

STEM-didaktik



# S T E M

## didaktik

med fokus  
på matematik  
til grundskole,  
gymnasie og  
dagtilbud

Connie Svabo  
Dorte Moeskær Larsen  
Katrine Bergkvist Borch  
Maiken Westen Holm Svendsen  
Mette Als Kristensen



Syddansk  
Universitetsforlag

© Forfatterne og Syddansk Universitetsforlag 2024

Foto: Nick Degn og Robert Wengler

LabSTEM er finansieret af Novo Nordisk Fonden og Region Syddanmark

Grafisk tilrettelæggelse og omslag: Mikkel Henssel

ISBN: 978-87-408-3524-3

Tryk og sats: Specialtrykkeriet Arco



# Indhold

<b>Forord af Keith Devlin</b>	<b>12</b>
<b>Forfatternes forord</b>	<b>14</b>
<b>Tak</b>	<b>16</b>
<b>Om bogen</b>	<b>18</b>
<b>Introduktion</b>	<b>22</b>
Udfordringer: mangel på elever, mangel på lærere	22
Udvikling af nye tilgange: begrundelser for STEM	23
STEM er tværfaglighed	24
STEM har fokus på de deltagende børn, unge og voksne	25
Fokus på M og balance mellem forskellige fagområder	25
Laboriemodellen og LabSTEM-projektet for nye STEM-aktiviteter og efteruddannelse	26
Bogens struktur	27
<b>Kapitel 1. LabSTEM-projektet og Laboriemodellen</b>	<b>40</b>
Laboriemodellen som kompetenceudvikling gennem aktionslæring	42
Laboriemodellen: kompetenceudvikling gennem deltagelse i udviklingsprojekt	42
Praksis, uddannelse og viden	43
LabSTEM-projektet i Laboriemodellens fem skridt	44
LabSTEM-projektets mål og resultater	46

<b>Kapitel 2. Hvad er STEM?</b>	<b>50</b>
S – Science	54
T – Teknologi	54
E – Engineering	55
M – Matematik	56
STEM og STEM-uddannelse	56
Diskussions- og refleksionsspørgsmål	59
<b>Kapitel 3. Didaktiske principper for STEM-aktiviteter</b>	<b>62</b>
Princip 1: STEM og almindelse	66
Princip 2: deltagercentrering	68
Princip 3: omverdensorientering	71
Princip 4: STEM og læreplaner	73
Princip 5: STEM-integrationen	75
STEM-didaktisk rammeværk	78
Diskussions- og refleksionsspørgsmål	85
<b>Kapitel 4. Integration i STEM-undervisningen</b>	<b>90</b>
Konkrete måder at integrere disciplinerne i STEM	97
Integration ud fra faglige hovedområder	98
Integration ud fra kontekst eller mere åbne problemstillinger	104
Integration ud fra metoder	107
Integration ud fra tværgående begreber	108
Diskussions- og refleksionsspørgsmål	109

<b>Kapitel 5. Matematikkens rolle i STEM</b>	<b>114</b>
Matematik er overset i STEM	115
Matematik og de andre hovedområder	116
Matematisk modellering i STEM	118
Matematik i STEM-forløb	121
Matematik som redskab (øverste del af modellen)	123
Matematik som mål	124
Case	127
Afrunding	128
Diskussions- og refleksionsspørgsmål	129
<b>Kapitel 6. STEM i dagtilbud</b>	<b>134</b>
STEM, matematik og science-pædagogik i dagtilbud – hvad er det?	136
Princip 1: STEM skal bidrage til udvikling af almindelse	137
Princip 2: STEM-deltagerorientering i dagtilbud	138
Princip 3: STEM-omverdensorientering i dagtilbud	139
Princip 4: STEM understøtter den styrkede pædagogiske læreplan og læreplanstemaerne	140
Princip 5: STEM-integration i dagtilbud	145
STEM som kontinuitetspraksis	146
Fire eksempler på STEM-aktiviteter, hvor matematikken er i fokus	147
Fra frø til planter	148
Se og hør vinden	148
STEM i narrativer – et eksempel med bogen Flodpest	150
Sanseligt science-univers som pædagogiske læringsmiljøer	151
Diskussions- og refleksionsspørgsmål	153



<b>Kapitel 7. STEM i grundskolen</b>	<b>166</b>
STEM-didaktik i grundskolen – hvad er det?	168
Princip 1: STEM-almendannelse i grundskolen	170
Princip 2: STEM-deltagerorientering i grundskolen	172
Princip 3: STEM-omverdensorientering i grundskolen	173
Princip 4: STEM-læreplansorientering i grundskolen	174
Princip 5: Integreret STEM i grundskolen	175
Hvordan udvikler man et STEM-forløb?	176
STEM som kontinuitetspraksis	180
Tre eksempler på STEM-aktiviteter til grundskolen, som har matematik i fokus	181
Diskussions- og refleksionsspørgsmål	187
<b>Kapitel 8. STEM i gymnasiet</b>	<b>196</b>
STEM-didaktik på de gymnasiale uddannelser – hvad er det?	198
Princip 1: STEM-almendannelse på de gymnasiale uddannelser	199
Princip 2: STEM-deltagerorientering på de gymnasiale uddannelser	200
Princip 3: STEM-omverdensorientering på de gymnasiale uddannelser	202
Princip 4: STEM-læreplansorientering på de gymnasiale uddannelser	203
Princip 5: STEM-integration i de gymnasiale uddannelser	206
Hvordan udvikler man et STEM-forløb?	207
STEM som kontinuitetspraksis	210
Tre eksempler på STEM-aktiviteter, der har matematikken i fokus	211
Diskussions- og refleksionsspørgsmål	217

<b>Kapitel 9. Lærerkompetencer i STEM-undervisning</b>	<b>226</b>
Introduktion	227
Undervisning i tværfaglige tilgange betyder nye udfordringer	228
Lærernes udfordringer – erfaringer fra LabSTEM-projektet	230
STEM-lærerkompetencer	234
STEM-læreres affektive felt	238
Ændring af fagkulturen i forbindelse med STEM-lærerudvikling	239
Diskussions- og refleksionsspørgsmål	240
<b>Kapitel 10. Laboratiemodellen – arbejdspladsbaseret STEM-kompetenceudvikling</b>	<b>246</b>
Introduktion	247
Laboratiemodellen som arbejdspladsbaseret kompetenceudvikling	247
Kompetence opnås gennem læring på jobbet	248
Laboratiemodellen som aktionsforskning	249
Hvad siger empirien om den oplevede kompetenceudvikling i LabSTEM?	250
Sæt endnu mere fokus på det samarbejdende læringsmiljø	253
Afklar deltagernes arbejde med egen praksis	254
Justeringer i laboratiearbejdet: endnu længere ind i praksis	255
Endnu mere fokus på rekruttering og lokal forankring	256
Laboratiemodellen re-designet	257
Nyt projekt LabSTEM+	259
Konkrete eksempler fra det nye LabSTEM+	260
Diskussions- og refleksionsspørgsmål	262
<b>Om forfatterne</b>	<b>266</b>



# Forord af Keith Devlin\*

Ved at give både konceptuelle rammer og håndgribelige praktiske eksempler demonstrerer denne bog, hvordan integration af STEM, der involverer situationer og problemer fra den virkelige verden, kan revitalisere matematiklæring fra daginstitution til gymnasium og videre derefter. Matematikkens rolle, selv om den nogle gange overses i integreret STEM-undervisning, er et centralt fokus her, både som et redskab for andre discipliner og som et mål i sig selv. Den giver en tilgang til matematiklæring, som alle studerende bør opleve, også matematikstuderende.

Jo længere tid jeg har undervist, jo større er afstanden blevet mellem, hvordan jeg opfattede matematik, da jeg selv lærte det, og hvordan matematik fremstår for mine studerende. Igennem størstedelen af min skoletid var hovedregning og regning med pen og papir vigtige færdigheder i hverdagen, og skolefag som matematik og fysik krævede viden om brugen af logaritmetabeller og regnestokke. Og ikke alene havde jeg brug for at vide, hvordan man anvendte disse metoder og værktøjer, de var også en del af *min opfattelse af, hvad matematik er, og hvad det vil sige at lave matematik*, herunder at bruge matematik i dagligdagen.

Ingen af de studerende, jeg siden har undervist, har haft denne opfattelse. For dem har numerisk beregning været noget, man foretog ved hjælp af en billig, håndholdt lommeregner. Det har ikke været indlysende værdifuldt for dem egenhændigt at mestre numerisk beregning. “Hvorfor skal vi lære det her?” er et velkendt spørgsmål.

For flertallet er matematik noget, som computere laver for dem; de føler ikke behov for at vide ret meget, hvis overhovedet noget, om disse systems indre funktion. I den forstand minder deres syn på matematik om, hvordan vi ser på biler eller andre teknologiske hjælpemidler (herunder computere).

\* Dette forord er en bearbejdet udgave af teksten “What’s it like to be a student in my class?”, som kan læses i sin fulde længde på Mathematical Association of Americas officielle online blog, MATH VALUES, fra den 2. april 2024.

Hvordan kan de lærende så finde motivationen til at gå dybere ind i matematikken?

Jeg er næppe alene om at mene, at der ikke er nogen anden måde at udvikle matematisk tænkning på, end at bruge tid på at lære den.

Eftersom de digitale værktøjer findes, og eftersom de kan løse mange af opgaverne for os, så er der imidlertid ikke længere behov for, at de studerende mestrer grundlæggende færdigheder i en sådan grad, at de selv kan udføre dem flydende og hurtigt med en meget lav fejlprocent. Sådan er det. Det er et vilkår, og det må accepteres.

Det uundgåelige svar på motivationsspørgsmålet er altså, at der må tages udgangspunkt i den opfattelse af matematik, som vores studerende har med sig til undervisningen, nemlig *at det er noget, vi gør ved hjælp af maskiner*. Så jeg vil hermed opfordre til at gøre brug af de tilgængelige værktøjer til at løse faglige problemer, som udspringer af den lærendes hverdag.

At løse problemer fra den virkelige verden har flere uddannelsesmæssige fordele:

- Det gør det indlysende, at *det her med matematik er nyttigt*.
- Man kan vælge et emne/problem, som (i det mindste nogle af) deltagerne ser som *direkte relevant for dem*.
- De lærende oplever på første hånd, at langt de fleste anvendelser af matematik sker i kombination med flere (nogle gange mange) andre discipliner og teknikker.
- De fleste anvendelser af matematik i verden sker i forbindelse med såkaldte “wicked problems”, hvor matematikken giver præcise svar, der *bidrager* til den samlede løsning.

Matematikere skal være bevidste om denne virkelighed; typiske matematikopgaver er udelukkende til øvelse, mens man lærer.

*Dr. Keith Devlin  
Stanford-matematiker emeritus.  
Adjungeret professor, Forskningscenter for  
Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling,  
Institut for Matematik og Datalogi, Syddansk Universitet*

# Forfatternes forord

STEM er omdrejningspunkt for uddannelsespolitisk debat og faglig udvikling. Bogen her handler om STEM-didaktik og dens potentialer i en dansk sammenhæng. Vi tager de konstruktive briller på og anlægger en innoverende holdemåde til STEM i en dansk uddannelseskontekst, idet vores ambition er at indtænke tværfaglighed og øge fokuset på kompetencer.

STEM fremhæves som nøglen til at dække den voksende efterspørgsel på kvalificerede fagfolk inden for områderne *videnskab* (Science), *teknologi* (Technology), *ingeniørvidenskab* (Engineering) og *matematik* (Mathematics). Rapporter og politisk retningsangivende dokumenter fremhæver STEMs centrale rolle i innovation og styrkelsen af Danmarks globale konkurrenceevne. Store og indflydelsesrige virksomheder spiller markante roller i at fremme STEM-uddannelse. De argumenterer for, at der er et akut behov for at uddanne arbejdskraft inden for STEM-felterne, og de finansierer forskning i den retning.

Selvom STEM er en katalysator for, at samfundet investerer i uddannelse, vækst og udvikling, fremhæver kritikere, at fokuset på STEM på negativ vis kan indsnævre formålet med uddannelse til at være problemløsning og teknologiudvikling – og gør matematik og naturvidenskab til hjælpediscipliner, der skal ‘designificeres’ og ‘teknologiseres’ for at være relevante for både de lærende og omverdenen.

Kritikere udtrykker bekymring for, at demokrati og dannelse nedprioriteres til fordel for økonomiske interesser. Tjener STEM-uddannelsestænkning samfundets eller virksomheders interesser? Bliver eleverne instrumentelt gjort til brikker i en samfundsmaskine, som producerer arbejdskraft og forbrugere? Kommer fagene til at handle alt for meget om problemer?

Hvad kan STEM være i Danmark?

STEM må i en dansk sammenhæng ikke kun vægte arbejdsmarkedets behov, men også – og først og fremmest – anerkende vigtigheden af børnenes og de unges almindelse, dannelse og uddannelse. Hertil hører også, at STEM ikke nødvendigvis handler om problemer, der skal løses, men også om fænomener med fascinationskraft for børn og elever, lærere og pædagoger.

## Praksisnær bog om STEM-didaktik

Vi har skrevet denne bog, fordi vi ser et behov for at samle international forskning om STEM-uddannelse og oversætte den til en dansk kontekst. Vi er alle praksisnære og har været involveret i projektet LabSTEM, hvor vi netop, i tæt samarbejde med pædagoger og lærere, har arbejdet med at udvikle STEM-aktiviteter og forløb gennem en række laboratorier, der har form som workshops. Desuden har vi gennem undervisning på både universitetet og professionshøjskoler set et behov for at samle litteratur på dansk, som kan anvendes af studerende, som senere selv skal ud og arbejde med STEM i deres respektive praksisser. STEM-aktiviteter og -forløb er udviklet på baggrund af international forskning, og denne bog byder på forskningsbaserede og praksisnære nedslag, der fx handler om:

- Hvad er STEM-uddannelse egentlig for noget?
- Hvornår er noget STEM og ikke bare et tværfagligt projekt med fx matematik og engineering?
- Hvordan udvikler man STEM-forløb med fokus på matematik?
- Hvilke tilgange er der til at udvikle STEM-aktiviteter/forløb?
- Hvordan kan man arbejde med STEM-lærerkompetencer?
- Hvordan understøtter arbejdspladsen, at der arbejdes med STEM?

Undervejs giver vi masser af eksempler fra LabSTEM-projektet, så de nationale og internationale forskningsnedslag understøttes af konkrete cases og eksempler. Vi håber, at bogen her vil bidrage til en meningsfuld anvendelse af STEM-tilgange i dansk uddannelse, pædagogik og didaktik.

# Om forfatterne

**Connie Svabo**, professor i STEM-uddannelse og videnskabskommunikation på SDU, leder af FNUG, Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling, og sektionsleder på Institut for Matematik og Datalogi. Medlem af Naturfagsakademiets forskningsudviklingsgruppe CESE. Projektchef for LabSTEM og det nye LabSTEM+. Forsker i oplevelse, læringsmiljøer, læremidler, fysisk-digitale arkitekturer, kompetenceudvikling og læring på jobbet. Omfattende erfaring med tilrettelæggelse af voksenlæring i den private og offentlige sektor. Medlem af Innovationsfondens Erhvervsforskerudvalg (2020-2022), udfører konsulentarbejde for globale virksomheder om strategisk læring.

**Dorte Moeskær Larsen**, ph.d. og adjunkt i STEM-didaktik på SDU. Projektleder for LabSTEM+-projektet. Tidligere uddannet og ansat som folkeskolelærer, hvor hun underviste i matematik og fysik/kemi, og var efterfølgende ansat i 10 år som underviser på læreruddannelsen. Hendes forskning har primært været om matematikdidaktik og lærerudvikling, men hun har også publiceret om STEM-didaktik og scenariedidaktik. Derudover er hun formand for ekspertgruppen for grunduddannelsen i matematik ved Nationalt Center for Udvikling af Matematikundervisning (NCUM).

**Katrine Bergkvist Borch**, ph.d.-studerende på SDU ved FNUG, Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling. Hun forsker i oplevelse og læringsmiljøer på langs af uddannelseskæden fra dagtilbud til universitetsniveau med fokus på biologididaktik og eksterne læringsmiljøer. Har publiceret om STEM-uddannelse, eksterne læringsmiljøer, oplevelse og økodannelse. Har undervist i naturfagsdidaktik på universitetet og tidligere fem år i biologi i gymnasiet.

**Maiken Westen Holm Svendsen**, ph.d.-studerende på SDU ved FNUG, Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling. Forsker i matematik- og fysikdidaktik på gymnasie- og universitetsniveau med fokus på oplevelse, evalueringspraksis og brugen af generativ kunstig intel-



ligens i uddannelse. Har publiceret om oplevelse, STEM-uddannelse, uformel læring og kompetenceudvikling hos elever. Har undervist i matematik- og naturvidenskabelig didaktik og har arbejdet som gymnasielærer i matematik og fysik. Ansat ved Social Pædagogisk Støtte (SPS) som faglig støttementor.

**Mette Als Kristensen**, ansat på SDU på Institut for Fysik, Kemi og Farmaci, hvor hun arbejder med fysik-formidling. Hun er uddannet folkeskolelærer og fysiker, og hun har undervist i naturfag og matematik i udskoling. Hun har været videnskabelig assistent på LabSTEM-projektet ved FNUG, Forskningscenter for Naturvidenskabelig Uddannelse og Formidling, hvor hun forskede i matematikkens rolle i STEM-forløb.