



Stem som interdisciplinær undervisningsform

Hans-Christian Borggreen Keller
Speciale – Kandidat i STEM-undervisning

Vejledere: Connie Svabo & Claus Auning

IND's studenterserie nr. 107, 2022



INSTITUT FOR NATURFAGENES DIDAKTIK, www.ind.ku.dk

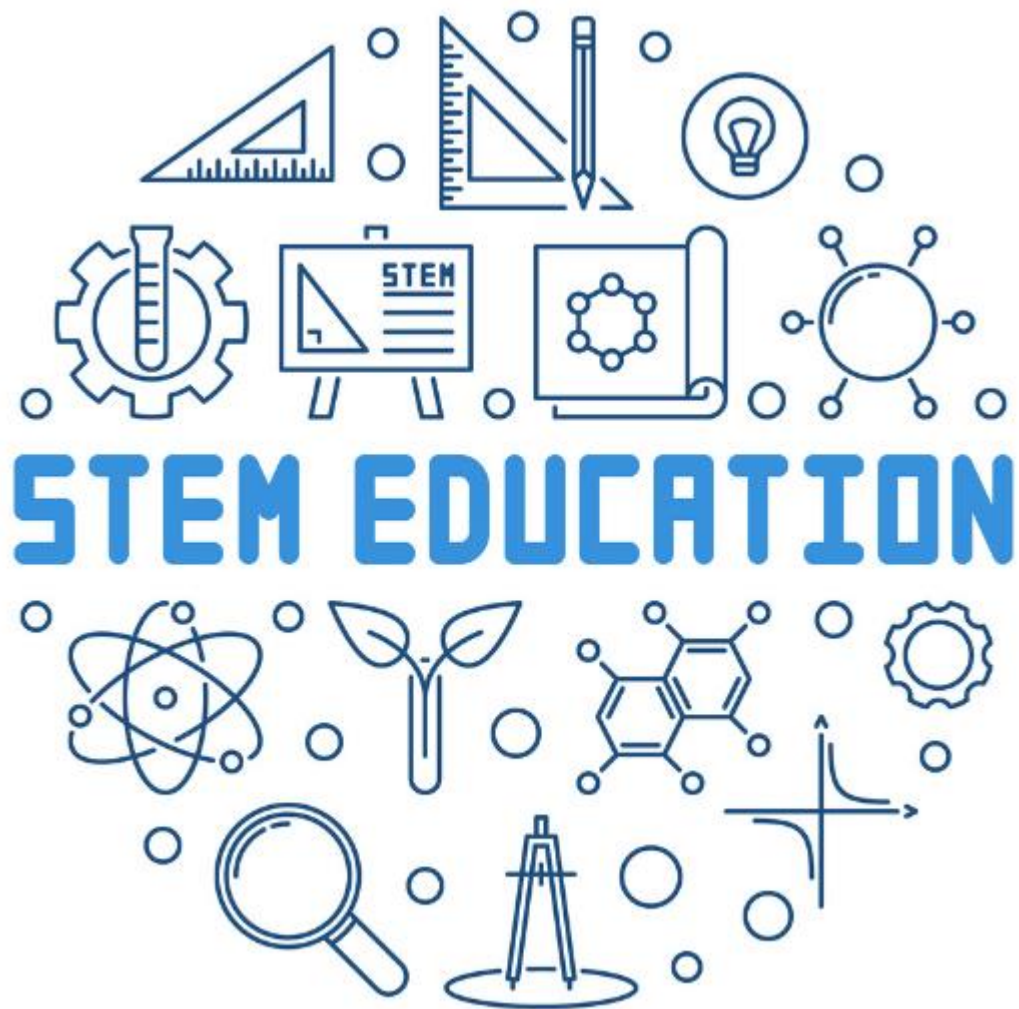
Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

IND's studenterserie

70. Jakob Holm: The Implementation of Inquiry-based Teaching (2019)
71. Louise Uglebjerg: A Study and Research Path (2019)
72. Anders Tørring Kolding & Jonas Tarp Jørgensen: Physical Activity in the PULSE Exhibit (2019)
73. Simon Arent Vedel: Teaching the Formula of Centripetal Acceleration (2019)
74. Aputsiaq Bent Simonsen: Basic Science Course (NV) (2019)
75. Svenning Helth Møller: Peer-feedback (2019)
76. Lars Hansen & Lisbeth Birch Jensen: Feedbackformater på Mulernes Legatskole (2019)
77. Kirsi Inkeri Pakkanen: Autobiographical narratives with focus on science (2019)
78. Niels Jacob Jensen: Engineering i naturen og på naturskolen (2019)
79. Yvonne Herguth Nygaard: Diskursanalyse af litteraturen og hos lærer i forbindelse med brugen af eksterne læringsmiljø, med en underviser tilknyttet (2019)
80. Trine Jørgensen: Medborgerskab i naturfagsundervisningen på KBHSYD (2019)
81. Morten Terp Randrup: Dannelse i Fysik C (2019)
82. Thomas Møllergaard Amby: Undersøgelses baseret naturfagsundervisning og science writing heuristic (2019)
83. Freja Elbro: Important prerequisites to understanding the definition of limit (2019)
84. Mathilde Sexauer Bloch Kloster: Inquiry-Based Science Education (IBSE) (2019)
85. Casper Borup Frandsen: Undersøgelsesbaseret undervisning i idrætsundervisningen på gymnasieskolen (2019)
86. Vibeke Ankjer Vestermarken: An Inquiry Based Introduction to Binomial Distributions (2019)
87. Jesper Jul Jensen: Formativ evaluering og faglige samspil i almen studieforberedelse (2020)
88. Karen A. Voigt: Assessing Student Conceptions with Network Theory - Investigating Student Conceptions in the Force Concept Inventory Using MAMCR (2020)
89. Julie Hougaard Overgaard: Using virtual experiments as a preparation for large scale facility experiments (2020)
90. Maria Anagnostou: Trigonometry in upper secondary school context: identities and functions (2020)
91. Henry James Evans: How Do Different Framings Of Climate Change Affect Pro-environmental Behaviour? (2020)
92. Mette Jensen: Study and Research Paths in Discrete Mathematics (2020)
93. Jesper Hansen: Effekten og brugen af narrative læringsspil og simuleringer i gymnasiet (2020)
94. Mie Haumann Petersen: Bilingual student performance in the context of probability and statistics teaching in Danish High schools (2020)
95. Caroline Woergaard Gram: "Super Yeast" - The motivational potential of an inquiry-based experimental exercise (2021)
96. Lone Brun Jakobsen: Kan man hjælpe elevers forståelse af naturvidenskab ved at lade dem formulere sig om et naturvidenskabeligt emne i et andet fag? (2021)
97. Maibritt Oksen og Morten Kjølner Hegelund: Styrkelse af motivation gennem Webinar og Green Screen (2021)
98. Søren Bystrup Jacobsen: Peer feedback: Fra modstand til mestring? (2021)
99. Bente Gulbrandsen: Er der nogen, som har spurgt en fysiklærer? (2021)
100. Iben Vernegren Christensen: Bingoplader i kemiundervisningen – en metode til styrkelse af den faglige samtale? (2021)
101. Claus Axel Frimann Kristinson Bang: Probability, Combinatorics, and Lesson Study in Danish High School (2021)
102. Derya Diana Cosan: A Diagnostic Test for Danish Middle School Arithmetics (2021)
103. Kasper Rytter Falster Dethlefsen: Formativt potentiale og udbytte i Structured Assessment Dialogue (2021)
104. Nicole Jonassen: A diagnostic study on functions (2021)
105. Trine Nørgaard Christensen: Organisatorisk læring på teknisk eux (2021)
106. Simon Funch: Åben Skole som indgang til tværfagligt samarbejde (2022)
107. **Hans-Christian Borggreen Keller: Stem som interdisciplinær undervisningsform (2022)**

IND's studenterserie omfatter kandidatspecialer, bachelorprojekter og masterafhandlinger skrevet ved eller i tilknytning til Institut for Naturfagenes Didaktik. Disse drejer sig ofte om uddannelsesfaglige problemstillinger, der har interesse også uden for universitetets mure. De publiceres derfor i elektronisk form, naturligvis under forudsætning af samtykke fra forfatterne. Det er tale om studentearbejder, og ikke endelige forskningspublikationer.

Se hele serien på: www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/



STEM SOM INTERDISCIPLINÆR UNDERVISNINGSFORM

Hans-Christian Borggreen Keller

Hovedvejleder: Ph.d. prof. Connie Svabo

Bivejleder: Ph.d., postdoc Claus Auning

Antal anslag: 194.613

Kandidatspeciale i STEM-undervisning

Abstract

This master thesis is written, based on an abductive research strategy as a result of an astonishment that has arisen halfway through my study, where I became aware of the complexity of working with STEM as a form of teaching in elementary school. An awareness based on: A theoretical foundation containing texts and research presented by our teachers on the study, own literature search and experiences from practice in the work of planning and implementing teaching with STEM as a form of teaching.

The central point of the thesis will be to examine the subject field of wonder through an analysis of the empirical data, where the theoretical positions contribute to my cognitive process with perspectives for understanding the generated empirical data. Ontologically, phenomenology thus becomes my instrument, to give me a subjective understanding of the object. This is important in relation to being able to answer the object's "how" and "why". As this is implicit in the thesis problem formulation, which aims to examine the teaching reality that forms the premise for science and mathematics teachers in relation to the fact that STEM is changing from being a political goal to being part of the teaching landscape in elementary school.

The findings in my research placed the opportunity to work with SETM as a form of teaching in elementary school. But it is important to be aware of, that the complexity in the STEM acronyms is unknown for the science and mathematical teachers and a didactical model for using STEM as a form of interdisciplinary teaching has just been developed by didactical scientist.

Resume

Gennem mit abduktive studie har jeg undersøgt, hvilke muligheder og udfordringer der er for STEM-undervisning i grundskolen – set ud fra matematik- og naturfagslærernes perspektiv, herunder med opmærksomhed på læringsmål, prøver/tests og faglokaler som rammefaktor. Ved at lave undersøgelsen fik jeg indsigt i hvilken betydning det har for lærergruppen, at STEM er ved at ændre sig fra at være et uddannelsespolitisk ståsted til at blive en del af lærernes skolekontekst. Hvor resultatet heraf viser, at lærerne er meget åbne for at arbejde med STEM som undervisningsform, da den kan medvirke til udvikling af professionelle læringsfællesskaber, skolekulturer og øge læring hos eleverne. Men det kræver efteruddannelse, da man som lærer, ikke implicit har disse kompetencer med fra sin uddannelse som lærer.

Forord

Personligt har det været, en stor personlig udviklingsrejse at gennemføre min at gennemføre min kandidatuddannelse i STEM-undervisning ved Københavns Universitet. Udgangspunktet for at tage uddannelsen, var at jeg efter endt uddannelse som LSUL-lærer i 2019 følte, at jeg manglede en teoretisk indsigt i, og grundlag for, undervisningens "Hvordan?" i forhold til, at bygge bro mellem naturfagene, matematik og inddragelsen af ingeniørvidenskabelige aspekter i den fagfaglige undervisning. Dette speciale markerer afslutningen på to års uddannelse, hvor jeg fagligt har været på en fantastisk udviklingsrejse, og nu kan arbejde med STEM som undervisningsform på et didaktisk velfunderet grundlag.

I tilblivelsen af mit speciale vil jeg gerne takke til de didaktiske forskere, matematik- og naturfagslærere og lærerstuderende, som villigt har stillet op til interview, og dermed delt tanker og bekymring i forhold deres praksis samt forandringen af denne ved at skulle arbejde med STEM som undervisningsform. Det var en interessant proces efterfølgende at arbejde sig ned i interviewene, for så at holde resultaterne op imod teorien og litteratur med det formål at belyse muligheder og udfordringer er der ved at arbejde med STEM som undervisningsform i den danske grundskole – et studie som godt kunne have fortsat yderligere.

Tak til min vejleder Claus for et godt samarbejde, og for at guide mig undervejs i skriveprocessen.

Tak til min studiekammerat Emil, for at lægge ører til mine frustrationer undervejs og for alle de faglige snakke vi har haft undervejs.

Tak til min skønne hustru og mine børn for deres tålmodighed med mig når jeg de mange aftener, morgener og weekender var fraværende for at sidde bag skærmen og skrive på mit speciale.

God læselyst.

Indhold

Abstract	1
Resume	1
Forord	2
Kapitel 1 – Indledning og problemformulering.....	6
1.1 Indledning.....	6
1.2 Problemformulering.....	8
Kapitel 2 – specialets struktur.....	8
2.1 Den metodiske tilgang og baggrund for specialet.....	8
2.2 læsevejledning – specialets struktur	9
Kapitel 3 – Forskningsspørgsmål, afgrænsning og begrebsafklaring	10
3.1 Forskningsspørgsmål	10
3.1.1 Hypotetisk sondring af forskningsspørgsmål.....	11
3.2 Afgrænsning.....	11
3.3 Begrebsafklaring	12
3.3.1 Indholdet i akronymmerne STEM og deres indflydelse på undervisning.	12
3.3.2 Tværfaglighed og interdisciplinaritet	13
3.3.3 STEM-didaktik.....	13
3.3.4 STEM-faglig kultur	14
3.3.5 Kapacitet for udvikling	14
3.3.6 Self-efficacy	15
Kapitel 4, Teori	16
4.1 Det didaktiske grundlag i specialet.....	16
4.2 Det teoretiske grundlag for indholdet i forskningsspørgsmålene.....	18
4.3 Anvendelses- og problemorienteret undervisning.....	20
4.4 Interesse og motivationsorienteringer.....	20
4.5 Stilladsering af undervisning.....	22
5. Metode	23
5.1 Litteraturstudie.....	23
5.2 Interview	25
5.2.1 Operationaliserings manual.....	27
5.2.1.1 Spørgeramme til forsker indenfor didaktik.....	27
5.2.1.2 Spørgeramme til naturfags- og matematiklærer.....	29
5.2.1.3 Spørgeramme til lærerstuderende.....	30
5.3 Metodetriangulering	31

5.3.1 Generering af data	32
5.4 Specialets videnskabsteoretiske ståsted.....	33
6. Analysestrategi	35
6.1 Det teoretiske grundlag for analysen	35
6.2 Meningskondensering af interviewspørgsmål	36
6.2.1 Forskningsspørgsmål nummer 1, som relaterer til indholds-dimensionen	36
6.2.1.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nummer 1	44
6.2.2 Forskningsspørgsmål nummer 2, som relaterer til individ-dimensionen.....	44
6.2.2.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nr. 2.....	59
6.2.3 Forskningsspørgsmål nummer 3, som relaterer til drivkraft-dimensionen	60
6.2.3.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nr. 3.....	74
6.2.4 Forskningsspørgsmål nummer 4, som relaterer omverden-dimensionen	76
6.2.4.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nummer 4.....	84
6.2.5 Forskningsspørgsmål nummer 5, som relaterer til samspil-dimensionen	85
6.2.5.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nummer 5.....	97
6.3 Delkonklusion på empirisk analyse	98
7. Diskussion	99
7.1 Diskussion af data fra den kvalitative undersøgelse	100
7.1.1 Den hypotetiske sondring af forskningsspørgsmål holdt op mod diskussion af data.....	105
7.2 Diskussion af metode	106
7.2.1 Kritik af fænomenologien som videnskabsteori.....	107
7.2.2 Kritik af hermeneutikken som undersøgelsesstrategi	108
7.2.3 Opsamlingen på diskussion af metode og placering af et fremadrettet perspektiv	108
8. Konklusion	108
9. Perspektivering	110
10. Referencer.....	111
Bilag 1 – transskriberet interview med den første af to didaktisk forsker på STEM området	117
Bilag 2 – transskriberet interview med nummer to ud af to didaktiske forskere med relation til STEM	124
Bilag 3 – transskriberet interview med matematik- og naturfagslærer	131
Bilag 4 – transskriberet interview med matematik- og naturfagslærer	137
Bilag 5 – transskriberet interview med matematik- og naturfagslærer	141
Bilag 6 – transskriberet interview med matematik- og naturfagslærer	145
Bilag 6 – transskriberet interview med lærerstuderende	151
Bilag 7 – Kategorisering af meningskondenseringerne fra interviewsekvenserne	156

7.1 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 1	156
7.2 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 2	157
7.3 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 3	159
7.4 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 4	162
7.5 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 5	163

Kapitel 1 – Indledning og problemformulering

1.1 Indledning

Dette speciale er abduktivt studie i hvilken betydning STEM-diskursen har for grundskolen i Danmark set ud fra matematik- og naturfagslærernes perspektiv.

STEM-undervisning udspringer fra USA, hvor det i 2009 blev præsenteret af den daværende præsident Barak Obama med det formål at imødekomme, den manglende arbejdskraft inden for teknologi- og ingeniørfag (Elmose, Schmidt, Jensen, Nielsen, Hald, Petersen, Lunde & Storgaard, 2021) Obamas klare budskab var, at skolerne gennem denne undervisningsform skulle fremme elevernes kompetencer inden for dette felt. Dette blev initieret gennem en række undervisningsprojekter, hvor T´et (Teknologi) og E´et (Engineering) blev introduceret som vigtige elementer i både science- og matematikundervisningen. Et eksempel på dette var den filantropiske fond Bill & Melinda Gates Foundation investering i skoler, der ville integrere naturfag og matematik med engineering og teknologi i en tværfaglig undervisningsform med det formål at skabe, en pipeline fra skole til ingeniørarbejde (Elmose et al., 2021, s. 11) og dermed var grundlaget for STEM som undervisningsform skabt.

Et lignende paradoks forefindes, i en dansk uddannelseskontekst hvor en kortlægning i december 2018 foretaget af Undervisningsministeriet, viste at fem danske fonde har øremærket cirka 3 milliarder kroner til STEM-projekter rettet mod grundskolen (Elmose et al., 2021, s. 20) – alle med det formål, at imødekomme manglen på cirka 10.000 STEM-kandidater i 2025 (Kata Fonden, 2019). Et paradoks som kritiske røster peger på kan være problematisk, da sådan en tilgang kan være med til at udhule fagligheden i science-fagene og matematik. Hvor begrundelsen skal findes i at STEM-diskursen, med fokus på T´et (forsøgsfaget teknologiforståelse) og E´et (Engineering i skolen), er med til at transformere S (science) og M (matematik) til værktøjsfag, som har til formål at forbedre artefakter – almindelige som digitale (Elmose et al., 2021, s. 30). Et opmærksomhedspunkt som Steffen Elmose (red.) beskriver i bogen *Naturfag i et spændingsfelt: Kritiske perspektiver på aktuelle tendenser* således:

” ... det er vigtigt at STEM-undervisning ikke kun har fokus på ”What should they know?”, men også ”What should they become?”. Med ”What should they become?” tænkes der ikke i første omgang på elevernes fremtidige erhverv, men på hvilke mennesker skolen skal være med til at danne.”

I overført betydning kan "What should they know?" og "What should they become?" dermed ansues som værende identisk med kernen i folkeskolens dobbelte formål – læring til henholdsvis videreuddannelse og livsduelighed, der er noteret i folkeskolens formålsparagraf §1 således:

"Folkeskolen skal i samarbejde med forældrene give eleverne kundskaber og færdigheder, der: forbereder dem til videre uddannelse og giver dem lyst til at lære mere] [bidrager til deres forståelse for menneskets samspil med naturen og fremmer den enkelte elevs alsidige udvikling." (Undervisningsministeriet, 2021)

Når dette sammenholdes med STEM-diskursen på side 6, så refereres der til at det giver mening at inddrage Engineering og Teknologi som virkemiddel, til at skabe et fagoverskridende samarbejde mellem matematik og naturfagene i problemorienteret undervisning. Men det skaber et paradoks i forhold til den kontinentale dannelsesstradition, som kendetegner folkeskolen i Skandinavien, hvis forståelsesfænomen er knyttet til begreberne dannelse og faglige kompetencer. Hvor sidstnævnte skal ses som, den lærendes evne til at være selvstændig og kritisk tænkning i arbejde med tilegnelse af et videns- og kompetencefelt (Wiberg, 2009). Da den STEM-politiske uddannelsesdagsorden har til formål at, imødekomme Danmarks massive mangel på højtuddannet teknologisk arbejdskraft i 2025 (Andersen, 2018). I dette genstandsfelt er det derfor vigtigt, at lærerne har pædagogisk-didaktisk frihed til at planlægge undervisningslandskaber, som dels kan være STEM-relaterede men også fagopdelt hvor de forskellige dannelsespotentialer peger ind i det tværfaglige og i folkeskolens dobbelte formål (Elmose et al., 2021, s. 34). Uden at læreren er under indflydelse af offentlige-private partnerskaber, da der jf. Jürgen Habermas i erkendelsesledende interesser ikke findes værdi- og interessefrie videnskaber (Habermas, 1968).

Formålet med dette speciale, er at undersøge hvilken betydning det har for lærerens didaktiske arbejde med interdisciplinær undervisning, at STEM er ved at ændre sig fra at være en politisk målsætning til at være en del af undervisningslandskabet i folkeskolen (Larsen, Kristensen, Hjort & Seidelin, 2022) – en transformation, som initierer et didaktisk skisma med to genstandsfelter. Det ene genstandsfelt peger på, at elever klarer sig bedre i fagintegrerede læse-/læreplaner end i traditionel undervisning (Larsen et al, (2009) van Breukelen, D., Schure, F., Michels, K., & de Vries, M. (2016)).

Det andet genstandsfelt peger på, at der på nuværende tidspunkt ikke findes en samlet og veldefineret STEM-didaktik i dansk skolekontekst, som ville kunne supportere lærerne i deres arbejde med at implementere STEM-undervisning. Til akronymerne S og M findes der definerede didaktikker. Til akronymet E udgør publikationen "Hvad, hvordan og hvorfor?" på nuværende tidspunkt det bedste forslag til en Engineering-didaktik, og til akronymet T findes der ikke nogen didaktik. Udviklingen og beskrivelsen af forsøgsfaget Teknologiforståelse, er på nuværende tidspunkt det som orienterer sig mest mod akronymet T i STEM, selv om fokus i faget teknologiforståelse er på digitale teknologier og skabelse af disse.

1.2 Problemformulering

På baggrund af indledning og specialets formål formuleres følgende problemformulering:

Hvilke muligheder og udfordringer der er for STEM-undervisning i grundskolen – set ud fra et lærerperspektiv, herunder med opmærksomhed på læringsmål, prøver/tests og fagspecifikke lokaler som rammefaktorer?

Kapitel 2 – specialets struktur

2.1 Den metodiske tilgang og baggrund for specialet

Dette speciale er, skrevet ud fra en abduktiv forskningsstrategi som følge af en forundring, der er opstået halvvejs gennem mit studie hvor jeg blev bevidst om kompleksiteten ved at arbejde med STEM som undervisningsform. En bevidsthed som bygger på: Et teoretiske fundament indeholdende tekster og forskning præsenteret af vores undervisere på studiet, egen litteratursøgning og erfaringer fra praksis i arbejdet med at planlægge og gennemføre undervisning med STEM som undervisningsform.

En forundring, hvor kompleksiteten kan relateres til at STEM-akronymerne ikke er særlig gammel i en dansk skolekontekst, og som følge heraf arbejdes der stadigvæk på en indholdsudfyldning af akronymerne. Dette peger dog på et paradoks, da indholdsudfyldningen sker gennem etablering af en STEM-didaktik som udvikles inden for fondsstyrede projekter, der er finansieret af store danske virksomheder og dermed ikke kan være værdi- og interessefrie (Elmose (red.), 2021, s. 34). Paradokset består dermed i, at der er risiko for at STEM-undervisning bliver curriculum-styret og læreren ikke besidder en didaktisk frihed til at etablere en undervisning, hvor faglige kompetencer bruges til at få indsigt i mulige veje som skal bibringe eleverne forståelse af sagen og viden gennem tilegnede kundskaber (Elmose(red.),2021, s. 35).

Derfor arbejdes der i dette speciale ud fra problemformuleringen, som er nævnt på side 8 i afsnit 1.2.

2.2 læsevejledning – specialets struktur

Kapitel 1 indleder specialet ved, at give et indblik hvordan STEM-undervisning i sin oprindelige form initierer et skisma i dansk undervisningskontekst- og kapitlet slutter med at initiere specialets problemformulering.

Kapitel 2 placerer med en kort forklaring specialets forskningsstrategi, og begrundelse for valget af denne tilgang. Yderligere så indeholder kapitlet også en oversigt over indholdet i specialets kapitler.

Kapitel 3 indeholder specialets forskningsspørgsmål som den empiriske undersøgelse er bygget op omkring, samt min hypotetiske sondring af disse. Yderligere indeholder kapitlet et afsnit om specialets afgrænsning, samt et afsnit hvor der vil være en begrebsafklaring af de centrale nøglebegreber, som er indeholdt i problemformuleringen - ud fra min subjektive vurdering.

Kapitel 4 afdækker og forklarer hvilken teori, der er valgt som centrale elementer i specialet. Kapitlet indledes med en definition det didaktisk grundlag i specialet, så følger den teoretiske ramme for indholdet i forskningsspørgsmålene samt forklaring af anvendelses- og problemorienteret undervisning & interesse og motivationsorienteringer, for til sidst teoretisk at placere begrebet stilladsering.

Kapitel 5 beskriver hvordan specialet ontologisk er positioneret indenfor fænomenologien, da det har til formål at undersøge et objekt "hvad" (se problemformulering under pkt. 1.2), som er formet af menneskelige aktiviteter og handlinger gennem meningsfulde fænomener. Dette sker ved at besvare objektets "hvordan" og "hvorfor" med hjælp fra en metodetriangulering, som holder de kvalitative forskningsspørgsmål op imod en tolkning af vedrørende tekster. Herved bliver besvarelsen af objektets "hvordan" og "hvorfor" specialets epistemologiske ståsted.

Kapitel 6 uddyber analysestrategi, og er opdelt i to afsnit – *det teoretiske grundlag for analysen* og *meningskondenseringen af transskriberede interviewspørgsmål*. Min empiri vil blive undersøgt ud fra en pragmatisk tilgang, da jeg ønsker at undersøge hvordan mennesket (læs matematik- og naturfagslærere) gennem aktivitet forbinder sig med omverdenen, som i dette specialer handler om muligheder og udfordringer i at arbejde

med STEM-undervisning ud fra deres perspektiv (Sonne-Ragans, 2019). Hvor min frembragte viden og forståelse herom beror på behandlingen af undersøgelsens empiriske grundlag. Afsnittet med meningskondenseringerne er opdelt i underafsnit, hvor forskningsspørgsmålet skematiske kobles med interviewsekvenserne, meningskondensering samt kategorisering, analyse og fortolkning af meningskondenseringen. Som afslutning på afsnittet vil der være en delkonklusion, der samler undersnitternes opsummeringer til en reduceret udgave af et samlet skriv, for opsummeringerne vil blive foldet yderligere ud i diskussionens første afsnit i kapitel 7.

Kapitel 7 indeholder min diskussion og vil være opdelt i to afsnit. Det første afsnit vil diskutere min delkonklusion af den empiriske undersøgelse op imod litteraturen og specialets teoretiske ståsted. Det andet afsnit vil indeholde en diskussion af valgt metode i specialet, og slutte med at tage et kritisk blik på undersøgelsen i specialet i forhold til gyldighed, generaliserbarhed og validitet.

Kapitel 8 afrunder specialet ved at placere en konklusion, baseret på min diskussion og analyse, af specialets problemformulering. Yderligere så vil der også blive initieret et fremadrettet perspektiv.

Kapitel 3 – Forskningsspørgsmål, afgrænsning og begrebsafklaring

3.1 Forskningsspørgsmål

Specialets problemformulering undersøges med følgende fem forskningsspørgsmål:

1. Hvad kendetegner interdisciplinære undervisningssituationer, hvor STEM-faglig praksis har været med til at initiere læring?
2. Hvilken betydning har lærerens kapacitet for udvikling (læs – evne til aktiv, reflektiv og kritisk (re)konstruktion af viden (Verbiest, E. & Erculj, 2006) for vedkommendes arbejde med STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen?
3. Hvad er hæmmende og fremmende for at motivere naturfags- og matematiklærere til, at benytte STEM som pædagogisk-didaktisk virkemiddel til at udvikle daglig praksis?
 - a. Hvad vil demotivere naturfags- og matematiklærere i forhold til at benytte STEM som pædagogisk-didaktisk virkemiddel til at udvikle daglig praksis?
4. Hvilken betydning har to-lærer ordninger for udvikling af lærerens kompetencer til at arbejde med STEM som interdisciplinær undervisningsform?

5. Hvilken sammenhæng er der mellem læring og STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang i forhold til at skabe et fagligt fællesskab

Indholdet i ovenstående fem forskningsspørgsmål er, udformet med baggrund i beskrivelserne af de fem dimensioner på s. 19. Det betyder at spørgsmål 1 har fokus på indhold, spørgsmål 2 har fokus på individet, spørgsmål 3 har fokus op drivkraften, spørgsmål 4 har fokus på omverdenen og spørgsmål 5 har fokus samspil.

3.1.1 Hypotetisk sontring af forskningsspørgsmål

Jeg forventer, at databehandling det empiriske grundlag i forskningsspørgsmål nr. 2 og 3, vil bidrage mest til besvarelsen af min problemstilling. Da deres undersøgelsesområde orienterer sig mod, hvordan kultur (læs STEM-kultur) skal ses som en fortløbende udveksling og udvikling af fagopfattelser, værdier, normer og praksisformer der udspringer af både individuelle bidrag og fælles initiativer (Sillasen, Valero & Sørensen (2010), Dragsted, (1998)). Herved refereres der til, at en lærerfaglig kulturel udvikling sker gennem en meningsforhandling over tid. Hvor lærernes sociale forståelse for hvad er undervisning er, bidrager til udviklingen af sociale strukturer som bygger på fælles normer, værdier, forventninger og handlinger, der udvikles over tid (Sillasen et al., 2010).

3.2 Afgrænsning

Som nævnt i indledningen er STEM, ved at ændre sig fra at være en politisk målsætning til at være en del af undervisningslandskabet i den danske folkeskole (Larsen et al., 2022). Dermed vil der kunne være mange forskellige emner og perspektiver, som vil kunne være interessante at få indsigt i med det formål, at undersøge transformationen af STEM fra politisk dagsorden til at være rammefaktor for undervisningen i den danske folkeskole.

Da mit eget virkefelt primært relaterer til grundskolen, ***så afgrænses undersøgelsen i specialet til udelukkende at fokusere på naturfags- og matematiklærernes perspektiv i forhold til muligheder og udfordringer ved at implementere STEM-undervisning i folkeskolen.***

Med den begrundelse at STEM-undervisning både initierer en tværfaglig undervisningsform hvor Science, Teknologi, Engineering og Matematik rammesætter indhold gennem deres forskellige teoretiske perspektiver og metodiske tilgange. Men også udfordrer hvordan undervisere i matematik og science-fag har institutionaliseret og standhaftigt har forsvaret deres (fag)områders suverænitet (Larsen et al., 2022).

Dermed afgrænses der i specialet fra at undersøge, hvordan private fonde kan have indflydelse på hvordan STEM bliver en del af undervisningslandskabet i den danske folkeskole. Således at lærerens didaktiske frihed begrænses som traditionelt set har været et vartegn for undervisningen i den danske folkeskole gennem mange år (Elmose et al., 2022, s. 19)

Ligeledes afgrænses der fra at behandle, hvorledes særligt udviklede eksemplariske undervisningsforløb kan understøtte muligheder og udfordringer i forhold til at implementere STEM-undervisning i grundskolen.

På baggrund af denne afgrænsning vil jeg i det følgende afsnit afklare begreber, som relaterer til problemformuleringen – og dermed er med til at danne en forståelsesramme for specialet.

3.3 Begrebsafklaring

3.3.1 Indholdet i akronymene **STEM** og deres indflydelse på undervisning.

I dette speciale benyttes den beskrivelse Christine M. Cunningham i bogen *Engineering in elementary STEM education: Curriculum design, instruction, learning, and assessment* bruger om akronymerne S, T, E og M. Hun beskriver STEM med følgende citater:

“**Science** is a body of knowledge about the physical and natural worlds...”, “**Technology** is the body of knowledge, artifacts, processes and systems that results from engineering...”, “**Engineering** is the application of knowledge to creatively design, build and maintain technologies...” og “**Matematics** is the science of numbers, quantities and shapes and the relations between them...”.

Hvor en kombination af akronymernes indhold, kan være med til at kontekstualisere science (læs naturfagene) så det går fra at være et akademisk element, til at blive et virkemiddel i arbejdet med at løse et problem. Hvor de kreative processer i engineering bidrager med øge motivation, engagement og rum for læring ved at gøre problemerne relevante og meningsfulde. Samt være med til at skabe en læringsarena, hvor matematikken bliver meningsfuld for eleverne da de bruger den aktivt i deres problemløsning. Science og matematik bliver dermed elevernes virkemidler til at løse problemer, hvor engineering bygger mellem akronymerne og hjælper eleverne med at forstå forbindelsen mellem akronymernes discipliner (Cunningham, 2018, s. 16 - egen

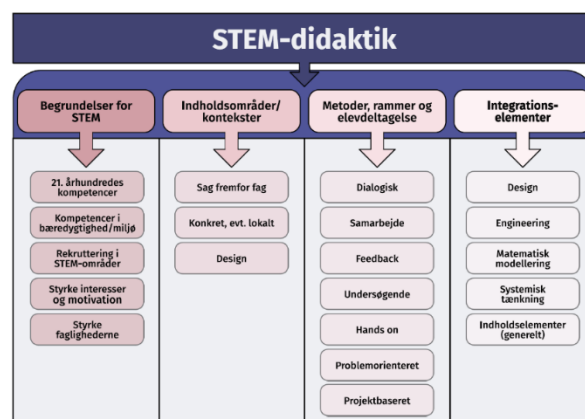
oversættelse). STEM-undervisning kan dermed være med til at modvirke problematikken om stoftrængsel i fagene, og initiere motiverende undervisning (Larsen et al., 2022).

3.3.2 Tværfaglighed og interdisciplinaritet

Tværfaglighed defineres i specialet som et faglig samspil mellem flerfaglighed og fællesfaglighed, hvor elevernes læring sker på tværs af faggrænser. *Flerfaglighed* refererer til, at et forholdsvis bredt tema eller problem behandles af de deltagende fag ud fra hver deres aspekt uafhængigt af hinanden – en tilgang til undervisningen, som allerede sker mange steder i grundskolen. Udfordringen ved flerfaglighed er, at det kan virke kunstigt og overfladisk (Klausen, 2011). *Fællesfaglighed* er, betegnelsen for et fagligt samspil om et samlet fælles mål med en overordnet problemstilling, hvor ingen af de deltagende fag kan klare denne alene (Klausen, 2011). Hermed refereres til at der gennem problemstillingen sker en bearbejdning, hvor fagene fagligt bidrager og underordner sig i denne. Hvilket betyder at der kan være forskellige grader af opløsning af fagstrukturen, og dermed bliver det vigtigste i undervisningen ikke fagene men sagen – *interdisciplinaritet*, og kan dermed være med til at skabe en erkendelsesmæssig merværdi hos eleverne. (Dolin, 2018) Udfordringen ved denne undervisningsform er, at det kræver et virkeligt velegnet emne og en stor grad af koordination mellem de deltagende fag (Klausen, 2011).

3.3.3 STEM-didaktik

På nuværende tidspunkt findes der i politiske uddannelsesdokumenter, ikke en tydelig beskrivelse af hvordan STEM-begreberne skal operationaliseres i en dansk undervisningskontekst, hvordan den didaktiske tilgang til begreberne er eller hvordan relationerne mellem fagene og STEM-undervisningen initieres (Larsen et al., 2022). Derfor vil jeg i mit speciale bruge den model, som er udviklet af Dorthe M. Larsen, Mette L. A. Kristensen, Michael F. Hjort og Lars Seidelin og beskrevet i artiklen *STEM-didaktik – et international systematisk review om STEM-undervisningens didaktik*. Modellen er en kondensering af de inkluderede artiklers



Figur 1, Model til planlægning af nye STEM-forløb, som også kan bruges til at evaluere STEM-undervisning

begrundelse for at anvende STEM, ved at eksemplificere metoder og forskellige tilgange for at integrere fagene/disciplinerne.

3.3.4 STEM-faglig kultur

Ordet kultur kommer af det latinske ord cultura, der er en bøjning af colere som betyder at dyrke – og kan referere til, at vi som menneske dannes gennem en lang række af læreprocesser (Jensen, 2020). Dette formuleres i folkeskolens formålsparagraf §1 således: "... giver dem forståelse for andre lande og kulturer, bidrager til deres forståelse for menneskets samspil med naturen og fremmer den enkelte elevs alsidige udvikling."

Sammenfattes ovenstående med fokuset i min problemstilling, som ligger på naturfags- og matematiklærernes perspektiv, så vælger jeg at definere STEM-faglig kultur ud fra Søren Dragsteds beskrivelse af, hvordan naturfaglig kultur skal ses som en subkultur i grundskolen – hvilket kan sidestilles med, transformationen af STEM som en uddannelsespolitisk dagsorden til at blive en rammefaktor for undervisningen i folkeskolen (Larsen et al., 2022) og lyder, som nævnt på næste side, således:

*"I mere generelle vendinger kan naturfaglig kultur beskrives som en subkultur i skolen. Den er skabt gennem fortløbende udveksling og udvikling af fagopfattelser, værdisæt, normer og praksisformer med henblik på at realisere naturfaglig undervisning i relation til skolens samlede opgave. Subkulturen træder frem i værksteds- og undervisningsmiljøer, hvor arbejdsform og læreproces hænger sammen. **Subkulturen** er til hjælp for den enkelte lærer, bakket op af lærerne med forskelligt engagement og har betydning for skolens arbejds- og udviklingsprogram. Med ovenstående beskrivelse omfattes en række forskellige opfattelser af fag, faglighed og skolens opgave. **Fagkulturen** bliver et resultat af de forskellige individuelle bidrag og fælles initiativer, der kan fremme eller begrænse en udvikling af naturfaglig praksis. **Skolens naturfaglige kultur** rummer flere dimensioner. Det gælder fortolkning af indhold i naturfag, realiseringen af samarbejde blandt skolens lærere samt de lokale praktiske rammer for arbejdet i skolen."* (Dragsted, 1998, s. 90).

3.3.5 Kapacitet for udvikling

Der findes flere erfaringsberetninger og veldokumenteret faktum på, at det kan være udfordrende at opnå en reel og vedvarende ændring af praksis. Dette skal ses i relation til at ændringer af praksis ofte kræver, at de grundlæggende forudsætninger for den eksisterende praksis udvikler sig til at kunne understøtte den nye praksis, for at vedvarende forandringer opnås (Sølberg, Waadegaard, Hansen, Trolle, Elmeskov,

Johannsen & Nielsen, 2015). Derfor har jeg i specialets problemformulering inddraget rammerne for undervisning, som et undersøgelsesområde da disse er vigtige i forhold den praksis man ønsker at ændre gennem en udviklingsproces. Fordi rammerne er påvirket af udefrakommende forstyrrende elementer med forskellige organisatoriske placeringer fx ændring af kollegiallet, ledelsesskift, udskiftning af skolechef og ændring af bekendtgørelser relateret til fagene (Sølberg et al., 2015). Derfor vælger jeg i mit speciale at definere kapacitetsopbygning

(læs kapacitet for udvikling), ud fra den skoleudviklingsmodel som Verbiest & Erculj (2005) har udviklet til systematisk at tydeliggøre det aktuelle niveau samt fremadrettede initiativer og handlinger (Ågård, Sølberg, Nielsen, Krogh, Waadegaard & Hoffmann, 2017) - modellen er eksemplificeret i figur 2.

CAPACITY	Phases of school development			
	Not yet initiated	Initiated	Implemented	Incorporated
Personal capacity • active, reflective, and critical (re)construction of knowledge				
Interpersonal capacity • shared values and shared vision on learning and teaching • collective learning and shared practices				
Organisational capacity • supportive structural conditions • supportive cultural conditions • shared, supportive and stimulating leadership				

Figur 2, skematisk model over hvordan kapacitetsopbygning kan evalueres og planlægges i et fremadrettet perspektiv.

Den ene akse handler om kapaciteter og indeholder: **Personlig kapacitet** som handler om lærerens evne til, aktivt at reflektere over sin egen og elevernes adfærd med henblik på at forbedre sin praksis og skabe kvalitativ bedre læring for eleverne. **Interpersonel kapacitet** som handler om at lærerkollektivet etablerer et fagligt samarbejde med udgangspunkt i fælles normer, mål og visioner. Organisatorisk kapacitet som handler om at rammerne fx de strukturelle og kulturelle forudsætninger på skolen muliggør kapacitetsopbygningen på de øvrige niveauer (Ågård et al., 2017).

Den anden akse i modellen handler om progressionen udviklingen, og skal læses fra venstre mod højre – dvs. startende i initieringsfasen hvor man gør sig de første erfaringer med ændret praksis. Næste niveau er implementeringsfasen hvor de involverede arbejder på at operationalisere tiltagene og tilpasse praksis til de nye forhold. Sidste niveau er institutionaliseringsfasen hvor tiltagene er forankret praksis, og den nye praksis indlejres i kulturen (Ågård et al., 2017)

3.3.6 Self-efficacy

Self-efficacy oversættes dårligt til dansk, men det betyder noget i retning af en persons tiltro til, at vedkommende vil have succes med et bestemt forehavende (Ågård, 2017).

Derfor vil jeg i dette speciale benytte mig af betegnelsen "Den professionelle kapital", som

beskrivelse af lærerens tiltro til egen formåen. De to amerikanske uddannelsesforskere, Andy Hargraves og Michael Fullan tematiserer dette som værende en helhed af flere elementer - *human kapital*, *social kapital* og *beslutningskapital*. (Mørch, Jensen & Baltzarsen, 2020).

Hvor *human kapital* beskriver lærerens didaktiske viden, kunnen, indsigt i elevernes baggrund og kultur samt fagligt engagement. der betyder at man til stadighed udvikler og forbedrer sin undervisning. Den *social kapital* refererer til de relationer, som findes på arbejdspladsen og kendetegnes ved gensidig tillid og omfattende vidensdeling. Den sidste kapitalform Andy Hargraves og Michael Fullan har identificeret er beslutningskapitalen, som handler om lærerens evne til at træffe professionelle og fagligt velbegrundede beslutninger i de forskellige situationer, som til stadighed opstår i hverdagen (Mørch et al., 2020)

Kapitel 4, Teori

4.1 Det didaktiske grundlag i specialet

I bogen Almen Musikdidaktik skelner Frede V. Nielsen (1998) mellem to hovedopfattelser af hvordan didaktik skal anskues. Den ene kalder han didaktik "i en relativt snæver eller specifik betydning". Hvilket refererer til de spørgsmål man som lærer gør sig i forhold til "undervisningens begrundelse og formål, dens mål og indhold samt kriterier for indholdsudvælgelse" (Nielsen, 1998, s. 19). Den anden opfattelse initierer, at didaktik er det der "vedrører undervisningen i bredere forstand", fordi den kræver at vi som lærer forholder os til spørgsmål om "undervisningens metode, rammer og elevdeltagelse" (Nielsen, 1998, 21). Når jeg anskuer de to opfattelser, som et fælles hele, så kan didaktik ud fra min subjektive vurdering beskrives som: De tanker og refleksioner man som lærer gør sig i forhold til undervisningens tre faser – planlægning forud for selve undervisningen, selve undervisningssituationen og den evaluering, som ligger efter endt undervisning.

Overføres dette til lærerens intention, med at benytte en STEM-faglig praksis som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen, så peger det på et didaktisk skisma – som nævnt i indledningen, der begrundes i at der på nuværende tidspunkt endnu ikke beskrevet en konkret definition på en fagdidaktik for STEM, da det ikke er et fag men en integration af 4 forskellige områder (Larsen et al., 2022).

Svein Sjöberg har indsnævret naturfagernes didaktik til at være "... alle de overvejelser, der er knyttet til den indholdsmæssige side af skolens undervisning i naturfag." og Morten Blomhøj har beskrevet matematikdidaktik som værende den kompleksitet, der eksplicit angår matematik i forhold til overvejelser og refleksioner over det faglige indhold i undervisningen, praksis i matematikundervisningen og metoder samt begrundelse for indhold (Larsen et al. 2022). Hermed menes, at der findes en fagdidaktik for områderne **Science** og **Matematik** men mangler en fagdidaktik for akronymerne **Engineering**, som er en metodisk tilgang til systematisk problemløsning. Der blev dog i forlængelse af projektet **Engineering i Skolen** udarbejdet en didaktik, som beskriver hvordan de forskellige metodiske tilgange i engineering kan kombineres i korte undervisningsforløb. Hvor eleverne gennem en systematisk og ofte iterativ tilgang, designer objekter, processer og systemer mhp. at imødekomme menneskers behov og ønsker (Daubjerg, Krogh, Nielsen & Sillasen, 2021). Samt en fagdidaktik for undervisning i **Teknologi** i grundskolen, som er læren om og studier af, fremgangsmåder og hjælpemidler til at bearbejde og udnytte råstoffer til færdige produkter (Conrad, Thyssen, Zeuthen & Ulhøj, 2017).

Hvor indholdet er defineret af synergien mellem grundelementer, som er illustreret i figur 3: Viden (erfaringsbaseret, teoretisk og kreativ indsigt skabt gennem intuitiv viden), organisation (måden arbejde fordeles og struktureres på samt de traditioner, som findes i samfundet), produktet (kan være en fysisk genstand eller en serviceydelse) og teknik (hvordan er produktet frembragt fx med en maskine) (Meyhoff & Mouritsen, 2019).



Figur 3, de fire grundelementer som udgør definitionen af teknologi jf. Meyhoff og Mouritsen (2019)

Der arbejdes dog målrettet blandt forskere indenfor naturfagsdidaktik med at få defineret fagdidaktikker for de sidste to akronymmer.

Når jeg sammenholder Nielsens (1998) hovedopfattelser, med de punkter Larsen et al (2022) peger på er med til at definere en STEM-didaktik, så vil jeg i dette speciale arbejde ud fra følgende **definition for STEM-didaktik**:

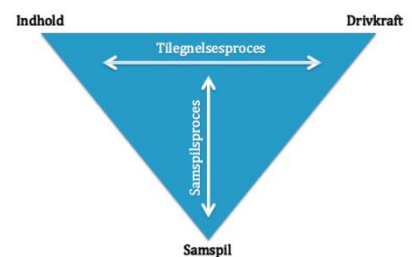
De tanker og refleksioner jeg som lærer gør mig i forhold til, at planlægge, gennemføre og evaluere STEM-undervisning. Med det formål at skabe en interdisciplinær undervisning, hvor synergien mellem kernestoffet i akronymernes fag/discipliner udnyttes,

til at skabe motiverende og engagerende naturfagsundervisning (læs matematik- og naturfagsundervisning).

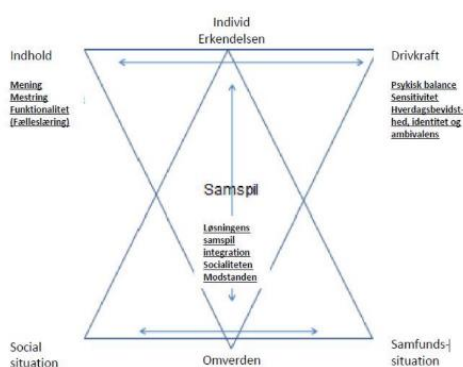
4.2 Det teoretiske grundlag for indholdet i forskningsspørgsmålene

Specialets problemformulering har, til formål at undersøge muligheder og udfordringer for naturfags- og matematiklærers didaktiske arbejde med STEM som pædagogisk grundlag, i forhold til at planlægge og gennemføre interdisciplinær undervisning. Ud fra dette er der udarbejdet fem forskningsspørgsmål, som er orienteret mod Illeris' definition for læring: "... enhver proces, der hos levende organismer fører til en varig kapacitetsændring, og som ikke kun skyldes glemsel, biologisk modning eller aldring" (Illeris, 2009, s. 14).

Dette begrundes i at STEM-undervisning i en dansk folkeskolekontekst er nyt fænomen, og dermed ikke er en etableret praksis for naturfags- og matematiklærer, som fx undervisning i vandets kredsløb eller de fire regnearter. Hvor lærernes proces med at tilegne sig STEM-faglige kompetencer, kan sidestilles med en varig didaktisk kapacitetsændring jf. Illeris' definition. En kapacitetsændring, som Illeris vurderer skyldes en indbyrdes relation mellem de tre elementer: Indhold, drivkraft og samspil og de to dimensioner: tilegnelse og samspil. I figur 4 er illustreret hvordan elementerne og dimensionerne er placeret i læringstrekanten (Illeris, 2009). Da jeg i mit speciale har fokus på naturfags- og matematiklærernes perspektiv på muligheder og udfordringer i forhold til, at initiere STEM-undervisning ud fra de givne rammefaktorer. Så skal jeg være opmærksom på, at lærernes vil have forskelligt udgangspunkt for hvordan de vil bringe deres viden i spil i forhold til implementering og eventuel kapacitetsændring.



Figur 4, læringstrekanten (Illeris, 2009)



Figur 5, den komplicerede læringstrekant (Illeris, 2009, s. 109)

Derfor vælger jeg, den komplicerede læringstrekant (se figur 5 til venstre) som ramme for indholdet i mine forskningsspørgsmål – hvilket begrundes i at den indeholder en social dimension mellem samfunds- og social dimension. Denne refererer til, at den lærende (læs naturfags- og matematiklæreren) læringsproces vil være influeret

af vedkommendes mindset og forforståelse (Illeris, 2009).

Da mit speciale har fokus på, muligheder og udfordringer i forhold til at implementere STEM-undervisning set ud fra et lærerperspektiv, så vælger jeg at udelukke den sociale situation. Dette gøres med baggrund i at jeg i specialet, ikke ønsker at undersøge hvordan lærerens sociale situation kan influere vedkommendes motivation for at lære nye tiltag. Derfor vil specialets bearbejdede version af den komplicerede læringstrekant være en pentagon, hvor problemformuleringen er placeret i centrum af figuren med de fem dimensioner uden om – se figur 6 til højre.



Figur 6, specialets genstandsfelt inspireret fra Illeris' komplicerede læringstrekant.

Dimensionerne i figur 3 beskrives således:

1. **Indhold:** Gennem didaktiske overvejelser skabes der mening, samt mulighed for at mestre og fungere hensigtsmæssigt i forhold til omgivelserne (Gravesen, 2015)
2. **Individ:** Hvordan den enkelte organiserer sig, og gennem samarbejdende processer med andre tilegner sig viden og udvikler kompetencer, som var umuligt ellers (Illeris, 2007)
3. **Drivkraft:** En vigtig dimension i forhold til arbejdet med læring, da mennesker er forskellige med hensyn til motivation, følelser, vilje og sensitivitet – denne dimension har også betydning for en eventuel modstand mod læring. (Gravesen, 2015))
4. **Omverden:** Den lærende bevæger sig hele tiden mellem rollen som "aktør" (aktiv bidragsyder i læringsfællesskabet) eller "observatør" (passiv bidragsyder til læringsfællesskabet) (Illeris, 2007)
5. **Samspil:** Gennem det faglige fællesskab skabes en situation, som arbejder med handling, kommunikation og samarbejde med den hensigt, at der tilstræbes en fælles integration og socialitet (Gravesen, 2015)

Som nævnt i indledningen af dette afsnit, så er forskningsspørgsmålene i dette speciale anskuet gennem en bearbejdet version af Illeris' komplicerede læringstrekant.

Begrundelsen herfor er, at initiering af STEM-faglig praksis er en proces, der hos den lærende (læs naturfags- og matematiklærerne) fører til en varig kapacitetsændring jf. Illeris

(2009, s. 14), da dette ikke er en etableret pædagogisk-didaktisk undervisningsform i Danmark (Larsen et al., 2022).

4.3 Anvendelses- og problemorienteret undervisning

I arbejdet med STEM som undervisningsform, er der sammenlignelige træk med naturfags- og matematikundervisning som følge af at denne undervisning ofte er elevcentreret og tværfaglig, hvor eleverne er aktive bidragsydere til læringsprocessen fordi denne undervisningsform er mere undersøgende og problemorienteret (Seidelin & Larsen, 2021). Davidsen, Brandtsen, Skov & Højlund (2020) folder dette yderligere ud gennem Dewey, ved at argumentere for at al viden af anvendelsesorienteret karakter har et praktisk brugsformål som følge af at anvendelsesorienteret undervisning kan udfoldes gennem en eksperimentel tilgang og gennem arbejde med materialer.

Hermed refereres til, at når læreren (læs matematik- og naturfagslæreren) skal implementere STEM som undervisningsform. Så skal vedkommende ud fra et didaktisk grundlag skabe en undervisning, der inddrager praksis ved at skabe sammenhæng mellem fag og omverden gennem "real World scenarios" hvor eleverne får mulighed for faglig fordybelse og udvikling af selvstændighed (Davidsen et al., 2020, s. 5).

Anvendelses- og problemorienteret undervisning kendetegnes ved at den inddrager: Elevernes hverdagsliv, aktuelle samfundsmæssige problemstillinger og generelle erkendelser om vores verdens indretning og sammenhænge. Som følge af at den: Åbner for eksperimenterende og æstetiske erfaringer med faget, oversætter og forbinder diverse faglige mål med virkelighedsnære sammenhænge og giver eleverne mulighed for at deltage med hver deres forskellighed (Davidsen et al., 2020).

4.4 Interesse og motivationsorienteringer

I mit speciale vælger jeg at definere interesse med udgangspunkt i Hidi (2006) med den begrundelse at den initierer et genstandsfelt, som indeholder kognitive og affektive (læs følelsesmæssige eller emotionelle) elementer. Definitionen lyder således:

" ... a unique motivational variable, as well as a psychological state that occurs during interactions between persons and their objects of interest, and is characterized by increased attention, concentration and affect." (Hidi, S., 2006, s. 70)

Dermed refererer Hidi til at interesse altid er orienteret mod genstandsfelt eller noget, og kan skabe motivation for noget. Petersen (2012) ser aktualisering af en interesse som en

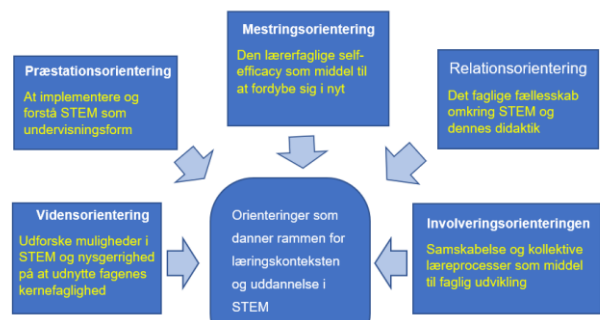
aktiv proces, hvor en person møder et objekt (læs genstandsfelt) og orienterer sig mod dette. Herved opstår der et øget fokus, og opmærksomhed som følge af en affektion. Motivation skal dermed ses som en variabel enhed, hvor interessen ligger implicit i denne. Hermed menes at man godt have en handling, rettet mod et genstandsfelt, uden at der er et egentlig mål med denne handling – interessen. Hvorimod motivation er orienteret mod et mål, og retfærdiggøres gennem et motiv for handlingen (Petersen, M., 2012). Pless (2019) refererer til, at motivation begrebssættes som et kontekstuel fænomen, der opstår i mødet mellem elever (læs matematik- og naturfagslærerne), skoleteksten (læs STEM-undervisning) og den samfundsmæssige kontekst (læs den politiske dagsorden om at implementere STEM som undervisningsform i grundskolen) skolen er indlejret i.

Placering af begrebet *motivationsorientering* som teoretisk genstandsfelt i specialet, begrundes i at der er et sammenfald mellem det af Pless (2019) fremførte perspektiv på motivationsorienteringer og fokuset i dette speciale, og hun beskriver det således:

Begrebet om motivationsorienteringer har til formål at synliggøre variationerne i mødet mellem de erfaringer, eleven bringer med sig ind i skolen, og den sammenhæng, skolen udgør samtidig med, at det skaber mulighed for at pege på forskellige former for motivation til at deltage i uddannelsessammenhænge og læringsprocesser.

Begrebets flertalsform henviser til, at motivation kan antage vidt forskellige former – eller der kan være tale om forskellige motivationsorienteringer – ligesom der kan opstå forskellige typer af demotivation, når samspillet mellem den unges meningsgivende principper og skolen bryder sammen.

Overført til dette speciale, så henvises der til at matematik- og naturfagslærerne moves (læs bevæges) af mødet med det kontekstuelle fænomen med opmærksomhed på, at deres motivationsorienteringer kan have forskellig fokus pga. af at deres erfaringer og meningsgivende principper er forskellige (Pless, 2019). I Figur 5 er illustreret hvilke fem motivationsorienteringer, der ud fra mit perspektiv, danner rammen for en læringssammenhæng omkring udvikling af en STEM-faglig praksis hos matematik- og naturfagslærerne. Man skal dog være



Figur 4, Illustration af motivationsorienteringernes sammenhæng med matematik- og naturfagslærerne

opmærksom på at modellen kan dog se anderledes ud i en anden uddannelses-kontekst, og at den er foranderlig og dynamisk (Pless, 2019)

4.5 Stilladsering af undervisning

Larsen et al. (2022) beskriver STEM som en tværfaglig undervisningsform, hvor selve undervisningens kontekst er tilrettelagt så den muliggør at eleverne er deltagende gennem dialoger, diskussioner og peer-feedback. Dermed bliver stilladsering af undervisningen et vigtigt virkemiddel i arbejdet med STEM som tværfaglig undervisningsform.

Kim, Bellard & Axelrod (2019) beskriver, hvorledes begrebet stilladsering udspringer fra Vygotskys sociokulturelle læringsteori om at zonen for den nærmeste udvikling, kan hjælpe eleverne med at adressere udfordringerne i forhold til manglende viden, transfer af viden og motivation for emnet. Dette eksemplificerer de med, at hvis en undervisning er velstilladseret så vil eleverne selv opnå ny viden ved at identificere den manglende viden, i forhold til det givne problem. Stilladsering kan opdeles i fire typer:

1. *Konceptuel stilladsering* (gennem brudstykker af viden åbner indholdet i problemstillingen sig for eleven, og de oplever stoffet som meningsfuld).
2. *Metakognitiv stilladsering* (eleverne reflekterer over deres læringsproces og anspores til at overveje mulige løsningsforslag på problemet).
3. *Strategisk stilladsering* (elevernes fokus ligger i løsningen af problemet, og støttes af underviseren i udviklingen af løsningsstrategier fx med supplerende viden).
4. *Motiverende stilladsering* (fokus ligger her i at anspore elevernes interesse, selvtillid og samarbejde med andre).

5. Metode

5.1 Litteraturstudie

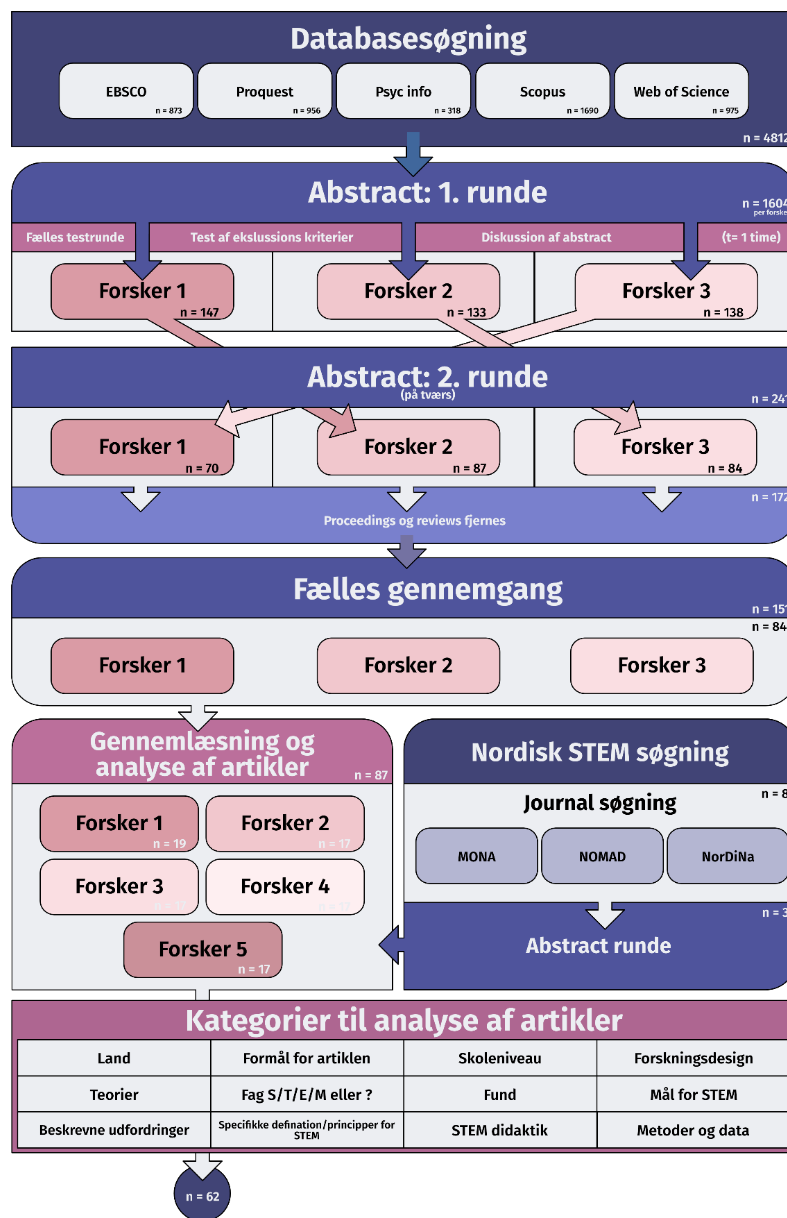
Litteraturstudiet i mit speciale består af to dele, hvor første del orienterer sig mod et systematisk review lavet af Larsen et al., 2022 i forbindelse med udarbejdelse af deres forskningsartikel *STEM-didaktik – et internationalt systematisk review om STEM-undervisningens didaktik*.

Processen er det systematiske review som Larsen et al., 2022, gennemførte er illustreret modellen til højre.

Baggrunden for at inkludere dette review er, at der er ligheder mellem to af deres forskningsspørgsmål:

1. Hvilken didaktik danner grundlag for den beskrevne STEM-undervisning?
2. Hvilke udfordringer beskrives der i den nyeste forskningslitteratur omkring STEM-undervisning?

Og tre af mine forskningsspørgsmål, der handler om indholdet (1), individet (2) og drivkraften (3) – se afsnit 2.1 s. 5 nederst.



Anden del af min litteratursøgning var orienteret mod litteratur fra afviklede kurser på uddannelsen, hvor jeg lavede en søgning på nøglebegreberne: Kapacitet, udvikling, udfordringer, didaktiske kompetencer, faglig sikkerhed og tværfaglighed. Søgningen gav følgende resultater (alle publikationer og artikler ligger som kilder i referencelisten):

- NaTeKu-undersøgelsen: Del-evaluering af udviklingsprojektet "Natur/teknik og den naturfaglige kultur i folkeskolen". Fundet på https://vbn.aau.dk/files/19166516/NaTeKu_Aalborg_Universitet
- Udvikling af lokale naturfaglige kulturer – Barrierer og muligheder for skoleudvikling i forbindelse med Science Team K projektet. Fundet på https://pure.au.dk/portal/files/128915934/Afhandling_Jan_S_Iberg
- QUEST - et storskalaprojekt til udvikling af naturfagsundervisning. Fundet på <https://tidsskrift.dk/mona/article/download/36034/37386/>
- Evaluering af Engineering i skolen – den afsluttende rapport om de erfaringer og resultater, der er gjort i projektets første to år. Udarbejdet af Naturfagenes evaluerings- og udviklingscenter (NEUC), og fundet på <https://neuc.dk/wp-content/uploads/2020/06/evaluering-af-engineering-i-skolen.pdf>
- Nielsen, J. A., (2017): Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi. Fundet på https://astra.dk/wp-content/uploads/2021/07/Naturvidenskabsstrategi_Litteraturstudium_Rapport.pdf

Yderligere indeholder følgende litteratur fra studiet nøglebegreberne fra mit litteraturstudie:

- Stohlmann, Moore & Roehrig (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. Fundet på <https://docs.lib.purdue.edu/jpeer/vol2/iss1/4/>
- Fitzallen, (2015). STEM Education: What Does Mathematics Have to Offer? Fundet på <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED572451.pdf>
- Bybee, (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30. Fundet på <https://eric.ed.gov/?id=EJ898909>
- Daubjerg, Krogh & Ormstrup (2018). Lærernes udfordringer ved by fællesfaglighed i naturfagene i Danmark. Fundet på <https://journals.uio.no/nordina/article/download/6193/5250/18263>
- Højgaard, Sølberg, Bundsgaard & Elmoose (2010). kompetencemål i praksis– foranalysen bag projektet kOMPIS. Fundet på <https://tidsskrift.dk/mona/article/download/36150/37498>
- Louis (2006). Changing the culture of schools: Professional community, organizational learning, and trust. *Journal of school leadership*, 16(5), 477-489. Fundet på <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/105268460601600502>

- Stoll, L. (2009). Capacity building for school improvement or creating capacity for learning? A changing landscape. *Journal of educational change*, 10(2), 115-127.

Fundet på

https://www.researchgate.net/publication/225390537_Capacity_building_for_school_improvement_or_creating_capacity_for_learning_A_changing_landscape

Ovenstående publikationer suppleres med bogen *Naturfag i et spændingsfelt – kritiske perspektiver på aktuelle tendenser* (ligger som kilde i referencelisten). Bogen er en antologi, hvor forfatterne initierer og belyser en række pointer i forhold til de tendenser, som yder indflydelse på den naturfaglige undervisning i den danske folkeskole – hvilket gør den aktuell i forhold til specialets problemformulering.

Samt forskningsartiklen *STEM-didaktik – et internationalt, systematisk review om STEM-undervisningens didaktik* af Larsen et al. (2022), da den som leverance præsenterer en model for en overordnet STEM-didaktik, baseret på de ud fra reviewet inkluderede artiklers didaktik. Samtidig med at den belyser nogle af de problematikker, som findes i forhold til at STEM går fra at være en politisk dagsorden til at blive en undervisningsform i grundskolen.

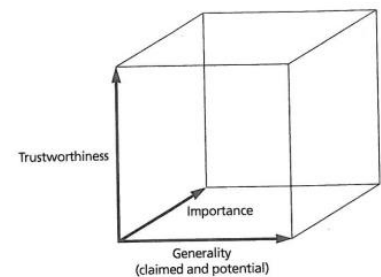
5.2 Interview

Tanggaard, & Brinkmann (2020) beskriver interview som værende den meste udbredte form, når der arbejdes med kvalitative undersøgelser som empirigrundlag i forskningsprojekter, fordi et interview muliggør et socialt forhandlede og kontekstuelte baserede svar. Formålet med et interview er at komme så tæt som muligt på interviewpersonens oplevelser og erfaringer omkring en bestemt situation eller genstandsfelt. Der findes forskellige former for interview, og i dette speciale benyttes semistruktureret interview som metode til indsamling af empiri. Semistrukturerede interviews har stadigvæk en struktur, men modsat de strukturerede interview hvis spørgsmål har en lukket form, så er mine mere åbne. Dermed giver de mulighed for at ændre på rækkefølgen (læs strukturen), så interviewets spørgsmål tilpasses situationen og indholdet i konversationen. Begrundelsen herfor er at jeg ønsker at få indsigt i respondenternes erfaringer og holdninger med dimensionerne: Indhold, individ, drivkraft, omverden og samspil (se beskrivelse under punkt 4.2 s. 18).

Ifølge Tanggaard et al (2020) er det vigtigt at have en operationalisering manual, som har til formål at sikre, at man gennem stillingtagen til det forskningsspørgsmål man ønsker at undersøge - udvælger hvilke operationaliserede spørgsmål, der bedst understøtter denne

proces. Overgangen mellem forskningsspørgsmålene og de operationelle spørgsmål kan ses i tabellen under afsnit 5.3.1, hvor kolonnen længst til højre er mine operationelle spørgsmål. I forhold til specialets empiriske datagrundlag, så vil interviewgruppen bestå af forskere indenfor didaktik, naturfags- og matematiklærere og studerende på læreruddannelsen.

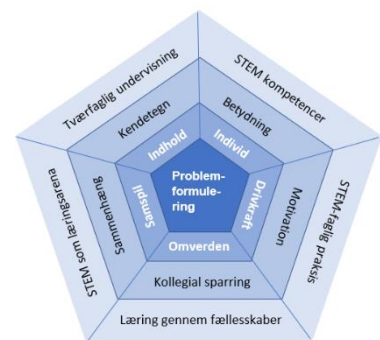
Deltagerne i min interviewgruppe er udvalgt under hensyntagen til specialets problemformulering, da disse ud fra min subjektive vurdering vil kunne belyse denne ud fra tre forskellige niveauer samt øge diversiteten i undersøgelsens empirigrundlag. Henricson (2014) kaldes denne form for udvælgelse for en formålstjenlig udvælgelse, hvor sammensætningen af interviewets deltagere muliggør en variation af empirien som følge af deltagernes forskellige baggrunde og erfaringer. På denne måde vil jeg ifølge Schoenfelds (2007) tre dimensioner kvalificerer min undersøgelse (se figur 6) – de tre forbehold er: **Tillid**, og her refereres der til om resultatet er troværdig? Bakkes det op af anden litteratur? Kan undersøgelsen gentages? Kan der laves en triangulering? **Vigtighed**, og her refereres det til om undersøgelsen er vigtig/relevant, hvilket er subjektiv vurdering, set ud fra forskellige forskningsområder. **Generalitet**, og her refereres der til om undersøgelsens indhold.



Figur 5, Disse tre dimensioner er vigtige at have med i sine overvejelser når man designer en undersøgelse.

Alle gennemførte interviews bliver optaget dels for at øge tilliden til undersøgelsens empiriske data, men også for at kunne transskribere dem med programmet NVivo med det formål, at få en dybere indsigt i data og dermed kunne drage en bedre konklusion.

Figur 7 illustrerer hvordan problemformuleringen kondenseres til fem læringsdimensioner (se afsnit 4.2), der har hver deres forskningsspørgsmål som igen transformeres til operationelle spørgsmål rettet mod interviewgruppen, som består af henholdsvis forskere indenfor didaktik, naturfags- og matematiklæreren og studerende på læreruddannelsen. Figuren skal læses indefra og ud, hvor hver fase har sin egen farve med det formål at gøre den mere overskuelig.



Figur 6, processen med at transformere problemformuleringen til interviewspørgsmål.

5.2.1 Operationaliserings manual

Tanggaard & Brinkmann (2020) begrundet opdelingen mellem forsknings- og interviewspørgsmål (læs operationaliserende spørgsmål) med at forskningsspørgsmål meget sjældent fungerer som gode interviewspørgsmål. Fordi forskningsspørgsmål ofte er på et abstraktions- eller modelplan, og søger forklaring på fænomener, processer og sammenhænge. Hvor interviewspørgsmål er meget mere det man kalder mundrette og ligefremme, fordi de søger konkrete beskrivelser af fænomener, processer og sammenhænge.

Indholdet i mine operationaliserende spørgsmål kan jeg ud fra Reimer & Sortkær (2017) beskrive som værende åbne holdningsspørgsmål, fordi det empiriske resultat vil være subjekt og ikke observerbar, og kan indeles i specifikke spørgsmål og generelle spørgsmål. Mine operationaliserende spørgsmål vil kun indeholde specifikke spørgsmål, da de handler om interviewdeltagernes holdninger, meninger og vurderinger. Dette begrundes i at generelle spørgsmål er af mere almen karakter, og mine spørgsmål handler om deltagernes subjektive vurdering af spørgsmålets genstandsfelt.

Tidsdimensionerne i mine operationaliserende spørgsmål relaterer sig til fortiden – *det retrospektive spørgsmål*, nutiden – *det aktuelle spørgsmål* og fremtiden – *det prospektive spørgsmål* (Reimer & Sortkær, 2017, s. 147).

Yderligere er spørgsmålene konstrueret så deres terminologi er tilpassede deltagernes sproglige og forståelsesmæssige forudsætninger med det formål at de er let forståelige og mindske muligheden for misforståelse hos interviewdeltagerne.

5.2.1.1 Spørgeramme til forsker indenfor didaktik

Lærings-dimension	Forskningsspørgsmål	Operationaliserende spørgsmål
Indhold	Hvad kendetegner interdisciplinære undervisningssituationer, hvor STEM-faglig praksis har været med til at initiere læring?	Hvordan kan STEM-undervisning ud fra din viden, være med at initiere interdisciplinær undervisning? Kan du beskrive hvordan STEM-undervisning kan være med at muliggøre læring hos eleverne?

Individ	Hvilken betydning har lærerens kapacitet for udvikling (læs – evne til aktiv, reflektiv og kritisk (re)konstruktion af viden (Verbiest, E. & Erculj, 2006) for vedkommendes arbejde med STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen?	Hvordan arbejdes der med udvikling af STEM-faglige kompetencer i grundskolen i dansk kontekst?
Drivkraft	Hvad er hæmmende og fremmende for at motivere, eller demotivere, naturfags- og matematiklærere til, at benytte STEM som pædagogisk-didaktisk virkemiddel til at udvikle daglig praksis?	Hvad siger eksisterende forskning om værdien i at benytte STEM som pædagogisk-didaktisk virkemiddel til at udvikle praksis? Hvad peger forskning på som værende en demotiverende faktor i forhold til at benytte STEM som pædagogisk-didaktisk virkemiddel til at udvikle daglig praksis?
Omverden	Hvilken betydning har to-lærer ordninger for udvikling af lærerens kompetencer til, at arbejde med STEM som interdisciplinær undervisningsform?	Hvilken betydning tror du professionelle læringsfællesskaber har for at udvikle STEM-faglige kompetencer hos underviserne?
Samspil	Hvilken sammenhæng er der mellem læring og STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang i forhold til at skabe et fagligt fællesskab	Hvad siger nyere forskningslitteratur om STEM, og dennes mulighed for at skabe sammenhæng mellem elevinvolverende undervisning og de forskellige (fag)didaktikers bidrag til en tværfaglig undervisning?

5.2.1.2 Spørgeramme til naturfags- og matematiklærere

Læringsdimension	Forskningsspørgsmål	Interviewspørgsmål
Indhold	Hvad kendetegner interdisciplinære undervisningssituationer, hvor STEM-faglig praksis har været med til at initiere læring?	Hvilken betydning tror du tværfaglig undervisning har for at øge læring hos eleverne – og vil STEM kunne være med til at gøre dette? Hvordan vil du forklare tværfaglighed som undervisningsform?
Individ	Hvilken betydning har lærerens kapacitet for udvikling (læs – evne til aktiv, reflektiv og kritisk (re)konstruktion af viden (Verbiest, E. & Erculj, 2006) for vedkommendes arbejde med STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen?	Hvordan vil du kunne opnå de kompetencer, som kræves for at arbejde med STEM i din undervisning? Hvilke kompetencer kræver du fra din optik for at kunne bruge STEM som tilgang til tværfaglig undervisning? Hvis du allerede arbejder med STEM i din undervisning, hvordan har du så opnået dine kompetencer?
Drivkraft	Hvad er hæmmende og fremmende for at motivere, eller demotivere, naturfags- og matematiklærere til, at benytte STEM som pædagogisk-didaktisk virkemiddel til at udvikle daglig praksis?	Hvilke forhold eller betingelser skal være til stede for at du vil benytte STEM til at udvikle undervisning? Hvilke forhold eller betingelser gør at du ikke vil benytte STEM til at udvikle undervisning?
Omverden	Hvilken betydning har to-lærer ordninger for udvikling af lærerens kompetencer til, at arbejde med STEM som interdisciplinær undervisningsform?	I arbejdet med at udvikle kompetencer til at gennemføre STEM-undervisning – ville to-lærer ordninger så være væsentlig? Hvordan kan læringsfællesskaber som fx fagteams være med til at udvikle

		kompetencer indenfor STEM-undervisning?
Samspil	Hvilken sammenhæng er der mellem læring og STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang i forhold til at skabe et fagligt fællesskab	Hvordan ser du at STEM-undervisning kan være med til at skabe en læringsarena, som involverer eleverne aktivt i deres læringsproces?

5.2.1.3 Spørgeramme til lærerstuderende

Læringsdimension	Forskningsspørgsmål	Interviewspørgsmål
Indhold	Hvad kendetegner interdisciplinære undervisningssituationer, hvor STEM-faglig praksis har været med til at initiere læring?	Hvordan vil du beskrive tværfaglig, som involverer flere fag/discipliner?
Individ	Hvilken betydning har lærerens kapacitet for udvikling (læs – evne til aktiv, reflektiv og kritisk (re)konstruktion af viden (Verbiest, E. & Erculj, 2006) for vedkommendes arbejde med STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen?	I hvilket omfang er det muligt at opnå viden om STEM som tværfaglig undervisningsform på læreruddannelsen? Hvad vil det kræve af dig som underviser hvis du vil bruge STEM som til tværfaglig undervisning?
Drivkraft	Hvad er hæmmende og fremmende for at motivere, eller demotivere, naturfags- og matematiklærere til, at benytte STEM som pædagogisk-	Hvad vil være en motiverende faktor for dig i forhold til at benytte STEM som undervisningsform når du skal arbejde med tværfaglig undervisning?

	didaktisk virkemiddel til at udvikle daglig praksis?	Hvad gør at du ikke vil bruge STEM som undervisningsform når du skal arbejde med tværfaglig undervisning?
Omverden	Hvilken betydning har to-lærer ordninger for udvikling af lærerens kompetencer til, at arbejde med STEM som interdisciplinær undervisningsform?	Hvad tror du at to-lærer eller sidemandsoplæring betyder for at udvikle kompetencer i STEM-undervisning?
Samspil	Hvilken sammenhæng er der mellem læring og STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang i forhold til at skabe et fagligt fællesskab	Hvordan ser du at STEM kan være med til skabe et læringsfællesskab med udgangspunkt i naturfag og matematik?

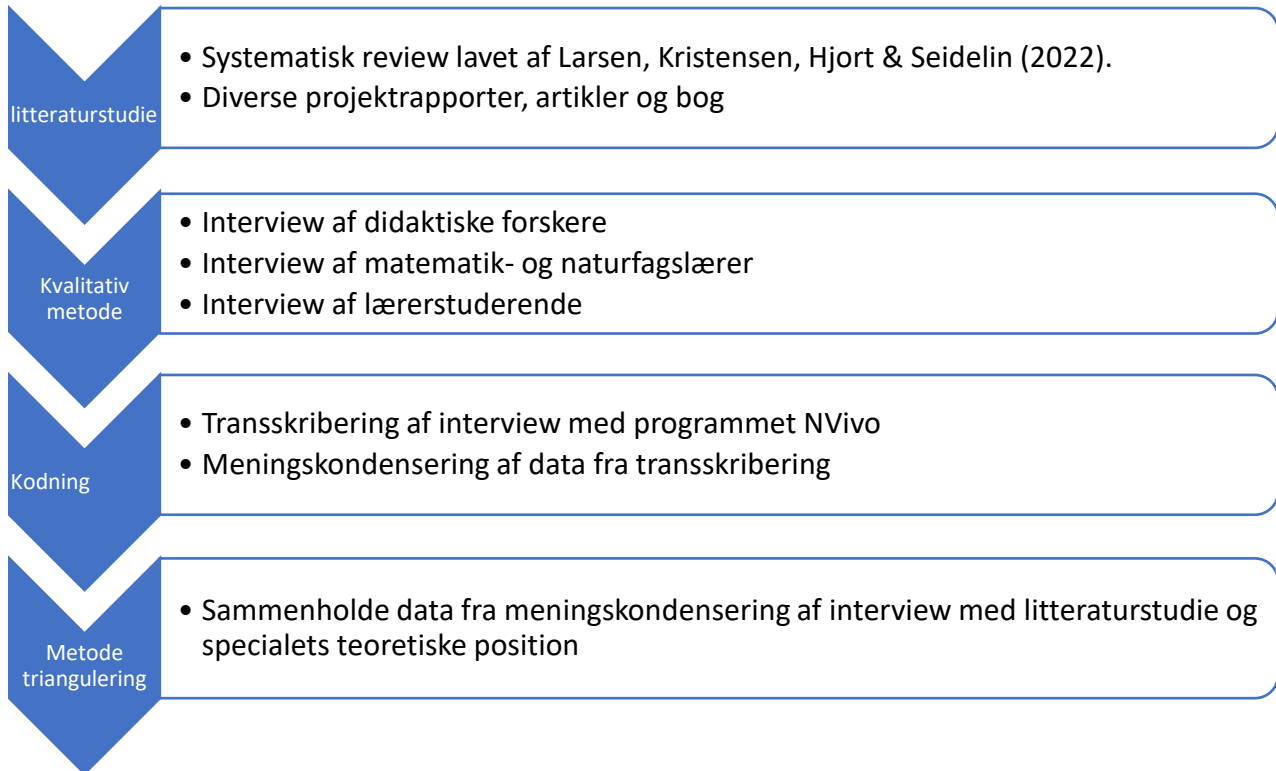
5.3 Metodetriangulering

Flick (2018) beskriver triangulering som værende en metode til at sammenligne to eller flere forskellige undersøgelser af det samme fænomen. Fx ved at sammenligne interview med observationer, åbne spørgsmål med lukkede spørgsmål eller én forskers analyse af et fænomen med en anden forskers analyse af samme fænomen. Særligt indenfor kvalitative undersøgelser benyttes triangulering, ofte til at finde frem til de forskellige aspekter i undersøgelsen som med fordel kan sammenlignes med det formål for at styrke undersøgelsen validitet, samt kompensere for den valgte metodes svagheder ved også at anvende en anden metode og dennes styrker (Flick, 2018, s. 451).

Metodetrianguleringen i mit speciale består i at sammenkøre data fra min kvalitative undersøgelse (se afsnit 5.3.1), hvor jeg har interviewet forskere indenfor didaktik, matematik- og naturfagslærere og lærerstuderende, med de teoretiske fund jeg har gjort i forbindelse med min litteratursøgning (se afsnit 5.1). Gennem denne metodetriangulering antager jeg at det gør mig i stand til at generere nogle brugbare tolkninger der skal danne grundlag for en valid undersøgelse af specialets problemformulering.

5.3.1 Generering af data

I nedenstående model har jeg illustreret hvordan min generering af data er forløbet, samt hvordan disse er inkorporeret i metodetrianguleringen. Kodningen af den kvalitative undersøgelse sker ud fra Tanggaard & Brinkmann (2020) som en meningskondensering, hvor der lægges vægt på beskrivelse og fortolkning af meningsindholdet i min empiri.



De transskriberede interviewsekvenser bliver bearbejdet med en meningskondensering efterfulgt af en kategorisering, analyse og fortolkning. Hvor analyse og fortolkning kan være integrerede processer. At meningskondensere betyder, at de meninger og holdninger respondenterne udtrykker, gives en kortere formulering. Dvs. at lange udsagn sammenfattes til kortere udsagn, hvor hovedbetydningen i det sagte omformuleres til korte sætninger (Brinkmann et al., 2020). Det er vigtigt, at jeg som forsker forholder mig nuanceret og objektiv til respondenternes udsagn med det formål at øge validiteten i min undersøgelse.

For at skabe overblik over de meningskondenserede interviewsekvenser, så er der til hvert forskningsspørgsmål blevet fremstillet en tabel, hvor meningskondenseringerne er blevet inddelt i tre kategorier i forhold til deres relation til forskningsspørgsmålet. Kategorierne er: Lidt anvendelig, middel anvendelig og meget anvendelig. Formålet med dette er, at jeg herigennem ønsker at øge transparensen i min data for at kunne lave en mere kvalificeret opsamling i forhold til de enkelte forskningsspørgsmål.

7.1 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 1

Forskningsspørgsmålet: Hvad kendetegner interdisciplinære undervisningssituationer, hvor STEM-faglig praksis har været med til at initiere læring?		
Lidt anvendelig	Middel anvendelig	Meget anvendelig
Berettigelse for STEM i undervisningen Ikke altid STEM som undervisningsform Naturfag er kernen i undervisningen Tværfaglig modvirker stoftrængsel	Ramme for undervisning Interdisciplinaritet som modpol til monofaglighed Antal af akronymer, som integreres i et STEM forløb Naturlig samarbejde fagene i mellem Praksiskompetence Læring er nemmere når stoffet / emnet er relevant for eleverne Tværfaglighed skaber sammenhæng Fra monofaglighed til tværfaglighed Fag ind i en kontekst	Virkelighedsnære problemstillinger i matematik Åbne faget matematik for eleverne Kompetencebaseret undervisning Øget motivation Kompetencer til problemløsning Elevinvolvering Tværfaglighed øger læring. Nuanceret anskuelse af undervisningsens stof Systematisk problemløsning med engineering-metoden Tværfaglighed giver mulighed for dybdelæring Udvikle flere kompetencer og færdigheder gennem tværfaglighed Elevkompetencer

Figur 7, hvordan meningskondenseringerne er blevet kategoriseret i forhold deres relation til forskningsspørgsmålet.

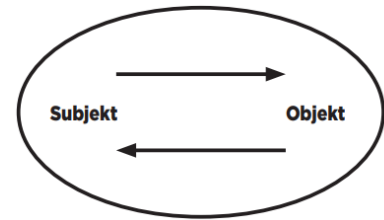
5.4 Specialets videnskabsteoretiske ståsted

Ontologisk så er specialet videnskabsteoretisk positioneret indenfor fænomenologien, da dette jf. Edmund Husserl handler om at den ureducerede iagttagelse, det umiddelbare og oplevelsesmæssige perspektiv er medvirkende til at placere det videnskabelige arbejde som en subjektiv forståelse af sammenhængen mellem objekt og subjekt (Rønn, 2007). Alice Theilgaard (1992) beskriver fænomenologiens formål således:

” Fænomenologiens formål er først og fremmest at forstå fænomenet inden for den basale sammenhæng, hvori det optræder; at forstå ‘hvad’, før man spørger efter ‘hvordan’ og ‘hvorfor’. At forstå et fænomen, en oplevelse, er at komme tæt på det, som skal undersøges, på dets egne betingelser, at opdage og deltage i oplevelsen, indtil den viser sig meningsfuld at begribe det, som fremtræder i stedet for at priori at søge en bekræftelse på teorier”.

Ontologisk bliver fænomenologien dermed mit virkemiddel, til at give mig en subjektiv forståelse af objektet. Det er vigtigt, i forhold til at kunne besvare objektets ”hvordan” og ”hvorfor”. Da dette ligger implicit i specialets problemformulering, som har til formål at undersøge den lærerfaglige virkelighed som danner præmissen for naturfags- og matematiklærere i forhold til, at STEM er ved at ændre sig fra at være en politisk

målsætning til at være en del af undervisningslandskabet i grundskolen (Larsen, Kristensen, Hjort & Seidelin, 2022). I figur 8 illustrerer Rønn (2007) hvordan der i fænomenologien altid er et gensidigt tilhørsforhold mellem subjektet (læs naturfags- og matematiklærere) og objektet (læs muligheder og udfordringer i implementering af STEM-undervisning), hvor jeg som forsker bliver en del af denne relation gennem undersøgelsen af fænomenets "hvad".



Figur 8 illustrerer den indbyrdes relation mellem subjekt og objekt i fænomenologien.

Dermed bliver, ud fra et epistemologisk perspektiv, specialets kvalitative studie min metode til, at få indblik i hvordan interviewgruppens medlemmer oplever fænomenerne i forskningsspørgsmålene ud fra et førstepersonsperspektiv. Interviewet bliver dermed et medium, hvor deltagerne kan udtrykke deres menneskelige erfaringer fra episoder der er oplevet forud interviewinteraktionen (Tanggaard et al., 2020, s. 36). Interviewet placeres dermed som en fænomenologisk undersøgelse af genstanden for naturfags- og matematiklærernes opmærksomhed på de oplevede erfaringer med fænomenet (Mottelson & Muschinsky, 2017), og er dermed væsentlig objektets "hvordan" og "hvorfor".

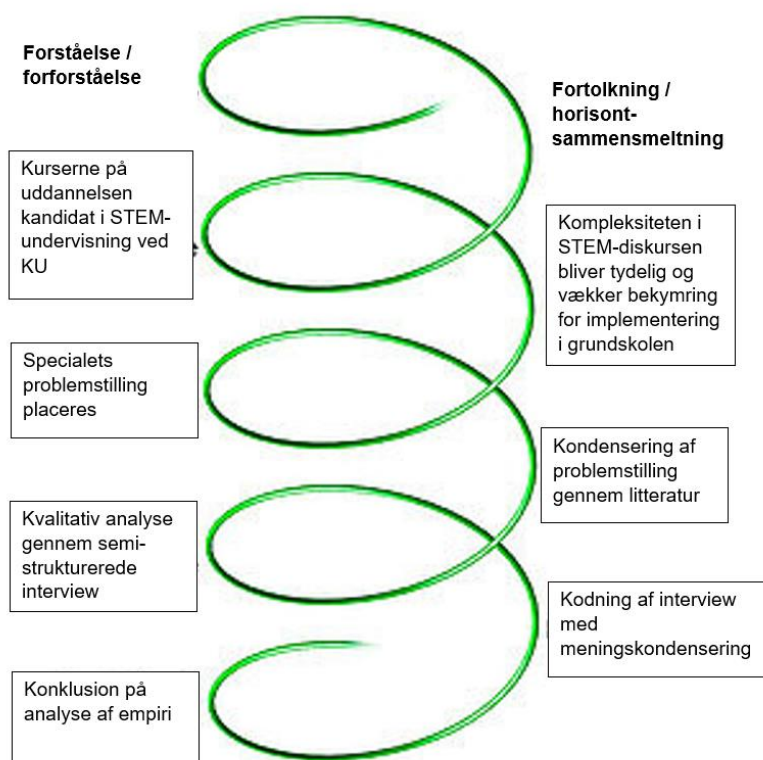
Tolkningen af "hvordan" og "hvorfor" sker ud fra den hermeneutisk fortolkningsvidenskab, da objektet er formet af menneskelige aktiviteter og handlinger gennem meningsfulde fænomener. Hvor jeg som forsker bringer min forforståelseshorisont ind i forskningsprocessen gennem et fortolkende subjekt (Thisted, 2012) initieret af en vekselvirkning mellem fænomenologien og tolkning af vedrørende tekster.

6. Analysestrategi

6.1 Det teoretiske grundlag for analysen

Undersøgelsen af min empiri sker ud fra en pragmatisk tilgang, da jeg er optaget af at undersøge, hvordan virkeligheden udspiller sig i en konkret praktisk sammenhæng – som i dette speciale placeres gennem min problemstilling. Dette begrundes i, at jeg ikke kan få indblik eller viden om denne præmis uden at være aktør i dennes verden. Pragmatismen beskriver dermed, at jeg som forsker, kun kan vide noget om mennesker ved at interagere med andre mennesker i praksis (Løgstrup, 2020). Dermed bliver mit semistrukturerede interview, virkemidlet til at være aktør i naturfags- og matematiklærernes forståede verden af praksis når de beskriver deres oplevede fænomen, med den initierede STEM-diskurs. Rønn (2007, s. 118) beskriver hvordan pragtismen derved forholder sig uforpligtende til ontologien i fænomenet, og gør erkendelsen til det styrende element. Erkendelsen bliver midlet til at forstå fænomenet, og derfor bliver den hermeneutiske meningsfortolkning min strategi for undersøgelsen af min empiri. En hermeneutisk analyse er en skabende proces, hvor jeg som forsker kontinuerligt, er i en dialog med litteraturen og de transskriberede interviews gennem min forforståelse og den teoretiske forståelse (læs den tavse viden).

Dette begrundes i, at jeg som forsker bevidst arbejder på at opnå en ny forståelse af præmissen i fænomenet. Resultatet heraf kaldes for "horisontsammensmeltningen", og illustreres med den hermeneutiske spiral (Mottelson et al., 2020) som vist i figur 10. Figuren viser hvordan jeg gennem tolkningen arbejder mellem helheden (STEM-diskursen og fænomenets præmis) og delelementerne (min meningskondensering af interviewene).



Figur 9, den hermeneutiske spiral som model for hvordan jeg som forsker gennem processen kontinuerligt har opnået en ny forståelse gennem horisontsammensmeltninger.

6.2 Meningskondensering af interviewspørgsmål

Analysen af de transskriberede interviews sker gennem en meningskondensering, hvilket betyder at de interviewedes udtrykte udsagn om meninger og holdninger reduceres til kortere formuleringer, med det formål at sammenfatte udsagnene i forhold til valgt fokus i det givne forskningsspørgsmål. For at skabe overblik i min meningskondensering bruges en tabel med tre kolonner, hvor første kolonne er *den transskriberede udskrift* af interviewsekvensen med den pågældende respondent. Kolonne nummer to indeholder selve *meningskondenseringen*. Kolonne nummer tre indeholder *kategorisering*, der er en kort beskrivelse af fænomenet, og *analyse og fortolkning* som jf. Kvale & Brinkmann (2015) godt kan være integrerede processer.

6.2.1 Forskningsspørgsmål nummer 1, som relaterer til indholds-dimensionen

Forskningsspørgsmålet lyder således: Hvad kendetegner interdisciplinære undervisningssituationer, hvor STEM-faglig praksis har været med til at initiere læring?

Udskrift af interviewsekvens fra didaktisk forsker nr. 1	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I DF1 <i>Hvordan kan STEM-undervisning ud fra din viden være med til og egentlig initiere interdisciplinær undervisning – altså tværfaglig undervisning? Når du anskuer dette ud din matematikdidaktiske forskning?</i> Jeg tænker, at det STEM kan for de matematiklærere, vi ude hos. Nu snakker jeg ud fra matematiklærerperspektivet. Det kan give den her virkelighedsnære problemstillinger, som giver mening, som er meningsfyldt. I stedet for man opdiger ting, arbejder lidt abstrakt.	Virkelighedsnære problemstillinger i matematik Fag ind i en kontekst Åbne faget matematik for eleverne Kompetencebaseret undervisning Øget motivation	Undervisningen sættes i en kontekst. Capraro, Capraro & Corlu (2014), beskriver hvordan undervisning, som integrerer STEM, muliggør at underviseren kan skabe sammenhæng mellem fag uden at ignorere deres unikke karakteristika og kernefaglighed. Samt relaterer skolen til omverdenen, og at alle undersøgelser har en nødvendig relation til denne. (egen oversættelse) Den dobbelte åbning Det er didaktikkens (læs lærerens) opgave at give eleven mulighed for at

	<p>Jeg siger STEM-kontekster kan være med til at give matematikfaget den der virkelighedstætte kontekst, som man kan arbejde ind i. Og samtidig kan matematikken også guide eleverne tydeligt til at se at her kan de bruge matematikken til noget.</p> <p>Så STEM giver noget til matematik både i forhold til kontekst og motivation og nogle andre kompetencer, der kan komme i spil, men er matematiske.</p>		<p>opbygge viden, der på den ene side åbner verden for eleven, og på den anden side åbner eleven for verden (Wiberg, 2016).</p>
--	--	--	---

Udskrift af interviewsekvens fra didaktisk forsker nr. 2	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I DF2</p> <p><i>Hvordan kan STEM-undervisningen ud fra din viden, være med til at initiere Interdisciplinær undervisning. Altså det der med tværfaglighed, hvor flere fag bidrager, hvordan kan STEM være med til det?</i></p> <p>Hvis vi nu skal starte helt, helt op i helikopteren, så er det noget, der bliver diskuteret hele tiden med STEM's berettigelse.</p> <p>Jeg mener faktisk, at STEM giver en eller anden overordnet ramme for, at man i denne ramme tænker vi på tværs. Altså,</p>	<p>Ramme for undervisning</p> <p>Interdisciplinaritet som modpol til monofaglighed</p> <p>Antal af akronymer, som integreres i et STEM forløb</p> <p>Berettigelse for STEM i undervisningen</p>	<p>Begrundelse for den tværfaglige undervisning.</p> <p>Larsen & Seidelin (2021) peger på at integreret læse- og læreplaner har vist sig at øge læring end traditionelle læse- og læreplaner</p> <p>Forskellige niveauer af STEM-undervisning.</p> <p>Bybee (2013) skriver "... there are many perspectives to STEM education" hvilket refererer til at en given undervisning ikke behøver at indeholde alle akronymer for at være et STEM-forløb.</p>

<p>interdisciplinært, der går ud over vores monofaglighed og ind i denne kontekst.</p> <p>Det kan jo både være på ministerielt plan. Det kan jo også være på kommuneplan eller på skoleplan. Det er forskelligt, men det der med, at man faktisk tager en tilgang, og så siger man at vi vil påtage os en rolle, hvor vi siger, at vi skal arbejde interdisciplinært.</p> <p>Og her mener jeg faktisk, at der har STEM noget berettigelse, fordi det giver en fast ramme, hvor du kan sige, at vi har de 4 bogstaver, og så kan vi jo tage det diskussion omkring, hvor mange bogstaver skal så være med? Er det nok for at lave et STEM-forløb hvor der er tre bogstaver med, måske kun 2?</p> <p>På forskningssiden har vi jo diskussioner i vores forskellige sammenhænge om altså, skal vi bare droppe det der STEM? Måske er det bare for svært, eller måske er det bare lige meget?</p>	<p>Kompetencer til problemløsning</p>	<p>Den uddannelsespolitiske dagsorden</p> <p>I litteraturen beskriver Elmoose (red., 2021) hvordan STEM som undervisningsform er en prioriteret indsats pga. manglende teknologisk arbejdskraft.</p>
---	---------------------------------------	---

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 1		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I MN1	<p><i>I forhold til spørgsmålet 1. Hvilken betydning tror du, tværfaglig undervisning har for at øge læring hos eleverne? Og vil STEM kunne være med til at gøre dette?</i></p> <p>Jamen, de fleste elever er jo typisk vant til at have matematik eller dansk eller engelsk som særskilte, så derfor kan STEM være med til at vise eleverne at de enkeltstående fag, kan give fine synergier til hinanden, når man bruger dem sammen.</p> <p>Så jeg tror bestemt, at det er vigtigt, at man også giver dem nogle perioder eller i hvert fald nogle uger, hvor de arbejder tværfagligt. Forstået på den måde, at de faktisk skal mærke, at fagene hænger sammen. Det er jo ligesom åbne værktøjskassen, det nytter ikke noget du kun kan bruge hammeren. Så jeg tænker det der med, at eleverne faktisk kan se, at tingene hænger sammen, giver god værdi. Og der er selvfølgelig nogle fag, der hænger bedre sammen end andre. Men når man snakker tværfaglighed, så er det en god idé.</p>	<p>Fra monofaglighed til tværfaglighed</p> <p>Elevkompetencer</p> <p>Naturlig samarbejde fagene i mellem</p>	<p>Stoffets (læs undervisningens) Anvendelsesviden.</p> <p>Elmose (red., 2021, s. 62) forklarer i litteraturen forklarer hvordan eleverne skal arbejde med stoffet, for at få øje på karakteristika og sammenfald i dette. Tværfaglighed udvikler elevernes kompetencer. I litteraturen forklarer Michelsen (2019) hvordan monofaglighed tilbyder en grundlæggende forståelse og forankring af faglige begreber, men når det kommer til at forstå, analysere og handle i forhold til virkelighedens udfordringer, så er en tværfaglig tilgang nødvendig gennem et fagligt samarbejde.</p>

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 2		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I MN2	<p><i>Spørgsmål 1 handler grundlæggende om tværfaglighed, og hvordan dit syn er på det og om STEM kan være med til at placere tværfaglighed. Så hvilken betydning tror du tværfaglig undervisningen har for at øge læringen hos eleverne og vil STEM kunne være med til at gøre dette?</i></p> <p>Det tror jeg bestemt, det kan. Og nu har jeg en håndværksmæssig baggrund, det er jo også en del af STEM. Noget man har brugt mange år derude, inden for erhvervene når man tænker over det. Og de erfaringer jeg har fået, tager jeg da også med mig ind i min undervisning.</p> <p><i>Okay</i></p> <p>Jeg kan se at det kan se at det virker hos eleverne, når de skal bygge et eller andet, hvis de skal lave forsøg. Det hænger altså bedre ved, når man har haft det i hænderne, og prøvet det fremfor at det kun er noget, man har læst om eller set eller hørt af en voksen.</p>	<p>Praksiskompetence</p> <p>Elevinvolvering</p>	<p>Undervisning, som involverer eleverne.</p> <p>I litteraturen forklares hvordan underviseren eksemplificerer dette gennem det eksemplariske princip. En undervisningsform, der sikrer elevens forståelseskontinuitet gennem tre niveauer: Niveau 1: Eksempelviden – eleven erfarer den faglige metode. Niveau 2: Metaviden – ind i faget. Niveau 3: Metaviden – ud af faget (Elmose, red., s. 61).</p>

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 3	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I</p> <p><i>Spørgsmål 1, hvilken betydning tror du, tværfaglig undervisning har for øget læring hos eleverne og vil STEM kunne være med til at gøre dette?</i></p> <p>MN3 Jeg tror, tværfaglighed i meget højere grad kan være med til at øge elevernes læring. Fordi det giver en bredere og mere nuanceret billede på forskellige problemstillinger eller emner. Fordi der ikke er noget, kan man sige i virkelighedens verden, der ren et eller andet bestemt fag.</p> <p>Jeg tror ikke STEM er den måde man skal køre det på altid, men jeg synes bestemt, at der er områder, hvor STEM giver sindssygt god mening at arbejde med, hvor man arbejder med emner, der både er inden for naturfag og matematik og arbejder med teknologi. Og her tænker jeg, teknologi bredere forstand og så bruge Engineering- metoden til at arbejde efter. Hvor man har fokus på en eller anden form for produkt, uden at det behøver at være, at man skal fremstille en dims.</p>	<p>Tværfaglighed øger læring.</p> <p>Nuanceret anskuelse af undervisningsstof</p> <p>Ikke altid STEM som undervisningsform</p> <p>Systematisk problemløsning med engineering-metoden</p>	<p>Undersøgelserbaseret undervisning som middel til læring.</p> <p>Litteraturen forklarer hvordan der i undervisningen er behov for, at eleven får mulighed for at bearbejde ny viden, kobler den til tidligere viden, engageres i autentiske praksisser og reflektere over egen viden (Elmose, red., 2021, s. 65).</p> <p>For kun herved opnår eleven dybdelæring, hvilket betyder at stoffet ikke er nok for at sikre forståelse hos eleven. Der skal også være fokus på måden eleven arbejder med stoffet på.</p>

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 4	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I</p> <p><i>Hvilken betydning tror du tværfaglighed har for at øge læring hos eleverne og vil STEM kunne være med til at placere det i undervisningen?</i></p> <p>MN4 Ja, i hvert fald inden for naturfagene kan det udgøre kernen. Læring er afgørende for mig] [Så i forhold til det tværfaglige, så jeg oplevede at det gav god mening når vi lavede det. Og det var meget nemmere som lærer at lave noget, der gav mening, som var relevant for eleverne.</p> <p>Man får også mere tid til undervisning når man arbejder tværfagligt. Fordi, så behøvede man fx kun at lære det periodiske system en gang, og ikke tre gange, en gang for hvert naturfag. Jeg havde de store elever. Det var nemt at lave noget, som var relevant for dem.</p> <p>Og når man laver noget tværfagligt, så får eleverne også en mulighed for bedre at fordybe sig i nogle ting, ikke glemme det igen.] [Og så prøvede vi hele tiden at ramme nogle problemstillinger, der var relevante for dem.] [Faktisk oplevede jeg tit at eleverne blev efter skole og arbejde videre med deres problemstilling.</p>	<p>Naturfag er kernen i undervisningen</p> <p>Læring er nemmere når stoffet / emnet er relevant for eleverne</p> <p>Tværfaglig modvirker stoftrængsel</p> <p>Tværfaglighed giver mulighed for dybdelæring</p>	<p>Naturfaglig dannelse – at forstå den verden vi er en del af.</p> <p>Et område som jf. Cunningham (2018) placerer science i en kontekst, så undervisningen bliver autentisk og flytter faget fra at være akademisk til at være et redskab i arbejdet med problemløsning, og derved få mulighed for en forståelsesbaseret naturfaglig dannelse.</p> <p>Synergi mellem fagene med tværfaglighed.</p> <p>Larsen et al. (2022) forklarer hvordan der i STEM litteraturen, beskrives meget specifikt hvordan STEM undervisning både hjælper på stoftrængsel i forhold til synergieffekter, og virker mere motiverende som følge af autensitet i stoffet.</p>

Udskrift af interviewsekvens fra lærerstuderende		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	Spørgsmål 1 - Hvordan vil du beskrive en tværfaglighed, som involverer flere fag og flere fagdiscipliner i forhold til undervisning?		Elevinvolverende undervisning ved at koble flere faglige tilgange.
LS	<p>Vil beskrive det sådan, at elever igennem tværfaglighed har eller kan få en form for sammenhæng mellem forskellige fag. At de kan opnå andre kompetencer og færdigheder, når de arbejder sammen med flere fag. Og giver mulighed for et andet perspektiv, mindset og dannende måske på en anden måde end udelukkende matematik eller udelukkende biologi. Så det er lidt, hvordan jeg ser det.</p> <p>Generelt med tværfagligheden i naturfagene, primært som jeg har arbejdet med at. Man kan virkelig øge elevernes motivation for fagene, i stedet for at man har hver enkelt naturfag eller matematik. Og overhovedet ikke have nogle sammenhænge.</p>	<p>Tværfaglighed skaber sammenhæng</p> <p>Udvikle flere kompetencer og færdigheder gennem tværfaglighed</p>	<p>Holdgaard, Ryberg, Stegeager, Stentoft & Thomassen (2020) forklarer i bogen "Problembaseret læring og projektarbejde ved de videregående uddannelser" hvordan problembaseret læring kan være didaktisk værdifuld, fordi eleverne arbejder med virkelighedsnære problemstillinger, som naturligt inddrager forskellige faglige områder, der kræver nærmere teoretisk begrebsliggørelse og empirisk undersøgelse.</p>

6.2.1.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nummer 1

Når udsagnene fra de tre grupper af respondenter (didaktiske forskere, matematik- og naturfagslærere og den lærerstuderende) er meningskondenseret og kategoriseret som vist i tabel 7.1 på s. 156, så placerer de sig som vist til højre i figur 11. Tværfaglighed placeres mange gange, som værende et vigtigt element i lærerens didaktiske overvejelser i forhold til at skabe en meningsfuld undervisning for eleverne, hvor læring sættes ind i en kontekst. Hvor STEM som undervisningsform kan skabe sammenhæng mellem fagene, uden at tilsidesætte deres karakteristika og kernefaglighed, samtidig med at graden af elevinvolvering øges og stoftrængsel i fagene minimeres. Yderligere vil STEM-undervisning muliggøre at eleverne engageres i autentiske praksisser, hvor de opnår dybdelæring gennem det eksemplariske princip som følge af forståelseskontinuitetens tre niveauer:

Meget anvendelig
Virkelighedsnære problemstillinger i matematik
Åbne faget matematik for eleverne
Kompetencebaseret undervisning
Øget motivation
Kompetencer til problemløsning
Elevinvolvering
Tværfaglighed øger læring.
Nuanceret anskelse af undervisningsstof
Systematisk problemløsning med engineering-metoden
Tværfaglighed giver mulighed for dybdelæring
Udvikle flere kompetencer og færdigheder gennem tværfaglighed
Elevkompetencer
Interdisciplinaritet som modpol til monofaglighed
Fra monofaglighed til tværfaglighed

Figur 10, De mest anvendelige meningskondenseringer, som har relation til forskningsspørgsmål nr. 1

Niveau 1: Eksempelviden – eleven erfarer den faglige metode.

Niveau 2: Metaviden – ind i faget.

Niveau 3: Metaviden – ud af faget

Den tværfaglige undervisning kan dermed være medvirkende til, at eleverne opnår en forståelsesbaseret naturfaglig dannelse gennem den kategoriale dannelse.

6.2.2 Forskningsspørgsmål nummer 2, som relaterer til individ-dimensionen

Forskningsspørgsmålet lyder således: Hvilken betydning har lærerens kapacitet for udvikling (læs – evne til aktiv, reflektiv og kritisk (re)konstruktion af viden (Verbiest, E. & Erculj, 2006) for vedkommendes arbejde med STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen?

Udskrift af interviewsekvens	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I</p> <p>DF1</p> <p>Dit svar på spørgsmål to peger ind i spørgsmål to, og det drejer indholdet i selve STEM-undervisningen. Og det du siger, er at STEM egentlig kan være med til at gøre matematikundervisningen mere autentisk. Men måske også være med til at muliggøre en øget læring hos eleverne i forhold til matematikfaglige kompetencer?</p> <p>Det med at blive bedre til matematik er noget matematiklærere ikke altid er enige om.</p> <p>Fx så siger Bent Lindhardt at ikke nødvendigvis bliver bedre til matematik af at lave STEM, men det kan noget andet som fx at hjælpe eleverne med at se relevansen af matematik.</p> <p>Jeg placerer mig lidt modsat Bent, for jeg tror på at STEM sætter matematikken fx brøker i en kontekst, og dermed giver eleverne en bredere forståelse. Ved at flytte det abstrakte op, og dykke ned i brøkbegrebet ved at hvad betyder tælleren og nævneren, og hvad siger de?</p> <p>I</p> <p>Her siger Bent, at hvis vi kun forholder os til det abstrakte, så sikrer vi ikke helt forståelsen af brøkbegrebet.</p> <p>Hvordan tænker du, i forhold til udvikling af matematiklæreren, ligesom I peger på i artiklen,</p>	<p>Matematik bliver relevant for eleverne gennem STEM undervisning</p> <p>STEM gør det abstrakte synlig for eleverne.</p> <p>STEM skaber plads til fagfaglig fordybelse hos eleverne i forhold til stoffet</p>	<p>At gøre matematik meningsfuld og nærværende</p> <p>Fitzallen forklarer i litteraturen hvordan STEM kan være en metode til, at kontekstualisere matematik så den gennem aktiviteter bygger bro til elevernes nærmiljø ved, at have fokus på den anvendte matematik i akronymmerne S, T og E.</p> <p>Lærerens faglige forståelse er vigtig.</p> <p>Stohlmann, Moore & Roehrig forklarer i litteraturen hvordan undervisning, der integrerer matematik og science har et godt grundlag for, at lave</p>

DF1	<p>om de matematiske modellerende aktiviteter i M´et. Det er jo ikke noget, der er sådan umiddelbart noget almindelig matematiklærer bruger meget energi på før i sidste fase af grundskolen, altså i udskoling.</p> <p>Det er helt klart en udfordring, og refererer her til nogle af de lærere, som jeg har været ude at besøge i forbindelse med det her LABSTEM-projekt, hvor jeg har laboratorier ude på skolerne.</p> <p>Her skal lærerne udvikle STEM-forløb, og nogle syntes der er alt for udfordrende, så bakker nærmest ud og siger jeg kan ikke noget science. Modsat dem, som er matematik- og natur/teknologi-lærere der allerede kobler de to fag eller kan se hvordan. Fx har jeg et laboratorium i Kolding, hvor der klart var nogle som var udfordrede i det at udvikle STEM-forløb. Men nu er de i gang, og kan faktisk godt, og tænker at her får de virkelig lært matematik.</p> <p>Men de havde ikke fået gjort det alene – så der skal noget hjælp til. Der skal sættes timer af. Der skal sættes tid til kompetenceudviklingskurser af.</p>	<p>Udvikling af STEM-forløb er svært</p> <p>Manglende fagfaglig viden og kompetencer</p> <p>Linjefag i matematik og naturfag er en fordel</p> <p>Udvikling af lærerfaglig self-efficacy</p> <p>Udvikling af kompetencer gennem fagligt fællesskab</p>	<p>integrerede STEM-forløb. Men succesraten for integration af science og matematik, afhænger af den enkelte lærers forståelse af det faglige stof. Hvor denne sammen med lærerens didaktiske kompetence, spiller en vigtig rolle ift. lærerens self-efficacy.</p> <p>Fællesskaber skaber tryghed i udviklingen. Sillasen & Valero (2009) forklarer hvordan projekter, der har fokus på pædagogisk udvikling, skaber grundlag for at deltagerne gennem pædagogiske diskussioner bliver bedre til at bruge hinandens ressourcer, samt bliver bedre til at udvikle materialer.</p>
-----	---	---	---

Udskrift af interviewsekvens fra didaktisk forsker nr. 2		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	Dit udsagn passer meget godt med spørgsmål to, i forhold til det der med, at STEM kan være med til at muliggøre læringen hos eleverne. Altså hvordan det som et værktøj, lærerne kan bruge til at etablere læringsarenaer som kan øge læringsmulighederne hos eleverne?		
DF2	Jeg synes for mig er der to lag i det spørgsmål. Der er selvfølgelig det her med selve læringen, altså det her med den konkrete læringstilgang, altså hvis du lærer noget her, så bliver du også klogere i det andet felt. Men så er der også, altså den der klassiske verden, hvor vi sidder og bliver undervist i algebra eller andet. Hvorfor, hvorfor skal jeg lære det her? Eller i biologi, hvis du skal have om kræft cyklus? Jamen, hvorfor så? Hvorfor skal jeg lære den? Så synes jeg faktisk, at man her har noget, hvor man kan sige: "Jamen, det skal du fordi..." Og her mener jeg faktisk at STEM-begrebet kan noget i den sammenhæng. Altså den der kompleksitet, som de naturvidenskabelige fag har i sig.	Læring kan foregå på flere niveauer Transfer Placering af grundlag for læring STEM som middel til at dekontekstualisere naturfag for eleverne STEM eksemplificerer naturvidenskaben gennem tværfaglighed, og placerer skolefaglig viden i elevernes virkelighedsforståelse	Den naturvidenskabelige viden er ikke at løse et problem, som man gør i engineering-processer, men at genere ny viden om den verden vi er en del af (Elmose (red.), 2021) Hvilket Capraro, Capraro & Corlu (2014) supplerer ved at forklare hvordan den vidensopbygning, der sker i relationen mellem matematik og science, kan anskues ud fra to perspektiver – matematikken brugt i science eller ved en stringent matematisk naturvidenskabelig undervisning. Men fælles for dem begge er, at den er afhængig af matematik- og naturfagslærerens ekspertviden. Lærerens faglige forståelse er vigtig.
I	Ja, så vil det sige, at du egentlig peger på, er at STEM kan være med til egentligt at		Stohlmann, Moore & Roehrig forklarer i litteraturen hvordan

DF2	<p>eksemplificerer, hvordan den der tværfagligheden egentlig er. Men egentlig også eksemplificerer, hvordan skolen kan række ud over almindelig undervisning.</p> <p>Ja, lige præcis. Det er godt opsummeret</p>	Udvikling af de lærerfaglige kompetencer	<p>undervisning, der integrerer matematik og science har et godt grundlag for, at lave integrerede STEM-forløb.</p> <p>Men succesraten for integration af science og matematik, afhænger af den enkelte lærers forståelse af det faglige stof. Hvor denne sammen med lærerens didaktiske kompetence, spiller en vigtig rolle ift. lærerens self-efficacy.</p>
I DF2	<p>Så hvis du kigger på individet, altså læreren i grundskolen, hvordan arbejdes der med udvikling af den faglige kompetence i en dansk kontekst?</p> <p>Jamen det jeg tror, med udgangspunkt i vores LABSTEM projekt, er at man kan lave workshops hvor vi stiller vores viden til rådighed. Og lærerne arbejder med STEM begrebet og så igennem det, skal de så udvikle en bestemt forløb. Så der er det et konkret mål, de skal lave nogle STEM-forløb, som kan stilles til rådighed for praksis, og som tager udgangspunkt i deres egen hverdag. En konkret leverance om man må sige.</p> <p>Men ellers tror jeg, at det på skolelærer niveau er lidt svært at navigere i. Det bliver meget, hvordan passer det ind i min dagligdag?</p> <p>Min erfaring er at det bliver desværre igen Tordenskjolds soldater, som syntes at det er sjovt med nogle udfordringer. De kan se mulighederne og de kan noget i deres egen</p>	<p>Udvikling med konkrete leverancer, som afprøves og evalueres i lærernes egen praksis</p> <p>Lærere med høj self-efficacy er aktive bidragsydere til processen</p> <p>Manglende motivation for udvikling og forståelse for problemstillingernes faglige mangfoldighed</p>	<p>Lærerens opfattelse af undervisningens udbytte.</p> <p>Sillasen & Valero forklarer i litteraturen hvordan lærernes motivation eller demotivation for at bruge praktisk/eksperimentelle arbejdsformer begrundes i, om de vurderer at eleverne er mest engagerede og lærer mest, når de laver eksperimenter og observationer. Hvor demotivationen måske kan bero på manglende evne, til at lave formative evalueringer.</p>

<p>I</p> <p>DF2</p>	<p>dagligdag med STEM. Og dem som ikke ligefrem køber in på præmissen, de stempler på en eller anden måde også lidt ud af sådan nogle kompetenceudviklingsforløb i det hele taget, for de kan ikke se et formål med udviklingen.</p> <p>Men hvad tror du det er der gør, at de stempler ud? Er det fordi de føler at de ikke er fagligt dygtige nok i forhold til at kunne arbejde med STEM?</p> <p>Der rammer du noget, for det er klart, at det med at arbejde interdisciplinært kræver faglige kompetencer i forhold til det du kan, og det du kan, det kan du.</p>	<p>Faglig usikkerhed er en afgørende faktor for manglende deltagelse i udvikling af STEM.</p>	
---------------------	--	---	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 1	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning	
<p>I</p> <p>MN1</p>	<p>Hvordan vil du kunne opnå de kompetencer, som kræves for at arbejde med STEM i din undervisning, hvis vi siger STEM er tværfaglig?</p> <p>STEM er jo også en undervisningsform som gør man kan køre tværfagligt. Selvfølgelig har bogstaverne jo deres betydning, men man behøver ikke altid at bidrage med alle fag.</p> <p>Jeg syntes det kræver nogle gode emner, og det bedste er at du har arbejdet med det i længere tid. Ja, det ideelle</p>	<p>Forskellige niveauer for STEM-undervisning</p> <p>Viden om STEM som undervisningsform gennem praksis</p>	<p>STEM-undervisning på flere niveauer.</p> <p>Bybee (2010) forklare hvordan niveauet i STEM-undervisning går fra 1.0, hvor alle akronymerne arbejder uafhængigt af hinanden med problemstilling, til 4.0 hvor faggrænserne er ophævet, og alle akronymerne bidrager ligeværdigt til løsning af problemstillingen. Progression sker proportionalt med undervisningserfaring.</p>

MN1	<p>ville det jo selvfølgelig være at man kom på nogle kurser, hvor man blev inspireret af det, som andre har lavet.</p> <p>Men kan man ikke det? Jamen, så tænker så lærer man jo kun ved at arbejde sammen med nogen, der har prøvet det og på den måde bygge kompetencer op. Det tager bare mange år, hvorimod hvis man måske kunne en kombination af begge dele. Det der med, at du får nogle kurser, hvor man afprøve nogle ting og så komme tilbage og så kan bygge videre på det. Og så har andre kolleger, der har været igennem det sammen. Så kan man udvikle hinanden på den måde.</p>	<p>Vidensopbygning gennem kurser og inspirationsmateriale</p> <p>Udvikle STEM-faglige kompetencer vha. ressourcepersoner</p> <p>Aktionslæring som middel til kompetenceudvikling</p>	<p>Ændring af pædagogisk praksis gennem vejledning</p> <p>Litteraturen forklarer, hvordan der i dansk skolekontekst findes eksempler på, at der placeres ressourcepersoner på skoler med det formål at udvikle en hel skoles pædagogiske praksis som fx LEAPS</p>
-----	--	--	--

	Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 2	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
MN2	<p>I</p> <p>Når man kigger på selve lærerrollen, altså dig. Hvordan vil du kunne opnå de kompetencer, som kræves for at arbejde med STEM i din undervisning?</p> <p>Hvordan kan man opnå dem? For på læreruddannelsen er det jo ikke sådan noget, man arbejder med på den måde. Så skulle det faktisk være, at det var i håndværk og design hvor man faktisk også lærer</p>	STEM-undervisning kan være en naturlig del af den faglige kultur	<p>Udvikling af praktiske kompetencer gennem fagfaglig undervisning</p> <p>Larsen et al. (2022) beskriver hvordan der i matematik- og science-didaktisk forskning har været fokus på, at eleven er aktiv i deres læringsproces – man siger at undervisningen bliver elevcentreret.</p>

<p>I</p> <p>MN2</p>	<p>at arbejde STEM-fagligt. Ja, og så kommer naturfagene naturligt ind over. Men det kræver at undervisningen bliver mere rører- og gøre-agtig, fremfor bare boglig tilgang hvor man sidder og arbejder med printede opgaver. Selvfølgelig skal teorien også kunne dække over praksis, men omvendt skal praksis også være en større del af undervisningen, for at gøre undervisningen bedre ud fra mit synspunkt.</p> <p>Hvis nu du ud fra et lærerperspektiv kigger på hvilke kompetencer, altså i din optik, det vil kræve for at kunne bruge STEM som tilgang til tværfaglig undervisning – hvad skulle det så være?</p> <p>Hvilke kompetencer skal en lærer have for at kunne løfte opgaven om at bruge STEM i tværfaglig undervisning?</p> <p>Det kræver noget videreuddannelse et eller andet sted, at man kommer ind over nogle kurser. Om det er engineering-, robotkurser eller om det er håndværk og design kurser er lige meget, men det kræver, at man kommer ud og prøver og arbejde med tingene, og at man har nogle undervisningsforløb, der understøtter det. Og især undervisningsforløb for de</p>	<p>Undervisningsformen skal være praktisk orienteret modsat arbejde med lukkede opgaver</p> <p>Kompetenceløft gennem videreuddannelse</p> <p>Vigtigheden ligger i at arbejde med STEM i et trygt læringsmiljø</p> <p>Færdige eksemplariske STEM-forløb indenfor både sprog-, kultur- og matematikfag. Naturfagene skal ikke være de eneste kulturbærer</p>	<p>Udvikling af STEM-faglige kompetencer hos lærerne. Larsen et al. (2022) forklarer hvordan lærerens tilegnelse af designprocesser som pædagogisk tilgang kan man lære at STEM-fagligt.</p> <p>Færdige STEM-forløb i alle fagdiscipliner medvirker til at udvikle STEM-faglig kultur Sølberg et al. forklarer i evalueringsrapporten hvordan færdigudviklede eksemplariske forløb gjorde det nemmere at udvikle nye forløb fremover.</p> <p>Faglig self-efficacy øger muligheden for at arbejde med STEM som undervisningsform Nielsen et al. (2013) forklarer i litteraturen, hvordan lærernes professionelle udviklingskompetencer øges gradvist gennem vejledning og praksis, og sker på to niveauer – individuel efficacy (tiltro til at kunne håndtere egen undervisning) og kollektiv efficacy (den organisatoriske og</p>
---------------------	--	--	---

<p>I</p> <p>MN2</p>	<p>mangler indenfor mange af fagene i folkeskolen.</p> <p>Fra tidligere samarbejde ved jeg at du har arbejdet tværfagligt, og egentlig også STEM-fagligt uden at vide det var det. Er det så sket som følge af at du har taget kompetencerne fra din håndværksmæssige baggrund og kombineret med de lærerfaglige kompetencer?</p> <p>Jeg tror, at det er fordi, at jeg aktivt vælger at gøre det. Altså jeg har taget valget om at jeg kan godt se, at jeg har nogle elever, som hænger i bremsen, så snart de ikke har noget mellem hænderne. Hvis de skal sidde og lave en opgave på papir, så mister de simpelthen gejsten og lysten og interessen i at løse opgaverne. Men så snart de sidder og skal arbejde med det fysisk. Så kan jeg så se, at det giver en effekt. Så jeg tror at hvis man kombinerer tingene, så giver det en højere faglighed blandt eleverne. Og øger læring.</p>	<p>At arbejde tværfagligt, er et aktivt valg fra den enkelte lærer</p> <p>Praksisfaglighed fremmer læring og højner fagligheden modsat overfladelæring</p>	<p>ledelsesmæssige ramme på skolen). Fælles for begge er, at de begge er vigtige i forhold til bæredygtige forandringsprocesser.</p> <p>Anvendelsesorienteret undervisning er gavnlig ift. læring Elmose (red., 2021, s. 88) forklarer hvordan STEM-forløb bruger undervisningsmodeller, der har fokus på elevernes praktiske arbejde og undersøgelser viser at denne form har en værdi ift. tilegnelse af naturfaglig viden.</p>
---------------------	---	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 3	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I</p> <p>Hvis man kigger på individet, altså læreren som skal løfte opgaven. Hvis vi nu tog udgangspunkt i dig, hvordan vil du kunne opnå de kompetencer, som kræver for at arbejde med STEM, hvis nu du skulle arbejde med det i din undervisning?</p> <p>MN3 For det første, er der jo altid som individ, altså som lærer, en personlig interesse i en naturlig progression. Altså at hele tiden blive en bedre eller en bredere lærer indenfor forskellige ting.</p> <p>Det er selvfølgelig vigtigt, at man som lærer overhovedet er interesseret i at udvikle ens undervisning. For mit eget vedkommende er jeg jo så heldig, at jeg både er naturfagslærer og matematiklærer. Det vil sige jeg har allerede både Science og matematik. Men det kunne selvfølgelig altid være inspirerende at deltage i kurser, hvor man får idéer til forløb.</p> <p>Så ligger jo også virkelig, virkelig meget på, at på ASTRA omkring det. Og så synes jeg faktisk, at det der man arbejder med det i teamet og sammen får en fælles forståelse af, hvordan de kan arbejde med det her. Hvordan kan vi bruge</p>	<p>Lærerens refleksion over egen praksis med det formål at blive en bedre lærer</p> <p>Lærere med linjefag i matematik og naturfag har nemmere ved at arbejde med STEM naturligt</p> <p>Inspiration til arbejde med STEM gives gennem kurser og videnscentre i Danmark</p> <p>Fagligt fællesskab som præmissen for udvikling af STEM-faglige kompetencer</p>	<p>Didaktisk refleksion som middel til udvikling af praksis. I NaTeKu projektet forklares hvordan lærerens definition af dennes professionelle identitet er vigtig for udvikling af praksis. Fordi identitetsudvikling er en dynamisk proces, og i en kontekst lærer lærere professionelle karakteristika, der adopteres af den enkelte lærer på sin egen måde.</p> <p>Den tværfaglige naturfagsprøve har øget muligheden for at arbejde med STEM Daubjerg, Krogh & Ormstrup forklarer i litteraturen hvordan tværfaglighed lader fagene bidrage ligeværdigt ift. problemets indhold gennem funktionel inddragelse af fagenes begreber og forklaringer.</p> <p>Fagteams som virkemiddel til faglig udvikling Nielsen et. al. beskriver i litteraturen hvordan</p>

<p>I</p> <p>MN3</p>	<p>elementer fra STEM i vores egen fælles faglig undervisning? Som lærer er der selvfølgelig det der med kurser og inspiration. Men hvis det ikke er en mulighed, så skal der være mulighed for at komme til at stifte bekendtskab med undervisningsforløb, der allerede er delvist tilrettelagt i, hvordan man skal redidaktisere aktuelle emner indenfor STEM kan hjælpe rigtig meget.</p> <p>Mange tak, og så kommer du lidt ind på det næste spørgsmål, som handler om hvad det ud fra din optik kræver at kunne bruge STEM som tilgang til undervisningen. Hvor det drejer sig, om at lære hvordan bruger man teknologi og engineering thinking, altså ingeniørmeterne, fordi du implicit har science og matematik som linjefag. Tænker du, at mand som naturfagslærer er bedre hjulpet til at arbejde med STEM på grund af de tværfaglige fokusområder i udskolingen, end man egentlig er på mellemtrinnet?</p> <p>Ja, det tror jeg faktisk. Netop fordi vi allerede har fokus på at arbejde mere interdisciplinært, selvom jeg faktisk syntes, at i natur/teknologi, så ligger det</p>	<p>Fremme viden om STEM som undervisningsform gennem eksemplariske undervisningsforløb kan erstatte deltagelse i kurser hvis nødvendigt</p> <p>At arbejde med tværfagligheden i STEM er nemmere i udskolingen end på mellemtrinnet</p> <p>Natur/teknologi-lærerne arbejder ikke implicit tværfagligt med matematik – mangler formelle undervisningsmaterialer</p> <p>Manglende linjefagsuddannelse er grundlaget for ikke at arbejde med STEM</p>	<p>QUEST-rytmen i projektet sikrer, at der arbejdes i mødet mellem forskningsbaseret viden og lærernes praksisviden</p> <p>Forløb stilladseret så det er tilpasset lærernes daglig praksis</p> <p>Nielsen et. al. beskriver hvordan det der virker bedst, når det gælder professionelle udviklingsaktiviteter for lærere, er kurser med fokus på konkret fagligt indhold og relevant fagdidaktik. Men virkeligheden er ofte, at der tilbydes kurser uden tilknytning til egen og kollegaers praksis.</p> <p>Den didaktiske kompetence har indflydelse på arbejdet med STEM.</p> <p>Jensen, Kjer, Mikkelsen & Sørensen forklarer i rapporten Lærerkarakteristika og elevers læring hvordan</p>
---------------------	---	---	---

<p>jo implicit, at det er interdisciplinært, at man må dele for alle mulige forskellige til områder fra virkeligheden. For eksempel har man i mange år arbejdet med at lave broer rigtig langt hen ad vejen faktisk taler direkte ind i noget, der er STEM.</p> <p>Og så tror jeg måske. Det er min egen fordom, at faktisk er utroligt mange natur og teknologi lærere på mellemtrinnet, der ikke er linjefagsuddannet. Og det giver et problem, fordi de måske hverken er linjefag uddannet i noget naturfagligt. Og De har måske heller ikke linjefag i matematik. Det vil sige, at de har måske heller ikke deres fokusområde på at blive en bedre naturfags- eller matematiklærer. Og tager man måske heller ikke fat i noget, som man ikke kender til i forvejen eller har interesse i.</p>		<p>lærernes undervisningspraksis har højere effekt på elevernes faglige resultater, end lærernes kompetencer.</p>
---	--	---

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 4	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I</p> <p>Nu skal vi prøve at kigge på individet. Og der er det relativt nemt hvis man har en naturfaglig interesse, og er udviklingsorienteret. Men hvordan vil du opnå de kompetencer, som kræves for at arbejde med STEM i din undervisning? Hvis du nu kigger rundt på de lærere du møder i din hverdag. Hvor ville du kunne opnå de kompetencer, det kræver for at kunne arbejde med STEM?</p> <p>MN4</p> <p>Ja, altså det er meget interessant, for det faglige i det ligger der jo allerede for det har vi med os. Det der er det sværere, og jeg oplever derude når jeg vejleder andre, det er lige som da jeg startede, det er strukturen. Altså hele den der engineering struktur, design thinking struktur. Hvor design thinking er det samme som engineering, men vi skulle i naturfag lige have humanisterne på afstand. Men grundlæggende er strukturen den samme.</p> <p>Den struktur, den er stadig rigtig, rigtig, rigtig ny for mange. Og det har hjulpet lidt med fokus på teknologiforståelse i forhold til forståelsen strukturen.</p>	<p>Fagligheden i STEM ligger implicit i fagdisciplinerne, men strukturen er svær og ukendt (man har det ikke med fra seminarier)</p> <p>Forsøgsordningen med teknologiforståelse har bidraget aktivt til at placere praksisfaglighed i den traditionelle undervisning.</p> <p>Strukturen i designprocesser er</p>	<p>Gennem problemorienteret undervisning skabes strukturen for STEM-undervisning</p> <p>Elmose (red., 2021, s. 89) forklarer i litteraturen hvordan undervisning, som skal frem naturfaglig dannelse kræver at eleverne forholder sig til samfundsmæssige problemer, og at man naturligt kan inddrage teknologi i dette arbejde. Et opmærksomhedspunkt er dog, at det er en udfordring for eleverne at se sammenhæng mellem teori og praksis, samt at det praktiske problem skal være motiverende for eleverne.</p> <p>Skismaet i at STEM-begreberne ikke er defineret.</p> <p>Larsen et al. forklarer i litteraturen hvordan det er en udfordring at STEM-begreberne ikke er tydelig defineret i politiske uddannelsesdokumenter eller i didaktiske tilgange,</p>

MN4	<p>Men den er stadigvæk ny og stadig rigtig svær. Fordi, at der er forskel på at håndtere den klassiske undervisning og så være en design facilitator. Altså faciliterer strukturen, men det er virkelig dem, der er nøglen til, at det lykkes. Så ja, jeg tror rigtig meget kompetenceudvikling burde ligge i den del. Altså hvordan strukturerer man hele forløbet, og hvordan sætter vi rammen på en fantastisk måde. For så begynder vi at snakke tværfaglighed, arbejde med design og kan få lavet en projektplan. Og der ligger et hav af værktøjer, nettet boomer af øvelser og værktøjer. Det er også en udfordring, for hvilke nogle fungerer altså også for elever.</p> <p>For meget af det er lavet til voksne og firmaer. Jeg tror det er der det fejler lidt. Der er også grundforståelsen af hvad er STEM? Men jeg tror virkelig, der ligger meget i didaktikken. Altså at forstå den didaktik, at forstå den måde at arbejde på med det problembaserede. Og det er mere tværfaglige. Den er stadigvæk svær.</p>	<p>nøglen til om STEM undervisning lykkedes.</p> <p>Der mangler grundforskning i hvad er STEM?</p> <p>Problembaseret læring kan være et middel til at arbejde med STEM i grundskolen</p> <p>Didaktiske modeller er vigtige i lærernes arbejde med STEM og tværfaglighed</p> <p>Det svære sammenspil mellem fagdiscipliner.</p>	<p>samt at relationerne mellem fagene og deres rolle i STEM-undervisningen er uklar og udefineret. Hvilket gør, at lærerne er udfordret ift. at planlægge, gennemføre og evaluere STEM-forløb, skal det kun være STE eller SM og er det så et STEM-forløb – altså undervisningens didaktiske grundlag.</p> <p>Manglende forskning om kompetenceorienteret undervisning Nielsen (red., 2017, s. 20) forklarer hvordan der findes for lidt målrettet forskning omkring tværfaglighed og faglig integration på STEM-området, og at der stadigvæk foreligger en proces om at indføre kompetenceorienteret naturfags- og matematikundervisning. Hvor en af de væsentligste udfordringer er, at kompetencebegrebet stadigvæk er uklart for undervisere og forskere.</p>
-----	--	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra lærerstuderende	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I Så når vi så kigger på individet i forhold til indholdet, giver det viden på individniveau med tværfaglighed og STEM - har I snakket om det på lærerstudiet?</p> <p>LS Jeg vil sige, at jeg ikke har hørt om det i undervisningen på læreruddannelsen. Men i vores afsluttende prøve skal vi faktisk lave en af de fem prøveprodukter, omkring tværfaglighed med et andet fag.</p> <p>I I forhold til STEM har jeg også læst litteratur, men jeg har ikke eksplicit haft undervisning eller noget lignende på læreruddannelsen, hverken i matematik eller i geografi som sådan.</p> <p>I Hvad vil det kræve af dig som underviser, hvis du skal bruge dem som tværfaglig undervisning?</p> <p>LS For mig ville det i hvert fald være meget vigtigt, at jeg får nogle kompetencer og færdigheder, især i det, der hedder Teknologi og engineering, da de er ukendte. Altså det andet føler, har jeg okay styr på. Kom an på selvfølgelig, hvilke emner i matematik.</p> <p>Men det er altså for mig sådan lidt. Vi har ikke lært noget om det overhovedet. Der findes faktisk ikke som rigtigt, ikke</p>	<p>STEM er ikke en del af daglig praksis på læreruddannelsen, men tværfaglighed er.</p> <p>Efteruddannelse er vigtig for strukturen er ukendt</p> <p>En faglig ressourceperson kan være nyttig i arbejdet med udvikling af STEM-faglige kompetencer</p>	<p>Tilegnelse af STEM-faglige kompetencer er ikke en del af den formelle læreruddannelse.</p> <p>Nielsen (red., 2017, s. 20) forklarer hvordan der findes for lidt målrettet forskning omkring tværfaglighed og faglig integration på STEM-området, og at der stadigvæk foreligger en proces om at indføre kompetenceorienteret naturfags- og matematikundervisning. Hvor en af de væsentligste udfordringer er, at kompetencebegrebet stadigvæk er uklart for undervisere og forskere</p> <p>Den didaktiske kompetence har indflydelse på arbejdet med STEM.</p> <p>Jensen, Kjer, Mikkelsen & Sørensen forklarer i rapporten Lærerkarakteristika og elevers læring hvordan lærernes undervisningspraksis har højere effekt på elevernes faglige resultater, end lærernes kompetencer</p>

<p>nogen fag, som kan laves omkring de her to områder – teknologi og engineering, så det har vi i hvert fald brug for. Enten en form for efteruddannelse eller i form af en lærer, som har erfaring med det.</p> <p>Og så det der med at have nogle undervisningsmaterialer, der ikke bare er kopierer, men rigtige materialer som man for eksempel kan bruge som inspiration til os som ikke er uddannet lærer endnu.</p> <p>Hvis jeg skulle starte for eksempel efter sommer, så kunne jeg godt tænke mig, at der er minimum to lærere til det. Fordi jeg synes bare, det er bedre når der er minimum to lærere, fordi man bedre kan give en form for vejledning.</p>	<p>Eksemplariske undervisningsforløb som inspirationskilder til udvikling af praksis</p>	<p>Ændring af pædagogisk praksis gennem vejledning</p> <p>Elmose (red., 2021, s. 47) forklarer i litteraturen, hvordan der i dansk skolekontekst findes flere eksempler på, at der placeres ressourcepersoner på skoler med det formål at udvikle skolens pædagogiske praksis som der gøres i LEAPS.</p>
---	--	---

6.2.2.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nr. 2

Verbiest et. al. (2006) forklarer ud fra deres forskning om professionelle

læringsfællesskaber og om skoleudvikling, at kapacitet grundlæggende skal ses som en evne og parathed til professionel læring i en skolekontekst, hvor kapaciteten kan foregå på samspillende niveauer: Personlig kapacitet, interpersonel kapacitet og organisatorisk kapacitet.

Når udsagnene fra de tre grupper af respondenter (didaktiske forskere, matematik- og naturfagslærere og den lærerstuderende) meningskondenseres, så kan de indplaceres i kapacitetsniveauerne således:

- Personlig kapacitet
 - Efteruddannelse er vigtig for at kunne forstå didaktikken
 - Ressourcepersoner som guide i arbejdet med at udvikle tværfaglighed og STEM-forløb
 - Manglende eksemplariske undervisningsforløb som inspirationsmateriale

- Linjefags-uddannelse og erfaringsbaseret viden fra undervisningspraksis styrker undervisning og lærerfaglig self-efficacy i forhold til at arbejde med STEM
- Fokuseret på udvikling af egen praksis og nye pædagogikker samt undervisningsformer
- Interpersonel kapacitet
 - Der mangler målrettet forskning omkring tværfaglighed og faglig integration på STEM-området.
 - Fagligt samarbejde omkring udvikling af tværfaglighed og STEM som undervisningsform
 - Projekter med fokus på udvikling af pædagogisk praksis gennem aktionslæring
- Organisatorisk kapacitet
 - STEM er ikke en del af uddannelsesporteføljen på professionshøjskolerne
 - Den pædagogisk-didaktiske tilgang i STEM-undervisning er ukendt for ledelsen, og der allokeres ikke ressourcer til udviklingsarbejde

En sammenfatning af ovenstående placerer to helt centrale opmærksomhedspunkter: Hvordan læreren organiserer sig, og hvordan læreren sammen med andre tilegner sig viden og udvikler kompetencer, som var umuligt ellers (Illeris, 2007). I forhold til organisering, så er succesraten for at planlægge, gennemføre og evaluere STEM-forløb, afhængig af den enkelte lærers self-efficacy, som bygger lærerens forståelse af det faglige stof sammen med dennes didaktiske kompetence. Hvor det i forhold til tilegnelse af viden og kompetencer kan være værdifuldt at skabe udvikling med aktionslæringsforløb, hvor lærerne gennem pædagogiske diskussioner bliver bedre til at bruge hinandens ressourcer, samt bliver bedre til at udvikle materialer.

6.2.3 Forskningsspørgsmål nummer 3, som relaterer til drivkraft-dimensionen

Forskningsspørgsmålet lyder således: Hvad er hæmmende og fremmende for at motivere, eller demotivere, naturfags- og matematiklærere til, at benytte STEM som pædagogisk-didaktisk virkemiddel til at udvikle daglig praksis?

Udskrift af interviewsekvens	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
------------------------------	---------------------	--

I DF1	<p>Ud fra din viden og forskningsfelt, hvad ville så være en motiverende faktor i forhold til at benytte STEM som pædagogisk didaktisk virkemiddel til udvikling af praksis?</p>	<p>Indholdet i akronymerne</p>	<p>Manglende lærerfaglig viden forsimples fagdisciplinernes indhold i STEM.</p>
	<p>Som nævnt tidligere, så kan STEM godt virke uoverskueligt fordi der er så mange forskellige discipliner, som skal kombineres til noget.</p> <p>Vi kan jo bare tage T´et, nu kender jeg ikke dig, men jeg kan forestille mig, at der er rigtig mange af dine kolleger, der tænker det der T - hold nu op!</p>	<p>Manglende viden om fagdisciplinen i akronymet</p>	<p>Nielsen (red. , s. 21) beskriver hvordan det er en stor udfordring, at lærere ofte ser teknologi, engineering og design som uklare områder og relativt frit oversætter/udvander begreberne til eksisterende aspekter i deres praksis. Endvidere er det en udfordring at danne ægte og meningsfulde koblinger mellem på den ene side teknologi, engineering og design og på den anden side naturfag/-videnskab og matematik.</p>
I DF1	<p>Ja</p> <p>Og lige nu kan man se T´et er på kurser og alt muligt, fordi vi skal finde ud af hvordan får vi det der T med ind i vores fag. Altså, der er jo hele konferencer der bare handler om matematik og teknologi. Så bare de fag sat sammen er jo totalt kompleks. Og hvad er teknologi?</p> <p>Ak der er mange ting i bogstaverne bare, og så kan vi sige engineering i sig selv. Ja bare at få lærerne til at lave Engineering projekter er jo total kompliceret. Og nu siger du så at de skal lave engineering og teknologi og science og matematik. Og så kan man sige at der er nogen som ikke er teknologi-lærer</p>	<p>Udvikling af viden og kompetencer gennem eksterne læringsmiljøer</p> <p>Manglende lærerfaglig motivation for gennemførelse af forløb med de nye fagdiscipliner</p>	<p>Projektet Engineering i skolen og Big Bang konferencen er eksempler på, hvordan man forsøger at imødekomme denne udfordring hos lærerne</p>

	eller science lærer, men de andre fag er jo også meget udfordrende fordi vi ikke kender dem, men er på vej ind i dem. Vi begynder og snakker om det, om end det er nyt.		
--	---	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra didaktisk forsker nr. 2		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	Du nævnte tidligere, at tid kan være en faktor, men så peger du også på at fagligheden måske er kernen i problemet, hvordan det?		
DF2	Jeg tænker at noget af problemet ligger i, at mange lærer i dag rent fagligt ikke er dygtige nok til at folde deres fag ud i den grad, som kræves for at kunne undervise interdisciplinært. De er dygtige i forhold til at kunne nå pensum, for det har man gjort i mange år. Men det at kunne sætte sig ud over sit fag, og se på det hele i et højere perspektiv og egentlig kigge ind i didaktikken for faget. Det tror jeg måske mange gennem de sidste par år har glemt hvad det drejer sig om eller hvordan man gør sådan noget.	Fagligt overskud som hæmsko for arbejdet med STEM og tværfaglighed	Udvikling af praksis gennem fagligt fællesskab. EVA forklarer i temahæfte 1 – professionelle læringsfællesskaber, hvordan undervisning er et fælles anliggende for de lærerfaglige teams. Hvilket betyder. At det er en fælles opgave at gennemføre undervisningen, man deler aktuelle didaktiske udfordringer og man skaber plads til at vende, hvilke faglige og sociale elevgruppen har med det formål at skabe en god undervisning.
I	Ok. Når I med LABSTEM er ude på skolerne, så burde netop de der workshops og forløb I laver initiere professionelle læringsfællesskaber. Hvad	Udvikling af viden i fællesskab De organisatoriske rammer understøtter ikke processen	Interessenters indflydelse på

<p>DF2</p>	<p>tænker du? Skabes der et læringsfællesskab eller er skolerne måske i sidste ende ikke dygtige nok til at facilitere den proces?</p> <p>Man kan sige, vi stiller jo, vi prøvede jo egentlig at skabe professionelle læringsfællesskaber på de der workshop, hvor vi samler forskellige personer og de skal arbejde med STEM.</p> <p>Intentionen er, og det var ikke tænkt ind i den oprindelige plan, men efter vi er blevet en del af NAFA, så er der kommet fokus på PLF'erne. Det gør vi jo egentligt, altså at skabe en egentlig ramme. Man kan sige den ramme, den er jo heller ikke stærkere end det svageste led, hvis vi kan sige det sådan lidt kliché-agtig. Hvis du ikke køber ind på præmissen, jamen så er det sådan set lige meget, hvad det professionelle læringsfællesskab er. Hvis du personligt som lærer ikke stempler ind i projektet, så er det jo næsten lige meget, hvad man gør.</p>	<p>PLF som katalysator for udvikling af viden</p> <p>Læreren kan ikke se formålet med at ændre praksis, da det eksisterende virker.</p> <p>Faglig usikkerhed kan minimeres ved, at der i processen med at udvikle STEM-faglige kompetencer er en kvalificeret ressourceperson til rådighed for lærerne</p>	<p>udvikling af STEM-faglig viden. Elmose (red., s. 29) beskriver hvordan evalueringer fra undervisningsforløb i engineering viser, at designprocesser er motiverende for eleverne. Men udvikling gennem fondsmidler har indflydelse på metoder og indhold i STEM, hvilket har undervisning i folkeskolen og forskning i naturfagsdidaktik</p> <p>Didaktisk refleksion som middel til udvikling af praksis. I NaTeKu projektet forklares hvordan lærerens definition af dennes professionelle identitet er vigtig for udvikling af praksis. Fordi identitetsudvikling er en dynamisk proces, og i en kontekst lærer lærere professionelle karakteristika, der adopteres af den enkelte lærer på sin egen måde. Men en faglig kompetent ressource, kan have en positiv indflydelse på denne proces.</p>
<p>DF2</p>	<p>Du er et super godt eksempel på Tordenskjolds soldater. Det der med du vil STEM og du gøre STEM. Hvad siger dine kolleger så? Kunne så også vende spørgsmålet om, og spørge hvad siger dine kollegaer så til at skulle indgå i det? Fordi for det kræver jo også noget af</p>		

I	<p>dem, at der lige pludselig kommer ikke som dig, der siger, at nu skal I høre. Jeg har alle disse ideer og tanker og alt det her.</p> <p>Det de faktisk siger er, at med mig faglig fyrtårn, som STEM-faglig vejleder. Som fagligt vejleder stemme faglig vejleder, så føler de sig tryk i opgaven. Så det drejer sig om at der er uddannede mennesker som fx mig, der ved noget om STEM og kan støtte og vejlede lærerne, så de faktisk føler sig fortrøstningsfuld.</p>		
---	---	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 1		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	Hvis vi kigger på forhold og betingelser, som skal være til stede hvis du f.eks. skulle udnytte STEM som undervisningsform. Hvad tænker du så skulle være til stede af betingelser og eller forhold for at arbejde med STEM?	Viden om STEM som undervisningsform er vigtig.	<p>Lærerfaglig viden om didaktikken i STEM som grundlag for undervisningen.</p> <p>Nielsen (red., s. 50) forklarer den manglende didaktik for faglig integration mellem STEM er en stor udfordring fordi lærerne mangler denne faglig viden i relation til fagintegrationen, de</p>
MN1	Man skal have en del viden omkring STEM og så har man prøvet nogle systemer, altså forløb. Som f.eks. dig, du har prøvet noget		

<p>I</p> <p>MN1</p>	<p>undervisningsmateriale igennem.</p> <p>Hvis man ikke har det, så er det jo selvfølgelig en fordel at en klasse i flere forskellige fag, så man kan kombinere fagene, så man ikke får 4 5 6 lærere omkring sådan et projekt, men måske to eller tre. Det giver en bedre synergi.</p> <p>Hvis man har for få timer, så bliver man det der hjul, der ligger i bagagerummet og er lidt overset.</p> <p>Så skal man i planlægningen have mulighed for at bidrage med den viden man har. Flere fag gør også at man kan se emnet fra forskellige vinkler. Det kan jeg supergodt lide, men viden er det vigtigste. Og at du har en klasse i flere fag</p> <p>I forhold til at hvis du ikke skulle arbejde med STEM, hvad er det, der gør, at du ikke lige umiddelbart siger det her - det gør jeg? Er det det som du peger på det der med, at hvis man ikke enten blev inddraget i processen, eller man en egentlig bare bliver pålagt at blive bedt om at gøre det uden egentlig at have viden om det. Eller hvad tænker du så?</p> <p>Jeg tænker at hvis man ikke med i processen med at planlægge, så tænker man vel bare. Jamen, hvorfor skulle jeg gøre en indsats? Jeg har jo sådan set ikke bidrage med så meget andet, end egentlig</p>	<p>Flere fag i samme klasse eller på årgangen er en fordel for at kunne skabe synergi.</p> <p>Inddragelse i det faglige fællesskab om udvikling af forløb og undervisningsmateriale</p> <p>Manglende inddragelse skaber demotivation</p> <p>STEM som undervisningsform er ikke frivillig</p>	<p>mangler erfaringer på området, bl.a. fordi læreruddannelsen ikke ruste dem til denne form for undervisning. Dette understøttes af Larsen et al. (2022) i deres artikel om STEM-didaktik.</p> <p>Udvikling af praksis gennem fagligt fællesskab.</p> <p>EVA forklarer i temahæfte 1 – professionelle læringsfællesskaber, hvordan undervisning er et fælles anliggende for de lærerfaglige teams. Hvilket betyder. At det er en fælles opgave at gennemføre undervisningen, man deler aktuelle didaktiske udfordringer og man skaber plads til at vende, hvilke faglige og sociale elevgruppen har med det formål at skabe en god undervisning. Hvor en demotiverende faktor vil være, at undervisningen ikke er et fælles anliggende.</p>
---------------------	--	--	---

	bare lige at hjælpe dem lidt hvis de mangler noget. Så er det timer, man spytter i, og ikke den viden, man har nu.		
--	--	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 2		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	I forhold til drivkraften, hvilke forhold eller betingelser skal så være til stede, for at du vil benytte STEM til at udvikle din undervisning med en meget konkret?		
MN2	Rammerne skal være i orden, Det vil sige at der er grejbank, der skal være nogle redskaber, og så skal være et faglokale, der understøtter det. Og så skal der være nogle materialer som man kan arbejde. Når disse ting lige som er til stede, så syntes jeg at opgaven lykkedes bedre. Og det kræver jo meget forberedelse mange gange for læreren f.eks. at skulle ud og finde tingene og få sat det i spil. Så hvis man nu har faglokaler som understøtter processen, hvor tingene er der i forvejen, så sparer man tid som faglærer og det er nemmere at få til at lykkedes.	Faglokaler til STEM-undervisning øger succes ift. at gennemføre den form for undervisning. Materialebank sparer tid og øger succes hos læreren.	Faglokaler til anvendelses- og problembaseret undervisning er vigtige. Sølberg (red., s. 54) beskriver hvordan lærer i evalueringen af Engineering i Skolen bl.a. peger på at adgang til faglokaler, som understøtter procesorienteret undervisning, er en af de store udfordringer ift. at gennemføre undervisningen.
I	Så det, du peger på, er, at rammerne altså selve rammevilkårene skal være til stede og ok, for at det kan lade sig gøre. Og så kan vi tilsvarende gå over i spørgsmålet om, hvad er det så, der gør, at du ikke vil benytte STEM i din tværfaglige undervisning?		
MN2	Jamen, det skulle jo være at hvis jeg ikke havde	Dårligt faglokale og manglende materialer virker demotiverende på læreren.	

	muligheden for at få tingene, ikke havde grejet, hvis jeg ikke havde lokalet der understøttede det. Så blev det nok bare røv til sæde undervisning hvor man står foran tavlen og fortæller.		
--	---	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 3	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I</p> <p>Og det er lidt den du tale ind i med dit eksempel, det der med selve drivkraften til at kunne arbejde med det. Hvis vi fortsætter med eksemplet om mellemtrinnet, og det er jo det der med, at hvis man er linjefagsuddannet i natur/teknologi eller matematik, så har man en naturfaglig interesse? Hvordan vil du beskrive hvilke forhold og betingelser der skal være til stede hvis du for eksempel skulle udnytte STEM til at udvikle undervisningen eller lærers fagteam?</p> <p>MN3 For mig selv er der selvfølgelig altid den personlige drivkrafts interesseværdier i forhold til, at jeg synes, jeg selv får et bedre undervisning. Men jeg syntes også at en anden ting er, at deltager man i et fagligt team. Så er det også noget man i fællesskab kan blive enige om, at man har</p>	<p>Indre motivation som middel til udvikling</p> <p>Inddragelse i det faglige fællesskab om udvikling af forløb og undervisningsmateriale</p>	<p>Udvikling af praksis gennem fagligt fællesskab.</p> <p>EVA forklarer i temahæfte 1 – professionelle læringsfællesskaber, hvordan undervisning er et fælles anliggende for de lærerfaglige teams. Hvilket betyder. At det er en fælles opgave at gennemføre undervisningen, man deler aktuelle didaktiske udfordringer og man skaber plads til at vende, hvilke faglige og sociale elevgruppen har med det formål at skabe en god undervisning. Hvor en demotiverende faktor vil være, at</p>

<p>I</p> <p>MN3</p>	<p>interesse i, og så hjælper man hinanden med at skabe muligheder, tid og rum for at diskutere. Hvordan laver vi en god undervisning, hvor vi f.eks. bruger STEM?</p> <p>Okay, hvad er det så for nogle forhold, der gør, at man ikke skulle benytte STEM som undervisningsform og dermed undgå det – kan du pege på noget der?</p> <p>Jeg kan godt trække på noget erfaring. Og jeg tror rent faktisk at hvis det virker meget besværligt at gå i gang med noget, der er nyt, men som jeg ikke kender til i forvejen. Det ville være den meget gængse tilgang, der gør, at folk ikke gør det. Og den anden del kunne værre. Hvis man nu ikke har alle naturfag, og ikke helt kan se at lige præcis ens eget fag, nu taler jeg udskolingen, det bliver tilgodeset ret meget. Hvis man arbejder med STEM, så tror jeg også, at man kunne være tilbøjelig til at tænke. Nej, skal vi virkelig gøre det?</p>		<p>undervisningen ikke er et fælles anliggende.</p> <p>Faglig viden og kompetencer er vigtige ift. at søge udvikling af egen praksis. Stohlmann, Moore & Roehrig (2012) forklarer i litteraturen hvordan lærerfaglig self-efficacy er vigtig i arbejdet med at udvikle kompetencer og naturfaglig viden, som kan bruges til at udvikle STEM-faglig praksis.</p>
---------------------	--	--	--

<p>Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 4</p>	<p>Meningskondensering</p>	<p>Kategorisering, analyse og fortolkning</p>
<p>I</p>	<p>det bringer mig til drivkraften som den næste del. Det der med hvilke forholdet betingelser skal være til stede for, at man kan benytte STEM</p>	<p>Didaktisk refleksion som middel til udvikling af praksis. I NaTeKu projektet forklares hvordan</p>

<p>MN4</p> <p>I</p>	<p>til at udvikle undervisning. Og her peger du på at rammerne er vigtige og det faglige overskud hos læreren.</p> <p>Fagligt overskud er et godt ord til at beskrive det med.</p> <p>Med fagligt overskud mener jeg, at man kan sætte sig fri lige som i dit eget eksempel. Hvor du i starten bare gjorde noget, og kæmpede dig gennem forløbet. For til sidst at bruge din fagfaglige viden til at sætte dig fri, så det ikke er rammen som styrer men emnet.</p>	<p>Lærerens didaktiske og faglige kompetence gør, at han/hun frit kan vælge mellem formelle og uformelle læremidler i arbejdet med at planlægge og gennemføre undervisning, som kan arbejde med STEM</p>	<p>lærerens definition af dennes professionelle identitet er vigtig for udvikling af praksis. Fordi identitetsudvikling er en dynamisk proces, og i en kontekst lærer lærere professionelle karakteristika, der adopteres af den enkelte lærer på sin egen måde. Stohlmann et al. (2012) understøtter dette ved at beskrive hvordan forskning har vist, at lærerens faglige viden, praksiserfaring og pædagogisk-didaktisk viden er væsentlige ift. udvikling af self-efficacy hos læreren.</p>
<p>MN4</p> <p>I</p>	<p>Ja, så bygger man. Altså i starten så havde jeg en model, f.eks. Googles, og så kørte jeg bare efter den. Googles model var fordi det var der jeg blev uddannet i] [Men jeg fandt hurtigt ud af, at nogle gange så gav den ikke mening fordi den ikke rigtig passede ind, tog for lang tid osv.</p> <p>Så er det jo, når man begynder at blive rigtig dygtig til det. Så begynder man at kigge på temaet, og tænker at så kan man gøre sådan og sådan] [Men for at komme herhen, så kræver det fagligt overskud, og det kræver øvelse og træning.</p> <p>Hvis man ikke lærer det på seminarierne, så er det en udfordring.</p>	<p>Den lærerfaglige uddannelse bidrager ikke til udvikling af STEM-faglige kompetencer hos de lærerstudierende</p>	<p>Lærerfaglig viden om didaktikken i STEM som grundlag for undervisningen. Nielsen (red., s. 50) forklarer den manglende didaktik for faglig integration mellem STEM er en stor udfordring fordi lærerne mangler denne faglig viden i relation til fagintegrationen, de mangler erfaringer på området, bl.a. fordi læreruddannelsen ikke ruste dem til</p>

<p>MN4</p>	<p>Det er vigtigt har nogle modeller og redskaber i sin værktøjskasse.</p> <p>Det peger ind i det næste spørgsmål. Hvilke forhold og betingelser tror du gør, at man ikke vil kunne benytte STEM til udvikling af undervisningen – hvis du kigger på dine kollegaer, hvad tror du ud i forhold til dig, at der gør, at de ikke helt kan gøre det samme?</p> <p>Jeg tror, at der er to ting i det. Den ene er. Hvis man nu syntes at ens undervisning fungerer, hvorfor så lave det om? Altså den der meget traditionelle undervisning, som mange praktiserer. Den fungerer jo i princippet godt, i hvert fald i forhold til prøven. For de er også bygget op efter denne form, Teaching to the test.</p> <p>Det har jeg selv gjort da jeg var en yngre lærer. Det fungerer jo, og man får det fine tal, og alle klapper en på skulderen og sådan noget. Så hvorfor egentlig lave det om? [Men det man måske nogle gange glemmer at spørge sig selv om] [har de egentlig lært det? Kan I huske noget af det? Også efter længere tid f.eks. efter en sommerferie. Hvis ikke, så er det fordi de ikke har lært det. Og det var her jeg begyndte at tænke over praksis, og spurgte mig selv – hvad lærer de egentlig? De</p>	<p>Lærerfaglig sikkerhed i gennemførelse af traditionel undervisning placerer en usikkerhed hos den pågældende lærer ved planlægning og gennemførelse af kompetenceorienteret undervisning.</p> <p>Undervisning med fokus på færdigheder giver gode resultater, men initierer ikke nødvendigvis læring hos eleverne.</p> <p>Man skal som lærer besidde en faglig self-efficacy for at ændre praksis over mod STEM som undervisningsform.</p> <p>Skolekulturen har en afgørende betydning for en lærers faglige udvikling.</p>	<p>denne form for undervisning. Dette understøttes af Larsen et al. (2022) i deres artikel om STEM-didaktik.</p> <p>Begrundelse for den tværfaglige undervisning. Larsen & Seidelin (2021) peger på at integreret læse- og læreplaner har vist sig at øge læring mere end traditionelle læse- og læreplaner.</p> <p>Elmose (red., s. 65) understøtter dette ved at forklare hvordan der ved traditionel undervisning er fokus på pensum, og "det, der skal nås", fordi der i højere grad sigtes på elevernes hukommelsesarbejde og udenadslære end reel forståelse af fagbegreber, sammenhænge og fænomener.</p> <p>Skolekulturens betydning for udvikling af undervisningen. Sølberg (2007) forklarer i litteraturen, med udgangspunkt i</p>
------------	--	---	---

<p>I</p> <p>MN4</p> <p>I</p> <p>MN4</p>	<p>udfyldte bare papirer, de var ikke nysgerrige, de var ikke interesseret. De gjorde bare hvad jeg sagde de skulle. Og det er det vi skal blive gode til at spørge os selv om.</p> <p>Det er også det der er problemet, for hvorfor skal vi lave det om?</p> <p>Man skal være lidt modig, før man tør sige ja og lave noget om.</p> <p>Enig. Som lærer har man måske glemt sin didaktik, og støtter sig primært op ad de faglige portaler.</p> <p>Ja, det er jo en generel udfordring. Det jeg også oplevede, var den store kulturforskel, og da jeg kom på friskolen. Det var jo lige pludselig var en leder, der gav mig tid til at sidde og udvikle] [læs en bog, læs en rapport om didaktik eller noget andet. Og det er jo det, der desværre ikke er i folkeskolens daglige trummerum.</p> <p>Enig. Det kan gå ud over udvikling af praksis] [og så er vi tilbage ved det faglige overskud, og at du som lærer skal sørge for at vedligeholde og videreudanne den viden og niveau, man har.</p> <p>Der mangler helt klart en klar linje, hvor man siger nu er det det her vi vil og så skal der selvfølgelig en kompetenceudvikling til.</p>	<p>Der mangler en klar konsensus i folkeskolen ift. ønsket om at udvikle praksis.</p>	<p>Hargreaves beskrivelse af forskellige former for undervisningskultur, at man som skole bør stræbe efter en <i>kollaborativ</i> undervisningskultur. Fordi samarbejdet opstår naturligt blandt lærerne i deres daglige arbejde, og bygger på åbenhed, tillid og hjælpsomhed.</p>
---	--	---	--

Udskrift af interviewsekvens fra lærerstuderende		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	Det er jo rigtigt, og det svarer jo egentlig på næste spørgsmål omkring drivkraften for at benytte STEM til at undervise tværfagligt. For du siger at der skal være masser af efteruddannelse, to lærere og nogle værktøjer, man kan bruge til at arbejde med teknologi og engineering.	Efteruddannelse er midlet til at placere STEM som undervisningsform	<p>STEM som undervisningsform er stadigvæk ny i en dansk skolekontekst, og som følge heraf findes der ikke noget forskning i praksis endnu.</p> <p>Mentorordning til nyuddannede lærere sikrer udvikling af faglig self-efficacy. Nielsen (red., s. 58) forklarer i litteraturen hvordan der i gentagne undersøgelser over tid, med et internationalt udviklet survey instrument, sammen med observationer og interviews, er blevet konkluderet, at der er en signifikant positiv korrelation mellem de nye læreres udvikling af self-efficacy og støttende undervisningsmiljøkomponenter.</p>
LS	Ja		
I	Hvad gør at du ikke vil bruge STEM som undervisningsform når du skal arbejde med tværfaglig undervisning? Sagt på en anden måde, hvad ville så helt konkret gøre, at du ikke vil bruge STEM som undervisningsform, når du skal arbejde med tværfagligt - hvis du skal arbejde tværfagligt?		
LS	Altså, hvorfor jeg ikke vil bruge STEM til at arbejde tværfagligt?		
I	Ja, er det usikkerhed eller er det at du tænker det vil kræve for meget arbejde?		
LS	For mig er det faktisk ikke det der med, at det kræver for meget at arbejde. Fordi jeg har selv oplevet, at det virker godt for eleven med tværfaglighed, dat alle på forskellige måder kan være med.		

	Men det, der ville forhindre mig, var for eksempel hvis jeg ikke får nok tid til at forberede mig, fordi det syntes jeg nogle gange kan være vanskeligt til dagligt. Fordi så risikerer hele forløbet kun at blive kun til noget halvt noget og det vil være ærgerligt for eleverne, men også for mig som lærer hvis man ikke kan få det ud, som man egentlig kan få ud af sådan et undervisningsforløb.	ville være fagligt af dårlig kvalitet	
--	--	---------------------------------------	--

6.2.3.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nr. 3

Drivkraft er en vigtig dimension, i forhold til hvad der er fremmende eller hæmmende motivationsmæssigt (Gravesen, (2015)) for naturfags- og matematiklærernes arbejde med STEM som pædagogisk-didaktisk virkemiddel til at udvikle daglig praksis. Når udsagnene fra de tre grupper af respondenter (didaktiske forskere, matematik- og naturfagslærere og den lærerstuderende) meningskondenseres, så er følgende motivationsfremmende for arbejdet med STEM:

- Udvikling af undervisningsforløb og -materiale om STEM sker gennem professionelle læringsfællesskaber
- Faglig usikkerhed i forhold til at arbejde med STEM, minimeres ved at der i processen med udvikling af STEM-faglige kompetencer er en kvalificeret ressourceperson til rådighed for lærerne.
- Den pågældende naturfags- og matematiklærer besidder en fagfaglig self-efficacy, som gør at vedkommende ud fra undervisningens tema frit kan vælge mellem formelle og uformelle læremidler i arbejdet med at planlægge og gennemføre STEM-undervisning.
- Der er velfungerende faglokaler, med tilhørende materialebank, til rådighed for gennemførelse af designbaseret undervisning.
- Der er en velfungerende lokal naturfags- og matematikkultur til stede på skolen.
- Kvalificeret efteruddannelse

Sammenfattes ovenstående så er naturfags- og matematiklærernes didaktiske refleksion vigtig i forhold til at skabe en udvikling. Sillasen et al., (2010) forklarer i NaTeKu-projektet

hvordan lærerens definition af dennes professionelle identitet er vigtig for udvikling af praksis. Fordi identitetsudvikling er en dynamisk proces, og i en kontekst lærer lærere professionelle karakteristika, der adopteres af den enkelte lærer på sin egen måde. Hvilket Stohlmann et al. (2012) understøtter ved at beskrive hvordan forskning har vist, at lærerens faglige viden, praksiserfaring og pædagogisk-didaktisk viden er væsentlige ift. udvikling af self-efficacy hos læreren. Supplerende til dette forklarer Danmarks Evalueringsinstitut EVA, hvordan et fagligt fællesskab kan skabe udvikling. I deres temahæfte 1 – professionelle læringsfællesskaber, forklarer de hvordan undervisning er et fælles anliggende for de lærerfaglige teams. Hvilket betyder. At det er en fælles opgave at gennemføre undervisningen, man deler aktuelle didaktiske udfordringer og man skaber plads til at vende, hvilke faglige og sociale elevgruppen har med det formål at skabe en god undervisning. Hvor en demotiverende faktor vil være, at undervisningen ikke er et fælles anliggende.

Modsat er følgende motivationshæmmende for arbejdet med STEM:

- Manglende viden om den indbyrdes relation i fagdisciplinerne i STEM akronymerne.
- De organisatoriske rammer understøtter ikke processen med udvikling af praksis
- Manglende lærerfaglig motivation for gennemførelse af forløb indeholdende fagdiscipliner fra STEM, da eksisterende praksis virker
- Dårlige professionelle læringsfællesskaber afstedkommer manglende inddragelse af alle lærer
- Manglende eller dårlig indrettede faglokaler til gennemførelse af designbaseret undervisning
- Der mangler en klar konsensus i dansk uddannelsespolitik i forhold til udvikling af praksis.

Ud fra ovenstående så placeres følgende opmærksomhedspunkter: Lærerfaglig viden om didaktikken i STEM, manglende lærerfaglig viden forsimpler fagdisciplinernes indhold i STEM og de organisatoriske rammer understøtter ikke processen med udvikling af praksis.

I forhold til *manglende viden*, så forklarer Nielsen ((red.), 2017, s. 50) hvordan den manglende didaktik for faglig integration mellem S, T, E og M er en stor udfordring, fordi lærerne mangler denne faglig viden i relation til fagintegrationen og de mangler erfaringer

på området, bl.a. fordi læreruddannelsen ikke ruste dem til denne form for undervisning. Dette understøttes af Larsen et al. (2022) i deres artikel om STEM-didaktik.

Dernæst er det en stor udfordring, at lærere ofte ser teknologi, engineering og design som uklare områder og *relativt frit oversætter/udvander begreberne* til eksisterende aspekter i deres praksis. Endvidere er det en udfordring at danne ægte og meningsfulde koblinger mellem på den ene side teknologi, engineering og design og på den anden side naturfag/-videnskab og matematik. Dette medfører at undervisningen bliver kunstig (Nielsen, (red.), 2017, s. 21).

Sidste opmærksomhedspunkt er de organisatoriske rammer, og her refereres både til at man fra politisk side ikke har udarbejdet en klar definition af hvordan fagdisciplinerne i STEM skal udmøntes i daglig praksis – de skole eksterne forhold. Hvilket betyder at skolelederne ikke kan lede lærerne i arbejdet med STEM. Så er der skole-interne forhold, og her refereres der til at skolens ledelse initierer en konstrueret kollegial lærerkultur. Hvilket betyder at ledelsen gennem en række formelle tiltag, forsøger at etablere et øget samarbejde blandt skolens lærere (Sillasen et al., (2009), s. 7).

6.2.4 Forskningsspørgsmål nummer 4, som relaterer omverden-dimensionen

Forskningsspørgsmålet lyder således: Hvilken betydning har to-lærer ordninger for udvikling af lærerens kompetencer til, at arbejde med STEM som interdisciplinær undervisningsform?

Udskrift af interviewsekvens		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	Ville man i et lærerfagligt fællesskab kunne skabe den selvtillid, faglig selvtillid til at kunne løfte den opgave det er at lave et STEM-forløb. Ved at etablere et to-lærerfællesskab altså et praksis-fællesskab?	Usikre lærere vil have gavn af professionelle læringsfællesskaber til at udvikle STEM-faglige kompetencer	Lærerfaglig viden om didaktikken i STEM som grundlag for undervisningen. Nielsen (red., s. 50) forklarer hvordan den manglende didaktik for faglig integration mellem STEM er en stor udfordring. Fordi lærerne mangler denne faglig viden i relation til fagintegrationen og de
DF1	Ja, det tror jeg man ville for jeg oplever, at f.eks. tvivlerne går faktisk ind i processen, og oplever en succes i denne her tilgang. Det er dog ikke altid det sker. Jeg oplever nogle		

I DF1	<p>gange natur/teknologi-lærerne, som syntes det der matematik – det er ikke noget for mig.</p> <p>Okay</p> <p>De siger, hvordan skal jeg nogen sinde kunne snakke matematik? Jeg er jo ikke matematiklærer – nu må vi lige slappe lidt af.</p> <p>Vi har i LABSTEM lavet nogle spørgeskemaer og lagt dem, og det er meget tydeligt, at der er rigtig mange, der synes, M'et i STEM er det sværeste.</p>	Ikke alle fagdiscipliner i STEM er lige udfordrende at arbejde med	mangler erfaringer på området, bl.a. fordi læreruddannelsen ikke rustet dem til denne form for undervisning. Dette understøttes af Larsen et al. (2022) i deres artikel om STEM-didaktik.
----------	--	--	---

Udskrift af interviewsekvens fra didaktisk forsker nr. 2	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
Respondenten havde ikke nogen konkrete eksempler på dette.		

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 1	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I</p> <p>Hvis du skulle til at arbejde med at udvikle den STEM kompetencer til at gennemføre undervisningen. Tænker du så, at tolærerordning vil være væsentligt? Altså, at man er 2 lærer om på klassen i forhold til gennemførelse.</p> <p>MN1</p> <p>Jeg tænker ved gennemførelsen i de uger, hvor man skal ud at lave</p>	Det er indholdsmæssigt betinget om to-lærer	Det lærende fællesskab som middel til udvikling af naturfaglig kultur. Mogensen, Nielsen & Silassen (2015) forklarer i litteraturen hvordan et professionelt lærende fællesskab, er med til at udvikle læreres

I	undersøgelser og lave opfølgende eksperimenter og sådan noget? Så kunne det godt være en fordel. Men tænker i skrivefasen eller fasen op til hvor de skal ud og gennemgang af det fagligt stofområde er det måske ikke så nødvendigt. Men når de skulle over at kigge på de eksperimenter, de lavede i forhold til det, jeg svarede, synes jeg, det er. Ok	ordningen bliver relevant, ved tilegnelse af teori er det ikke relevant men ved eksperimentelt arbejde kan det være en fordel	handlekompetence – og her menes der lærers evne til at bruge skolens ressourcer til at udvikle god undervisning.
---	---	---	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 2	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I</p> <p>MN2</p> <p>I forhold til omverdenen, og her kigger jeg lidt på om der er nogle ting udefra, der kan være med til at hjælpe til i processen. Så i arbejdet med at udvikle kompetencer til at gennemføre STEM-undervisning, ville en tolærerordning så være væsentlig?</p> <p>Nej ikke nødvendigvis, så tror jeg man skal ind og kigge på to-lærer rollen. For en to-lærer i klassisk forstand er mere som brugt til at dele klassen og så lave holddeling med det formål at understøtte nogle af de svage. Men hvis man skal til ud at kigge på STEM-undervisning og arbejdet med projekter. Så skal det også være en to</p>	<p>To-lærer ordningen handler ikke om at holdele klasse, men at skabe et lærende fællesskab om det at udvikle STEM-faglige kompetencer.</p>	<p>Lærende fællesskaber kan skabe øget læring hos eleverne Nielsen (red., s. 68) forklarer i litteraturen, hvordan der i en dokumenteret undersøgelse var en positiv sammenhæng mellem effekten hos eleverne og kvaliteten af arbejdet i skolens lærende fællesskab. Fordi elevernes læring forbedres gennem lærernes fokus på læring, og skolens undervisningskultur forbedres gennem forøget samarbejde, udvikling af</p>

	<p>lærer, som er indstillet på at skulle arbejde med STEM og indgå i et samarbejde om det.</p> <p>Og sidst men ikke mindst have en baggrund til at kunne understøtte arbejdet med STEM.</p>		<p>lærerautoritet og fortsat lærer-læring.</p>
--	---	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 3	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I</p> <p>MN3</p> <p>Du nævner, at den faglige stolthed, godt kan være en hæmsko. Hvis nu man kigger på selve omverdenen i arbejdet med at udvikle kompetence til at gennemføre STEM-undervisning, ville en tolærerordning så være væsentlig?</p> <p>Ja, for det er en super god støtte når man er to. Specielt hvis man begge to er lidt usikre i det, så kan man på en eller anden måde støtte hinanden i at afprøve noget, der er nyt. Plus at to-lærer ordningen eller i co-teaching lægges der i hvert fald en del op til noget, der også kan bruges i forhold til observation. Det kunne f.eks. når jeg skal introducere denne del for dem. Hvordan fungerer det så i forhold til klassen, den måde jeg gør det på? Både kan have en til at støtte, men også kan have en til at observere hvordan får jeg det formidlet?</p>	<p>Udvikling af lærerfaglig handlingskompetence med to-lærer ordning</p> <p>To-lærer ordning giver mulighed for at praktisere lesson studies med formål at udvikle praksis</p> <p>To-lærer ordning er givende når man skal arbejde med STEM, for det øger muligheden for at</p>	<p>Pædagogiske læringsfællesskabers udvikling af lærerfaglige handlingskompetencer ved at lesson study som virkemiddel.</p> <p>Nielsen (red., s. 70) beskriver i litteraturen hvordan den japanske metode med lesson study, som en metode til at lave kollegial faglig sparring så man metodisk samarbejder med fagkolleger om at afprivatisere undervisningen og udvikle undervisning af høj faglig kvalitet.</p> <p>Dette understøttes af EVA's temahæfte om professionelle fællesskaber, hvor de forklarer hvordan undervisning er et fælles anliggende for de lærerfaglige teams.</p>

<p>I</p> <p>MN3</p>	<p>Og fungerer det i forhold til, at man skal videreudvikle?</p> <p>Så tror at der er mange gode ting i det både fællesfagligt, men også i forhold til STEM hvor der er mange ting i gang på samme tid. Da er det en kæmpe fordel at være to mand også, så man kan nå rundt.</p> <p>Enig, i praksiselementet kan man mange gange være lidt på overarbejde, hvor det er anderledes med teorielementet.</p> <p>Så synes man, at når man skal indføre noget nyt. Da er det godt man er to, hvor en kan observere og den anden kan sætte ind med en aktion f.eks. nu arbejder vi med STEM og jeg vil gerne have fokus på, hvordan arbejder eleverne? Hvordan og hvordan får jeg sat i gang, at de arbejder med engineering-metoden for eksempel?</p> <p>Altså det der med at have en nummer to lærer på, så man bag efter reflektere og snakke om hvordan fungerede det egentlig?</p>	<p>vejlede alle elever i deres arbejde med akronymernes fagdiscipliner.</p> <p>To-lærer ordning øger muligheden for udvikling af undervisning gennem refleksion over praksis</p>	<p>Hvilket betyder, at det er en fælles opgave at gennemføre undervisningen, man deler aktuelle didaktiske udfordringer og man skaber plads til at vende, hvilke faglige og sociale elevgruppen har med det formål at skabe en god undervisning.</p>
---------------------	---	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 4		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	I (25:33): Hvis vi kigger på omverdenen, og vi arbejder med at udvikle kompetencer til at gennemføre STEM-undervisning. Tror du så, at hvis man havde en tolærerordning det ville være væsentligt?		
MN4	Det ville helt sikkert være bedre. Det er jo nemmere at vejlede, hvis man dækker bredere fagligt. Det var vi faktisk også på friskolen, altså to lærere. Der var altid en humanistisk og naturfaglig lærer, så vidt det var muligt. Netop fordi vi mixede det så meget som vi gjorde. Men det fungerer godt generelt med to-lærer system, særligt hvis man planlægger sammen, og det er også hemmeligheden til succes at man er fælles. Og ikke bare at en planlægger, og den anden er assistent. For der ser jeg rigtig meget derude lige nu, og det syntes jeg er ærgerligt.	<p>Diversiteten i lærernes faglige kompetencer, er et fagteams styrke</p> <p>Fælles planlægning af undervisningen skaber synergi i undervisningen og øger muligheden for læring - hverdagen i folkeskolen er ofte en anden, at en planlægger og den anden assisterer.</p>	<p>Lærende fællesskaber kan skabe øget læring hos eleverne</p> <p>Nielsen (red., s. 68) forklarer i litteraturen, hvordan der i en dokumenteret undersøgelse var en positiv sammenhæng mellem effekten hos eleverne og kvaliteten af arbejdet i skolens lærende fællesskab. Fordi elevernes læring forbedres gennem lærernes fokus på læring, og skolens undervisningskultur forbedres gennem forøget samarbejde, udvikling af lærerautoritet og fortsat lærer-læring.</p>

Udskrift af interviewsekvens fra lærerstuderende		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	Hvad tror du at to-lærer eller sidemandsoplæring betyder for at udvikle kompetencer i STEM-undervisning? Eller ud fra det du nævner, så lad os sige at du sammen med en kollega på den tyske skole efter sommerferien gerne vil opbygge en læringsarena eller en STEM faglig praksis og kultur. Hvilken effekt tror du så, at det ville have at I var to lærere om at løbe med opgaven?		
LS	<p>For det første kommer det jo an på, om den anden lærer også måske er helt ny, for så er man to nye, som måske ikke ved så meget om STEM. Så er det i hvert fald godt at være to, men det er helt klart en fordel, hvis der for eksempel er en, der har prøvet STEM eller har viden om STEM, og så lærer mig om det.</p> <p>Og så kunne man måske i første omgang lave sådan et undervisningsforløb sammen med to lærere, og bagefter ville jeg måske jeg som nyuddannet føle mig mere sikker i det, hvor man så også kan bruge forskellige metoder, og i sidste ende også kan lave sådan et tværfagligt forløb selv i klassen.</p>	Når man er en nyuddannet lærer, så er to-lærer ordning en fordel og vigtig – sidemands oplæring	<p>Mentorordning til nyuddannede lærere sikrer udvikling af faglig self-efficacy. Nielsen (red., s. 58) forklarer i litteraturen hvordan der i gentagne undersøgelser over tid, med et internationalt udviklet survey instrument, sammen med observationer og interviews, er blevet konkluderet, at der er en signifikant positiv korrelation mellem de nye læreres udvikling af self-efficacy og støttende undervisningsmiljø-komponenter.</p> <p>Didaktisk refleksion som middel til udvikling af praksis. I NaTeKu projektet forklares hvordan lærerens professionelle identitet er vigtig for udvikling af praksis. Fordi identitetsudvikling er</p>
I	Det du siger, er, at hvis man var to lærer om det, og der var én, der egentlig var lidt bekendt med, hvordan man gjorde, så	Udvikling af lærerfaglig selvtillid gennem sidemands oplæring	

<p>LS</p> <p>I</p> <p>LS</p>	<p>ville du være i stand til at kunne opbygge den viden vi snakker om, som skal blive til faglig selvtillid i forhold til at kunne arbejde med STEM.</p> <p>Lige præcis, men syntesen er altid sammen. I vores lærerverden er det nogle gange meget svært det der med tværfaglighed og lære hinanden op. Fordi jeg har oplevet, på den skole hvor jeg er vikar, at alle lærere har travlt. Så det er svært at finde tid til at sætte sig sammen og lærer hinanden op i f.eks. STEM.</p> <p>Så jeg tror at der skal minimum være en, der siger "Kom, vi skal sætte os ned nu her, og vi skal snakke om det."</p> <p>Så er det, du egentlig bare peger på, er at hvis der fandtes nogle undervisningsforløb, som var STEM faglige både lektion planmæssigt, men også med faglig og didaktisk begrundet, så ville det være nemmere at tilgå opgaven?</p> <p>Ja, det tror jeg lærerne ville sige. Det ville jeg i hvert fald.</p>	<p>Det er godt at have en, som er tovholder eller primusmotor på at få startet den faglige dialog.</p> <p>Eksemplarisk STEM undervisningsmateriale er nyttig i arbejdet med at udvikle det faglige fællesskab.</p>	<p>en dynamisk proces, og i en kontekst lærer lærere professionelle karakteristika, der adopteres af den enkelte lærer på sin egen måde. Men en faglig kompetent ressource, kan have en positiv indflydelse på denne proces.</p>
------------------------------	---	--	--

6.2.4.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nummer 4

Når udsagnene fra de tre grupper af respondenter (didaktiske forskere, matematik- og naturfagslærere og den lærerstuderende) er meningskondenseret og kategoriseret som vist i tabel 7.4 på s. 162, så placerer de meget anvendelige sig som vist til højre i figur 12.

Ud fra min kategorisering, så peger over halvdelen af kondenseringerne på at to-lærer ordningen er et vigtigt element, i udviklingen af lærernes handlingskompetencer i forhold til at arbejde med STEM som undervisningsform. Nielsen (red., 2017, s. 50) understøtter dette ved at placere den manglende didaktik for faglig integration mellem STEM som en stor udfordring, da læreruddannelsen ikke ruster dem til denne form for undervisning. Dette kan modvirkes gennem kompetenceudviklingsforløb indenfor akronymernes fagdiscipliner, hvor den japanske metode med lesson study er med til at initiere en kollegiale sparring, så man metodisk samarbejder med fagkollegaer om at afprivatisere undervisningen, og udvikle undervisning af høj faglig kvalitet (Nielsen (red.), 2017, s. 70).

Dernæst placeres to-lærer ordningen som et relevant initiativ, når der skal arbejdes med de praktiske elementer i STEM og for at sikre faglig vejledning af eleverne når der arbejdes med de forskellige fagdiscipliner i STEM. Nielsen ((red.), 2017, s. 68) forklarer hvordan der er dokumenteret sammenhæng mellem undervisningens effekt hos eleverne, og kvaliteten af arbejdet i skolens lærende fællesskab. Fordi elevernes læring forbedres gennem lærernes fokus på læring og skolens undervisningskultur forbedres gennem forøget samarbejde.

Meget anvendelig
<p>Usikre lærere vil have gavn af professionelle læringsfællesskaber til at udvikle STEM-faglige kompetencer</p> <p>To-lærer ordning giver mulighed for at praktisere lesson studies med formål at udvikle praksis</p> <p>To-lærer ordning er givende når man skal arbejde med STEM, for det øger muligheden for at vejlede alle elever i deres arbejde med akronymernes fagdiscipliner.</p> <p>To-lærer ordning øger muligheden for udvikling af undervisning gennem refleksion over praksis</p> <p>Når man er en nyuddannet lærer, så er to-lærer ordning en fordel og vigtig – sidemands oplæring</p> <p>Udvikling af lærerfaglig selvtilid gennem sidemands oplæring</p>

Figur 11, De mest anvendelige meningskondenseringer, som har relation til forskningsspørgsmål nr. 4

6.2.5 Forskningsspørgsmål nummer 5, som relaterer til samspilsdimensionen

Forskningsspørgsmål lyder således: Hvilken sammenhæng er der mellem læring og STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang i forhold til at skabe et fagligt fællesskab?

Udskrift af interviewsekvens		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	<p>Hvad siger forskningslitteraturen om STEM og dennes mulighed for at skabe sammenhæng mellem eleven, involverende undervisning og de forskellige fagligdidaktikers bidrag? Hvordan tænker du med din erfaring og viden fra dine laboratorier og fra jeres artikel, at det her kan være med til at lave en mere moderne skole? Forstået på den måde, at STEM kan skabe noget synergi mellem fagene, så der ikke er så meget silotænkningen i undervisningen og dermed kommer en anelse længere væk fra den.</p>	STEM initierer den undersøgelsesbaserede undervisning i folkeskolens undervisning	<p>STEM kan placeres som elevcentreret undervisning med en undersøgelsesbaseret tilgang.</p> <p>Larsen et al. (2022) forklarer i litteraturen hvordan deres STEM didaktik indeholder flere aspekter, der har rod i forskellige tilgange fx i den undersøgende tilgang. Denne adskiller sig fra traditionel undervisning ved, at eleverne får lov til at arbejde med problemet – før de præsenteres for nye faglige begreber og sammenhænge. Herved har denne tilgang potentiale til at lade eleverne blive kritisk reflekterende modtagere og brugere af naturvidenskabelig information (Nielsen, (red.), s. 28).</p>
DF1	<p>Optimalt? For det er jo ikke det man ser i folkeskolen lige nu. Så tænker jeg, at når man læser noget om STEM er det jo ofte beskrevet som en undersøgende tilgang. Og det er jo næsten en elevcentreret tilgang, at man undersøger et problem i den problemløsende kontekst. Så det er jo som man siger, en moderne og mere</p>	STEM er en undervisningsform, som adskiller sig på flere parametre fra den traditionelle undervisning der er problemorienteret.	

	anderledes tilgang, end traditionel undervisning, som lægger op til, at vi skal undersøge en problemstilling uden kontekst.		
--	---	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra didaktisk forsker nr. 2		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	I forhold til jeres artikel, er det det nyeste bud? For der har I jo været gennem et kæmpestort review i forhold til hvordan STEM kan skabe sammenhæng elevinvolverende undervisning og de forskellige fags bidrag til tværfaglig undervisning. Skal det forstås sådan at den konklusion I kommer frem til, er det bedste bud lige nu rent forskningsmæssigt?		
DF2	Ja, jeg tror vores formuleringen skal ses som det første bud på det første bud på en STEM didaktik, altså i forhold til den figur som er sidst i artiklen. Figuren har nogle underpunkter som man i STEM-didaktikken ligesom er nødt til at arbejde ind i undervisningen. Så har vi også de listede principper der er i spil, og som vi også stadigvæk er ved at udvikle på.	<p>En STEM-didaktik indeholder ud fra et forskningsmæssigt synspunkt fire elementer</p> <p>Der foreligger ikke en klar politisk eller forskningsmæssig definition på fagdisciplinernes integration i STEM</p>	<p>Det forskningsmæssige bud på en STEM didaktik indeholder elementerne:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indholdsområder/ kontekster - metoder, rammer og elevdeltagelse - integrations-elementer <p>Elementerne er også det forskningsmæssige bud på hvordan principperne for STEM undervisning kan se ud i en dansk skolekontekst</p> <p>Didaktik som modsvar på manglende forklaring på faglig</p>

DF2	<p>Det med at vi kan sige at der er nogle principper vi arbejder med i STEM-undervisning som er der hele tiden. Så er der hele delen med integrationen, STEM integrationen. Hvordan kan man integrere det? Og hvad giver mening og integrere i forhold til hinanden?</p> <p>Så ja, jeg synes at det er det bedste bud, vi har lige nu. Og det gode ved dette bud syntes jeg er at den tager udgangspunkt i litteraturen. Altså det samlede review, hvor vi startede med at kigge på hvad er der derude, og så koge det sammen. Det er jo selvfølgelig også lavet i samspil med LABSTEM projektet, og de ting vi laver samt de erfaringer vi høster heraf.</p> <p>Og de der principper, jeg havde to hold i Fredericia med 36 lærere sidste år, og de var selv med til at udarbejde disse principper. Så meget af det er udsprunget af dem, og hvad flere andre lærere har sagt skal med. Det vil vi selvfølgelig fortsætte med at arbejde på, og dermed udvikle.</p> <p>Så principperne vil nok ændre sig og STEM-didaktikken vil også ændre sig over tid. Vi er i gang</p>	<p>Begrundelsen for STEM-didaktikken er, at den bygger på forskningslitteratur og erfaringsbaseret evidens fra gennemførte workshops</p> <p>Principperne for STEM undervisning er dynamiske, da de vil udvikle sig som følge af prøvning på flere LABSTEM workshops og mere data andre projekter i NAFA-samarbejdet.</p>	<p>integration mellem akronymene i STEM</p> <p>I litteraturstudiet til arbejdet med en national naturvidenskabs-strategi forklares hvordan den manglende didaktik for faglig integration mellem STEM er en stor udfordring lærerne, fordi læreruddannelsen ikke ruste dem til denne form for undervisning. Larsen et al. (2022) modsvarer dette i deres artikel, ved at konkretisere hvordan en STEM-didaktik i en dansk skolekontekst kan se ud. Ift. didaktikken bæredygtighed, så skal det afprøves i en række workshops i LABSTEM Syd regi.</p>
-----	---	--	--

	med at indsamle en masse data nu og sådan noget. Men den der formulering er det første bud og en meget god placering af hvordan en STEM-didaktik kan se ud.		
--	---	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 1		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	Ja, men hvordan tænker du, at et læringsfællesskab vil kunne drage nytte af noget her i forhold til udvikling? Altså hvis man skulle snakke udvikling af et STEM-fagligt fællesskab.		
MN1	Jeg tænker, at så er vi der, hvor vi skal ind og definere læringsfællesskab. Fordi hvis det bare er en klasse, som har otte lærere, så kommer læringsfællesskabet ikke til at fungere. Men kan man korte det ned til en to tre stykker eller fire, så virker det bedre for så kan man fx arbejde på tværs eller hjælpe hinanden med nogle ting. Så den vej rundt kan det give god mening. Men er du bare nogle tilfældige lærere, der er sat sammen, så kommer det ikke til at virke.	Et fagligt fællesskab omkring en klasse fremmer motivationen hos de deltagende lærere.	Det lærende fællesskab som middel til udvikling af naturfaglig kultur. Mogensen, Nielsen & Silassen (2015) forklarer i litteraturen hvordan et professionelt lærende fællesskab, er med til at udvikle læreres handlekompetence – og her menes der lærers evne til at bruge skolens ressourcer til at udvikle god undervisning.
I	Du snakker årgangsvist i dit eksempel, men tror du så at		

MN1	<p>den tværfaglighed der ligger i STEM-undervisning ville kunne gøre noget i forhold til udviklingen af læringsfællesskaber på en skole? Altså at man på tværs af årgangene, arbejder sammen om emnerne måske inden for naturfagsgruppen, matematikgruppen eller begge i en samlet gruppe?</p> <p>Jamen, det tænker jeg. Fx har det undret mig meget, at der er så få skoler, der byder ind på dine unge forskere.</p> <p>Man kunne have en kultur, der startede i tredje klasse, så bygger man på i fjerde, så i femte og sjette, og så kører man opad. Så ville man på sigt også have et fællesskab, der ville kunne komme med nogle gode ideer og kunne bidrage med noget indenfor deres fagområde. Og dermed lave en progression hvor det langsomt spirer helt nede fra de små. Og her ville et læringsfællesskab være rigtig godt og vigtigt, men det skal jo komme nedefra.</p>	<p>Et fagligt fællesskab og samarbejde skaber værdi i arbejdet med, at skabe en fælles skolekultur omkring progressionen i det faglige stof og udviklingsfokus.</p>	<p>Udvikling af praksis gennem fagligt fællesskab.</p> <p>EVA forklarer i temahæfte 1 – professionelle læringsfællesskaber, hvordan undervisning er et fælles anliggende for de lærerfaglige teams. Hvilket betyder. At det er en fælles opgave at gennemføre undervisningen, man deler aktuelle didaktiske udfordringer og man skaber plads til at vende, hvilke faglige og sociale elevgruppen har med det formål at skabe en god undervisning. Hvor en demotiverende faktor vil være, at undervisningen ikke er et fælles anliggende</p>
I	<p>Ja, som du siger det skal være lærerbåren hele vejen</p>		
MN1	<p>Ja, og jeg tænker det er noget man skal udvikle, så det bliver en god tradition. På sigt kan sådan noget være med til at vise andre, at det er sådan noget vi gør</p>	<p>Implementering af STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen ske som noget, der vokser ud af</p>	<p>Skolekulturens betydning for udvikling af undervisningen.</p> <p>Sølberg (2007) forklarer i litteraturen, med udgangspunkt i Hargreaves beskrivelse af forskellige former for undervisningskultur, at</p>

<p>I</p> <p>MN1</p>	<p>her på stedet, at det er et område man virkelig satser på.</p> <p>Ok, men hvordan ser du, at STEM undervisning kan være med til at skabe en læringsarena, der involverer eleverne aktivt i deres læringsproces. At de oplever at kunne bruge fagene til noget, at fagene snakker sammen og man inddrager eksterne læringsmiljøer.</p> <p>Jamen, der er helt sikkert at STEM godt kunne være en undervisningsform, som man satsede på i grundskolen, og sige at det kunne være den gennemgående metode. Men igen, det skal komme nedefra, og det skal komme på en sådan måde at alle fornemmer, at de er en del af det. Og fornemmer de får noget udviklingen, får lidt uddannelse i det, og at man selv kan bidrage med noget, så man bliver inspireret af, det bliver engageret, og den vej rundt har nemmere ved at sige at det her er fedt og det vil jeg gøre noget mere af] [det kræver som sagt, at man har nogle lærere, der er uddannet i STEM og ved hvordan man gør] [nogle samarbejdsfællesskaber som udviklingsrum. Men helst der, du ved lige børn leger bedst, hvor man har</p>	<p>det operationelle niveau (læs lærerne).</p> <p>Viden om og efteruddannelse i STEM som undervisningsform er vigtig.</p> <p>Man skal som lærer føle, at man er den del af processen med at udvikle praksis. Ellers mister man engagement, og det er bare noget, som skal overstås.</p> <p>Kollegial sparring er vigtig i arbejdet med STEM</p>	<p>man som skole bør stræbe efter en <i>kollaborativ</i> undervisningskultur. Fordi samarbejdet opstår naturligt blandt lærerne i deres daglige arbejde, og bygger på åbenhed, tillid og hjælpsomhed.</p>
---------------------	--	---	---

	<p>nogle at sparre med, så går det ligesom lidt bedre, og det er lidt sjovere end hvis der er for mange som ved for lidt. Men omvendt kan man også sige, at eleverne godt kan mærke om man er engageret i det, og dermed bedre kan få dem med gennem det smittende engagement. Modsat eller om det bare er noget, som skal overstås</p>		
--	---	--	--

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 2	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
<p>I MN2</p> <p>Hvordan kan, ud fra dit synspunkt, et læringsfællesskaber som f.eks. fagteams være med til, at udvikle kompetencer inden STEM-undervisning? Altså ville et fagligt team kunne have dette som et fælles indsatsområde, og i fællesskab udvikle sådanne kompetencer?</p> <p>Det vil det sagtens kunne, man kunne for eksempel lave engineering-forløb på årgangen, og så i fagteams aftale hvordan man gør. Det er også en måde at få kollegaer med på ideen om udvikling.</p> <p>Man kunne også holde fagteam-møder hvor man prøver nogle</p>	<p>Eliminering af barrierer ved at inddrage lærere i faglige aktiviteter, der benytter sig af en eller flere fagdisciplinerne i STEM.</p>	<p>Udvikling af pædagogisk/ didaktiske kompetencer som middel til at ændre praksis. Nielsen (red., s. 58) forklarer i litteraturen hvordan kursusaktiviteter med fokus på det konkrete faglige indhold og fagdidaktik relevant for dette, lærernes aktive læring og lærernes samarbejde i kooperative læreprocesser, er effektive i forhold til den professionelle</p>

I MN2	<p>undervisningsforløb, og snakke om hvad man gør i forhold til eleverne og dermed inddrage kollegaerne. Derfor er det vigtigt at kunne indgå i professionelle læringsfællesskaber og fagteams.</p> <p>Vigtige pointer. Hvordan ser du, at STEM-undervisning kan være med til at skabe en læringsarena som involverer eleverne aktivt i deres egen læringsproces? Sagt på en anden måde, tror du at det har indflydelse på elevernes læring, at undervisningen kan sættes i en kontekst?</p> <p>Det tror jeg bestemt, det kan. Har et eksempel fra egen praksis, hvor jeg har udviklet et undervisningsforløb omkring det at eleverne skal kunne lade mobiler i skolegården – ud fra den tanke, at hvis eleverne kan se en gavn i undervisningen, så øger det motivationen for at lære.</p>	<p>Undervisningen skal skabe værdi og være meningsfuld for eleverne, hvis man ønsker at øge motivationen for læring.</p>	<p>udvikling, og beskriver det sådan: <i>“... processes and activities designed to enhance the professional knowledge, skills and attitudes of teachers so that they might, in turn, improve the learning of their students”</i></p>
--------------	---	--	---

Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 3		Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	<p>Det du taler ind i der er læringsfællesskabet, og hvordan det som fagteam kan være med til at udvikle</p>		<p>Gennem elevcentreret undervisning i naturfag imødekommes</p>

MN3	kompetencer indenfor STEM.		faglige udfordringer hos eleverne.
I	Ja		Nielsen (red., s. 93)
	Med det udgangspunkt, hvordan ser du så at STEM kan være med at skabe en læringsarena, som involverer eleverne aktivt i deres læringsproces?	Elevcentreret undervisning øger motivation for læring	beskriver i litteraturen hvordan undervisningen gøres relevant ved en mere elevcentreret undervisningsform og anerkende elevernes medbestemmelse i udvælgelsen af indholdet, samt inddragelse af en bred moderne forståelse af naturvidenskab.
MN3	Jamen særligt i forhold til det der at de arbejder med STEM. Det der med, at de selv får ejerskab for en problemstilling. Eller designproces, hvor de selv i virkeligheden er primus motor for det, der skal ske. Så i høj grad i høj grad det der med, at de får lavet noget, som bliver deres. Læreren bliver meget mere vejledere end en direkte den, der står på tavlen. Ja, det tror jeg kunne være en meget stor del i, at det for eleverne bliver nærværende af.	Ved designorienteret undervisning skifter læreren rolle fra at være formidler af viden, til at blive guide til videns tilegnelse	

	Udskrift af interviewsekvens fra matematik- og naturfagslærer nr. 4	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I	Enig, hvordan kan læringsfællesskaber, som for eksempel farve teams, være med til at udvikle kompetencer inden for STEM? Set du fra din optik?		Skolekulturens betydning for udvikling af undervisningen.
MN4			Sølberg (2007) forklarer i litteraturen,

<p>I</p> <p>MN4</p>	<p>Det er altafgørende, at der er et teamsamarbejde. Hvis man f.eks. er 4 eller 5 eller 6 på en skole, der bliver enige om at det her vil vi. Så er det jo der, at det kan lade sig gøre. Det kan jo ikke lade sig gøre, når en ildsjæl gerne vil. Jo, det kan det godt, men kun indtil vedkommende brænder ud eller får et konsulentjob. Så derfor er det vigtig at mange kan noget.</p> <p>Det der er derfor de faglige teams, er så vigtigt. Men igen der skal også noget tid i det, for det er svært at mødes. Men kan man virkelig lave en årsplan sammen, sidde sammen og være enige om, at det er det her, vi gerne vil. Så bliver ressourcerne også meget mere bredt ud end mellem dem. Og fælles har man kompetencer indenfor alle dele i STEM] [så det er altafgørende, at man har et ret godt teamsamarbejde, og så øger det gennemslagskraften hos ledelsen.</p> <p>Enig, og hvordan ser du, at STEM-undervisning kan være med til at skabe en læringsarena, som involverer eleverne aktivt i læringsprocessen?</p> <p>Er det lige som dit eksempel med friskolen, hvor I fik sat undervisningen fri, og løftet</p>	<p>Udvikling af faglig skolekultur ved professionelle læringsfællesskaber er med til at sikre et fremadrettet perspektiv</p> <p>Når der arbejdes i fagteams, sker der en optimal udnyttelse af lærernes faglige kompetencer</p> <p>Professionelle læringsfællesskaber er med til at øge læring hos eleverne</p>	<p>med udgangspunkt i Hargreaves beskrivelse af forskellige former for undervisningskultur, at man som skole bør stræbe efter en <i>kollaborativ</i> undervisningskultur. Fordi samarbejdet opstår naturligt blandt lærerne i deres daglige arbejde, og bygger på åbenhed, tillid og hjælpsomhed. Ved at stræbe efter denne form for kultur, minimeres muligheden for at stræbe efter den individualistiske lærerkultur, der er kendetegnet ved at læreren prioriterer klasseværelsets isolation, og kan dermed holde sig faglige viden og erfaring for sig selv.</p> <p>Lærende fællesskaber kan skabe øget læring hos eleverne</p> <p>Nielsen (red., s. 68) forklarer i litteraturen, hvordan der i en dokumenteret undersøgelse var en positiv sammenhæng mellem effekten hos eleverne og kvaliteten af arbejdet i skolens lærende fællesskab.</p>
---------------------	---	---	--

	<p>undervisningen så eleverne til naturfagsprøven kiggede ud over deres fag, og inddrager omverdenen her massivt det?</p> <p>Ja, Og noget af det, jeg faktisk syntes var allermest interessant på friskolen] [noget det jeg så, var, altså at de dygtige. De var stadigvæk dygtige. De blev ved med at være dygtige. De fortsatte derud af og fik de der 12-taller de skulle. Men der hvor der virkelig var en forskel. Det er det jeg synes, var rigtig, rigtig spændende. Det var dem, der har svært ved det. De blev også dygtigere. De løftede sig rigtig meget. Da så jeg virkelig et løft, og det var sjældent vi havde under fire, det var gerne syv og op efter. Vi havde virkelig nogle høje snit.</p>		<p>Fordi elevernes læring forbedres gennem lærernes fokus på læring, og skolens undervisningskultur forbedres gennem forøget samarbejde, udvikling af lærerautoritet og fortsat lærer-læring.</p>
--	---	--	---

	Udskrift af interviewsekvens fra lærerstuderende	Meningskondensering	Kategorisering, analyse og fortolkning
I LS	<p>Hvis nu vi kigger på et sammenspil mellem læring og STEM som pædagogisk didaktisk tilgang, hvordan ser du så at STEM kan være med til at skabe et læringsfællesskab med udgangspunkt i naturfag og matematik?</p>		<p>Den nye naturfagsprøve placerer kompetenceorienteret naturfagsundervisning som en naturlig del af alle tre faser i grundskolen.</p>

I	<p>Altså, jeg synes jo, at det har et godt potentiale. Især når man tænker på, at vi i indskoling og mellemtrin har det, vi kalder for natur/teknik eller natur og teknologi, eller hvad det hedder. Så det giver god mening at fortsætte med dette. Det da, at man har noget fælles fagligt, især i naturfagene, fordi det er så mange emner og indhold, der ligner hinanden i biologi og geografi] [så giver det måske også mere mening, når man tænker på det, de kalder, for de fælles faglige fokusområder] [det giver mening i det, man kan tage matematik med ind under det.</p> <p>Så synes jeg også, at tværfaglighed mellem naturfag og matematik kan lave et læringsfællesskab, som kan blive meget mere undersøgende og problemløsningsorienteret. I stedet for, at eleverne kun har geografi og skal løse nogle opgaver, og så har de det sammen med eller endda i biologi og kan slet ikke se, hvordan det hænger sammen] [et læringsfællesskab kan måske være lidt mere åbent på en måde i stedet for alle de lukkede opgaver og lukkede spørgsmål, som man nogle gange i den traditionelle undervisning som den er.</p> <p>På den måde kan læreren så også være med til at have en</p>	<p>Naturfagenes progression i grundskolen placerer automatisk et læringsfællesskab blandt naturfagslærerne</p> <p>Den nye naturfagsprøve har været med til at etablere et læringsfællesskab blandt naturfagslærerne.</p>	<p>Elmose (red.) forklarer i litteraturen hvordan denne tilgang til undervisningen, lægger vægt på at udvikle elevernes evner til at håndtere forskellige situationer på en fornuftig vis, ved at bruge relevant faglig viden og kunnen.</p> <p>Formålet hermed er at give et helt nyt fokus i naturfagsundervisningen som handlede om at handle med fagernes viden og processer, modsat tidligere hvor fokus var at eleverne lærte en bestemt viden og nogle bestemte færdigheder.</p>
---	--	--	---

	rolle som vejleder og giver eleverne tid til at tænke lidt dybere og dermed komme frem til løsninger i stedet for at læreren står ved tavlen som videns ekspert. Mange tak		
--	---	--	--

6.2.5.1 Opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål nummer 5

Når udsagnene fra de tre grupper af respondenter (didaktiske forskere, matematik- og naturfagslærere og den lærerstuderende) er meningskondenseret og kategoriseret som vist i tabel 7.5 på s. 163, så placerer de meget anvendelige sig som vist til højre i figur 13.

Ud fra min kategorisering, så peger hovedparten primært på at man gennem et fagligt fællesskab vil kunne udvikle skolekultur, som kan skabe sammenhæng mellem læring og STEM. Hvor lærerne gennem det faglige fællesskab kan udnytte deres styrker, til at udvikle STEM-faglige kompetencer. Kompetencer der kan erhverves gennem efteruddannelse, som lader lærerne arbejde praktisk med akronymernes fagdiscipliner, eller inddrage ressourcepersoner med STEM-faglige kompetencer.

Nielsen (red) (2017, s. 58) forklarer hvordan kursusaktiviteter med fokus på det konkrete faglige indhold og fagdidaktik relevant for dette, lærernes aktive læring og lærernes samarbejde i kooperative læreprocesser, er effektive i forhold til den professionelle udvikling. Hvor Van Driel et al beskriver det sådan:

“... processes and activities designed to enhance the professional knowledge, skills and attitudes of teachers so that they might, in turn, improve the learning of their students”.

I samme litteratur beskrives hvordan den manglende didaktik for faglig integration mellem STEM er en stor udfordring lærerne, fordi læreruddannelsen ikke rustet dem til denne form for undervisning. Larsen et al. (2022) modsvarer dette i deres artikel, ved at konkretisere hvordan en STEM-didaktik i en dansk skolekontekst kan se ud. Ift. didaktikkens

Meget anvendelig
Et fagligt fællesskab omkring en klasse fremmer motivationen hos de deltagende lærere.
Et fagligt fællesskab og samarbejde skaber værdi i arbejdet med, at skabe en fælles skolekultur omkring progressionen i det faglige stof og udviklingsfokus.
STEM initierer den undersøgelsesbaserede undervisning i folkeskolens undervisning
Implementering af STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen skal ske som noget, der vokser ud af det operationelle niveau (læs lærerne).
Man skal som lærer føle, at man er den del af processen med at udvikle praksis. Ellers mister man engagement, og det er bare noget, som skal overstås.
Kollegial sparring er vigtig i arbejdet med STEM

Figur 12, De mest anvendelige meningskondenseringer, som har relation til forskningsspørgsmål nr. 5

bæredygtighed, så skal den afprøves i en række workshops i LABSTEM Syd regi. Herigennem vil de deltagende lærere, på deres respektive skoler, kunne stræbe efter det som Hargreaves beskriver som en *kollaborativ* undervisningskultur. Det betyder at samarbejdet opstår naturligt blandt lærerne i deres daglige arbejde, og bygger på åbenhed, tillid og hjælpsomhed. Ved at stræbe efter denne form for kultur, minimeres muligheden for at stræbe efter den individualistiske lærerkultur, der er kendetegnet ved at læreren prioriterer klasseværelsets isolation, og kan dermed holde sig faglige viden og erfaring for sig selv (Sølberg, J., 2007).

6.3 Delkonklusion på empirisk analyse

Tværfaglighed bliver af respondenterne, placeret som et vigtigt element i lærerens didaktiske overvejelser om det at skabe en meningsfuld undervisning for eleverne. Fordi denne tilgang til undervisningen kan skabe sammenhæng mellem fagene, uden at tilsidesætte fagenes karakteristika og kernefaglighed samtidig med at graden af elevinvolvering øges og stoftrængsel i fagene minimeres. I arbejdet med at skabe denne professionelle læring i en skolekontekst, skal man jf. Verbiest et al. (2006) være opmærksom på denne kapacitetsudvikling kan indplaceres på tre niveauer: Personlig, interpersonel og organisatorisk.

I forhold til arbejde at udvikle den personlige kapacitet i en skolekontekst, så forklare Sillasen et al. (2010) at en lærers definition af sin professionelle identitet er vigtig, er vigtig når man vil udvikle praksis. Dette begrundes i, at identitetsudvikling er en dynamisk proces, og i konteksten adopterer læreren sin professionelle karakteristika på sin egen måde – hvis læreren er motiveret, og føler sig som en del af det professionelle fællesskab. Stohlmann et al. (2012) understøtter dette, ved at beskrive hvordan forskning har vist at lærerens faglige viden, praksiserfaring og pædagogisk-didaktiske viden er væsentlige elementer, i forhold til at udvikle en faglig self-efficacy hos læreren. Modsat virker det demotiverende, hvis læreren ikke har mulighed for at udvikle sin professionelle identitet på en til personen afstemt måde. Dette vil medføre en manglende viden, om hvordan man skal arbejde med STEM. Hvilket ifølge Nielsen (red.) (2017) er en stor udfordring, da der mangler en didaktik for den faglige integration mellem S, T, E og M. En viden lærerne ikke har i relation til fagintegrationerne eller praksiserfaring på området bl.a. fordi læreruddannelsen ikke klæder dem på til denne form for undervisning.

I arbejdet med at imødekomme denne udfordring, peger over halvdelen af respondenterne i min kvalitative undersøgelse (se tabel 7.4 s.162) på at to-lærer ordningen er et vigtigt element, i udviklingen af lærernes handlingskompetence i forhold til at udvikle en professionel identitet i arbejdet med STEM som undervisningsform. En argumentation, som understøttes af Nielsen (red.) (2017, s.58) fordi der i litteraturen forklares hvordan kursusaktiviteter med fokus på det konkrete faglige indhold, relevant fagdidaktik, lærernes aktive læring og lærernes samarbejde i kooperative læreprocesser, er effektive i forhold til den professionelle udvikling.

En samlet opsummering af ovenstående indikerer, at der er behov for professionel udvikling på en række områder. Krogh & Daubjerg (2018) forklarer hvordan det skal ske gennem et vekselspil mellem eksterne inputs, kollegadiskussioner og afprøvninger i eget klasserum. Fordi en lærers transformation fra faglig vidensforvalter til fællesfaglig kompetencefacilitator, bygger på at den enkelte lærer er villig til at reflektere over disse nye elementer i forhold til sin faglige grundantagelse og sin rolle som faglærer.

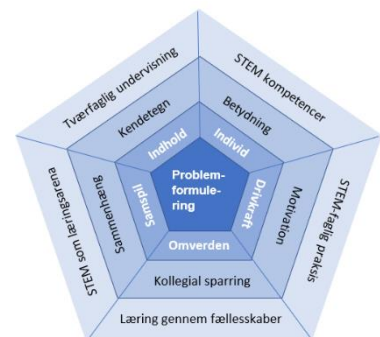
7. Diskussion

Afsættet for analysen var, en kondensering af specialets problemformulering gennem Illeris' komplicerede læringstrekant over fem

forskningsspørgsmål, jf. figur 7 til højre, til en række interviewspørgsmål hvis sproglige indhold var afpasset respondentens daglige praksis. De bestod af "Hvad..." og "Hvilke..." -spørgsmål, da denne type spørgsmål er gode til et fænomenologisk interview da de er åbne og indebærer en uformel og interaktiv proces mellem deltagerne i interviewet

(Brinkmann et al., 2020). Interviewsekvenserne blev, omformet til kvalitative data gennem en

meningskondensering og efterfølgende kategoriseret i relation til de respektive forskningsspørgsmål – se bilag 7 s. 156., med det formål at skabe overblik i et fortolkningsperspektiv. I det følgende afsnit vil jeg diskutere delkonklusionen (afsnit 6.3) og indholdet i afsnittene med opsummeringerne tilhørende hvert af forskningsspørgsmålene op imod litteraturen og specialets teoretiske ståsted.



Figur 13, processen med at transformere problemformuleringen til interviewspørgsmål.

7.1 Diskussion af data fra den kvalitative undersøgelse

Da formålet med specialet, er at undersøge hvilke muligheder og udfordringer der er for STEM-undervisning i grundskolen, så arbejdes der ud fra følgende didaktik – der er en sammenfatning af Nielsen (1998) hovedopfattelser og Larsen et al. (2022):

De tanker og refleksioner jeg som lærer gør mig i forhold til, at planlægge, gennemføre og evaluere STEM-undervisning. Med det formål at skabe en interdisciplinær undervisning, hvor synergien mellem kernestoffet i akronymernes fag/discipliner udnyttes, til at skabe motiverende og engagerende naturfagsundervisning (læs matematik- og naturfagsundervisning).

Som jeg undersøger gennem forskningsspørgsmål nr. 1. Interviewsekvenserne giver følgende udpluk af meningskondenseringer (resten ses i bilag 7, afsnit 7.1):

DF1: "Fag ind i en kontekst", "Åbne faget matematik for eleverne" og "Øget motivation"

DF2: "Interdisciplinaritet som modpol til monofaglighed"

MN1: "Naturlig samarbejde fagene i mellem"

MN3: "Nuanceret anskuelse af undervisningens stof"

MN4: "Læring er nemmere når stoffet / emnet er relevant for eleverne", "Tværfaglig modvirker stoftrængsel" og "Tværfaglighed giver mulighed for dybdelæring"

Fitzallen (2015) forklarer i litteraturen med at STEM kan være en metode til, at kontekstualisere matematik så den gennem aktiviteter bygger bro til elevernes nærmiljø ved, at have fokus på den anvendte matematik i akronymerne S, T og E. Elmoose (red.) (2021) supplerer denne forklaring, ved at beskrive læreren gennem det eksemplariske princip kan skabe en undervisningsform, der sikrer elevens forståelseskontinuitet gennem tre niveauer:

Niveau 1: Eksempelviden – eleven erfarer den faglige metode.

Niveau 2: Metaviden – ind i faget.

Niveau 3: Metaviden – ud af faget (Elmoose, red., s. 61).

Stohlmann, Moore & Roehrig (2012) forklarer ligeledes hvordan undervisning, der integrerer matematik og science har et godt grundlag for, at lave integrerede STEM-forløb. Men de initierer også et skisma, for succesraten for integration af science og matematik, afhænger af den enkelte lærers forståelse af det faglige stof. Hvor denne sammen med lærerens didaktiske kompetence, spiller en vigtig rolle ift. lærerens self-efficacy.

Dette suppleres af, at man fra uddannelsespolitisk hold endnu ikke har defineret STEM-begreberne i forhold til en traditionel skolekontekst, den didaktiske tilgang eller relationerne mellem fagene og deres roller i denne undervisningsform.

Når man betragter det genstandsfelt min didaktiske-definition, de teoretiske relationer til forskningsspørgsmålet og udfordringerne i arbejdet med tværfaglighed og STEM initierer, så vil det give værdi at vende sig mod anvendelses- og problemorienteret undervisning. Fordi denne undervisningsform er elevcentreret og tværfaglig, hvor eleverne er aktive bidragsydere til læringsprocessen som følge af at undervisningen er mere undersøgende og problemorienteret (Larsen et al., 2021). Davidsen, Brandtsen, Skov & Højlund (2020) folder dette yderligere ud gennem Dewey, ved at argumentere for at al viden af anvendelsesorienteret karakter har et praktisk brugsformål som følge af at anvendelsesorienteret undervisning kan udfoldes gennem en eksperimentel tilgang og gennem arbejde med materialer. Et genstandsfelt jeg undersøger med forskningsspørgsmål nr. 5 og dele af nr. 2, som eksemplificeres med følgende udpluk af meningskondenseringer (resten kan ses i bilag 7, afsnit 7.5):

DF1: "STEM gør det abstrakte synlig for eleverne.", "STEM initierer den undersøgelsesbaserede undervisning i folkeskolens undervisning" og "STEM er en undervisningsform, som adskiller sig på flere parametre fra den traditionelle undervisning bl.a. ved at være problemorienteret"

DF2: "STEM som middel til at dekontekstualisere naturfag for eleverne" og "STEM eksemplificerer naturvidenskaben gennem tværfaglighed, og placerer skolefaglig viden i elevernes virkelighedsforståelse"

MN4: "Fagligheden i STEM ligger implicit i fagdisciplinerne, men strukturen er svær og ukendt (man har det ikke med fra seminariet)" og "Problembaseret læring kan være et middel til at arbejde med STEM i grundskolen."

LS: "STEM er ikke en del af daglig praksis på læreruddannelsen, men tværfaglighed er."

Meningskondenseringerne af interviewsekvenserne tegner lidt samme billede, som teorierne fra Larsen et al. (2021) og Davidsen, Brandtsen, Skov & Højlund (2020). Man skal dog bemærke, at MN4 i interviewsekvensen forklarer hvordan strukturen er svær og ukendt. En holdning, der deles med respondenterne MN1, MN3, DF2 og LS.

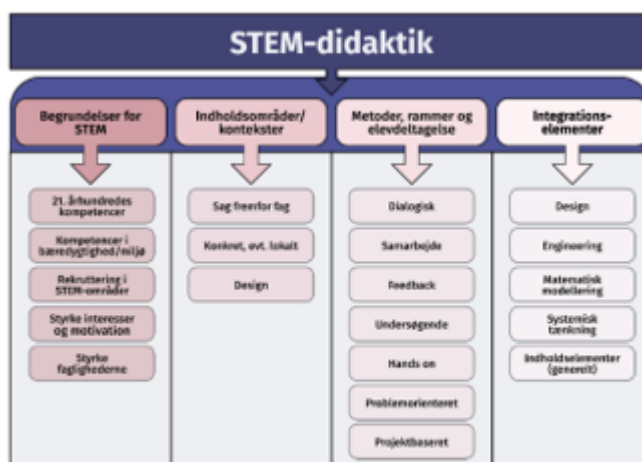
For at modsvare denne udfordring, kunne man med fordel inddrage den af Larsen et al.

(2022) ud arbejde STEM-didaktik – se figur 1 til højre. Didaktikken er et forskningsmæssigt bud på, hvordan en STEM-didaktik kan se ud i en dansk skolekontekst. Didaktikken indeholder fire elementer: Begrundelse for STEM, indholdsområder/kontekster, metoder, rammer og elevdeltagelse og integrationselementer – der alle

indeholder en række underkategorier og discipliner. Styrken i didaktikken ligger i, at den er en kondensering af de inkluderede artiklers didaktik, som er blevet behandlet af forskere med relation til den danske skolekultur. Dvs. den bygger på et forskningsgrundlag, og principperne er afprøvet på to gennemførte workshops. I forhold til didaktikkens bæredygtighed, så skal den afprøves yderligere i række fremtidige lærerworkshops i LABSTEM Syd regi.

I arbejdet med ovenstående model for STEM-didaktikken, vil det være naturligt at orientere sig mod Kim, Bellard & Axelrod (2019) fordi de beskriver, hvorledes begrebet stilladsering udspringer fra Vygotskys sociokulturelle læringsteori om at zonen for den nærmeste udvikling, kan hjælpe eleverne med at adressere udfordringerne i forhold til manglende viden, transfer af viden og motivation for emnet. Dette eksemplificerer de med, at hvis en undervisning er velstilladseret så vil eleverne selv opnå ny viden ved at identificere den manglende viden, i forhold til det givne problem. Stilladsering kan opdeles i fire typer:

1. *Konceptuel stilladsering* (gennem brudstykker af viden åbner indholdet i problemstillingen sig for eleven, og de oplever stoffet som meningsfuld).
2. *Metakognitiv stilladsering* (eleverne reflekterer over deres læringsproces og ansøres til at overveje mulige løsningsforslag på problemet).
3. *Strategisk stilladsering* (elevernes fokus ligger i løsningen af problemet, og støttes af underviseren i udviklingen af løsningsstrategier fx med supplerende viden).
4. *Motiverende stilladsering* (fokus ligger her i at ansøre elevernes interesse, selvtillid og samarbejde med andre).



Figur 1, Model til planlægning af nye STEM-forløb, som også kan bruges til at evaluere STEM-undervisning

Alle fire typer stilladsering vil være finde i arbejdet med STEM-undervisning.

Hvilket bringer mig tilbage til det initierede skisma nederst på side 97, for den enkelte lærers faglige self-efficacy er et vigtigt opmærksomhedspunkt i processen med at udvikle denne praksis. Verbiest et. al. (2006) forklarer ud fra deres forskning om professionelle læringsfællesskaber og om skoleudvikling, at kapacitet grundlæggende skal ses som en evne og parathed til professionel læring i en skolekontekst, hvor kapaciteten kan foregå på samspillende niveauer: Personlig kapacitet, interpersonel kapacitet og organisatorisk kapacitet.

Et udpluk af meningskondenseringerne, som var relationelt meget anvendelige for forskningsspørgsmål 2, 3 og 4, er nedenfor indplaceret på de tre kapacitetsniveauer:

- Personlig kapacitet
 - Manglende fagfaglig viden og kompetencer
 - Udvikling af lærerfaglig self-efficacy
 - Udvikling af de lærerfaglige kompetencer
 - Faglig usikkerhed er en afgørende faktor for manglende deltagelse i udvikling af STEM.
 - Manglende viden om fagdisciplinen i akronymet
 - Når man er en nyuddannet lærer, så er to-lærer ordning en fordel og vigtig – sidemand's oplæring
 - Læreren kan ikke se formålet med at ændre praksis, da det eksisterende virker.
 - Læreren reflekser over egen praksis med det formål at blive en bedre lærer
- Interpersonel kapacitet
 - Der mangler målrettet forskning omkring tværfaglighed og faglig integration på STEM-området
 - To-lærer ordning giver mulighed for at praktisere lesson studies med formål at udvikle praksis
 - Når man er en nyuddannet lærer, så er to-lærer ordning en fordel og vigtig – sidemand's oplæring
- Organisatorisk kapacitet
 - STEM er ikke en del af uddannelsesporteføljen på professionshøjskolerne

- Den pædagogisk-didaktiske tilgang i STEM-undervisning er ukendt for ledelsen, og der allokeres ikke ressourcer til udviklingsarbejde
- Projekter med fokus på udvikling af pædagogisk praksis i dansk skolekontekst er for korte, med det resultat at en varig kulturændring ikke etableres.
- De organisatoriske rammer understøtter ikke processen

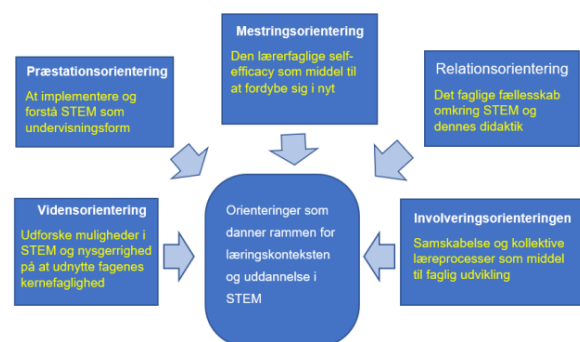
Når jeg ser på de tre kapacitetsniveauer, så peger det på at lærerens faglige self-efficacy er vigtigt element i udvikling af skolekulturen. For hvis den pågældende lærer ikke ser sig selv som en del af præmissen, så stempler vedkommende ud af processen.

Pless (2019) refererer til, at motivation begrebsættes som et kontekstuel fænomen, der opstår i mødet mellem elever (læs matematik- og naturfagslærerne), skoleteksten (læs STEM-undervisning) og den samfundsmæssige kontekst (læs den politiske dagsorden om at implementere STEM som undervisningsform i grundskolen) skolen er indlejret i. En reference, som placerer begrebet *motivationsorientering* som teoretisk genstandsfelt, og beskrives i forhold til matematik- og naturfagslærerne således:

Begrebet om motivationsorienteringer har til formål at synliggøre variationerne i mødet mellem de erfaringer, læreren bringer med sig ind i skolen, og den sammenhæng, skolen udgør samtidig med, at det skaber mulighed for at pege på forskellige former for motivation til at deltage i uddannelsessammenhænge og læringsprocesser.

Begrebets flertalsform henviser til, at motivation kan antage vidt forskellige former – eller der kan være tale om forskellige motivationsorienteringer – ligesom der kan opstå forskellige typer af demotivation, når samspillet mellem den unges meningsgivende principper og skolen bryder sammen.

Figur 5 til højre illustrerer hvilke fem motivationsorienteringer, der ud fra mit perspektiv, danner rammen for læringssammenhæng omkring udvikling af STEM-faglig praksis hos matematik- og naturfagslærerne.



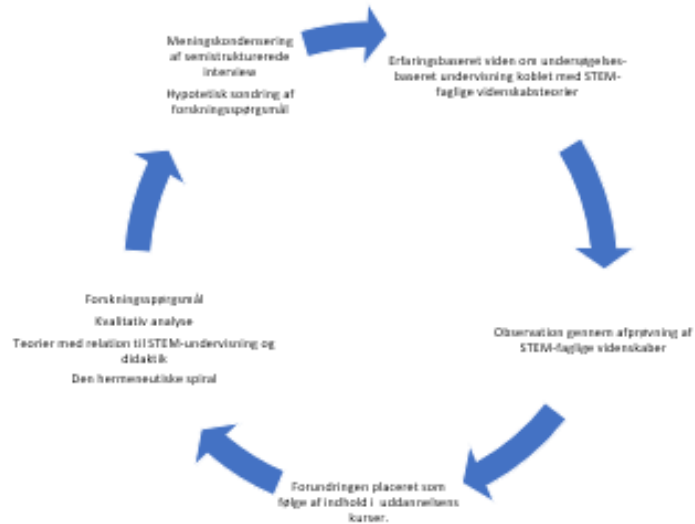
Figur 14, Illustration af motivationsorienteringernes sammenhæng med matematik- og naturfagslærerne

7.1.1 Den hypotetiske sondring af forskningsspørgsmål holdt op mod diskussion af data
Som nævnt i begyndelsen af indledningen, så er mit speciale et abduktiv studie da det bygger på en undring, der er opstået i forbindelse med min deltagelse på kandidatstudiet i STEM-undervisning ved KU.

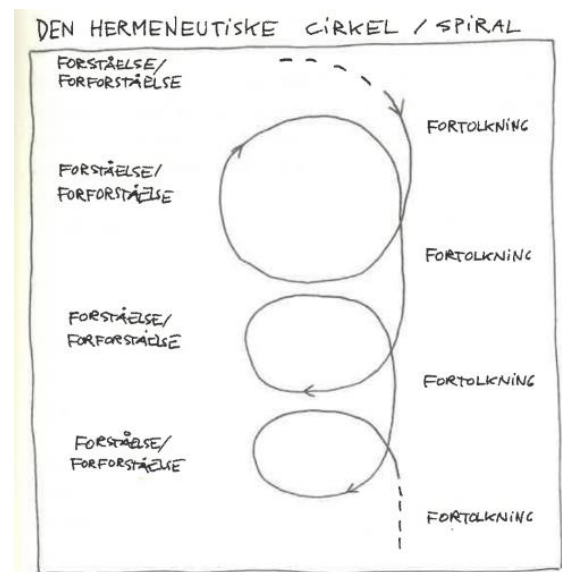
I figur 16, som ses til højre, er forklaret hvordan mit abduktive studie startede med en forundring om kompleksiteten i at benytte STEM som undervisningsform – selv om jeg havde stor erfaringsbaseret viden om Science og Engineering på forhånd. En forundring, der blev forstærket gennem studiet som følge af, at jeg gennem kurset blev præsenteret for de

videnskabsteoretiske positioner i STEM akronymerne. Det centrale i specialet bliver at undersøge forundringens genstandsfelt gennem en analyse af empirien, hvor de teoretiske positioner bidrager til min erkendelsesproces med perspektiver til forståelse af den frembragte empiri. Som det ses i figur 16, så er processen cirkulær og ved hvert trin vil der være en erkendelse, der igen er med til at øge min forståelse af fænomenet. En fortløbende proces, der kan beskrives med den hermeneutiske spiral – se model til højre. Fordi den hele tiden veksler mellem helhed (forforståelse / forståelse) og del (fortolkningen) og helhed (Mottelson et al. (2020, s. 51).

Specialets problemformulering er i modellen - forforståelse, da den er blevet til pga. en foreliggende forståelse, og den hypotetiske sondring af forskningsspørgsmål er i modellen – fortolkning, da den tolker på problemformuleringen.



Figur 15, Illustration af processen i et abduktiv studie jf. Brinkmann et al. (2020) a



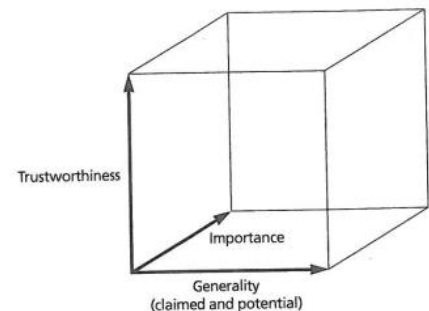
I min hypotetiske sondring forventede jeg, at databehandlingen af det empiriske grundlag i forskningsspørgsmål nr. 2 og 3 ville være de største bidragsydere, til besvarelsen af min problemformulering. Men den begrundelse at deres undersøgelsesområde orienterer sig mod, hvordan kultur (læs STEM-kultur) skal ses som en fortløbende udveksling og udvikling af fagopfattelser, værdier, normer og praksisformer der udspringer af både individuelle bidrag og fælles initiativer (Sillasen, Valero & Sørensen (2010), Dragsted, (1998)) (hentet fra afsnit 3.1.1 side 7).

Når jeg sammenholder kategoriseringen af meningskondenseringerne i tabel 7 med afsnit 6.3, *delkonklusion på empirisk analyse*, og afsnit 7.1, *diskussion af data fra empirisk analyse*. Så bidrager forskningsspørgsmål nr. 5 også væsentlig til besvarelse af min problemformulering, da en del af respondenterne peger på at STEM kan være med til at skabe et tværfagligt fællesskab og samarbejde omkring det at skabe en fælles skolekultur. Men forskningsspørgsmål nr. 2 og 3 er, efter analysen af min empiri, stadigvæk de største bidragsydere til besvarelsen af min problemformulering. Så følger forskningsspørgsmål nr. 5, nr. 1 og til sidst nr. 4.

7.2 Diskussion af metode

I dette afsnit vil jeg diskutere min metodiske tilgang i specialet, samt reflektere over om det er lykkedes mig at lave en undersøgelse, der indeholder de tre kvalificerende dimensioner som Schoenfelds (2007) peger på er væsentlige i en god undersøgelse – figur 6 til højre viser deres indbyrdes relation. De tre dimensioner er:

- **Tillid** (reliabilitet) her refereres der til om resultatet er troværdig? Dvs. bakkes det op af anden litteratur? Kan undersøgelsen gentages, hvis ja, vil man så ved gentagne målinger opnå samme resultat? Kan der laves en triangulering?
- **Vigtighed** (validitet) og her refereres det til om undersøgelsen er vigtig/relevant? Dvs. hvorvidt der er blevet undersøgt det, der var til hensigt med den valgte metode som fx problemformuleringen i dette speciale.
- **Generalitet** (generaliserbarhed) refererer til hvorvidt resultaterne af ens undersøgelse kan overføres til andre undersøgelser eller situationer.



Figur 16, Disse tre dimensioner er vigtige at have med i sine overvejelser når man designer en undersøgelse.

Jeg valgte at positionere mit speciale indenfor fænomenologien, fordi denne lægger vægt på de oplevelsesmæssige sider ved de ting vi som mennesker oplever. Edmund Husserl forklarer hvordan fænomenologien handler om at den ureducerede iagttagelse, det umiddelbare og oplevelsesmæssige perspektiv er medvirkende til at placere det videnskabelige arbejde som en subjektiv forståelse af sammenhængen mellem objekt og subjekt (Rønn, 2007). Alice Theilgaard (1992) beskriver fænomenologiens formål således:

” Fænomenologiens formål er først og fremmest at forstå fænomenet inden for den basale sammenhæng, hvori det optræder; at forstå ‘hvad’, før man spørger efter ‘hvordan’ og ‘hvorfor’. At forstå et fænomen, en oplevelse, er at komme tæt på det, som skal undersøges, på dets egne betingelser, at opdage og deltage i oplevelsen, indtil den viser sig meningsfuld at begribe det, som fremtræder i stedet for at priori at søge en bekræftelse på teorier”.

Når jeg sammenholder ovenstående med problemformulering i mit speciale, så vil det ligge i det element Alice Theilgaard kalder *”...at forstå fænomenet inden for den basale sammenhæng...”*.

Forståelse er en proces, som bevæger sig fremad med en konstant udvidelse af vidensniveauet gennem en vekselvirkning mellem forståelse og viden – på samme måde som den hermeneutiske spiral. Fordi jeg på den måde orienterer mig imod at forstå via den mening og betydning, som tillægges fænomenet.

7.2.1 Kritik af fænomenologien som videnskabsteori

Kritikken ved at bruge fænomenologien som videnskabsteori er, at iagttagelsen og forståelsen af fænomenet sker gennem mine oplevelser og erfaringer samt begrebsliggøres gennem min subjektive vurdering. Hvilket betyder at der kan være, en udfordring i at leve op til Schoenfelds kvalificerende dimensioner – *generalitet* og *tillid*.

Modsvaret til kritikken, og dermed en metode til at imødekomme udfordringen i de to dimensioner kunne være, at data fra mine empiriske undersøgelser vil blive analyseret af andre forskere. For derefter at lave en metodetriangulering mellem empiri fra meningskondenseringerne og fx tematisk kodning. Hermed vil jeg kunne kompensere for analysens svaghed, og øge tilliden (reliabiliteten) og generalitet (generaliserbarhed)

7.2.2 Kritik af hermeneutikken som undersøgelsesstrategi

Kritikken ved at bruge den hermeneutiske meningsfortolkning som min strategi for undersøgelsen af min empiri er, at jeg jf. den hermeneutiske spiral (se modellen s. 2012) bevæger mig gennem en række trin. Men der er ikke nødvendigvis hjælp til teoretiske og metodiske procedurer for hvilke spørgsmål man med fordel kan stille, med det formål at eliminere risikoen for at reproducere kendt viden (Mottelson et al. (2020, s. 52). Hvilket betyder at der kan være en udfordring i at leve op til Schoenfelds kvalificerende dimensioner - *generalitet* og *tillid*.

Modsvaret til kritikken, og dermed en metode til at imødekomme udfordringen i de to dimensioner kunne være, at udarbejde min teoretiske og metodiske procedure i samarbejde med andre forskere, for herigennem at få kvalificeret de teoretiske og metodiske procedurer i min hermeneutiske spiral. Hermed vil jeg kunne kompensere for analysens svaghed, og øge tilliden (reliabiliteten) og generalitet (generaliserbarhed)

7.2.3 Opsamlingen på diskussion af metode og placering af et fremadrettet perspektiv

Når jeg sammenholder afsnit 7.1 – *diskussion af data fra min kvalitative analyse* med *Schoenfelds tre kvalificerende dimensioner for en god undersøgelse*, så er det lykkedes mig at lave et undersøgelsesdesign som kan undersøge specialets problemformulering – vigtighed jf. Schoenfeld (2007).

I forhold til et fremadrettet perspektiv, og her referer jeg til at hvis jeg skulle genbearbejde min empiri i en ny kvalitativ undersøgelse. Så ville de teoretiske og metodiske procedurer i min hermeneutiske fortolkningsvidenskab, blive kvalificeret gennem et samarbejde med andre forskere, med det formål at øge *generalitet* og *tillid* i min undersøgelse

8. Konklusion

Specialeprojektet tager udgangspunkt i at undersøge STEM-diskursens, betydning for grundskolen i Danmark set ud fra matematik- og naturfagslærernes perspektiv. Da det er en undervisningsform, som indenfor didaktisk forskning i en dansk skolekontekst stadigvæk er meget ny. Hvilket betyder, at der endnu ikke er en veldokumenteret og afprøvet STEM-didaktik.

Derfor vil jeg i dette afsnit, på baggrund af de fem underafsnit (opsummering på meningskondensering af forskningsspørgsmål) i afsnit 6.2 – *meningskondensering af interviewspørgsmål*, afsnit 6.3 – delkonklusion på empirisk analyse og afsnit 7.1 –

diskussion af data fra den kvalitative undersøgelse, kunne besvare min problemformulering som er følgende:

Hvilke muligheder og udfordringer der er for STEM-undervisning i grundskolen – set ud fra et lærerperspektiv, herunder med opmærksomhed på læringsmål, prøver/tests og fagspecifikke lokaler som rammefaktorer?

I forhold til **muligheder for at arbejde med STEM-undervisning i grundskolen** – set ud fra matematik- og naturfagslærernes perspektiv. Så er der en positiv tendens blandt respondenter for at arbejde med STEM i grundskolen. Dette begrundes i, at denne undervisningsform kan skabe en meningsfuld undervisning for eleverne, hvor læring sættes ind i en kontekst. Hvor STEM som undervisningsform kan skabe sammenhæng mellem fagene, uden at tilsidesætte deres karakteristika og kernefaglighed, samtidig med at graden af elevinvolvering øges og stoftrængsel i fagene minimeres. Yderligere vil STEM-undervisning muliggøre at eleverne engageres i autentiske praksisser, hvor de opnår dybdelæring gennem det eksemplariske princip som følge af forståelseskontinuitetens tre niveauer:

Niveau 1: Eksempelviden – eleven erfarer den faglige metode.

Niveau 2: Metaviden – ind i faget.

Niveau 3: Metaviden – ud af faget

Yderligere vil arbejdet med STEM som undervisningsform, kunne være med til at skabe et professionelt læringsfællesskab som vil kunne udvikle en skolekultur. Hvor lærerne gennem det faglige fællesskab kan udnytte deres styrker, til at udvikle STEM-faglige kompetencer og undervisningsforløb.

I forhold til **hvilke udfordringer der er for STEM-undervisning i grundskolen** – set ud fra matematik- og naturfagslærernes perspektiv, så peges der på en del udfordringer. Men overordnet kan de samles i følgende opmærksomhedspunkter:

- Udvikling og arbejde med STEM er svært, fordi lærerne mangler STEM-faglig viden og kompetencer da det ikke er en del af den formelle læreruddannelse.
- Den enkelte lærers faglige self-efficacy, er nøglen til at se muligheder i at arbejde med STEM som undervisningsform, og dennes kapacitet for udvikling

- STEM er ikke en del af afgangsprøven, og er derfor en nedprioriteret indsats blandt lærerne
- Der mangler forklaringer og dokumentation af hvordan interaktionen mellem fagdisciplinerne i STEM er, og hvad det didaktiske grundlag for denne undervisningsform er.
- Manglende opbakning fra ledelsen fx ved at etablere faglokaler til STEM, allokere timer til udvikling af STEM-faglige kompetencer og professionelle læringsfællesskaber

Når man sammenholder mulighederne og udfordringerne, så kan man godt umiddelbart godt have den opfattelse af at matematik- og naturfagslærerne overvejende ikke ønsker at udvikle praksis, så den indeholder STEM-undervisning.

Dette vil være en fejlkonklusion, for alle respondenterne tilkendegiver et udpræget ønske om at tilegne sig STEM-faglige kompetencer – men det skal være en prioriteret indsats fra skoleledernes side, og lærerne skal have mulighed for at udvikle en STEM-faglig skolekultur gennem professionelle læringsfællesskaber, efteruddannelse med aktionslæringsforløb eller ressourcepersoner med STEM-faglige kompetencer.

Jeg kan derfor på baggrund af studiet konkludere, at mulighederne bestemt er til stede for STEM-undervisning i grundskolen – set ud fra matematik- og naturfagslærernes perspektiv, hvor man har opmærksomheden rettet på læringsmål, prøver/tests og fagspecifikke lokaler som rammefaktorer. Men man skal i udviklingsarbejdet være opmærksom på, at det STEM-didaktikken ligger langt fra dels lærernes daglige praksis og det man lærer på professionshøjskolerne. Derfor er der på nationalt plan etableret et naturfagsakademi NAFA, hvis formål er at fremme motiverende og udbytterig naturfagsundervisning i grundskolen gennem styrket uddannelse af naturfagslærere.

9. Perspektivering

Arbejdet med at belyse hvilke muligheder og udfordringer der er for STEM-undervisning i den danske grundskole, her tydeliggjort hvor kompleks STEM-diskursen er. For det peger på mange opmærksomhedspunkter bl.a. at STEM-undervisning ikke er en del af læreruddannelsen og adgangen til efteruddannelse for matematik- og naturfagslærerne ude på skolerne i forhold til STEM er ikke mulig.

Men på trods af de listede udfordringer, så tror jeg på at STEM har sin berettigelse i den danske grundskole, for den kan være med til at skabe en videnskabelig interesse hos eleverne samt give dem kompetencer til at møde fremtiden udfordringer.

Yderligere har arbejdet med mit speciale placeret lærernes kapacitet for udvikling og koblingen mellem matematik- og naturfagslærernes faglige self-efficacy og elevernes læringsudbytte er to genstandsfelter, der kunne være interessante at belyse med en longitudinal undersøger, da jeg tror resultaterne heraf kunne være interessante i et samarbejde med dette speciale – og måske minimere overgangsproblematikken fra grundskolen til ungdomsuddannelserne.

10. Referencer

Andersen, M., S., 2018, Ny prognose: Massiv mangel på teknologiske eksperter kan koste. *Ida.dk*. Set d. 5. marts 2022 på <https://ida.dk/om-ida/nyt-fra-ida/ny-prognose-massiv-mangel-paa-teknologiske-eksperter-kan-koste-vaekst-og-velfaerd>

Brinkmann, S., & Tanggaard, L. (Eds.). (2010). *Kvalitative metoder: en grundbog*. Hans Reitzels Forlag.

Bundsgaard, J. (2005). *Bidrag til danskfagets it-didaktik: med særligt henblik på kommunikative kompetencer og på metodiske forandringer af undervisningen: ph. d. - afhandling*. Danmarks Pædagogiske Universitet. Set d. 5. marts 2022 på https://pure.au.dk/ws/files/90593265/Bundsgaard_2005_Bidrag_til_danskfagets_it_didaktik_Ph.d_afhandling.pdf

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35. Set d. 25.05.22 på <https://www.proquest.com/scholarly-journals/advancing-stem-education-2020-vision/docview/853062675/se-2?accountid=98281>

Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.

Conrad, F., Thyssen, O., Zeuthen, V. Q. & Ulhøi, J. P., *Teknologi i Den Store Danske* på *lex.dk*. Hentet 1. april 2022 fra <https://denstoredanske.lex.dk/teknologi>

Daugbjerg, P., Krogh, L. B., Nielsen, K., & Sillasen, M. K. (2021). Engineering i Gymnasiet: Vidensgrundlag. Set d. 23.03.2022 på

https://www.ucviden.dk/files/116504694/Engineering_i_stx_didaktik.ve1_Krogh_F2021.pdf

Daugbjerg, P. S., Krogh, L. B., & Ormstrup, C. H. A. R. L. O. T. T. E. (2018). Læreres udfordringer ved ny fællesfaglighed i naturfagene i Danmark. *NorDiNa*, 14(2), 203-220. Set d. 26.05.2022 på <https://journals.uio.no/nordina/article/download/6193/5250/18263>

Davidson, H. D., Brandtsen, M., Skov T. K. & Højlund, C. (2020). Forskningsmæssig videngrundlag for praksisnær og anvendelsesorienteret undervisning i et dannelsesmæssigt perspektiv. Set d. 10.04.2022 på <https://vpt.dk/praksisnaer-undervisning-i-skolen>

Dolin, J. (2018). Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene? *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, 7-27.

Dragsted, S. (1998). Skolens naturfaglige kultur. *Kvan*, 18 (52), 89-97.

Elmose, S.(red.), Schmidt, J. R., Storgaard, F., Hald-Mortensen, M., Petersen, N. A. I., Lunde, S. R. M., Jensen, L., R. & Nielsen, T. M. (2021). *Naturfag i et spændingsfelt: kritiske perspektiver på aktuelle tendenser*. Dafolo.

Fitzallen, N. (2015). STEM Education: What Does Mathematics Have to Offer? *Mathematics Education Research Group of Australasia*. Fundet d. 20.09.20 på <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED572451.pdf>

Flick, U. (2018). Triangulation in data collection. *The SAGE handbook of qualitative data collection*, 444-461.

Gravesen, D. T. (Ed.) (2015). *Pædagogik. Introduktion til pædagogens grundfaglighed*. Systime.

Habermas, J., (1968), *Erkenntnis und interesse*. Frankfurt am Main, Forlag: Suhrkamp

Henricson, M. (Ed.). (2014). Videnskabelig teori og metode: fra idé til eksamination.

Hidi, S. (2006). Interest: A unique motivational variable. *Educational research review*, 1(2), 69-82. Set d. 09.04.22 på

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X06000315?via%3Dihub>

- Højgaard, T., Sølberg, J., Bundsgaard, J., & Elmoose, S. (2010). kompetencemål i praksisforanalysen bag projektet kOMPIS. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, (3). Set d. 26.05.2022 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/download/36150/37498>
- Illeris, K. (2007). Læring. 2. reviderede udgave, 2. oplag. *Roskilde Universitetsforlag*.
- Jensen, C. (2020): *kultur* i *Den Store Danske* på lex.dk. Hentet 31. marts 2022 fra <https://denstoredanske.lex.dk/kultur>
- Klausen, S. H. (2011). *På tværs af fag: Fagligt samspil i undervisning, forskning og teamarbejde*. Akademisk Forlag.
- Krogh, L. B., & Daugbjerg, P. (2018). Fællesfagligheden til prøve: udfordringer i første års implementering af den fælles prøve i naturfagene i folkeskolen. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, 28-54. Set d. 20.03.22 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/download/111329/160385/227844>
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). 'Interviewanalyser med fokus på mening, kap 12', i: *Interview: Det kvalitative forskningsinterview som håndværk*, s. 223-242. København: Hans Reitzel.
- Louis, K. S. (2006). Changing the culture of schools: Professional community, organizational learning, and trust. *Journal of school leadership*, 16(5), 477-489. Set d. 26.05.22 på <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/105268460601600502?journalCode=jsla>
- Løgstrup, L. B. (2020). Pragmatisme. *Retrieved May, 11, 2021*. Set d. 30.04.22 på <https://laeremiddel.dk/viden-og-vaerktoejer/videnskabsteori/videnskabsteoretiske-retninger/pragmatisme/>
- Meyhoff, P. & Mouritsen, P. (2019). *Teknologihistorie*. SYSTIME Aarhus
- Mottelson, M., & Muschinsky, L. J. (2017). *Undersøgelser: videnskabsteori og metode i pædagogiske studier*. Hans Reitzels Forlag.
- Mørch T., Jensen P. B. & Baltzarsen M., 2020. Litteraturstudie – lærerfaktorens betydning for kvalitet i folkeskolen. Set d. 31.03.2022 på <https://www.dlf.org/media/13806753/publiceret-litteraturstudie-laererfaktorens-betydning-for-kv-d2020-031723-10.pdf>

- Nielsen, B. L., Pontoppidan, B. S., Sillasen, M. K., Mogensen, A., & Nielsen, K. (2013). QUEST: Et storskalaprojekt til udvikling af naturfagsundervisning. *MONA*, 2, 49-66. Set d. 26.05.2022 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36034>
- Nielsen, J. A.(red.) (2017). Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi. *Trans.: Literature study for the work with a national science strategy*. København: Institut for Naturfagernes Didaktik. Set d. 26.05.2022 på https://astra.dk/wp-content/uploads/2021/07/Naturvidenskabsstrategi_Litteraturstudium_Rapport.pdf
- Nielsen, F. V. (1994). 2006: Almen Musikdidaktik (2. reviderede og bearbejdede udgave). *Kbh.: Akademisk*.
- Petersen, M. R. (2012), Interesseudvikling i naturfagene gennem faglig progression - En undersøgelse af samspillet mellem begrebsændringer og interesseudvikling i gymnasiets biologiundervisning. *Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik*, Syddansk Universitet. Set d. 09.04.22 på https://www.sdu.dk/-/media/files/om_sdu/centre/c_isul/skriftserie/vol13.pdf
- Pless, M. (2019). Unges motivation i udskolingen. I T. N. Rasmussen, & A. Søndberg (red.), *Motivation: i klasseledelse, relationer og didaktik* (s. 235-252). Kvan. Set d. 10.04.2022 på https://vbn.aau.dk/files/308691557/Pless_KvaN_Motivation.pdf
- Reimer, D. & Sortkær, B. (2017). Spørgeskemaundersøgelsen og kvantitative metoder (s. 135-160). I Engsig, T. (red). *Empiriske undersøgelser og metodiske greb*. *Hans Reitzels Forlag*
- Rønn, C. (2007). *Almen videnskabsteori for professionsuddannelserne: lagttagelse, viden, teori, refleksion*. Alinea.
- Seidelin, L., & Larsen, D. M. (2021). STEM-integration-mere end en målsætning for grundskolen? Set d. 10.04.2022 på <https://emu.dk/grundskole/paedagogik-og-didaktik/didaktiske-tilgange/stem-integration-mere-end-en-maalsaetning>
- Sillasen, M. K., Valero, P., & Sørensen, S. C. (2010). Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik. *MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik*, (2).

Sonne-Ragans, V., (2021), *Videnskabelighed trin for trin: Manual til udarbejdelse af universitetsopgaver på human-, samfunds- og sundhedsvidenskabeligt grundlag*. 1. udgave. København: Hans Reitzels Forlag.

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4. Set d. 26.05.22 på

<https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=jpeer>

Stoll, L. (2009). Capacity building for school improvement or creating capacity for learning? A changing landscape. *Journal of educational change*, 10(2), 115-127. Fundet på

https://www.researchgate.net/publication/225390537_Capacity_building_for_school_improvement_or_creating_capacity_for_learning_A_changing_landscape

Sølberg, J., Binau, C.F., Trolle, O., Elmeskov, D., Quistgaard, N., Mortensen, K. & Marckmann, B. (2019). Evaluering af Engineering i skolen: Slutevaluering af projektet. Set d. 26.05.2022 på <https://neuc.dk/wp-content/uploads/2020/06/evaluering-af-engineering-i-skolen.pdf>

Sølberg, J., Waadegaard, N. H., Hansen, F. L., Trolle, O., Elmeskov, D. C., Johannsen, B. F., & Nielsen, J. A. (2015). Innovation, Science og Inklusion 2015: Slutrapport af ISI 2015. Set d. 31.03.2022 på https://astra.dk/wp-content/uploads/2022/02/slutrapport_isi_2015.pdf

Tanggaard, L. & Brinkmann, S. (2015). Interviewet: Samtalen som forskningsmetode. I S. Brinkmann og L. Tanggaard (red). Brinkmann, S. & Tanggaard, L. (2015). *Kvalitative metoder – en grundbog*. København: Hans Reitzels Forlag. (29-53)

Theilgaard, A. (1992). Samtalen, psykologisk set. IN: Østergaard, L.(red): *Undersøgelsesmetoder i klinisk psykologi*. København: Munksgaard.

van Breukelen, D., Schure, F., Michels, K., & de Vries, M. (2016). The FITS model: an improved Learning by Design approach. *Australasian Journal of Technology Education*, 3.

Verbiest, E., & Erèulj, J. (2006). Building capacity in schools—dealing with diversity between schools. *Dealing with diversity—a key issue for educational management*, 65-80. Set d. 12.03.22 i artiklen *SUN-projektet: Skolebaseret udvikling af naturfag og kapacitet i gymnasiet* på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/115582/163891>

Thisted, J. (2012). *Forskningsmetode i praksis*. Munksgaard Danmark.

Wiberg, M. (2011). Forståelse i forskningsbaseret undervisning: især i relation til human- og samfundsvidenskab. *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, (10), 58-64. Set d. 05.03.2022 på <https://tidsskrift.dk/dut/article/view/5561/4860>

Wiberg, M. (2016). Dannelsesbegrebets rolle som regulativ ide i teoretisk pædagogik– Dannelsesbegrebet og den pædagogiske forskning. *Studier i Pædagogisk Filosofi*, 5(1), 81-95. Set d. 22.05.2022 på <https://tidsskrift.dk/spf/article/download/23242/21749/>

Ågård, D., Sølberg, J., Nielsen, K., Krogh, L. B., Waaddegaard, N., & Hoffmann, S. (2017). Skolebaseret Udviklingsprojekt i Naturfagene (SUN). Set d. 31.03.2022 på https://science-gym.dk/evaluer/SUN_afslutningsrapport_2014-2018.pdf

Bilag 1 – transskriberet interview med den første af to didaktisk forsker på STEM området

Interviewer kaldes for I og den første af de interviewede didaktiske forsker kaldes for DF1 i transskriberingen.

I (02:44): Hvordan kan STEM-undervisning ud fra din viden være med til og egentlig initiere interdisciplinær undervisning – altså tværfaglig undervisning? Med den viden du har ud fra den udarbejdede artikel, som er publiceret i MONA, hvordan tænker du så ud fra matematikdidaktikken at STEM kan være med til at etablere et tværfagligt undervisningslandskab?

DF1 (03:14): Rigtigt STEM er jo tværfagligt, men du tænker på hvordan man med STEM-begrebet, når man går ind og kigger på matematiklærerne, kan være med til at udvide matematiklærernes repertoire til at arbejde mere tværfagligt?

I (03:30): Ja, hvordan?

DF1 (03:33): Jeg tror, jeg tænker, at det STEM kan for de matematiklærere, vi ude hos det er, nu snakker jeg ud fra matematiklærerperspektivet. Og det kan give den her virkelighedsnære problemstillinger, som giver mening, som er meningsfyldt. I stedet for man opdigter ting, arbejder lidt abstrakt. Altså, der er masser af disse matematikopgaver, og jeg siger, at vi ikke skal gøre det. Jeg siger ikke, at vi skal helt væk fra disse.

Jeg siger STEM-kontekster kan være med til at give matematikfaget den der virkelighedstætte kontekst, som man kan arbejde ind i. Og samtidig kan matematikken også guide eleverne tydeligt til at se at her kan de bruge matematikken til noget. Samtidig er det nogle andre matematikkompetencer, man kan lære ind i STEM, end man måske gør i den mere abstrakte opgave.

Så STEM giver noget til matematik både i forhold til kontekst og motivation og nogle andre kompetencer, der kan komme i spil, men er matematiske.

I (04:42): Nemlig det vil sige, at dit svar peger lidt på spørgsmål nummer to. Jeg har i forholdet til det her drejer sig om indholdet i selve STEM-undervisningen. Og det du siger er at STEM egentlig kan være med til at gøre matematikundervisningen mere autentisk. Men måske også være med til at muliggøre en øget læring hos eleverne i forhold til matematikfaglige kompetencer?

DF1 (05:08): Altså lige det der spørgsmål du stiller der, med at blive bedre til matematik – det er det som matematiklærere ikke altid er enige i.

I (05:18): Ja

DF1 (05:19): Altså ved du hvem Bent Lindhardt er?

I (05:22): Ja, jeg har læst noget af ham på et tidspunkt

DF1 (05:25): Og Bendt bag Lindhardt og mig. Vi holdt på et tidspunkt et oplæg om STEM - matematik og STEM, og lige der var vi faktisk ikke enige. Altså, det var lidt interessant, fordi man mener, at han mener ikke nødvendigvis, man bliver bedre til matematik af at lave STEM, men man kan noget andet. Altså han siger, at jeg kan ikke huske præcis hvad siger man. Men ideen er, at STEM kan bruges mere til at se relevansen af matematik. Men vi bliver ikke nødvendigvis bedre til brøker. Vi blev ikke nødvendigvis bedre til de matematiske-stofområder, det giver ikke nødvendigvis bedre forståelse.

Jeg tror derimod modsat Bendt her jeg tror på, at i og med at man får dem sat i en kontekst, så kan det give en bredere forståelse. Altså, vi skal også have det abstrakte op og dykke ned i brøkbegrebet ved at kigge på hvad er det, tælleren og nævner, siger? Og hvad betyder det der? Det Bent siger at hvis vi kun forholder os til det abstrakte, så sikrer vi ikke helt forståelsen af brøkbegrebet.

I (06:30): Fordi det er vældig interessant, og det du siger er jeg meget enig med dig i. I forhold til din udlægning, syntes jeg jo også, at det her det kan være med til at skabe en differentieret undervisning. Altså forstået på den måde, at man har mulighed for i eksisterende undervisning og inkluderer svage elever og stærke elever. Hvor man kan bede stærke elever om et højere abstraktionsniveau, end du egentlig kan med de svage elever. Jeg har et eksempel, hvor jeg har bedt eleverne om at lave en matematisk modelleringsaktivitet, hvor de skal modellere deres vandforbrug og opsætte tågefangere til at dække deres eget vandforbrug, hvor de har data med hjemmefra og tolker på det. Hvor vi så bruger Mogens Niss' model for matematisk modellering

DF1 (07:20): Cyklussen

I (07:21): Ja

I (07:21): Cyklussen fra den virkelige verden over matematikkens verden og så tilbage til virkeligheden. Og eleverne sagde faktisk Det var svært, det der med og ligesom at afkode, hvad er det nu, alt for noget matematik, der er tale om? Men ikke desto mindre, så kom de allesammen hjem med en model til sidst, og det syntes jeg var interessant.

DF1 (07:42): Det, man kan sige med sådan et forløb er jo, at her vel noget af det de virkelig lærte må være at modellere. Hvad så? Det tænker? Det er noget af det, de virkelig lærer. Altså og Bents påstand vil så være at de måske ikke nødvendigvis lærer mere om funktioner eller lignende emner. Altså, de lærer ikke nødvendigvis mere om funktioner. Det kunne de lige så godt have lært ved at betragte dem – det vil være hans påstand, men her får vi modellering med.

I (08:52): Det er interessant og spændende og placere **det tredje spørgsmål**. Det er her hvor jeg tænker nu har vi jo fat i hvordan man gør. Men hvordan tænker du i forhold til udvikling af lad os nu sige matematiklæreren. I forhold til at kunne arbejde med og i, ligesom I peger på i artiklen, de matematiske modellen aktiviteter. Det er jo ikke noget, der er sådan umiddelbart noget almindelig matematiklærer bruger meget energi på før i sidste fase af grundskolen, altså i udskolingen.

Df1 (09:38): Du tænker STEM ikke også, ikke bare modellering?

I (09:33): Nej, jeg tænker STEM - men matematiklæreren skal jo også have en kompetence til at kunne kigge ind i andre fag i forhold til tværfaglighed. Hvad så som hvad tænker du?

DF1 (09:47): Kampe? Udfordringer?

I (09:48): ja

DF1 (09:49): Det er helt klart en udfordring, og jeg jo referere til nogle af de lærere, som jeg har været ude at besøge i forbindelse med det her LABSTEM-projekt, hvor jeg tager ud. En du kendte. Du har jo hørt om projektet?

I (09:52) Jo

DF1 (09:53): Og der har jeg jo været på nogle laboratorier og se gå og være med, når de lærere skal udvikle de her STEM-forløb helt fra indskolingen og til udskolingen. Men jeg har så mest været på indskoling og mellemtrin og udskoling grundskole niveau. Og man

kan sige det er udfordrende, så nogle bakker nærmest helt ud og siger jeg kan ikke noget science.

I (10:20): Ok

DF1 (10:21): Der er jo selvfølgelig også dem, som er matematik- og natur/teknologi-lærere. der allerede kan koble de der ting. Jeg tror, at min erfaring er, at som en lille erfaring er, at hvis man tvinger dem til at gøre det, så kan det være en lille fordel, men det er stadigvæk meget svært. Altså jeg har et laboratorium i Kolding. Jeg ved ikke. Du må selvfølgelig ikke bebrejde det. Men, men der er der helt klart nogle, der er udfordret i at skal udvikle det her STEM forløb. Men når nu de er i gang, så kan de faktisk godt se ud. Det er fedt, det her – her får de virkelig lært matematik.

I (11:03): Ja

DF1 (11:05): Men de havde ikke fået gjort det alene. Altså der skal noget hjælp til. Der skal sættes timer af. Der skal sættes tid til kompetenceudviklingskurser af eller what ever det nu kræver for at nå en grad af selvstændighed.

I (11:18): Hvad med de professionelle læringsfællesskaber? Altså det der med, at man i et fællesskab skaber den selvtillid, faglig selvtillid i at kunne løfte sig en opgave som ville være at kunne lave et STEM-forløb. Og det jeg hører dig sige, er at der hvor man har etableret et to-lærerefællesskab altså et praksis-fællesskab. Jamen, det er også der, hvor man egentlig oplever at STEM-forløbene. Selv tvivlerne går faktisk ind i processen og oplever en succes i denne her tilgang.

DF1 (11:58): Ja, og lad os bare sige, at nu har vi jo snakket om matematiklærerne. Men den går også den modsatte vej. Altså, jeg oplever også natur/teknologi-lærere, som syntes det der matematik - det er ikke noget for mig.

I (12:05): Nej

DF1 (12:06): Hvordan skal jeg nogensinde kunne snakke matematik? Jeg er jo ikke matematiklærer - nu må vi lige slappe lidt af. Vi har i LABSTEM lavet nogle spørgeskemaer og lagt dem, og det er meget tydeligt, at der er rigtig mange, der synes, M'et i STEM er det sværeste.

DFI (12:24): M'et at få på M'et med i de her forløb, er meget svær for dem og det kan gå begge veje. Det er ikke sådan, at det kun er matematiklærerne der har svært ved. Så de bliver nødt til at arbejde sammen for at skabe nogle STEM-forløb, som giver mening for både for matematiklærer og science lærer.

I (12:45): Ja

DF1 (12:46): Og jeg tror simpelthen bare, der skal det til og så skal der. Og så skal de ikke kunne lade være. Altså, de skal tvinges til at gøre noget. Altså, som du sagde selv du har lavet de her forløb og man bliver klogere af selv at lave de der forløb. Men hvis det bare er kursus, man kommer på og får at vide "Nu skal I høre, hvor godt det er". Så kan det godt være, at de kan sige ja ja, men man skal tvinges til at prøve det af før man kan se, at det kan give mening. Fordi det så ikke så kompliceret og får de der bogstaver til at hænge sammen på en balancerede måde.

I (13:13): Jamen det er jo det der er den store hæmsko. En dyng af cd'er, og det er jo det, der er denne store hæmsko. Det er også derfor man må sige at disse forløb kan virke uoverskuelig. **Fordi spørgsmålet går her på**, at hvis man nu skulle kigge ind i dit felt og med den viden, du har. *Hvad ville så være en motiverende faktor i forhold til at benytte STEM som pædagogisk didaktisk virkemiddel til udvikling af praksis?* Det var lidt, du lige sagde, at det kan godt virke uoverskueligt. For der er så mange forskellige discipliner, der skal kombineres til noget.

DF1 (13:47): Ja, altså hvis jeg skulle sætte flere ord på det. Så ville jeg sige, om der er mange ting, vi kan jo bare tage bogstaverne. Altså T'et, nu kender jeg ikke dig, men jeg kan forestille mig, at der er rigtig mange af dine kolleger, der tænker det der T - hold nu op!

I (14:03): Ja

DF1 (14:04): Og lige nu kan man se T'et er på kurser og alt muligt, fordi vi skal finde ud af hvordan får vi det der T med ind i vores fag. Altså, der er jo hele konferencer der bare handler om matematik og teknologi. Så bare de fag sat sammen er jo totalt kompleks. Og hvad er teknologi? Tænker bare teknologien om den er digital?

Ak der er mange ting i bogstaverne bare, og så kan vi sige engineering i sig ja bare at få lærerne til at lave Engineering projekter er jo total kompliceret. Og nu siger du så at de skal lave engineering og teknologi og science og matematik. Og så kan man sige at der er

nogen som ikke er teknologi-lærer eller science lærer, men de andre fag er jo også meget udfordrende fordi vi ikke kender dem, men er på vej ind i dem. Vi begynder og snakker om det, om end dyrt.

I (14:20): Og det er jo netop som du siger at tolkning af disciplinerne i akronymmer, det er jo, det er jo faktisk interessant. Fordi nu er jeg jo i gang på min skole med at lave en udvikling også i forbindelse med at jeg er STEM-vejleder og koordinator. Og ja, jeg har for eksempel 8. årgang, som skal i gang med sådan et større tværfagligt projekt, som involverer ni fag. Det er såmænd en pænt stor omgang. Men det vi har snakket om, er at danskfagene siger, at de jo ikke er science-fag. Til gengæld så har de jo sådan nogle stofområder som de skal arbejde med, hvor de som bruger teknologier - digitale teknologier i deres arbejde. Og det er jo også at bruge T´et i en mere simpel udgave. Men hvis ser på hele begrebet teknologi, og hvad der ligger i dette, så er det er jo bare i bund og grund og analysere og bruge de bedste egnede virkemidler og hvordan har man producerede det her, hvordan producerer man podcast?

Men det kan være svært og komplekst for lærerne at gå til. Men jeg har dog lært på min uddannelse, at det er meget nemmere for lærerne komme i gang, hvis de dels stoler på ham, der sidder og fortæller om det, men også hvis de har en eller anden form for didaktisk ramme de kan læne sig op ad. Jeg bruger for eksempel den af van Breukelen udviklede FITS-model.

I (16:23): Fordi den viser hvordan man skal strukturere forløbene, for struktur er godt, og så viser den hvordan en STEM-forløb kan laves uden at bryde skemaet op med det, som I også peger på i artiklen. Det der med at hvis det skal foregå indenfor eksisterende rammer, så er det jo den næste udfordring. Så kan man godt lide, at der er styr på læringsprocessen, altså elevernes, og hvor man på elevernes læring undervejs. Hermed mener jeg at man ikke bare kører i fem ugen og så viser det sig at de ikke har lært noget som helst.

DF1 (16:55): Det dur slet ikke i vores skolesystem, så skal vi lave det om i hvert fald.

I (16:59): Ja

Dialog uden for konteksten om nogle af LABSTEM Syd projekter

I (19:21): Så nu vi er ved selve sammenspillet. Så handler spørgsmål 6 om hvad siger forskningslitteraturen om STEM og dennes mulighed for at skabe sammenhæng mellem eleven, involverende undervisning og de forskellige fagligdidaktikers bidrag. Hvordan tænker du med din erfaring og viden fra dine laboratorier og fra jeres artikel du rent gamer mig artiklen her. Altså hvordan tænker du at det her kan være med til at lave en mere moderne skole. Forstået på den måde, at de kan skabe noget synergi mellem fagene, så der ikke er så meget silotænkningen i undervisningen og dermed kommer en anelse længere væk fra den.

DF1 (20:13): Altså optimalt? Ja, det er jo ikke det man ser nu i folkeskolen, men hvad man forestiller sig, er realiserbart som det er nu? Men, men jeg tænker da, at ved, at vi laver de der STEM. Kan man sige, altså at det er nogle uger, hvor vi kombinerer. Der kan være nogle synergier i det: Sagt på en anden måde, at når fysik/kemilærerne underviser om opvarmning, og vi så i matematik samtidig har om funktioner. Der er nogle synergier her, som børnene bedre kan se når man får det ind i undervisningen.

Nu tabte jeg sporet, hvad var det du spurgte om?

I (20:51): Det er jo det der med, at når man nu ser sådan på det i forhold til at STEM kan være med til at skabe en et der med at se dem nu ser sammen både i forhold til at stemme kan være med til at skabe en sammenhæng mellem elevinvolverende undervisning og så egentlig også de forskellige didaktikers bidrage til en tværfaglig vej.

DF1 (21:08): Jamen jeg tænker, altså det behøver ikke at være sådan, men når man læser noget om STEM det jo ofte beskrevet mere som en undersøgende IBSME, IBSE eller hvad man nu kalder det. Altså en undersøgende tilgang. Og det er jo næsten en elevcentreret tilgang, at man eventuelt undersøger et problem i den problemløsende kontekst. Så der jo mere som man siger, en moderne og mere anderledes tilgang, ikke traditionelle undervisningsformer, som lægger op til, at vi skal undersøge en eller anden problemstilling. Bybee, som du sikkert kender, vil sige at vi skal finde de der problemstillinger, som er komplekse, og som kan inddrage fagene. Og det er jo også de problemstillinger vi er interesserede i, at børnene kan finde ud af at løse. Et håb kunne jo være med STEM, at ved at gøre STEM, ved at lave STEM og vi arbejder mere problemorienteret og dermed mere kompetenceorienteret

Bilag 2 – transskriberet interview med nummer to ud af to didaktiske forskere med relation til STEM

Interviewer kaldes for I og den interviewede didaktiske forsker kaldes for DF2 i transskriberingen.

I (00:10): Tak fordi du havde tid til et interview, og tillykke med artiklen. Den passer rigtig godt i forhold til mit speciale

DF2 (00:24): Velbekomme, ja, den er i hvert fald første bud og så er vi i gang

I (00:35): Ja, og der er rigtigt. Det er jo en kompleks enhed, ikke. Fordi netop som I peger på i artiklen. Det der med, at der er så mange genstandsfelt og fagområder, og kva det jeg sidder og kigger på nu i forhold til specialet. Altså hvorfor det er svært at initiere STEM-undervisningen.

DF2 (00:52): Ja, kan du ikke lige kort ridse på for mig hvad dit fokus er i specialet?

I (00:59): Jo, altså jeg arbejder med en problemstilling, der hedder "Hvilke muligheder og udfordringer er der for at implementere STEM undervisning i grundskolen? Set ud fra matematik og naturfagslærernes perspektiv, hvis man har fokus på rammerne f.eks., prøver og lokaler og sådan nogle ting.

Så man kan sige at det egentlig er en direkte forlængelse af den artikel, I har lavet. Men med fokus på selve operationaliseringen af STEM-undervisning. Hvor jeg egentlig laver en triangulering mellem dig, en anden forsker, lærere og lærerstuderende for at få belyst problemstillingen fra flere niveauer.

DF2 (02:02): Ja, det lyder supergodt og der passer LABSTEM-projektet rigtig godt passer rigtig godt, og det arbejde, vi er i gang med test til den der artikel. Ja, og så synes jeg lige præcis det der med at få lærerne det er rigtig godt. Det at du kan koble de ting sammen, for et er hvad vi står og siger, noget andet er jo hvordan lærerne selv oplever det derude. Og så er det en god pointe med studerende faktisk og prøve at høre, hvad deres tanker er om dette.

I (02:31): Det er jo det, for de står i det lige om lidt når de kommer ud i folkeskolen. Så er de jo, hvad skulle man sige? Den del af fødekæden, der om lidt træder ind i grundskolen, og de skal jo helst et eller andet sted helst gerne have en eller anden form for viden om

STEM. Så de ikke træder ud med en ide om, at nu skal de ud og arbejde sådan. Har du set spørgsmålene jeg har sendt til dig?

DF2 (02:57): Det har jeg, men kun lige åbnet dem mere har jeg ikke.

I (03:01): Det så fint, at mange af dem er noget du sikkert kender fordi de læner sig op ad artiklen. Men jeg vil jo helst gerne stille dem for at kunne transskribere dem

DF2 (03:08): Selvfølgelig

I (03:11): Det første spørgsmål er. Hvordan kan STEM-undervisningen ud fra din viden, være med til at initiere Interdisciplinær undervisning. Altså det der med tværfaglighed, hvor flere fag bidrager, hvordan kan STEM være med til det?

DF2 (03:30): Hvis vi nu skal starte helt, helt op i helikopteren, så synes jeg faktisk det er noget, der bliver diskuteret hele tiden med STEM's berettigelse. Jeg mener faktisk, at STEM giver en eller anden overordnet ramme for ligesom at sige, at man egentlig i denne ramme tænker vi på tværs. Altså, her tænker vi interdisciplinært, der skal vi lidt ud over vores monofaglighed og så skal vi lige som ind i denne kontekst. Og det kan jo både være på ministerielt plan. Det kan jo også være på kommuneplan eller på skoleplan. Det er forskelligt, men det der med, at man faktisk tager en tilgang, og så siger man at vi vil påtage os en rolle, hvor vi siger, at vi skal arbejde interdisciplinært.

Der mener jeg faktisk at der har STEM noget berettigelse, fordi der har man lige som en fast ramme, hvor du kan sige, at vi har de 4 bogstaver, og så kan vi jo tage det diskussion omkring, hvor mange bogstaver skal så være med? Er det nok for at lave et STEM-forløb hvor der er tre bogstaver med, måske kun 2? Ja alt det der. Iler det ved jeg. Og alt det, der er så. Så helt overordnet, så mener jeg faktisk, at STEM giver mening, giver en brugbar ramme. For i vores felt, som du jo også er en del af med din kandidat i STEM, så har vi jo diskussioner i vores forskellige sammenhænge om altså, skal vi bare droppe det der STEM? Måske sker det lige altså. Måske er det bare for svært, eller måske er det bare lige meget?

DF2 (04:48): Men altså, personligt mener jeg helt klart, at STEM har en berettigelse, og jeg mener faktisk, det kan noget. Jeg har også en baggrund som biolog, og er uddannet indenfor det naturvidenskabelige felt, og min ph.d. var også indenfor det marinbiologiske. Jeg har jo selv stået i det der komplekse spil, og nogle gange må man sige. Det kan ikke

nytte noget, du kun kan en ting. Du er nødt til at kunne forskellige ting for at løse det her problem og sådan. Sådan er virkeligheden jo.

I (05:16): Og det passer også meget godt med spørgsmål to i forhold til det der med, at STEM kan være med til at muliggøre læringen hos eleverne. Altså hvordan det som et værktøj, lærerne kan bruge til at etablere læringsarenaer som kan øge læringsmulighederne hos eleverne?

DF2 (05:34): Jeg synes for mig er der to lag i det spørgsmål. Der er selvfølgelig det her med selve læringen, altså det her med den konkrete læringstilgang, altså hvis du lærer noget her, så bliver du også klogere i det andet felt.

Men så er der også, altså den der klassiske verden, hvor vi sidder og bliver undervist i algebra eller andet. Hvorfor, hvorfor skal jeg lære det her? Eller i biologi, hvis du skal have om kræft cyklus? Jamen, hvorfor så? Hvorfor skal jeg lære den? Så synes jeg faktisk, at man her har noget, hvor man kan sige: "Jamen, det skal du fordi..." Og her mener jeg faktisk at STEM-begrebet kan noget i den sammenhæng. Altså den der kompleksitet, som de naturvidenskabelige fag har i sig.

I (06:18): Ja, så vil det sige, at du egentlig peger på, er at STEM kan være med til egentligt at eksemplificerer, hvordan den der tværfaglighed egentlig er. Men egentlig også eksemplificerer, hvordan skolen kan række ud over almindelig undervisning.

DF2 (06:36): Ja, ja, lige præcis. Det er godt opsummeret

I (06:39): Godt. I forhold til at se på dimensionerne, så læner jeg mig op ad Illeris' komplekse læringsmodel, og der taler han også om individet. Og en af de ting her er - altså hvordan arbejdes der med udviklingen af den faglige kompetence i grundskolen? I en dansk skolekontekst? Jeg ved man har jo kandidaten i STEM, som jeg selv er i gang med, men hvad ser man ellers værende det være nødvendigt for at opkvalificere lærerne?

DF2 (07:09): Der er selvfølgelig, nu får jeg talt for STEM begrebet meget personligt og for hvad det kan. Men lige præcis det spørgsmål rammer jo så også nogle af udfordringerne. Fordi man kan sige for den enkelte lærer, som står ud på en skole eller for den enkelte elev. Der kan man sige, nå ja STEM er måske endnu en ting eller et eller andet større - og der er nogle strukturelle udfordringer i forhold til at ministerierne, mange organisationer og mange forskningsprojekter synes at det er en god ide.

Men der er jo stadigvæk selve udfordringen i at få bundet tingene sammen. Du står jo i høj grad i det også som lærer derude i praksis, og det virker selvfølgelig til, at du er med på præmissen fordi du har du tager kandidaten, og alt det der. Men jeg tror. Lad os tage en matematiklærer, som har undervist i 30 år og så kommer du lige og siger at nu skal vi til at lave STEM-undervisning? Ja, og så er der eleverne helt nede på individniveau. Så kan man jo godt være lidt firkantet og sige at STEM er uinteressant, fordi den virker skæv og de ikke kan se hvad de skal bruge det til? De vil kigge på fagfagligheden, og så vil de kigge på hvad de skal kunne til eksamen.

I (08:30): Men jeg tænker sådan rent taksonomiske hvis vi nu skal efteruddannes. Hvis vi tænker Utopia, og nu har vi carte blanche til at lave alt hvad der kan lade sig gøre i forhold til at efteruddanne lærerne, så man giver dem de kompetencer, der skal til for at arbejde med STEM eller interdisciplinaritet. Hvad tænker I så? Har I snakket noget omkring dette i jeres NAFA-netværk? Hvad er det for nogle kompetencer, der egentlig skal til? Eller hvad er det, man egentlig skal gøre for egentlig at opkvalificere lærerstanden?

DF2 (08:56): Jamen det jeg tror, altså med udgangspunkt i vores LABSTEM projekt. Der tager vi jo ud og faciliterer en række workshop for lærere og pædagoger, både lærere i grundskolen og lærerne på ungdomsuddannelserne, hvor vi laver en række workshops. Hvor udgangspunktet for dem er, at de skal arbejde med STEM begrebet og så igennem det skal de så udvikle en bestemt forløb. Så der er det et konkret mål, de skal lave nogle STEM-forløb, som kan stilles til rådighed for praksis, og som tager udgangspunkt i deres egen hverdag. Så er en konkret leverance på det, kan man sige.

Men ellers så tror jeg, at det, der foregår derude, altså på skolelærer niveau, så kan jeg godt forstå, hvis lærerne synes, at det er lidt svært at navigere i. Det bliver igen meget, hvordan passer det ind i min dagligdag? Altså vi kommer, og vi betaler også lærerne for at deltage og så videre. Men jeg synes også, at erfaringen er at det bliver desværre igen Tordenskjolds soldater. Det bliver de samme, som at det er sjovt med nogle udfordringer. De kan se mulighederne og de kan noget i deres egen dagligdag med STEM. Og dem som ikke ligefrem køber in på præmissen, de stempler på en eller anden måde også lidt ud af sådan nogle kompetenceudviklingsforløb i det hele taget. Fordi, jamen, hvad skal de altså med den udvikling. Det er jo et kombinerede udviklings- og forskningsprojekt, men hvis de ikke på forhånd syntes det er en god ide så er det nemt bare at sige ja.

I (10:57): Okay, men hvad tror du det er der gør, at de stempler ud? Er det fordi de føler at de ikke er fagligt dygtige nok i forhold til at kunne arbejde med STEM?

DF2 (11:07): Der, der rammer du måske noget. Det er klart, at det med at arbejde interdisciplinært kræver også nogle kompetencer af, hvad du kan, og det du kan det kan du. Det synes jeg, er et rigtig godt. Det er godt set Hans-Christian for det er klart, der er noget faglighed i det. Men der er også noget attitude og noget grundindstilling, som du selvfølgelig om nogen kender ude fra for praksis. Der er jo også det, der er en åbenhed over for at prøve noget nyt, at være lidt nysgerrig på hvad det kan, og ligesom give det en chance igennem de her forløb.

I (11:43): Du siger nu, at der laves en workshops med deltagerne, hvor de får lov til udtænke og lave et forløb. Når alle så at lave et forløb fra gang til gang, eller er der nogle som ikke når det? Og dem der ikke når det, hvad er egentlig så deres begrundelse for ikke at have nået det? Jeg har en ide om det, men er mere interesseret i at høre din forklaring

DF2 (12:04): Ja, den klassiske. Altså, vi har jo selvfølgelig også været ramt af Corona-boblen. Men den klassiske er jo tiden altså så siger de at de ikke har haft tid til at gøre det. Så det er jo sådan set også rigtigt. Vi sætter tid til rådighed imellem workshops til afprøvning af de her forløb. Ideelt set i LABSTEM forløbet, så arbejder vi i de her workshops, hvor vi sender en person ud fra vores gruppe, og så de arbejder med det. I mellem imellem workshoppen skal de så afprøve det, og så skal vi tilbage og snakke om det. Og så skal de afprøve det igen. Og så sådan en, så er der måske otte workshop gange eller et eller andet. Men, men der tror jeg måske lige præcis det der med faglighed, ja der er noget faglighed, og så er der også noget engagement, og her det jo det med tiden kommer ind. Hvis man er engageret så finder man også tiden.

I (12:58): Du siger tid. Men i bund og grund, så drejer det sig jo om, som du siger, fagligheden og måske kernen i problemet? Hvor kernen i selve problemet er, at mange lærer i dag rent fagligt ikke er dygtige nok til at folde deres fag ud. At de er dygtige i forhold til at kunne nå pensum – pensuminitis, hvis man skal kalde det sådan. Men det at kunne sætte sig ud over sit fag, og se på det hele i et højere perspektiv og egentlig kigge ind i didaktikken for faget. Det tror jeg måske mange gennem de sidste par år har glemt hvad det drejer sig om eller hvordan man gør sådan noget. Fordi som du siger at være biolog - marinbiolog. Det burde være oplagt, at alle naturfagslærere omkring Kerteminde havde det

som noget helt naturligt at arbejde med tværfaglighed og STEM-forløb om lyd og alt muligt andet. Men ikke desto mindre, så er det jo er der lang vej igen. Fordi jeg tænker når I ude, så burde netop de der workshops og forløb I laver. Ja, de burde netop initiere sådan noget, som professionelle læringsfællesskaber. Hvad tænker du? Skabes der et læringsfællesskab eller er skolerne måske i sidste ende ikke dygtige nok til at facilitere den proces?

DF2 (14:14): Man kan sige, vi stiller jo, vi prøvede jo egentlig at skabe professionelle læringsfællesskaber på de der workshop, hvor vi samler forskellige personer og de skal arbejde med STEM. Intentionen er, det var ikke tænkt ind i den oprindelige plan, men efter at NAFA er kommet med, og der er kommet fokus på PLF'erne. Så er det selvfølgelig. Så det gør vi jo. Det gør vi jo egentligt, altså at skabe en egentlig ramme. Man kan sige den ramme, den er jo heller ikke stærkere end det svageste led, hvis vi kan sige det sådan lidt kliché-agtig. Hvis du ikke køber ind på præmissen, jamen så er det sådan set lige meget, hvad det professionelle læringsfællesskab er. For vi kommer med tid, betaler penge til aktiviteten og fortæller at vi kan gøre det når passer bedst for jer og alt det der. Men hvis du personligt som lærere, der underviser, ikke ligesom stempler ind i det så er det jo næsten lige meget, hvad man gør.

I (15:10): For det ved jeg jo ud fra min erfaring fra egen praksis. Vi er jo i gang med en kæmpe kulturudvikling på min skole. Hvor jeg er, og vi er stille og roligt i gang. Jeg bruger FITS modellen som værktøj til at introducere tværfaglighed. Der skal laves et stort undervisningsforløb på ottende årgange, hvor vi har sprogfag og idræt og naturfag og matematik lagt sammen til en fælleshed.

DF2 (15:36): Så det kan være interessant at høre, hvad dine kollegaer siger. Fordi du er et super godt eksempel på Tordenskjolds soldater. Det der med du vil STEM og du gøre STEM. Hvad siger dine kolleger så?

Kunne så også vende spørgsmålet om, og spørge hvad siger dine kollegaer så til at skulle indgå i det? Fordi for det kræver jo også noget af dem, at der lige pludselig kommer ikke som dig, der siger, at nu skal I høre. Jeg har alle disse ideer og tanker og alt det her.

I (15:58): Det de faktisk siger er, at med mig faglig fyrtårn, som STEM-faglig vejleder. Som fagligt vejleder stemme faglig vejleder, så føler de sig tryk i opgaven. Så det drejer sig om at der er uddannede mennesker som fx mig, der ved noget om STEM og kan støtte og

vejlede lærerne, så de faktisk føler sig fortrøstningsfuld. Vi skal til at planlægge sammen nu, og jeg kommer selvfølgelig med mine ideer til hvordan et fire-ugers forløb kan se ud. Men ellers er det dem, som fylder rammerne ud. Forløbet er bygget op efter FITS modellen, og det kunne de faktisk godt li. Det der med, vi kan se at vi kan holde fast i eleverne, vi kan holde fast i forløbet og vi kan faktisk også måle dem lidt undervejs.

DF2 (16:43): Det er en god pointe, og så er der et konkret redskab.

I (16:46): Meget, meget konkret. Det blev superkonkret for dem det der med at læreren kan give dem viden, og eleverne sender tilbage igen ved at dekontekstualisere denne viden eller remediere den gennem forskellige teknikker og virkemidler fra fagene.

DF2 (17:08): Ja, spændende måde

I (17:10): Ja, lige hurtigt det sidste. I forhold til jeres artikel, er det det nyeste bud? For der har I jo været gennem et kæmpestort review i forhold til hvordan STEM kan skabe sammenhæng elevinvolverende undervisning og de forskellige fags bidrag til tværfaglig undervisning. Skal det forstås sådan at den konklusion I kommer frem til, er det bedste bud lige nu rent forskningsmæssigt?

DF2 (17:36): Ja, jeg tror vores formuleringen skal ses som det første bud på det første bud på en STEM didaktik, altså i forhold til den figur som er sidst i artiklen. Hvor vi der er den lerfigurer, hvor vi ligesom har nogle underpunkter som man i STEM-didaktikken ligesom er nødt til at arbejde ind i det. Så har vi også de listede principper der er i spil, og som vi også stadigvæk er i proces og udvikling af.

Det med at vi kan sige at der er nogle principper vi arbejder med i STEM-undervisning som er der hele tiden. Så er der hele delen med integrationen, STEM integrationen. Hvordan kan man integrere det? Og hvad giver mening og integrere i forhold til hinanden? Så ja, jeg synes at det er det bedste bud, vi har lige nu. Og det gode ved dette bud syntes jeg er at den tager udgangspunkt i litteraturen. Altså det samlede review, hvor vi startede med at kigge på hvad er der derude, og så koge det sammen. Det er jo selvfølgelig også lavet i samspil med LABSTEM projektet, og de ting vi laver samt de erfaringer vi høster heraf.

Og de der principper, jeg havde to hold i Fredericia med 36 lærere sidste år, og de var selv med til at udarbejde disse principper. Så meget af det er udsprunget af dem, og hvad flere

andre lærere har sagt skal med. Det vil vi selvfølgelig fortsætte med at arbejde på, og dermed udvikle.

DF2 (19:02): Så principperne vil nok ændre sig og STEM-didaktikken vil også ændre sig over tid. Vi er i gang med at indsamle en masse data nu og sådan noget. Men den der formulering er det første bud og en meget god placering af hvordan en STEM-didaktik kan se ud. Vi er internt også rigtig glad og tilfreds med artiklen, og den adresserer et aktuelt behov.

Bilag 3 – transskriberet interview med matematik- og naturfagslærer

Interviewer kaldes for I og den interviewede matematik- og naturfagslærer kaldes for MN1 i transskriberingen, da vedkommende er den første af fire matematik- og naturfagslærere som interviewes.

I (00:01): Velkommen til dette lille interview omkring specialets problemstillingen. Muligheder og udfordringer i forhold til at implementere STEM. Og det er set ud fra matematik- og naturfagslærernes perspektiv. Tak fordi du ville være med til interviewet, og jeg har syv spørgsmål, og nogle af dem kan det være, at der går lidt dialog i - det må vi så se. Hvis der undervejs skulle være spørgsmål til indhold i spørgsmålene, så siger du bare til.

MN1 (00:31): Det skal jeg nok

I (00:32): I forhold til spørgsmålet 1. Hvilken betydning tror du, tværfaglig undervisning har for at øge læring hos eleverne? Og vil STEM kunne være med til at gøre dette?

MN1 (00:42): Jamen, de fleste elever er jo typisk vant til at have matematik eller dansk eller engelsk som den særskilt og de har i en periode brug for at vide, at de fag er jo ikke kun enkeltstående fag, men kan give fine synergier til hinanden, når man bruger dem sammen.

Så jeg tror bestemt, at det er vigtigt, at man også giver dem nogle perioder eller i hvert fald nogle uger, hvor de arbejder tværfagligt. Forstået på den måde, at de faktisk skal mærke, at fagene hænger sammen. Det er jo ligesom åbne værktøjskassen, det nytter ikke noget du kun kan bruge hammeren. Så jeg tænker det der med, at eleverne faktisk kan se, at tingene hænger sammen, giver god værdi. Og der er selvfølgelig nogle fag, der hænger bedre sammen end andre. Men jeg tænker, at når man snakker tværfaglighed, så denne

form kunne give eleverne en idé om, hvordan de hænger sammen. F.eks. hvis de har om cyklen som emne, så vil de forskellige fag gøre at man kan se det fra flere forskellige vinkler og bruge flere forskellige redskaber til at beskrive den cykel.

I (01:44): ja

MN1 (01:44): Så derfor tænker jeg, at det er en vigtig del af lærerarbejdet på skolen

I (01:50): Hvis nu skulle kigge på det, med udgangspunkt i du siger der, hvordan vil du beskrive tværfaglighed som undervisningsform? Er det noget, hvor alle fagene bidrager om et fælles emne eller hvor fagene bidrager med hver deres faglighed ind i et emne?

MN1 (02:07): Jeg tænker jo, når man skal bruge tværfaglighed, så skal det helst vil være en naturlig del. For eksempel hvis du har noget omkring myter, så kunne man jo se på myter fra et historisk perspektiv. Det kan også være fra et religionsperspektiv, og det kan også fra et naturfagligt perspektiv, for måske bundet noget af myterne jo i noget natur. Naturfaglige ting. Så det skal ligesom for mig have en naturlig placering, for man ikke gider lave det kunstigt. Alle fag er være med, og f.eks. ikke at sige dansk er med, fordi vi læser jo dansk. Det skal gerne have et sigtet formål, og når det ikke har det, så hænger det for mig ikke sammen. Så det er det. Det skal det for at jeg synes, at det er tværfagligt, og man ikke bare er med for at være med.

I (02:58): Okay, jamen, det super. Og det bringer mig frem til det egentlige spørgsmål tre i det her interview. Hvordan vil du kunne opnå de kompetencer, som kræves for at arbejde med STEM i din undervisning, hvis vi siger STEM er tværfaglig?

MN1 (03:30): STEM er jo også en undervisningsform som gør man kan køre tværfagligt. Selvfølgelig har bogstaverne jo deres betydning, men man behøver ikke altid at bidrage med alle fag. Men jeg tænker at det der kræves jo nogle gode ideer, og det bedste er at du har arbejdet med det i længere tid. Ja, det ideelle ville det jo selvfølgelig være at man kom på nogle kurser, hvor man blev inspireret af det, som andre har lavet.

Men kan man ikke det? Jamen, så tænker så lærer man jo kun ved at arbejde sammen med nogen, der har prøvet det og på den måde bygge kompetencer op. Det tager bare mange år, hvorimod hvis man måske kunne en kombination af begge dele. Det der med, at du får nogle kurser, hvor man afprøve nogle ting og så komme tilbage og så kan bygge videre på det. Og så har andre kolleger, der har været igennem det sammen. Så kan man

udvikle hinanden på den måde. Men er der en som skal styre det hele for en skole, så tænker jeg det er en lang, lang, lang, lang proces. Og der er kun en vej i det - at kaste en masse midler ind i det, og så få en masse personale uddannet i STEM hvis det skal være effektivt, og man skal kunne bruge det.

I (04:32): Ja, det du siger er at hvis man skal kunne bruge STEM. Så skal man som lærer kunne identificere sig med STEM, jamen så kræver det at man ved hvad der ligger i begrebet, er uddannet i det eller føler sig tryk ved at arbejde med det, fordi kollegaen ved hvordan.

MN1 (04:46): Det skal jo være sådan, at hvis du forestiller en bil, så nytter ikke noget det ikke noget at man er det femte hjul der ligger i bagagerummet. Du skal være en af dem der ruller, for ellers er det ikke skidesjovt, man engagerer sig ikke og man bidrager ikke. Man skal gerne have en viden omkring det, man arbejder med.

Om det så lige hedder STEM eller anden form for underviste fremfor undervisning. Det er jo sådan set det uden betydning, for er jo alt efter hvad man går op i. Hvis man går op i STEM, så er det jo vejen frem, og går man op i andre undervisningsformer, så er det jo vejen for dem. Men man skal have lysten til det, og helst også en viden om det. For så bliver det sjovere, og man ved hvilke fag man kan putte ind på en naturlig måde når man arbejder tværfaglig.

I (05:30): Der har du rigtig meget ret. Hvis vi kigger på forhold og betingelser, som skal være til stede hvis du f.eks. skulle udnytte STEM som undervisningsform. Hvad tænker du så skulle være til stede af betingelser og eller forhold for at kunne gøre dette?

MN1 (05:47): Altså ud udover det vi har snakket om, at man selvfølgelig skal have en del viden omkring det og os har man prøvet nogle systemer, altså forløb. Du har prøvet noget undervisningsmateriale igennem.

Hvis man ikke har det, så er det jo selvfølgelig en fordel at en klasse i flere forskellige fag, så man kan kombinere fagene, så man ikke får 4 5 6 lærere omkring sådan et projekt, men måske to eller tre.

Det giver en bedre synergi. At man har lidt flere timer, kan byde ind med får altså igen det der hjul, der ligger i bagagerummet og er lidt overset og skal bare byde ind med mine få timer, frem for at man faktisk har været med til at planlægge, fordi man har lidt viden om

det. Man har flere fag at byde ind med og kan se emnet fra forskellige vinkler, og jeg kan bruge det sådan og sådan i det her emne. Dette kan jeg supergodt lide, men viden er det vigtigste.

MN1 (06:43): Og at du har en klasse i flere fag

I (06:46): I forhold til at hvis du ikke skulle arbejde med STEM, hvad er det, der gør, at du ikke lige umiddelbart siger det her - det gør jeg? Er det det som du peger på det der med, at hvis man ikke enten blev inddraget i processen, eller man en egentlig bare bliver pålagt at blive bedt om at gøre det uden egentlig at have viden om det. Eller hvad tænker du så?

MN1 (07:07): Jeg tænker at hvis man nu havde været med i processen, og skal til at lave sådan et forløb over nogle uger. Og du er med i processen, så ved du også at det kan godt være, at mine elever de lige kommer til at manglende lidt. Og det kunne måske være lige den faglige viden, de måske mangler for at kunne få bedst mulige udbytte ud af sådan et undervisningsforløb? Det kunne man så give dem inden. F.eks. hvis de lige mangler noget om statistik, for at være god til at kunne behandle ting igennem med de data, de får. Så kunne man give dem lidt genopfriskning, så de kommer bedre fra start, fordi de kan genbruge noget de lige har haft. de har lige genbrugt ting.

Men er man ikke med, så tænker man vel bare, jamen, hvorfor skulle jeg gøre en indsats? Jeg har jo sådan set ikke bidrage med så meget andet, end egentlig bare lige at hjælpe dem lidt hvis de mangler noget. Så er det timer, man spytter i, og ikke den viden, man har nu.

Så jeg tænker det er langt det bedste, at man også kan forberede sin elev, fordi der er jo også noget der hedder efterbehandling, når de har været gennem et sådan forløb. Så skal man jo også kunne nærmest ride videre på bølgen og så sige dette kan vi bruge i den sammenhæng den sammenhæng med den, som genbruges. Altså, det er jo ikke kun til forløb, der ligner. Det skal også kunne bruges fremadrettet med de redskaber de får.

I (08:31): Okay, jeg tænker, hvis du nu kigger på, altså hvis du skulle til at arbejde med at udvikle den STEM kompetencer til at gennemføre undervisningen. Tænker du at tolærerordning vil være væsentligt? Altså, at man er 2 lærer om på klassen i forhold til gennemførelse.

MN1 (08:51): Jeg tænker ved gennemførelsen i de uger, hvor man skal ud at lave undersøgelser og lave opfølgende eksperimenter og sådan noget? Så kunne det godt være en fordel. Men tænker i skrivefasen eller fasen op til hvor de skal ud og gennemgang af det fagligt stofområde er det måske ikke så nødvendigt. Men når de skulle over at kigge på de eksperimenter, de lavede i forhold til det, jeg svarede, synes jeg, det er.

I (09:23): Ja

Mn1 (09:23): Jeg tænker, og nu går vi lige et skridt tilbage. Jeg tænker at nummer et er jo helt klart, at man faktisk for årets start har lavet en plan over, hvornår man lægger sådan nogle STEM-forløb. Dermed kunne man tænke over hvilke fag man kan byde ind med i forhold til de emner, man gennemgår. I forhold til det faglige indhold, ville man være på forkant med nogle af tingene. Og den vej rundt være god til at få det til at give mening for eleverne med koblingen mellem forløb og det omliggende samfund.

Fordi hvis man har lavet en årsplan, hvor det hele indgår, så kan man sige, at det gør det lettere at sige. Det passer godt med et besøg der, eller man kan gøre brug af eksperterne på universitet i vores by. Fordi det hele skal gerne hænge sammen, og tænker at denne tilgang faktisk er rigtig specielt for drengene, da de synes bedre om at gøre ting og have fingrene i noget i stedet for at sidde og skrive eller regne. De vil gerne ud og eksperimentere lidt, og måske kan man fænge dem lidt mere. Dermed ikke sagt at pigerne ikke har brug for det, for ofte kan de en hel masse teori, men når vi så skal omsætte disse i praksis, så mangler der ofte lidt.

I (11:08): Ja, men hvordan tænker du, at et læringsfællesskab vil kunne drage nytte af noget her i forhold til udvikling? Altså hvis man skulle snakke udvikling af et fællesskab.

MN1 (11:19): Jeg tænker, at så er vi der, hvor vi skal ind og definere læringsfællesskab. Fordi jeg tænker hvis det bare er en klasse, som har otte lærere, så kommer det ikke til at hænge sammen. Men kan man korte det ned til en to tre stykker eller fire? Hvis det er to klasser, så kan det give udbytte både på tværs af klasserne, men også i forhold til de lærere der er i klassen. Man finder nogle metoder til at arbejde sammen, plus at man måske kan være to lærere en gang imellem og hjælpe hinanden med nogle ting. Så den vej rundt kan det give god mening.

Men er du bare nogle tilfældige lærere, der er sat sammen, så kommer det ikke til at virke. Det skal være igen, være med i årsplanen og man skal have lavet nogle grundige

overvejelser. Hvad er det for nogle temaer, der passer lige ind i den årgang, som ville fænge dem hvis man lavede nogle gode eksperimenter eller sådan nogle ting hvor man skal lidt ud af huset. Ja, ting som jeg tænker man med fordel kan lave undersøgelser i.

Ja, så ville det være godt.

I (12:24): Nu snakker årgangsvise i dit eksempel, men tror du så at den tværfaglighed der ligger i STEM-undervisning ville kunne gøre noget i forhold til udviklingen af læringsfællesskaber på en skole? Altså at man på tværs af årgangene, arbejder sammen om emnerne måske inden for naturfagsgruppen, matematikgruppen eller begge i en samlet gruppe?

MN1 (12:45): Jamen, det tænker jeg. Det jeg har undret mig meget over, er at der er så få skoler, der byder ind på dine unge forskere. Man kunne have noget der i tredje klasse, så bygger man på i fjerde, så i femte og sjette, og så kører man opad. Så ville man på sigt også have et fællesskab, der ville kunne komme med nogle gode ideer og kunne bidrage med noget indenfor deres fagområde. Og dermed udbygge alt efter alder hvor det langsomt bygges op ja spirer langsomt. Og her ville et læringsfællesskab være rigtig godt og vigtigt, men det skal jo komme nedefra.

I (13:35): Ja, som du siger det skal være lærerbåren hele vejen

MN1 (13:37): Ja, og jeg tænker det er noget man skal udvikle, så det bliver en god tradition. På sigt kan sådan noget være med til at vise andre, at det er sådan noget vi gør her på stedet, at det er et område man virkelig satser på.

I (14:02) Ok, og du svarer også lidt på det næste spørgsmål. Hvordan ser du, at STEM undervisning kan være med til at skabe en læringsarena, forstået på den måde at det involverer eleverne aktivt i deres læringsproces. Og det er lidt det du peger på, at de oplever at de kan bruge fagene til noget, at fagene snakker sammen og man inddrager eksterne læringsmiljøer.

MN1 (14:24): Jamen, der er helt sikkert at STEM godt kunne være en undervisningsform, som man satsede på i grundskolen, og sige at det kunne være den gennemgående metode. Men igen, det skal komme nedefra, og det skal komme på en sådan måde at alle fornemmer, at de er en del af det. Og fornemmer de får noget udviklingen, får lidt uddannelse i det, og at man selv kan bidrage med noget, så man bliver inspireret af, det

bliver engageret, og den vej rundt har nemmere ved at sige at det her er fedt og det vil jeg gøre noget mere af.

Men det skal som sagt komme nedefra. Ikke kun fra lærerne, men også at man starter i de små klasser og så bygger langsomt op, så det bliver en naturlig del af skolen. Så det kunne det helt sikkert være.

Men det kræver som sagt, at man har nogle lærere, der er uddannet i det på sin vis. Og det behøver ikke at være årsværk, man kan godt få inspiration og viden gennem nogle kurser. Nogle samarbejdsfællesskaber som udviklingsrum. Men helst der, du ved lige børn leger bedst, hvor man har nogle at sparre med, så går det ligesom lidt bedre, og det er lidt sjovere end hvis der er for mange som ved for lidt. Men omvendt kan man også sige, at eleverne godt kan mærke om man er engageret i det, og dermed bedre kan få dem med gennem det smittende engagement. Modsat eller om det bare er noget, som skal overstås

I (15:56): Mange tak fordi du ville være med til et interview.

Bilag 4 – transskriberet interview med matematik- og naturfagslærer

Interviewer kaldes for I og den interviewede matematik- og naturfagslærer kaldes for MN2 i transskriberingen, da vedkommende er den anden af fire matematik- og naturfagslærere som interviewes.

(00:00 – 01:02) udelades af transskriberingen, da de var irrelevant for denne.

I (01:02): Spørgsmål 1 handler grundlæggende om tværfaglighed, og hvordan dit syn er på det og om STEM kan være med til at placere tværfaglighed. Så hvilken betydning tror du tværfaglig undervisningen har for at øge læringen hos eleverne og vil STEM kunne være med til at gøre dette?

MN2 (01:37): Det tror jeg bestemt, det kan. Og nu har jeg en håndværksmæssig baggrund, det er jo også en del af STEM. Noget man har brugt mange år derude, inden for erhvervene når man tænker over det. Og de erfaringer jeg har fået, tager jeg da også med mig ind i min undervisning.

I (02:02): Okay

MN2 (02:03): Og prøver at formidle det til eleverne, og kan se at det virker hos eleverne, når de skal bygge et eller andet, hvad de skal lave forsøg. Det hænger altså bedre ved,

når man har haft det i hænderne, og prøvet det fremfor at det kun er noget, man har læst om eller set eller hørt en voksen.

I (02:27): Perfekt, og netop det som du peger på at tværfagligheden kan være med til at øge læring hos eleverne, fordi de rent taktilt har noget mellem hænderne. Hvis du ud fra den viden, du har, og din erfaring fra tidligere, inden du kom ind i grundskolen, hvordan vil du egentlig så forklare tværfaglighed som en undervisningsform?

MN2 (02:53): Jamen, jeg vil forklare det med at der er flere fag i DK altså flere fag både. Det kan jo både være skolefag, men det kan også være nogle fag som man faktisk ikke har i skolen, som man går ind over og prøver at dække et undervisningsforløb.

I (03:14): Nå, det var selve indholdet. Nu går vi over og kigger på selve lærerrollen. Hvordan vil du kunne opnå de kompetencer, som kræves for at arbejde med STEM i din undervisning?

MN2 (03:29): Hvordan kan man opnå dem? For på læreruddannelsen er det jo ikke sådan noget, man arbejder med på den måde. Så skulle det faktisk være, at det var i håndværk og design hvor man faktisk også lærer at arbejde STEM-fagligt. Ja, og så kommer naturfagene naturligt ind over. Men det kræver at undervisningen bliver mere rører- og gøre-agtig, fremfor bare boglig tilgang hvor man sidder og arbejder med printede opgaver. Selvfølgelig skal teorien også kunne dække over praksis, men omvendt skal praksis også være en større del af undervisningen, for at gøre undervisningen bedre ud fra mit synspunkt.

I (04:21): Ja, interessant synspunkt

I (04:24): Hvis nu du ud fra et lærerperspektiv kigger på hvilke kompetencer, altså i din optik, det vil kræve for at kunne bruge STEM som tilgang til tværfaglig undervisning – hvad skulle det så være?

Du har jo en håndværksmæssig baggrund, og en naturfaglig profil. så med denne indsigt i områder, som ligger uden for folkeskolen. Hvilke kompetencer skal en lærer have for at kunne løfte opgaven om at bruge STEM i tværfaglig undervisning?

MN2 (05:05): Det kræver noget videreuddannelse et eller andet sted, at man kommer ind over nogle kurser. Om det er engineering-, robotkurser eller om det er håndværk og design kurser er lige meget, men det kræver, at man kommer ud og prøver og arbejde

med tingene, og at man har nogle undervisningsforløb, der understøtter det. Og især undervisningsforløb for de mangler indenfor mange af fagene. For man kan jo lige så godt arbejde med STEM i dansk og i sprogfagene, frem for at kun er noget man gør i naturfagene. det som fremfor at man gør det altså i naturfag. Det skal sådan set være hele vejen i gennem.

I (05:48): Fra tidligere samarbejde ved jeg at du har arbejdet tværfagligt, og egentlig også STEM-fagligt uden at vide det var det. Er det så sket som følge af at du har taget kompetencerne fra din håndværksmæssige baggrund og kombineret med de lærerfaglige kompetencer?

MN2 (06:06): Jeg tror, at det er fordi, at jeg aktivt vælger at gøre det. Altså jeg har taget valget om at jeg kan godt se, at jeg har nogle elever, som hænger i bremsen, så snart de ikke har noget mellem hænderne. Hvis de skal sidde og lave en opgave på papir, så mister de simpelthen gejsten og lysten og interessen i at løse opgaverne. Men så snart de sidder og skal arbejde med det fysisk. Så kan jeg så se, at det giver en effekt. Så jeg tror at hvis man kombinerer tingene, så giver det en højere faglighed blandt eleverne. Og øger læring.

I (06:46): Lyder godt. Nu har vi kigget på indholdet og individet, og fortsætter over i drivkraften. Hvilke forhold eller betingelser skal være til stede, for at du vil benytte STEM til at udvikle din undervisning med en meget konkret?

MN2 (07:05): Rammerne skal være i orden, Det vil sige at der er grejbank, der skal være nogle redskaber, og så skal være et faglokale, der understøtter det. Og så skal der være nogle materialer som man kan arbejde. Når disse ting lige som er til stede, så syntes jeg at opgaven lykkedes bedre.

MN2 (07:27): Og det kræver jo meget forberedelse mange gange for læreren f.eks. at skulle ud og finde tingene og få sat det i spil. Så hvis man nu har faglokaler som understøtter processen, hvor tingene er der i forvejen, så sparer man tid som faglærer og det er nemmere at få til at lykkedes.

I (07:47): Så det, du peger på, er, at rammerne altså selve rammevilkårene skal være til stede og ok, for at det kan lade sig gøre. Og så kan vi tilsvarende gå over i spørgsmålet om, hvad er det så, der gør, at du ikke vil benytte STEM i din tværfaglige undervisning?

MN2 (08:06): Jamen, det skulle jo være at hvis jeg ikke havde muligheden for at få tingene, ikke havde grejet, hvis jeg ikke havde lokalet der understøttede det. Så blev det nok bare røv til sæde undervisning hvor man står foran tavlen og fortæller.

I (08:27): Og det gør vi jo meget

MN2 (08:33): Det er jo også det vi er uddannet i på læreruddannelsen

I (08:41): Det er nok ikke helt forkert. I forhold til omverdenen, og her kigger jeg lidt på om der er nogle ting udefra, der kan være med til at hjælpe til i processen. Så i arbejdet med at udvikle kompetencer til at gennemføre STEM-undervisning, ville en tolærerordning så være væsentlig?

MN2 (08:57): Nej ikke nødvendigvis, så tror jeg man skal ind og kigge på to-lærer rollen. For en to-lærer i klassisk forstand er mere som brugt til at dele klassen og så lave holddeling med det formål at understøtte nogle af de svage. Men hvis man skal til ud at kigge på STEM-undervisning og arbejdet med projekter. Så skal det også være en to lærer, som er indstillet på at skulle arbejde sådan og indgå i et samarbejde om det. Og sidst men ikke mindst have en baggrund til at kunne understøtte arbejdet med STEM.

I (09:44): Så tænker jeg sådan, hvordan i forhold til dig og dit synspunkt, hvordan kan et læringsfællesskaber som for eksempel fagteams være med til at udvikle kompetencer inden STEM-undervisning? Altså ville et fagligt team kunne have dette som et fælles indsatsområde og i fællesskab udvikle sådanne kompetencer?

MN2 (10:02): Det vil det sagtens kunne, man kunne for eksempel lave engineering-forløb på årgangen, og så i fagteams aftale hvordan man gør. Det er også en måde at få kollegaer med på ideen om udvikling. Man kunne også holde fagteam-møder hvor man prøver nogle undervisningsforløb, og snakke om hvad man gør i forhold til eleverne og dermed inddrage kollegaerne. Derfor er det vigtigt at kunne indgå i professionelle læringsfællesskaber og fagteams.

I (11:30): Vigtige pointer. Hvordan ser du, at STEM-undervisning kan være med til at skabe en læringsarena som involverer eleverne aktivt i deres egen læringsproces? Sagt på en anden måde, tror du at det har indflydelse på elevernes læring, at undervisningen kan sættes i en kontekst?

MN2 (12:33): Det tror jeg bestemt, det kan. Jeg har et eksempel fra egen praksis, hvor jeg har udviklet et undervisningsforløb omkring det at lade mobiler – ud fra den tanke at hvis eleverne kan se en gavn i undervisningen, så øger det motivationen for at lære. Formålet med forløbet er at de skal lave stationer til skolegården hvor de kan lade deres mobiler.

I (13:12): Lyder som et godt engineering-forløb. Mange tak fordi du havde tid til at være med i interviewet.

Bilag 5 – transskriberet interview med matematik- og naturfagslærer

Interviewer kaldes for I og den interviewede matematik- og naturfagslærer kaldes for MN3 i transskriberingen, da vedkommende er den tredje af fire matematik- og naturfagslærere som interviewes.

(00:00 – 02:20) transskriberes ikke da indholdet i denne samtale var irrelevant for interviewets indhold.

I (02:20): Spørgsmål 1, hvilken betydning tror du, tværfaglig undervisning har for øget læring hos eleverne og vil STEM kunne være med til at gøre dette?

MN3 (02:36): Jeg tror, tværfaglighed i meget højere grad kan være med til at øge deres læring. Fordi det giver en bredere og mere nuanceret billede på forskellige problemstillinger eller emner. Fordi der ikke er noget, kan man sige i virkelighedens verden, der ren et eller andet bestemt bag.

Jeg tror ikke STEM er den måde man skal køre det på altid, men jeg synes bestemt, at der er områder, hvor STEM giver sindssygt god mening at arbejde med, hvor man arbejder med emner, der både er inden for naturfag og matematik og arbejder med teknologi. Og her tænker jeg, teknologi bredere forstand og så bruge Engineering- metoden til at arbejde efter. Hvor man har fokus på en eller anden form for produkt, uden at det behøver at være, at man skal fremstille en dims.

I (03:36): Tak, og der var sådan lidt i forhold til indholdet i undervisningen. Hvis man så kigger på individet, altså læreren som skal løfte opgaven. Hvis vi nu tog udgangspunkt i dig, hvordan vil du kunne opnå de kompetencer, som kræver for at arbejde med STEM, hvis nu du skulle arbejde med det i din undervisning?

MN3 (04:02): For det første, er der jo altid som individ, altså som lærer, en personlig interesse i en naturlig progression. Altså at hele tiden blive en bedre eller en bredere lærer indenfor forskellige ting.

Det er selvfølgelig vigtigt, at man som lærer overhovedet er interesseret i at udvikle ens undervisning. For mit eget vedkommende er jeg jo så heldig, at jeg både er naturfagslærer og matematiklærer. Det vil sige jeg har allerede både Science og matematik. Men det kunne selvfølgelig altid være inspirerende at deltage i kurser, hvor man får idéer til forløb.

Så ligger jo også virkelig, virkelig meget på, at på ASTRA omkring det. Og så synes jeg faktisk, at det der man arbejder med det i teamet og sammen får en fælles forståelse af, hvordan de kan arbejde med det her. Hvordan kan vi bruge elementer fra STEM i vores egen fælles faglig undervisning? Som lærer er der selvfølgelig det der med kurser og inspiration. Men hvis det ikke er en mulighed, så skal der være mulighed for at komme til at stifte bekendtskab med undervisningsforløb, der allerede er delvist tilrettelagt i, hvordan man skal redidaktisere aktuelle emner indenfor STEM kan hjælpe rigtig meget.

I (05:36): Mange tak, og så kommer du lidt ind på det næste spørgsmål, som handler om hvad det ud fra din optik kræver at kunne bruge STEM som tilgang til undervisningen. Hvor det drejer sig, om at lære hvordan bruger man teknologi og engineering thinking, altså ingeniørmetoderne, fordi du implicit har science og matematik som linjefag.

Tænker du, at mand som naturfagslærer er bedre hjulpet til at arbejde med STEM på grund af de tværfaglige fokusområder i udskolingen, end man egentlig er på mellemtrinnet?

MN3 (06:12): Ja, det tror jeg faktisk. Netop fordi vi allerede har fokus på at arbejde mere interdisciplinært, selvom jeg faktisk syntes, at i natur/teknologi, så ligger det jo implicit, at det er interdisciplinært, at man må dele for alle mulige forskellige til områder fra virkeligheden. For eksempel har man i mange år arbejdet med at lave broer rigtig langt hen ad vejen faktisk taler direkte ind i noget, der er STEM.

Og så tror jeg måske. Det er min egen fordom, at faktisk er utroligt mange natur og teknologi lærere på mellemtrinnet, der ikke er linjefagsuddannet. Og det giver et problem, fordi de måske hverken er linjefag uddannet i noget naturfagligt. Og De har måske heller ikke linjefag i matematik. Det vil sige, at de har måske heller ikke deres fokusområde på at

blive en bedre naturfags- eller matematiklærer. Og tager man måske heller ikke fat i noget, som man ikke kender til i forvejen eller har interesse i.

I (07:18): Okay, og det leder så over i drivkraften. Og det er lidt den du tale ind i med dit eksempel, det der med selve drivkraften til at kunne arbejde med det. Hvis vi fortsætter med eksemplet om mellemtrinnet, og det er jo det der med, at hvis man er linjefagsuddannet i natur/teknologi eller matematik, så har man en naturfaglig interesse?

Hvordan vil du beskrive hvilke forhold og betingelser der skal være til stede hvis du for eksempel skulle udnytte STEM til at udvikle undervisningen eller lærers fagteam?

MN3 (08:00): For mig selv er der selvfølgelig altid den personlige drivkrafts interesseværdier i forhold til, at jeg synes, jeg selv får et bedre undervisning. Men jeg syntes også at en anden ting er, at deltager man i et fagligt team. Så er det også noget man i fællesskab kan blive enige om, at man har interesse i, og så hjælper man hinanden med at skabe muligheder, tid og rum for at diskutere. Hvordan laver vi en god undervisning, hvor vi f.eks. bruger STEM?

I (08:40): Okay, hvad er det så for nogle forhold, der gør, at man ikke skulle benytte STEM som undervisningsform og dermed undgå det – kan du pege på noget der?

MN3 (08:51): Jeg kan godt trække på noget erfaring. Og jeg tror rent faktisk at hvis det virker meget besværligt at gå i gang med noget, der er nyt, men som jeg ikke kender til i forvejen. Det ville være den meget gængse tilgang, der gør, at folk ikke gør det. Og den anden del kunne værre. Hvis man nu ikke har alle naturfag, og ikke helt kan se at lige præcis ens eget fag, nu taler jeg udskolingen, det bliver tilgodeset ret meget. Hvis man arbejder med STEM, så tror jeg også, at man kunne være tilbøjelig til at tænkte. Nej, skal vi virkelig gøre det?

I (09:33): Okay, det du siger er at den faglige stolthed, den kan godt være en hæmsko. Hvis nu man kigger på selve omverdenen i arbejdet med at udvikle kompetence til at gennemføre STEM-undervisning, ville en tolærerordning så være væsentlig?

MN3 (09:57): Ja, for det er en super god støtte når man er to. Specielt hvis man begge to er lidt usikre i det, så kan man på en eller anden måde støtte hinanden i at afprøve noget, der er nyt. Plus at to-lærer ordningen eller i co-teaching lægges der i hvert fald en del op til noget, der også kan bruges i forhold til observation. Så i forhold til at sige, at nu prøver jeg

det op, så beder, når jeg skal introducere denne del af dem. Hvordan fungerer det så i forhold til klassen, som er den måde? Både kan have en til at støtte, men også kan have en til at observere hvordan får jeg det formidlet? Og fungerer det i forhold til, at man skal videreudvikle?

Så tror at der er mange gode ting i det både fællesfagligt, men også i forhold til STEM hvor der er mange ting i gang på samme tid. Da er det en kæmpe fordel at være to mand også, så man kan nå rundt.

I (11:04): Enig, i praksiselementet kan man mange gange være lidt på overarbejde, hvor det er anderledes med teorielementet.

MN3 (11:13): Så synes man, at når man skal indføre noget nyt. Da er det godt man er to, hvor en kan observere og den anden kan sætte ind med en aktion f.eks. nu arbejder vi med STEM og jeg vil gerne have fokus på, hvordan arbejder eleverne? Hvordan og hvordan får jeg sat i gang, at de arbejder med engineering-metoden for eksempel?

Altså det der med at have en nummer to lærer på, så man bag efter reflektere og snakke om hvordan fungerede det egentlig?

I (11:42): Og det du taler ind i der er læringsfællesskabet, og hvordan det som fagteam kan være med til at udvikle kompetencer indenfor STEM.

MN3 (11:53): Ja

I (11:55): Med det udgangspunkt, hvordan ser du så at STEM kan være med at skabe en læringsarena, som involverer eleverne aktivt i deres læringsproces?

MN3 (12:12): Jamen særligt i forhold til det der at de arbejder med STEM. Det der med, at de selv får ejerskab for en problemstilling. Eller designproces, hvor de selv i virkeligheden er primus motor for det, der skal ske. Så i høj grad i høj grad det der med, at de får lavet noget, som bliver deres. Læreren bliver meget mere vejledere end en direkte den, der står på tavlen. Ja, det tror jeg kunne være en meget stor del i, at det for eleverne bliver nærværende af.

I (13:05): Tak for dit svar og deltagelsen i mit interview. Fortsat god tur op til konfirmationen.

Bilag 6 – transskriberet interview med matematik- og naturfagslærer

Interviewer kaldes for I og den interviewede matematik- og naturfagslærer kaldes for MN4 i transskriberingen, da vedkommende er den sidste af fire matematik- og naturfagslærere som interviewes.

I (05:58): Hvilken betydning tror du tværfaglighed har for at øge læring hos eleverne og bestemt kunne være med til at placere det her?

MN4 (06:08): Ja, i hvert fald inden for naturfagene kan det udgøre kernen. Læring er afgørende for mig. Jeg har været på en friskole i 6 år, hvor det var rent problembaseret. Vi havde ikke fag overhovedet, så det var rent tværfagligt hele. Det var er de bedste år, som lærer jeg nogen sinde haft. Og det var også de mest engagerede elever, jeg nogen sinde har haft og de dygtigste elever. Og det var ikke fordi, de kom for nogle akademikerfamilier, tvært imod vi var ude på landet.

Så i forhold til det tværfaglige, så jeg oplevede at det gav god mening det vi lavede der. Og det var meget nemmere som lærer at lave noget, der gav mening, som var relevant for eleverne. Jeg havde de store elever. Det var nemt at lave noget, som var relevant for dem. Og når man laver noget tværfagligt, så får eleverne også en mulighed for bedre at fordybe sig i nogle ting, ikke glemme det igen.

Man får også mere tid til undervisning når man arbejder tværfagligt. Ved godt, at man tænker det lige modsat, at det vil være lige modsat. Men vi oplevede faktisk at hvis man gik all in så fik vi faktisk meget mere tid. Fordi, så behøvede man fx kun at lære det periodiske system en gang, og ikke tre gange, en gang for hvert naturfag. Og så prøvede vi hele tiden at ramme nogle problemstillinger, der var relevante for dem. Og vi kunne, så arbejdet rigtig meget med at få rigtige bruger ind. Altså firmaer eller plejehjem hvad nu skulle løse, og så snakkede vi tit med landbruget. Fordi de lå lige ved siden af os, og havde mange forskellige problemstillinger fx forurening og gødning af marker. Faktisk oplevede jeg tit at eleverne blev efter skole og arbejdede videre.

I (07:58): Dejlig historie. Jeg har oplevet noget lignende, og fælles for vores oplevelser må være at eleverne har arbejdet tværfagligt med autentiske problemstillinger. Altså hvis man sætter dem lidt fri af bogen.

MN4 (08:15): Ja, og det er netop friheden som er vigtig. At det er deres idé og deres problemstilling, de egentlig arbejder med det, deres interesseområdet? Vi oplevede også,

at det rent faglige blev meget nemmere for dem at lære. Fordi hvis man stødte på et problem, jamen så blev de nødt til ligesom finde ud af det. Fx hvad er det, der er CO2 for noget? Eller hvad er det der drivhus, der er på landjorden? De får ikke det hele, og er nødt til at løse det her og finde ud af det på en eller anden måde for at komme videre.

I (08:43): Godt, nu skal vi prøve at kigge på individet. Og der er det relativt nemt hvis man har en naturfaglig interesse, og er udviklingsorienteret. Men hvordan vil du opnå de kompetencer, som kræves for at arbejde med STEM i din undervisning? Hvis du nu kigger rundt på de lærere du møder i din hverdag. Hvor ville du kunne opnå de kompetencer, det kræver for at kunne arbejde med STEM?

MN^a (09:14): Ja, altså det er meget interessant, for det faglige i det ligger der jo allerede for det har vi med os. Det der er det sværere, og jeg oplever derude når jeg vejleder andre, det er lige som da jeg startede, det er strukturen. Altså hele den der engineering struktur, design thinking struktur. Hvor design thinking er det samme som engineering, men vi skulle i naturfag lige have humanisterne på afstand. Men grundlæggende er strukturen den samme.

Den struktur, den er stadig rigtig, rigtig, rigtig ny for mange. Og det har hjulpet lidt med fokus på teknologiforståelse i forhold til forståelsen strukturen. Men den er stadigvæk ny og stadig rigtig svær. Fordi, at der er forskel på at håndtere den klassiske undervisning og så være en design facilitator. Altså faciliterer strukturen, men det er virkelig dem, der er nøglen til, at det lykkes. Så ja, jeg tror rigtig meget kompetenceudvikling burde ligge i den del. Altså hvordan strukturerer man hele forløbet, og hvordan sætter vi rammen på en fantastisk måde. For så begynder vi at snakke tværfaglighed, arbejde med design og kan få lavet en projektplan. Og der ligger et hav af værktøjer, nettet boomer af øvelser og værktøjer. Det er også en udfordring, for hvilke nogle fungerer altså også for elever.

MN4 (10:37): For meget af det er lavet til voksne og firmaer. Jeg tror det er der det fejler lidt. Der er også grundforståelsen af hvad er STEM? Men jeg tror virkelig, der ligger meget i didaktikken. Altså at forstå den didaktik, at forstå den måde at arbejde på med det problembaserede. Og det er mere tværfaglige. Den er stadigvæk svær. Så er der nogen der bare siger, så laver vi det lige som projektopgaven. Men det er forkert hvis man den tilgang til det.

I (11:12): Det er meget interessant det du siger omkring projektplan og didaktikken. For noget af dette kan f.eks. understøttes af van Breukelen og hans FITS-model.

(11:30 – 15:10) indeholder en dialog, som er irrelevant for interviewets formål

MN4 (15:10): Det jeg vil sige, altså alle de der modeller der findes. Altså, det er jo super fine. Men jeg fandt hurtigt ud af at bygge. Jeg blev hurtig god til at bygge modeller og øvelser op efter de forløb, jeg gerne ville lave. I stedet for at tage modellen først. Nogle gange passer modellen bare ikke lige præcis ind eller den tid man har til rådighed. I stedet for sagde jeg, at har nogle faser, jeg gerne vil igennem. Det er de faser. Og altså de passer godt ind her. Og så gør jeg, som så måske tager ud og noget ind. Og når man kommer dertil, så begynder det at blive rigtig, rigtig godt. Det, man laver.

I (15:41): Det er jo lidt det, og det bringer mig til drivkraften som den næste del. Det der med hvilke forholdet betingelser skal være til stede for, at man kan benytte STEM til at udvikle undervisning. Og her peger du på at rammerne er vigtige og det faglige overskud hos læreren.

MN4 (16:00): Fagligt overskud er et godt ord til at beskrive det med.

I (16:04): Med fagligt overskud mener jeg, at man kan sætte sig fri lige som i dit eget eksempel. Hvor du i starten bare gjorde noget, og kæmpede dig gennem forløbet. For til sidst at bruge din fagfaglige viden til at sætte dig fri, så det ikke er rammen som styrer men emnet.

MN4 (16:30): Ja, så bygger man. Altså i starten så havde jeg en model, f.eks. Googles, og så kørte jeg bare efter den. Googles model var fordi det var der jeg blev uddannet, og så er den rigtig fin og har blandt andet dobbelt diamond i den. Men jeg fandt hurtigt ud af, at nogle gange så gav den ikke mening fordi den ikke rigtig passede ind, tog for lang tid osv.

Så er det jo, når man begynder at blive rigtig dygtig til det. Så begynder man at kigge på temaet, og tænker at så kan man gøre sådan, og sådan, og sådan. Passede antal af faser til så det gav mening. Men for at komme herhen, så kræver det fagligt overskud, og det kræver øvelse og træning. Hvis man ikke lærer det på seminariet, så er det en udfordring.

I (17:11): Jamen, det er jo meget fint. Det der med, at hvis man har nogle modeller. Man har nogle redskaber og har en værktøjskasse. Det peger ind i det næste spørgsmål. Hvilke forhold og betingelser tror du gør, at man ikke vil kunne benytte STEM til udvikling af

undervisningen – hvis du kigger på dine kollegaer? For de vil nok ikke helt arbejde lige så hurtigt som dig. Hvad tror du ud i forhold til dig, at der gør, at de ikke helt kan gøre det samme?

MN4 (17:47): Jeg tror, at der er to ting i det. Den ene er. Jeg ved ikke hvad man skal kalde det. Men hvis man nu syntes at ens undervisning fungerer, hvorfor så lave det om? If it's not broken don't fix it.

Altså den der meget stringent undervisning, som mange praktiserer. Den fungerer jo i princippet godt, i hvert fald i forhold til prøven. For de er også bygget op efter denne form, teaching to the test. Som jeg også selv har gjort rigtig mange år, da jeg var en yngre lærer. Det fungerer jo, og man får det fine tal, og alle klapper en på skulderen og sådan noget. Så hvorfor egentlig lave det om? De når alle de her mål, der bliver sagt ovenfra, og alting er godt. Men det man måske nogle gange glemmer at spørge sig selv om, og det hører jeg tit, når jeg snakker med nogle folk. Det er fint, og jeg ved godt, at så kan man krydse af, og så har man det godt som lærer, og hvis forældrene brokker sig, så kan jeg sige, det har lært dem tirsdag den... Men man bliver nødt til at spørge sig selv - har de egentlig lært det? Kan I huske noget af det? Også efter længere tid f.eks. efter en sommerferie. Hvis ikke, så er det fordi de ikke har lært det. Og det var her jeg begyndte at tænke over praksis.

MN4 (19:12): Jeg fik altid et højt snit dengang jeg var lærer i Frederikshavn, for jeg lavede egentlig bare teaching to the test. Jeg fik klap på skulderen hvert år, men spurgte mig selv – hvad lærer de egentlig? De udfyldte bare papirer, de var ikke nysgerrige, de var ikke interesseret. De gjorde bare hvad jeg sagde de skulle. Og det er det vi skal blive gode til at spørge os selv om. Det er også det der er problemet, for hvorfor skal vi lave det om? Det fungerer, og alle er glade rundt om. Men man skal være lidt modig, før man tør sige ja og lave noget om.

I (20:07): Ja, pensuminitis har ikke levet forgæves. Men der har jo også været en del år hvor læringsmål var det styrende i undervisningen, og måske er man ikke helt kommet over det endnu. Eller glemt sin didaktik, og støtter sig primært op ad de faglige portaler.

MN4 (20:42): Ja, det er jo en generel udfordring. Det jeg også oplevede, var den store kulturforskel, og da jeg kom på friskolen. Det var jo lige pludselig var en leder, der sagde Jamen altså, du har tid. Du får tid til at sidde og udvikle. Du får tid til at sidde for dig selv.

Altså, vi havde færre lektioner, fordi at man forventer, at den der er tid, giver plads i ens hoved til lige pludselig at begynde at tænke over sin undervisning. Man har måske tid til at prøve at nørkle med det og lave andre ting. Vores leder derude var rigtig cool. Jamen læs en bog, læs en rapport om didaktik eller noget andet. Og det er jo det, der desværre ikke er i folkeskolens daglige trummerum.

I (21:30): Enig, og det kan gå ud over udvikling af praksis. F.eks. udvikling af de naturfaglige kompetencer hos eleverne i udskolingen.

MN4 (22:04): Ja, det er altså noget af det. Og det er lige præcis det, der er, fordi de er gode til os. De er gode til at papegøje-snakke. Det betyder at de kan det de har forberedt, men når du prikker deres perspektivering, så bliver den svær. Især hvis man har en censor, der har sådan lidt flabet.

Men perspektivering var faktisk noget af det jeg fik ros for til prøverne. For censor sagde ofte, hold da op de har ren stor viden om mange ting. Og de var gode til at ræsonnere og tænke ud over det. De tænkte slet ikke at det var naturfag, fordi de tænkte alle mulige andre elementer. Det var konteksten som bestemte om der skulle samfundsfag, dansk, religion eller andet som skulle trækkes ind. Det er jo det de bliver, når de får lov til at tænke. Det er jo øvelse, ligesom alt mulig andet, ligesom at gå til fodbold.

I (23:08): Så er vi tilbage ved det faglige overskud, og at du som lærer skal sørge for at vedligeholde og videreudanne den viden og niveau, man har.

MN4 (23:15): Der mangler helt klart en klar linje, hvor man siger nu er det det her vi vil og så skal der selvfølgelig en kompetenceudvikling til. Men det er det jo indenfor alt ting.

I (25:33): Hvis vi kigger på omverdenen, og vi arbejder med at udvikle kompetencer til at gennemføre STEM-undervisning. Tror du så, at hvis man havde en tolærerordning det ville være væsentligt?

Mn4 (25:46): Det ville helt sikkert være bedre. Det er jo nemmere at vejlede, hvis man dækker bredere fagligt. Det var vi faktisk også på friskolen, altså to lærere. Der var altid en humanistisk og naturfaglig lærer, så vidt det var muligt. Netop fordi vi mixede det så meget som vi gjorde. Men det fungerer godt generelt med to-lærer system, særligt hvis man planlægger sammen, og det er også hemmeligheden til succes at man er fælles. Og ikke

bare at en planlægger, og den anden er assistent. For der ser jeg rigtig meget derude lige nu, og det syntes jeg er ærgerligt.

I (27:10): Enig, hvordan kan læringsfællesskaber, som for eksempel farve teams, være med til at udvikle kompetencer inden for STEM? Set du fra din optik?

MN4 (27:14): Det er altafgørende, at der er et teamsamarbejde. Hvis man f.eks. er 4 eller 5 eller 6 på en skole, der bliver enige om at det her vil vi. Så er det jo der, at det kan lade sig gøre. Det kan jo ikke lade sig gøre, når en ildsjæl gerne vil. Jo, det kan det godt, men kun indtil vedkommende brænder ud eller får et konsulentjob. Det er de to muligheder, der er, og det har jeg fortalt rigtig mange ledere. Ham der Peter, du har, han er rigtig fed. Men du skal altså have flere i gang, for lige om et øjeblik så har han altså fundet noget andet at lave.

Det der er derfor det faglige tema, er så vigtigt. Men igen der skal også noget tid i det, for det er svært at mødes. Men kan man virkelig lave en årsplan sammen, sidde sammen og være enige om, at det er det her, vi gerne vil. Så bliver ressourcerne også meget mere bredt ud end mellem dem. Og fælles har man kompetencer indenfor alle dele i STEM, nogen kan design, nogen kan engineering. Og så er der nogen som er MEGA fagligt inden for biologi eller det, der passer perfekt. Så det er altafgørende, at man har et ret godt teamsamarbejde. Det er også meget nemmere at snakke med ledelsen. Hvis nu man f.eks. gerne vil have mere tid, så er det mere kraftfuld der kommer 6 lærere frem for en.

I (28:36): Enig, Og det sidste spørgsmål handler om hvordan ser du, at STEM-undervisning kan være med til at skabe en læringsarena, som involverer eleverne aktivt i læringsprocessen? Det var lidt det, du snakkede om på friskolen, der var i, fik sat undervisningen fri, og løftet undervisningen så eleverne til naturfagsprøven kiggede ud over deres fag, og inddrager omverdenen her massivt det.

MN4 (29:07): Ja, Og noget af det, jeg faktisk syntes var allermest interessant på friskolen. Det jeg så i mit miniekperiment, for der er ikke mange datapunkter i de 30 elever vi havde om året. Noget det at jeg så, det var altså at de dygtige. De var stadigvæk dygtige. De blev ved med at være dygtige. De fortsatte derud af og fik de der 12-taller de skulle. Men der hvor der virkelig var en forskel. Det er det jeg synes, var rigtig, rigtig spændende. Det var dem, der har svært ved det. De blev også dygtigere. De løftede sig rigtig meget. Da så jeg

virkelig et løft, og det var sjældent vi havde under fire, det var gerne syv og op efter. Vi havde virkelig nogle høje snit.

Bilag 6 – transskriberet interview med lærerstuderende

Interviewer kaldes for I, og lærerstuderende kaldes for LS i transskriberingen.

I (05:36): Spørgsmål 1 - Hvordan vil du beskrive en tværfaglighed, som involverer flere fag og flere fagdiscipliner i forhold til undervisning?

LS (05:47): Vil beskrive det sådan, at elever igennem tværfaglighed har eller kan få en form for sammenhæng mellem forskellige fag. At de kan opnå andre kompetencer og færdigheder, når de arbejder sammen med flere fag. Og giver mulighed for et andet perspektiv, mindset og dannende måske på en anden måde end udelukkende matematik eller udelukkende biologi. Så det er lidt, hvordan jeg ser det.

Og så har jeg selv oplevet dette, hvor syntes jeg selv, at det er rigtig, rigtig godt.

Generelt med tværfagligheden i naturfagene, primært som jeg har arbejdet med at. Man kan virkelig øge elevernes motivation for fagene, i stedet for at man har hver enkelt naturfag eller matematik. Og overhovedet ikke have nogle sammenhænge. Rigtig mange elever spørger ofte i udskolingen - Ej, hvad skal vi bruge de have til? Især når man har noget tværfaglighed. Så synes jeg, at det giver mere mening også for eleverne. Ja, generel undervisning og indhold, hvad de skal arbejde med tværfaglig undervisning.

I (06:59): Det er lidt det samme jeg også oplever i forhold til tværfagligheden. Det der med at arbejde på tværs af fagene omkring en fælles genstand og fælles problem. Jamen, det øger egentlig motivation, men det øger egentlig også elevernes indsigt i, hvad man kan bruge fagene til - så det er jo perfekt. Så når vi så kigger på individet i forhold til indholdet, giver det viden på individniveau med tværfaglighed og STEM - har I snakket om det på lærerstudiet?

LS (07:38): Jeg vil sige, at jeg ikke har hørt om det i undervisningen på læreruddannelsen. Men i og med at i geografi, som er en af mine fag, skal i vores afsluttende prøve faktisk lave en af de fem prøveprodukter, omkring tværfaglighed med et andet fag.

I forhold til STEM har jeg også læst litteratur, men jeg har ikke eksplicit haft undervisning eller noget lignende på læreruddannelsen, hverken i matematik eller i geografi som sådan.

I (09:35): Spørgsmål 2 - Hvad vil det kræve af dig som underviser, hvis du skal bruge dem som tværfaglig undervisning?

LS (09:35): For mig ville det i hvert fald være meget vigtigt, at jeg får nogle kompetencer og færdigheder, især i det, der hedder Teknologi og engineering, da de er ukendte. Altså det andet føler, har jeg okay styr på. Kom an på selvfølgelig, hvilke emner i matematik.

Men det er altså for mig sådan lidt. Vi har ikke lært noget om det overhovedet. Der findes faktisk ikke som rigtigt, ikke nogen fag, som kan laves omkring de her to områder – teknologi og engineering, så det har vi i hvert fald brug for. Enten en form for efteruddannelse eller i form af en lærer, som har erfaring med det. Og så også det der med at have nogle undervisningsmaterialer. Måske også noget ikke som bare kopierer, men rigtige materialer som man for eksempel kan bruge som inspiration til os som ikke er uddannet lærer endnu. Hvis jeg skulle starte for eksempel efter sommer, når jeg er færdig, så kunne jeg godt tænke mig, at der er minimum to lærere til det. Fordi nu har jeg også prøvet nogen projekter med elever, og jeg synes bare, det er bedre når der er minimum to lærere, fordi man bedre kan give en form for vejledning.

I (11:07): Det er jo rigtigt, og det svarer jo egentlig i forhold til næste spørgsmål omkring drivkraften. *Spørgsmål 3 - hvis du skal være motiverende en motiverende faktor for dig i forhold til at benytte dem som undervisningsform, når du skal arbejde tværfagligt.*

Så siger du at der skal være masser af efteruddannelse, to lærere og nogle værktøjer, man kan bruge til at arbejde med teknologi og engineering - opsummering på svaret i LS (09:35).

LS (11:53): Ja

I (11:54): Spørgsmål 4 - hvad gør at du ikke vil bruge STEM som undervisningsform når du skal arbejde med tværfaglig undervisning? Sagt på en anden måde, hvad ville så helt konkret gøre, at du ikke vil bruge STEM som undervisningsform, når du skal arbejde med tværfagligt - hvis du skal arbejde tværfagligt?

LS (12:17): Altså, hvorfor jeg ikke vil bruge STEM til at arbejde tværfagligt?

I (12:20): Ja, er det usikkerhed eller er det at du tænker det vil kræve for meget arbejde?

LS (12:28): For mig er det faktisk ikke det der med, at det kræver for meget at arbejde. Fordi jeg har selv oplevet, at det virker godt for eleven med tværfaglighed, dat alle på forskellige måder kan være med.

Men det, der ville forhindre mig, var for eksempel hvis jeg ikke får nok tid til at forberede mig, fordi det syntes jeg nogle gange kan være vanskeligt til dagligt. Fordi så risikerer hele forløbet kun at blive kun til noget halvt noget og det vil være ærgerligt for eleverne, men også for mig som lærer hvis man ikke kan få det ud, som man egentlig kan få ud af sådan et undervisningsforløb.

I (13:20): Interessante betragtninger du nævner, for nu begynder det ligesom at tegne sig lidt at tegne sig et billede i forhold til det, du streger op. Du nævner at man ikke har hørt på læreruddannelsen meget omkring det – ja, generelt hører man egentlig ikke rigtig så meget til det.

Der er nogle enkelte lærere/undervisere, der laver noget tværfagligt, men derfra og til faktisk at arbejde med STEM fagligt og med hvilke emner er der ikke nogen kobling. Fx hvad kræver det egentlig at lave en didaktisk transposition af et forskningsområde til et egentlig undervisningsforløb som arbejder med STEM?

Spørgsmål 6 - hvad tror du at to-lærer eller sidemandsoplæring betyder for at udvikle kompetencer i STEM-undervisning? Eller ud fra det du nævner, så lad os sige at du sammen med en kollega på den tyske skole efter sommerferien gerne vil opbygge en læringsarena eller en STEM faglig praksis og kultur. Hvilken effekt tror du så, at det ville have at I var to lærere om at løbe med opgaven?

LS (14:27): Altså for det første kommer det jo an på, om den anden lærer også måske er helt ny i det, da man så er to nye, som måske ikke ved så meget om det. Det er måske ja, knap så godt, men det kan sikkert lade sig gøre. Men altså, jeg vil helt klart se en fordel, hvis der for eksempel en, der har prøvet det eller har viden om det, og så på en måde lærer mig om det. Og så kunne man måske i første omgang lave sådan et undervisningsforløb sammen med to lærere, og bagefter ville jeg måske jeg som nyuddannet føle mig mere sikker i det, hvor man så også kan bruge forskellige metoder, og i sidste ende også kan lave sådan et tværfagligt forløb selv i klassen.

I (15:16): Det du praktisk talt siger, er, at hvis man var to lærere om det, og der var én, der egentlig var lidt bekendt med, hvordan man gjorde, så ville du være i stand til at kunne

opbygge den viden vi snakker om som skal til for at få faglig selvtilid i forhold til at kunne arbejde med STEM.

LS (15:35): Lige præcis, men syntesen er altid sammen. I vores lærerverden er det nogle gange meget svært det der med tværfaglighed og lære hinanden op. Fordi jeg allerede nu arbejder på en skole, og føler allerede nu, alle lærere har travlt, så det er svært at finde tid til at sætte sig sammen og lærer hinanden op. For eksempel STEM så jeg tror sådan at i praksis kunne der være nogle vanskeligheder med det, hvis der ikke er minimum, er en, der siger "Kom, vi skal sætte os ned nu her, og vi skal snakke om det."

I (16:14): Så er det, du egentlig bare peger på, er at hvis der fandtes nogle undervisningsforløb, som var STEM faglige både lektion planmæssigt, men også med faglig og didaktisk begrundet, så ville det være nemmere at tilgå opgaven?

LS (16:33): Ja det tror jeg lærerne ville sige, det ville jeg i hvert fald.

I (16:37): Hvis nu vi kigger på et sammenspil mellem læring og STEM som pædagogisk didaktisk tilgang, i forhold til at skabe et fagligt fællesskab, hvor vi snakker vi om lærerne imellem. Spørgsmål 7 - hvordan ser du så STEM kan være med til at skabe et læringsfællesskab med udgangspunkt i naturfag og matematik?

LS (17:04): Altså, jeg synes jo, at det har et godt potentiale. Især når man tænker på, at vi i indskoling og mellemtrin har det, vi kalder for natur/teknik eller natur og teknologi, eller hvad det hedder. Så det giver god mening at fortsætte med dette. Det da, at man har noget fælles fagligt, især i naturfagene, fordi det er så mange emner og indhold, der ligner hinanden i biologi og geografi – så lav dem da sammen. Så giver det måske også mere mening - især når man tænker på det, de kalder, for de fælles faglige fokusområder, som er på en måde forpligtende i udskolingen da elever skal gennemføre dem og har dem til den fælles faglige prøve. Altså, det giver jo med en god mening i det og især set, at man kan tage matematik med ind under det. Og så synes jeg også, at der i den tværfaglighed, mellem naturfag og matematik kan lave et læringsfællesskabet, som kan blive meget mere undersøgende og problemløsningsorienteret i stedet for. At Eleverne kun har geografi og skal løse nogle opgaver, og så har de det sammen med eller endda i biologi og kan slet ikke se, hvordan det hænger sammen. Ved undersøgelser kan eleverne måske tænke mere kritisk og kan få lov til at designe deres eget løsningsforslag og bruge det i perspektiveringer og sådan noget. Et læringsfællesskab kan måske være lidt mere åbent

på en måde i stedet for alle de lukkede opgaver og lukkede spørgsmål, som man nogle gange i den traditionelle undervisning som den er. På den måde kan læreren så også være med til at have en rolle som vejleder og giver eleverne tid til at tænke lidt dybere og dermed komme frem til løsninger i stedet for at læreren står ved tavlen som videns ekspert.

I (19:15): Perfekt, nu står du jo lige om lidt og skal til en eksamen i geografi, og du snakker om at vil prøve og skal involveres et andet fag. Har du gjort dig nogle tanker om, hvad det er for et fag, du vil arbejde sammen med?

LS (19:35): Ja, vi har faktisk allerede afleveret og har lavet et tværfagligt produkt eller forløb med fysik kemi om olier.

I (19:49): Hvis du nu prøvede at lege med tanken i forhold til produktet om fysik, kemi og geografi og olie - du har jo matematik på linje ikke også?

LS (19:20): Ja

I (19:20): Godt, hvis du skulle prøve til eksamen at lægge matematik ned over jeres produkt, hvordan kunne I bruge matematikken til at beskrive indholdet?

Her tænker jeg på hvad kunne man gøre? Hvad ser du sådan et forløb skulle handle om? Og hvad ville det egentlig gøre i forhold til, hvis man skulle lave et fagligt fællesskab?

LS (20:20): Ja, generelt kan man jo sige Matematik er jo ikke bare at lave beregninger. Det er jo lige så vel som altså problemløse opgaver, hvor man skal løse forskellige problemer. Fx sætte det der med olie i perspektiv, lave nogle beregninger, måske om hvornår løber vi tør for olie? Hvad er det nu, vi skal have bagefter, når vi ikke har olie længere vej? Hvor mange år tager det før der dannes ny olie? Kan vi overhovedet gøre det? Det er jo rigtig meget matematik.

Bilag 7 – Kategorisering af meningskondenseringerne fra interviewsekvenserne

7.1 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 1

Forskningsspørgsmålet: Hvad kendetegner interdisciplinære undervisningssituationer, hvor STEM-faglig praksis har været med til at initiere læring?		
Lidt anvendelig	Middel anvendelig	Meget anvendelig
<p>Berettigelse for STEM i undervisningen</p> <p>Ikke altid STEM som undervisningsform</p> <p>Naturfag er kernen i undervisningen</p> <p>Tværfaglig modvirker stoftrængsel</p>	<p>Ramme for undervisning</p> <p>Antal af akronymer, som integreres i et STEM forløb</p> <p>Naturlig samarbejde fagene i mellem</p> <p>Praksiskompetence</p> <p>Læring er nemmere når stoffet / emnet er relevant for eleverne</p> <p>Tværfaglighed skaber sammenhæng</p> <p>Fag ind i en kontekst</p>	<p>Virkelighedsnære problemstillinger i matematik</p> <p>Åbne faget matematik for eleverne</p> <p>Kompetencebaseret undervisning</p> <p>Øget motivation</p> <p>Kompetencer til problemløsning</p> <p>Elevinvolvering</p> <p>Tværfaglighed øger læring.</p> <p>Nuanceret anskuelse af undervisningens stof</p> <p>Systematisk problemløsning med engineering-metoden</p> <p>Tværfaglighed giver mulighed for dybdelæring</p> <p>Udvikle flere kompetencer og færdigheder gennem tværfaglighed</p> <p>Elevkompetencer</p> <p>Fra monofaglighed til tværfaglighed</p>

		Interdisciplinaritet som modpol til monofaglighed
--	--	---

7.2 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 2

Forskningsspørgsmålet: Hvilken betydning har lærerens kapacitet for udvikling (læs – evne til aktiv, reflektiv og kritisk (re)konstruktion af viden (Verbiest, E. & Erculj, 2006) for vedkommendes arbejde med STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen?		
Ingen eller lidt anvendelig	Middel anvendelig	Meget anvendelig
<p>Matematik bliver relevant for eleverne gennem STEM undervisning</p> <p>STEM gør det abstrakte synlig for eleverne.</p> <p>Aktionslæring som middel til kompetenceudvikling</p> <p>Undervisningsformen skal være praktisk orienteret modsat arbejde med lukkede opgaver</p> <p>Færdige eksemplariske STEM-forløb indenfor både sprog-, kultur- og matematikfag.</p> <p>Naturfag skal ikke være de eneste kulturbærere</p>	<p>Udvikling af kompetencer gennem fagligt fællesskab</p> <p>Transfer</p> <p>Placering af grundlag for læring</p> <p>STEM som middel til at dekontekstualisere naturfag for eleverne</p> <p>STEM eksemplificerer naturvidenskaben gennem tværfaglighed, og placerer skolefaglig viden i elevernes virkelighedsforståelse</p> <p>Forskellige niveauer for STEM-undervisning</p> <p>Vidensopbygning gennem kurser og inspirationsmateriale</p>	<p>Udvikling af STEM-forløb er svært</p> <p>Manglende fagfaglig viden og kompetencer</p> <p>Linjefag i matematik og naturfag er en fordel</p> <p>Udvikling af lærerfaglig self-efficacy</p> <p>Læring kan foregå på flere niveauer</p> <p>Udvikling af de lærerfaglige kompetencer</p> <p>Udvikling med konkrete leverancer, som afprøves og evalueres i lærernes egen praksis</p> <p>Lærere med høj self-efficacy er aktive bidragsydere til processen</p>

<p>Praksisfaglighed fremmer læring og højner fagligheden modsat overfladelæring</p> <p>Fremme viden om STEM som undervisningsform gennem eksemplariske undervisningsforløb kan erstatte deltagelse i kurser hvis nødvendigt</p> <p>At arbejde med tværfagligheden i STEM er nemmere i udskolingen end på mellemtrinnet</p> <p>Natur/teknologi-lærerne arbejder ikke implicit tværfagligt med matematik – mangler formelle undervisningsmaterialer</p> <p>Forsøgsordningen med teknologiforståelse har bidraget aktivt til at placere praksisfaglighed i den traditionelle undervisning.</p> <p>Strukturen i designprocesser er nøglen til om STEM undervisning lykkedes.</p> <p>Eksemplariske undervisningsforløb som inspirationskilder til udvikling af praksis</p>	<p>Udvikle STEM-faglige kompetencer vha. ressourcepersoner</p> <p>STEM-undervisning kan være en naturlig del af den faglige kultur</p> <p>Kompetenceløft gennem videreuddannelse</p> <p>Vigtigheden ligger i at arbejde med STEM i et trygt læringsmiljø</p> <p>Lærere med linjefag i matematik og naturfag har nemmere ved at arbejde med STEM naturligt</p> <p>Inspiration til arbejde med STEM gives gennem kurser og videnscentre i Danmark</p> <p>Problembaseret læring kan være et middel til at arbejde med STEM i grundskolen</p> <p>Der mangler grundforskning i hvad er STEM?</p> <p>Didaktiske modeller er vigtige i lærernes arbejde med STEM og tværfaglighed</p> <p>En faglig ressourceperson kan være nyttig i arbejdet med udvikling af STEM-faglige kompetencer</p>	<p>Manglende motivation for udvikling og forståelse for problemstillingernes faglige mangfoldighed</p> <p>Faglig usikkerhed er en afgørende faktor for manglende deltagelse i udvikling af STEM.</p> <p>Viden om STEM som undervisningsform gennem praksis</p> <p>At arbejde tværfagligt, er et aktivt valg fra den enkelte lærer</p> <p>Lærerens refleksion over egen praksis med det formål at blive en bedre lærer</p> <p>Fagligt fællesskab som præmissen for udvikling af STEM-faglige kompetencer</p> <p>Manglende linjefagsuddannelse er grundlaget for ikke at arbejde med STEM</p> <p>Fagligheden i STEM ligger implicit i fagdisciplinerne, men strukturen er svær og ukendt (man har det ikke med fra seminarier)</p> <p>Det svære sammenspil mellem fagdiscipliner</p>
---	--	--

		STEM er ikke en del af daglig praksis på læreruddannelsen, men tværfaglighed er. Efteruddannelse er vigtig for strukturen er ukendt
--	--	--

7.3 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 3

Forskningsspørgsmål: Hvad er hæmmende og fremmende for at motivere, eller demotivere, naturfags- og matematiklærere til, at benytte STEM som pædagogisk-didaktisk virkemiddel til at udvikle daglig praksis?		
Lidt anvendelig	Middel anvendelig	Meget anvendelig
Materialebank sparer tid og øger succes hos læreren.	<p>Udvikling af viden og kompetencer gennem eksterne læringsmiljøer</p> <p>Udvikling af viden i fællesskab</p> <p>PLF som katalysator for udvikling af viden</p> <p>Faglig usikkerhed kan minimeres ved, at der i processen med at udvikle STEM-faglige kompetencer, er en kvalificeret ressourceperson til rådighed for lærerne.</p> <p>Flere fag i samme klasse eller på årgangen er en fordel for at kunne skabe synergi</p>	<p>Manglende viden om fagdisciplinen i akronymet</p> <p>Indholdet i akronymerne</p> <p>Manglende lærerfaglig motivation for gennemførelse af forløb med de nye fagdiscipliner</p> <p>Fagligt overskud som hæmsko for arbejdet med STEM og tværfaglighed</p> <p>De organisatoriske rammer understøtter ikke processen</p> <p>Læreren kan ikke se formålet med at ændre praksis, da det eksisterende virker.</p>

	<p>Faglokaler til STEM-undervisning øger succes ift. at gennemføre den form for undervisning.</p> <p>Dårligt faglokale og manglende materialer virker demotiverende på læreren.</p> <p>Undervisning med fokus på færdigheder giver gode resultater, men initierer ikke nødvendigvis læring hos eleverne.</p> <p>Der mangler en klar konsensus i folkeskolen ift. ønsket om at udvikle praksis.</p> <p>Efteruddannelse er midlet til at placere STEM som undervisningsform</p> <p>Manglende tid til forberedelse gør, at STEM vælges fra som undervisningsform, da resultatet af forløbet ville være fagligt af dårlig kvalitet</p>	<p>Viden om STEM som undervisningsform er vigtig.</p> <p>Inddragelse i det faglige fællesskab om udvikling af forløb og undervisningsmateriale</p> <p>Manglende inddragelse skaber demotivation</p> <p>STEM som undervisningsform er ikke frivillig</p> <p>Indre motivation som middel til udvikling</p> <p>Inddragelse i det faglige fællesskab om udvikling af forløb og undervisningsmateriale</p> <p>Lærerens didaktiske og faglige kompetence gør, at han/hun frit kan vælge mellem formelle og uformelle læremidler i arbejdet med at planlægge og gennemføre undervisning, som kan arbejde med STEM</p> <p>Den lærerfaglige uddannelse bidrager ikke til udvikling af STEM-faglige kompetencer hos de lærerstuderende</p> <p>Lærerfaglig sikkerhed i gennemførelse af traditionel undervisning, placerer en usikkerhed hos den pågældende lærer</p>
--	--	--

		<p>ved planlægning og gennemførelse af kompetenceorienteret undervisning.</p> <p>Man skal som lærer besidde en faglig self-efficacy for at ændre praksis over mod STEM som undervisningsform.</p> <p>Skolekulturen har en afgørende betydning for en lærers faglige udvikling.</p>
--	--	--

7.4 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 4

Forskningsspørgsmålet: Hvilken betydning har to-lærer ordninger for udvikling af lærerens kompetencer til, at arbejde med STEM som interdisciplinær undervisningsform?		
Lidt anvendelig	Middel anvendelig	Meget anvendelig
<p>Ikke alle fagdiscipliner i STEM er lige udfordrende at arbejde med</p> <p>Det er indholdsmæssigt betinget om to-lærer ordningen bliver relevant, ved tilegnelse af teori er det ikke relevant men ved eksperimentelt arbejde kan det være en fordel</p> <p>Fælles planlægning af undervisningen skaber synergi i undervisningen og øger muligheden for læring - hverdagen i folkeskolen er ofte en anden, at en planlægger og den anden assisterer</p> <p>Det er godt at have en, som er tovholder eller primusmotor på at få startet den faglige dialog.</p> <p>Eksemplarisk STEM undervisningsmateriale er nyttig i arbejdet med at udvikle det faglige fællesskab.</p>	<p>To-lærer ordningen handler ikke om at holdele klasse, men at skabe et lærende fællesskab om det at udvikle STEM-faglige kompetencer.</p> <p>Udvikling af lærerfaglig handlingskompetence med to-lærer ordning</p> <p>Diversiteten i lærernes faglige kompetencer, er et fagteams styrke</p>	<p>Usikre lærere vil have gavn af professionelle læringsfællesskaber til at udvikle STEM-faglige kompetencer</p> <p>To-lærer ordning giver mulighed for at praktisere lesson studies med formål at udvikle praksis</p> <p>To-lærer ordning er givende når man skal arbejde med STEM, for det øger muligheden for at vejlede alle elever i deres arbejde med akronymernes fagdiscipliner.</p> <p>To-lærer ordning øger muligheden for udvikling af undervisning gennem refleksion over praksis</p> <p>Når man er en nyuddannet lærer, så er to-lærer ordning en fordel og vigtig – sidemands oplæring</p> <p>Udvikling af lærerfaglig selvtillid gennem sidemands oplæring</p>

7.5 Kategorisering af meningskondensering af interviewsekvenser fra forskningsspørgsmål nummer 5

Forskningsspørgsmål: Hvilken sammenhæng er der mellem læring og STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang i forhold til at skabe et fagligt fællesskab?		
Lidt anvendelig	Middel anvendelig	Meget anvendelig
<p>Undervisningen skal skabe værdi og være meningsfuld for eleverne, hvis man ønsker at øge motivationen for læring.</p> <p>Elevcentreret undervisning øger motivation for læring</p> <p>Ved designorienteret undervisning skifter læreren rolle fra at være formidler af viden, til at blive guide til videns tilegnelse</p> <p>Professionelle læringsfællesskaber er med til at øge læring hos eleverne</p> <p>Naturfagernes progression i grundskolen placerer automatisk et læringsfællesskab blandt naturfagslærerne</p> <p>Den nye naturfagsprøve har været med til at etablere et læringsfællesskab blandt naturfagslærerne.</p>	<p>STEM er en undervisningsform, som adskiller sig på flere parametre fra den traditionelle undervisning ved f.eks. at være problemorienteret.</p> <p>En STEM-didaktik indeholder ud fra et forskningsmæssigt synspunkt fire elementer</p> <p>Der foreligger ikke en klar politisk eller forskningsmæssig definition på fagdisciplinernes integration i STEM</p> <p>Begrundelsen for STEM-didaktikken er, at den bygger på forskningslitteratur og erfaringsbaseret evidens fra gennemførte workshops</p> <p>Principperne for STEM undervisning er dynamiske, da de vil udvikle sig som følge af prøvning på flere LABSTEM workshops og mere data andre projekter i NAFA-samarbejdet.</p>	<p>Et fagligt fællesskab omkring en klasse fremmer motivationen hos de deltagende lærere.</p> <p>Et fagligt fællesskab og samarbejde skaber værdi i arbejdet med, at skabe en fælles skolekultur omkring progressionen i det faglige stof og udviklingsfokus.</p> <p>STEM initierer den undersøgelsesbaserede undervisning i folkeskolens undervisning</p> <p>Implementering af STEM som pædagogisk-didaktisk tilgang til undervisningen skal ske som noget, der vokser ud af det operationelle niveau (læs lærerne).</p> <p>Man skal som lærer føle, at man er den del af processen med at udvikle praksis. Ellers mister man engagement, og det er bare noget, som skal overstås.</p>

	<p>Viden om og efteruddannelse i STEM som undervisningsform er vigtig.</p> <p>Når der arbejdes i fagteams, sker der en optimal udnyttelse af lærernes faglige kompetencer</p>	<p>Kollegial sparring er vigtig i arbejdet med STEM</p> <p>Eliminering af barrierer ved at inddrage lærere i faglige aktiviteter, der benytter sig af en eller flere fagdisciplinerne i STEM.</p> <p>Udvikling af faglig skolekultur ved professionelle læringsfællesskaber er med til at sikre et fremadrettet perspektiv</p>
--	---	--