1).
- White House. (2011). President's council on jobs and competitiveness. Lokaliseret 10.03.2019 på <https://obamawhitehouse.archives.gov/administration/advisory-boards/jobs-council>.
- Wolfmeyer, M. & Lupinacci, J. (2017). (Re)considering STEM education: Interrupting an omnipresent discourse. *Critical Education*, 8(15).
- Zeidler, D.L. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A socio-cultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11-26.