

# En STEM-didaktik er nødvendig hvis STEM skal være mere end et slogan



Maria Møller,  
Aarhus Universitet,  
Arts, Didaktik

*Kommentar til Dorte Larsen, Mette Kristensen, Michael Hjort, Lars Seidelin: "STEM-didaktik – et internationalt, systematisk review om STEM-undervisningens didaktik". MONA, 2022(1).*

Artiklen "STEM- didaktik – et internationalt, systematisk review om STEM-undervisningens didaktik" er et vigtigt bidrag til perspektiver på en STEM-didaktik som kan danne udgangspunkt for STEM-undervisning i Danmark.

Begrundelsen for artiklen er at STEM-akronymet har gjort sit indtog i uddannelses-sammenhæng, men at det ikke er klart defineret hvordan og af hvem STEM-undervisning skal begrebsættes, og hvad det indebærer for STEM-undervisning i praksis i klasserummet.

Artiklen Larsen et al. (2022) præsenterer en model af fire elementer i en STEM-didaktik: 1) begrundelser for STEM, 2) indholdsområder/kontekster, 3) metoder, rammer og elevdeltagelse og 4) integrationselementer. Modellen er overskuelig og letlæselig og giver et godt overblik over fund fra review.

Jeg finder modellen og karakteriseringer af de fire elementer nyttig når formålet er at skabe et overblik over hvad der er på spil i nyeste internationale litteratur af definitioner af STEM i pædagogisk praksis i jagten på at finde en eventuel STEM-didaktik. Og jeg kan også se modellen anvendt som et redskab til at *analysere* en given STEM-undervisning. Jeg synes dog at modellen har nogle udfordringer i forhold til at den kan "*tænkes anvendt i planlægningen af nye STEM-forløb ... og kvalificere en STEM-undervisning*" (Larsen et al., 2022, p.17). Jeg vil i det følgende adressere disse udfordringer ved at sætte *integreret STEM-undervisning* som en præmis for STEM-undervisning.

## Integreret STEM-undervisning: Vi må specificere begrebet inden vi kan tale om en didaktik

Artiklens grundlæggende projekt, LabSTEM, omhandler integreret STEM-undervisning og læring, og det vil derfor være relevant at zoome ind på begrebet *integreret STEM-undervisning*. Forfatterne spørger sig selv om de kan sætte et minimum op for at kunne anvende begrebet integreret STEM-undervisning: “*Skal vi som minimum have tre bogstaver med? Eller skal matematik være med som et minimum? Eller er det muligt at opretholde en vis diversitet i akronymets definition for at skabe forskellige og flere muligheder for STEM i skolen?*” (Larsen et al., 2022, p. 18).

Forfatterne er ikke alene om at stille disse spørgsmål til begrebsætning af integreret STEM-undervisning. Moore, Johnston og Glancy (2020) anerkender at der er mange forskellige tilgange til hvordan forskere og undervisere ser på integreret STEM-undervisning. Det mest almindelige tema er at integreret STEM-undervisning er centreret omkring “real-world” problemer eller realistiske kontekster, og at der er en eller anden form for tværfaglighed. Tværfaglighed relaterer både til kontekst og indhold (Moore et al., 2014) og kan indbefatte to eller flere discipliner (Sanders, 2008).

Efter min vurdering er det ikke et mål at blive enige om eller finde én entydig definition af integreret STEM-undervisning. Men det vil være nyttigt at specificere hvad man *forstår* ved integreret STEM-undervisning, inden man forsøger at *identificere* en didaktik derfor. Det er derfor centralt at diskutere forståelsen af integreret STEM-undervisning i relation til tilrettelæggelse af STEM-undervisning og planlægning af STEM-forløb. Jeg vil i det følgende uddybe 1) *fagintegration*, 2) *kontekst, indhold og begrebsintegration* samt 3) *problemintegration*. Uddybningen viser at didaktikken for integreret STEM-undervisning afhænger af hvordan integreret STEM-undervisning forstås. Jeg vil afslutningsvis præsentere en fjerde definition af integreret STEM-undervisning som rummer mange af de elementer i en STEM-didaktik fundet i artiklen fra Larsen et al. (2022).

## Integreret STEM-undervisning som fagintegration

Specificeres integreret STEM-undervisning som *fagintegration* (Vasquez et al., 2013), forstås integreret STEM-undervisning som et rammeværk bestående af et kontinuum af stigende grader af sammenkobling mellem STEM-fag. Med denne tilgang repræsenterer de fire bogstaver, STEM, hvert sit fagområde eller “fagsilo” (Sillasen et al., 2017). Ud fra en silotænkning kan forskellige grader af integration illustreres som fx S-M, S-T, S-T-M eller E-M. Ifølge White (2014) er E’et og T’et særlig problematiske. Det skyldes ikke mindst at der helt fundamentalt er uklarhed om hvad man *fagligt* i en undervisningsmæssig sammenhæng skal lægge i udtrykkene “Engineering” og

“Technology”. Der er ikke den samme udfordring med Matematik og Science selvom “science” i en dansk kontekst dækker over flere fagområder: natur/teknologi, fysik/kemi, biologi og geografi. Både matematik og naturfagene har i Danmark en velbeskrevet fagdidaktik i de respektive faghæfter, hvorimod engineering og teknologi ikke på samme måde er rammesat i nogen styredokumenter.

Integreret STEM-undervisning forstået som fagintegration giver anledning til at der i en dansk grundskolekontekst indtænkes hvordan “Engineering” og “Technology” som *fagområder* kan integreres med naturfag og/eller matematik. Larsen et al. (2022) påpeger at særligt engineering-udfordringer kan være et godt udgangspunkt for integration. Auner et al. (2018) har udarbejdet en engineering-didaktik som beskriver spørgsmålene *hvad, hvorfor og hvordan* engineering i skolen. En engineering-didaktik er relevant når undervisere ønsker at tilrettelægge integreret STEM-undervisning hvor engineering er integreret med enten naturfag og/eller matematik.

Et bud på “Technology” som *fagområde* er *Teknologiforståelse i folkeskolen* (Tekforsøget.dk, 2018) som i tre år har arbejdet med teknologiforståelse som en alment dannende, kreativ og skabende faglighed. Forsøget afprøvede to modeller for arbejdet med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning: dels som selvstændigt fag på samme klassetrin, dels som integreret i eksisterende fag i 1. til 9. klasse. Den sidste model, hvor teknologiforståelse bl.a. var integreret i matematik og natur/teknologi på mellemtrinnet og i matematik og fysik/kemi i udskolingen, kan opfattes som eksempler på integration af T-M og T-N. Rammeværket for prototypeforløb til Tekforsøget kan ses som form og indhold som kan bidrage til en teknologiforståelsesdidaktik.

Udfordringer ved STEM-undervisning som *fagintegration* er ifølge Larsen et al. flere. Dels er det en udfordring for lærerne at undervise i fag der ikke nødvendigvis er deres undervisningsfag, og dels skal lærernes mindset *ændres så de kan være mere opmærksomme på sammenhængen mellem fagområderne*.

En særlig udfordring for matematikfaget integreret med andre fag er at matematik oftere anvendes som et redskab end som mål (Walker III, 2017), og at effektstørrelsen for elevers præstationer i matematik er mindre når matematik integreres med de andre fagområder, sammenlignet med fx præstationer i naturfag ved integration af science og technology (Becker & Park, 2011).

## Integreret STEM-undervisning som kontekst, indhold eller begrebsintegration

Specificeres integreret STEM-undervisning som *kontekst, indhold eller begrebsintegration* (Moore et al., 2014), ligger det integrerede i den givne kontekst, indhold eller begreb. Det kan fx være *inden* for konteksten miljø og energi eller indholdet

funktioner, mønstre eller modellering med dertilhørende begreber. Denne tilgang kræver kontekster og indhold der spænder over flere fagområder, og som kræver viden og kompetencer på tværs af fag (Nadelson & Seifert, 2017). Integreret STEM-undervisning med denne tilgang kan ofte beskrives som projektbaseret undervisning som fokuserer på produktion af et bestemt slutprodukt hvor de ønskede specifikationer angives fra starten (Asghar et al., 2012). Eksempelvis har LEAPS-skoler valgt en projektbaseret undervisningstilgang. LEAPS står for Læring og Engagement gennem projekter med fokus på Science (LEAPSSkoler.dk). Formålet med LEAPS er at øge læring og engagement hos elever i grundskolen generelt og med særligt fokus på STEM-fagene. Denne tilgang til STEM-undervisning kan bidrage til en didaktik for projektbaseret læring.

Både fagintegration og kontekst, indhold eller begrebsintegration er repræsenteret som integrationselementer i modellen af Larsen et al. I *næste afsnit* beskriver jeg en specificering af integreret STEM-undervisning som ikke fremkommer som integrationselement i modellen af Larsen et al., nemlig “real-world”-problemer.

## Integreret STEM-undervisning som problemintegration

Begrebsættes integreret STEM-undervisning som *STEM-problemintegration* (Bybee, 2013; Guzey et al., 2016; Moore et al., 2014), forstås integreret STEM-undervisning som aktiviteter der fokuserer på ‘real-world’ problemer, er styrende for elevernes engagement i et givent indhold, er autentiske og relevante og kan være med til at koble undervisningen til elevernes omverden. Praktiseres STEM-undervisning ud fra en problembaseret læringstilgang (PBL), er det nærliggende at identificere STEM-didaktik gennem en PBL-didaktik (Pedersen & Bitsch Olsen, 2018).

Larsen et al. (2022) finder artikler der omtaler komplekse problemstillinger, problemkontekst, problemorienteret undervisning indenfor elementerne henholdsvis STEM-definitioner, indholdsområder/kontekst og metode, men problemintegration forekommer ikke som et element i modellen. Jeg mener derfor at det er værd at være opmærksom på at “real-world” problemer også kan være en indgang til at planlægge integreret STEM-undervisning.

## Integreret STEM-undervisning som et bredt samspil mellem naturfag og matematik

Ifølge Johnson (2013) kan integreret STEM-undervisning defineres som en tilgang der integrerer undervisning i naturfag og matematik gennem praksisserne i naturvidenskabelig undersøgelse, teknologisk og ingeniørfagligt design, matematisk analyse og det 21. århundredes tværdisciplinære kompetencer.

Denne definition af integreret STEM-undervisning lægger op til et bredt samarbejde mellem naturfag og matematik og kan for mig at se rumme mange af de elementer i en STEM-didaktik Larsen et al. (2022) finder i deres review.

Jeg vil med nærværende kommentar slå et slag for at STEM-undervisere og STEM-interessenter diskuterer hvordan de forstår integreret STEM-undervisning, og på den baggrund går i gang med at planlægge deres STEM-undervisningsforløb. Er man som underviser bevidst om hvilken forståelse man har på integreret STEM-undervisning, vil det i min optik blive mere konkret at gennemtænke dels STEM-undervisningens formål, indhold og kriterier for indholdsudvælgelse og dels at forholde sig til undervisningens metode, rammer og elevdeltagelse. Jeg mener at en specificeret beskrivelse af integreret STEM-undervisning må danne udgangspunkt for at definere en STEM-didaktik. Undervisere må og skal forholde sig til en STEM-didaktik i forbindelse med planlægning og gennemførelse af kvalificeret STEM-undervisning i Danmark.

## Referencer

- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F. & Prime, G.M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 4.
- Auner, S., Daugbjerg, P. & Nielsen, K. (2018). *Engineering i skolen: Hvad, hvordan, hvorfor*. VIA University College.
- Becker, K. & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12.
- Bybee, R.W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Guzey, S.S., Moore, T.J. & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1), 2.
- Johnson, C.C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education. *School Science and Mathematics*, 113(8), 367-368.
- Larsen, D., Kristensen, M., Hjort, M. & Seidelin, L. (2022). STEM-didaktik – et internationalt, systematisk review om STEMundervisningens didaktik. *MONA – Matematik Og Naturfagsdidaktik*.
- Moore, T.J., Johnston, A.C. & Glancy, A.W. (2020). STEM integration: A synthesis of conceptual frameworks and definitions. In *Handbook of research on STEM education* (pp. 3-16). Routledge.
- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.H., Tank, K.M., Glancy, A.W. & Roehrig, G.H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 35-60). Purdue University Press.

- Nadelson, L.S. & Seifert, A.L. (2017). *Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future*. Taylor & Francis.
- Pedersen, K. & Bitsch Olsen, P. (2018). *Problemløst projektarbejde: en værktøjsbog* (5th ed.). Samfundslitteratur.
- Sanders, M.E. (2008). *Stem, stem education, stemmania*.
- Sillasen, M., Daugbjerg, P. & Nielsen, K. (2017). Engineering-svaret på naturfagernes udfordringer? *MONA – Matematik Og Naturfagsdidaktik*, 2.
- Tekforsøget.dk. (2018). *Teknologiforståelse i folkeskolen*. <https://tekforsøget.dk/>.
- Vasquez, A., Comer, M. & Sneider, C. (2013). STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Teacher Education and Practice*, 26(2), 358-364.
- Walker III, W.S. (2017). Integrated STEm or integrated STEM? In *School Science and Mathematics* (Vol. 117, Issue 6, pp. 225-227). Wiley Online Library.
- White, D.W. (2014). What is STEM education and why is it important. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.