



BACHELORPROJEKT MAJ 2018

Fysik/kemi - Den nye fælles naturfagsprøve

ANSLAG • 90.116 TEGN

202142003 - Rune Thorfinn A. Andersen
202142074 - Jonathan Skaarup

Læreruddannelsen
UCC Campus Carlsberg

Indholdsfortegnelse

1.0 Problemfelt.....	3
2.0 Problemformulering.....	5
2.1 Undersøgelsesspørgsmål.....	5
3.0 Videnskabsteoretiske udgangspunkt.....	6
4.0 Rambøll-undersøgelsen.....	6
5.0 Den fællesfaglige naturfagsprøve.....	7
6.0 Naturvidenskabelig dannelse.....	9
7.0 Teoretisk referenceramme.....	10
7.1 Læringssyn.....	10
7.1.1 Positivism.....	10
7.1.2 Konstruktivism.....	11
7.2 Jean Piagets Stadieteori.....	11
7.3 Naturvidenskabelige kompetencer.....	12
7.3.1 Undersøgelseskompetencen.....	12
7.3.2 Modelleringskompetencen.....	13
7.3.3 Perspektiveringskompetencen.....	14
7.3.4 Kommunikationskompetencen.....	14
7.4 Tværfaglighed - Formel og funktionel.....	15
7.4.1 Formel Tværfaglighed.....	15
7.4.2 Funktionel Tværfaglighed.....	15
7.4.3 Tværfagligt arbejdes udbytte for elever.....	15
7.5 Den tredelte model.....	17
7.5.1 Deduktiv undervisning og læring.....	17
7.5.2 Induktiv undervisning og læring.....	17
7.5.3 Abduktiv undervisning og læring.....	18
8.0 Undersøgelhedsdesign.....	19
8.1 Empirisk Metode.....	19
8.2 Præsentation af Informanter.....	19
8.3 Kritisk vurdering af metodevalg.....	20
9.0 Analyse.....	21

9.1 Analysestrategi.....	21
9.2 Identifikation af problematikker	22
9.2.1 Tværfaglighed i praksis	22
9.2.2 Kompetencer i praksis.....	25
9.2.3 Delkonklusion.....	30
9.3 Undervisningens udvikling som følge af ny fællesfaglig prøve	30
9.3.1 Efterspørgsel af kompetenceudvikling.....	31
9.3.2 Læringssyn	34
9.3.3 Kognitiv udvikling	36
10.0 Diskussion.....	38
11.0 Konklusion	40
12.0 Handleperspektiv	42
Litteraturliste	43

1.0 Problemfelt

Som kommende fysik/kemi-lærere har vi en ambition, om at dygtiggøre os i en undervisnings-praksis, der stemmer overens med den realitet man som ny lærer møder i landets almene folkeskoler. I fysik/kemi-fagets forenkledede fælles mål er det formuleret således, at faget har til formål, at eleverne udvikler kompetencer og færdigheder således, at de kan tilegne sig viden om grundlæggende fysiske og kemiske forhold i natur og teknologi, samt en forståelse af grundlæggende fysiske og kemiske begreber og sammenhænge. Undervisningen i fysik/kemi-faget skal have en sådan struktur, at eleverne arbejder varieret med egne iagttagelser og undersøgelser, med den hensigt at eleverne opnår erkendelse af, at naturvidenskab og teknologi er en del af vores kultur og verdensbillede. (Undervisningsministeriet 2016).

Folkeskolen har ændret sig drastisk gennem det sidste årti, hvor lærere skal tilpasse sig en ændret skolereform, nye didaktiske og pædagogiske metoder, og ikke mindst nye prøveformer. For naturfagslærerne er den nyligt implementerede fælles naturfagsprøve i centrum, og lærere inden for dette område må nu tilpasse deres undervisning efter nye krav. Naturfagene har historisk set haft fokus på elevernes fagfaglige udvikling inden for lærerens respektive fag, hvor færdigheds- og vidensmålene var de centrale mål for undervisningen, samt det eleverne blev testet i ved afgangsprøverne i 9. klasse.

I forbindelse med indførelsen af den nye fælles prøveform, som går på tværs af de tre naturfag i udskolingen, er faglærere nu ikke kun ansvarlige for deres respektive fag, men skal også samarbejde på tværs af naturfagene, og i fællesskab planlægge tværfaglige forløb, hvor udviklingen af elevernes naturfaglige kompetencer er i fokus. Under læreruddannelsens sidste praktikperiode blev vi mødt af både udfordringer og fordele som følge af implementeringen af, og forberedelsen til, den ny prøve, hvilket kom til udtryk gennem elevens feedback og opgavebesvarelser, men også fra praktikpladsens lærerstab. Ikke alle var lige begejstrede for at tilpasse deres undervisning til de nye krav fra Undervisningsministeriet. Her kom det til udtryk, at naturfagslærerne dels fandt det vanskeligt at samarbejde på tværs af naturfagene, og dels at de mente, at naturfagslærerne måtte gå på kompromis med det faglige indhold i deres respektive fag.

Rambøll Management Consulting udgav i Januar 2018 et statusnotat på en undersøgelse, der evaluerer de foreløbige indvirkninger på undervisningens form og indhold, som følge af indførelsen af den nye fællesfaglige prøve. Undersøgelsen er baseret på både kvalitative og kvantitative data, og har fokus på lederes og læreres holdninger til den nye prøveform. Det fremhæves, at den nye prøveform i overvejende

grad er blevet taget positivt imod på de skoler, der har afprøvet den. Det er dog i højere grad skolelederne end lærerne, der er særligt begejstrede for den (Rambøll, 2018).

I undersøgelsen af undervisningen finder Rambøll, at det er en generel tendens blandt naturfagslærerne, at undervisningen tilrettelægges efter en klassisk struktur, der er styret af læreroplæg og praktiske øvelser, faciliteret af lærere. Det var også den form eleverne i praktikken var vant til at blive undervist efter, og det er den form vi selv er blevet undervist efter i vores egen tid som elever i folkeskolen. Denne struktur er overvejende færdigheds- og vidensmålstyret, og er ikke eksplicit orienteret omkring udviklingen af de naturvidenskabelige kompetencer.

Om undervisningen konkluderer undersøgelsen blandt andet, at lærerne har oplevelser af at skulle vejlede elever i linjefag de ikke er uddannede i, at 70 pct af de adspurgte lærere efterspørger kompetenceudvikling, samt at de fire kompetenceområder godt kunne være tydeligere i tilrettelæggelsen og gennemførelsen af undervisningen (Rambøll, 2018 s. 9).

I prøvevejledningen beskrives bedømmelseskriterierne til prøveafviklingen, hvor der blandt andet står:

“Eleven bedømmes i hvor høj grad denne - kan tilrettelægge, udføre og drage konklusioner af en eller flere naturfaglige undersøgelser, herunder ved brug af modeller og med relevante perspektiver.” (Styrelsen for undervisning og kvalitet, 2015 s.15)

Her giver prøvevejledningen udtryk for, at der nu primært skal lægges vægt på elevernes kompetencer inden for naturvidenskabelige undersøgelser, modeller og perspektivering. Det er derfor problematisk at Rambøll-undersøgelsen konkluderer, at eleverne havde tendens til at lægge mindre vægt på undersøgelses- og modelleringskompetencen, og i stedet fokusere på det perspektiverende aspekt af deres tværfaglige problemstilling (Rambøll, 2018 s. 62).

Under praktikken kom det til udtryk, gennem en opsamlende evalueringsproces, at eleverne fint kunne perspektivere fagrelevant teori og forsøg, samt at sætte det i en samfundsmæssig kontekst. Det kom dog også til udtryk, at eleverne ikke formåede at anvende resultaterne fra undersøgelser, samt at gøre brug af udvalgte modeller, til at understøtte eller belyse det teoretiske grundlag. Vi har altså med andre ord oplevet nogle af de essentielle problemstillinger ved naturfagsundervisningen som Rambøll-undersøgelsen fremhæver. Dette leder os videre til problemformuleringen, som denne opgave vil tage afsæt i.

2.0 Problemformulering

“Hvordan kan man som naturfagslærer udvikle egen praksis, for at imødekomme kravene fra den nye fælles naturfagsprøve, og som følge heraf kunne tilrettelægge kvalificeret fysik/kemi-undervisning?”

2.1 Undersøgelsesspørgsmål

- Hvilke problematikker kan på nuværende tidspunkt identificeres, i forbindelse med indførelsen af den ny fælles naturfagsprøve i 2016?
- Lever den almene naturfagslærers kompetencer op til kravene, som stilles af den nye fælles naturfagsprøve?
- Hvilke årsager kan der være til, at eleverne til prøven i 2017 ikke formåede at demonstrere deres undersøgelses- og modelleringskompetence?

3.0 Videnskabsteoretiske udgangspunkt

Den viden og de erkendelser vi kommer frem til i opgaven, bliver et produkt af vores teoretiske udgangspunkter, empirisk materiale, egne erfaringer samt væsentlige pointer fra forskning. Vi vil derfor argumentere for, at vores videnskabsteoretiske udgangspunkt er konstruktivistisk.

Martha Mottelson (2017) fremhæver, at undersøgelser af virkeligheden benytter sig af menneskeskabte begreber og kategorier, der i sig selv bygger på antagelser. Disse forudgående antagelser, begreber og kategorier, bliver derfor udgangspunkt for den nye viden, der fremkommer. (Mottelson, 2017 s. 59).

Mottelson (2017) beskriver et paradoks i det konstruktivistiske videnskabssyn, i og med at den virkelighed vi undersøger ikke kan adskilles fra vores synsvinkel, og at viden der skabes på baggrund af dette, bliver et produkt af vores synspunkter. Positivistisk set er der en virkelighed der eksisterer uafhængigt af vores observationer, men den kan fænomenologisk set kun iagttages gennem subjektive erfaringer (Mottelson, 2017, s. 61).

Set i det perspektiv er vi opmærksomme på, at de empiriske og teoretiske udgangspunkter vi anvender til at besvare vores problemstilling, vil resultere i at den viden som fremkommer, bliver en konstruktion af vores forståelse af de teoretiske synspunkter og vores tolkning af empirien.

4.0 Rambøll-undersøgelsen

I dette afsnit vil vi kort præsentere et forskningsprojekt, som vi efterfølgende i opgaven vil referere til som *Rambøll-undersøgelsen*. Undervisningsministeriet har, i forbindelse med implementeringen af den nye prøveform i naturfagene, hyret firmaet Rambøll Management Consulting til at forske i og evaluere på prøvens indvirkning på folkeskolen frem til 2021. I Januar 2018 fremlagde Rambøll et statusnotat af undersøgelsen, kaldet "*Evaluering og følgeforskning i forbindelse med indførelse af ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi - Prøvens betydning for undervisningens form og indhold.*"

Undersøgelsen gør brug af både kvalitative og kvantitative data, og præsenterer en række konklusioner, baseret på analysen af deres indsamlede empiri. Disse konklusioner vil vi løbende sætte op imod egen empiri, for at kunne belyse problemstillingen, vi i opgaven har valgt at beskæftige os med i et bredere perspektiv.

5.0 Den fællesfaglige naturfagsprøve

Folkeskolen er konstant under udvikling, nye didaktiske teorier erstatter gamle forståelser for korrekt undervisning, nye metoder til evaluering bliver introduceret og prøveformer i fagene ændres. En sådan ændring blev introduceret som lovforslag i Marts 2015, hvor en ny fælles naturfagsprøve i fagene biologi, geografi og fysik/kemi skulle erstatte den gamle, fagorienterede fysik/kemi-prøve. Det var dog ikke kun prøvens struktur som skiftede form, men også vurderingskriterierne for selve prøven. Den daværende prøve fokuserede på at vurdere elevernes faglige forståelse og viden inden for fysik/kemi-fag. Her adskiller den nye prøveform sig drastisk, da det ikke længere alene er denne kvalitet hos eleverne, som bliver vurderet. Dette fremgår af prøvevejledningen til den fælles naturfagsprøve, som blev udgivet i forbindelse med introduktionen af den nye prøveform. Her står følgende:

“Til prøven skal eleven evalueres i forhold til udvisning af kompetence inden for de fire naturfaglige kompetenceområder: undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation - med anvendelse af relevant fagspecifikt indhold fra fysik/kemi, biologi og geografi i forhold til den aktuelle naturfaglige problemstilling”. (Styrelsen for Undervisning og Kvalitet, 2015).

Formålet med den fælles naturfagsprøve beskrives her som værende, at vurdere elevernes naturfaglige kompetencer: undersøgelses-, modellerings, perspektiverings- og kommunikations-kompetencen - men fagligheden fra undervisningen er stadigvæk bibeholdt i afgangsprøverne. Prøver i fagene biologi, geografi og fysik/kemi findes som en del af udtrækningspuljen, og eleven bliver her prøvet i færdigheder og viden i ét af de tre fag, gennem en multiple-choice test.

Denne måde at prøve eleverne passer godt med folkeskolens formålsparagraf §5, som siger følgende:

“Indholdet i undervisningen vælges og tilrettelægges, så det giver eleverne mulighed for faglig fordybelse, overblik og oplevelse af sammenhænge. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at tilegne sig de enkelte fags erkendelses- og arbejdsformer. I vekselvirkning hermed skal eleverne have mulighed for at anvende og udbygge de tilegnede kundskaber og færdigheder gennem undervisningen i tværgående emner og problemstillinger.” (Retsinformation, 2017).

Formålsparagraffen lægger her vægt på en række nøglebegreber, som vi senere i opgaven vil belyse. Eleven skal både tilegne sig de enkelte fags erkendelses- og arbejdsformer, og dette anser vi som argument for at bibeholde den monofaglige undervisning, hvor eleverne tilegner sig færdigheder og viden,

som er direkte forbundet med det givne fag. Udover dette, skal eleven yderligere *tilegne sig kundskaber og færdigheder gennem undervisningen i tværgående emner og problemstillinger*. Dette tolker vi som en reference til - og begrundelse for - udviklingen af kompetencer gennem fællesfaglige undervisningsforløb.

Før den fælles naturfagsprøve skal de enkelte naturfagsteams på skolerne vælge mindst fire ud af seks tværfaglige områder, som kan udtrækkes til eksamenen. Eleverne skal i ottende og niende klasse introduceres løbende til stoffet, som hører under disse områder, og undervejs arbejde fællesfagligt, for at være bekendte med arbejdsformen før prøven. De seks fællesfaglige områder er beskrevet af Undervisningsministeriet i vejledningen for fysik/kemi-faget:

- Produktion med bæredygtig udnyttelse af naturgrundlaget
- Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan
- Drikkevandsforsyning for fremtidige generationer
- Den enkeltes og samfundets udledning af stoffer til atmosfæren
- Strålingsindvirkning på levende organismers levevilkår
- Teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår (Undervisningsministeriet, 2018)

Undervisningsministeriet argumenterer for netop denne prøveform ved at påpege, at vi i nutidens samfund har et større behov for individer med uddannelse inden for den naturvidenskabelige sektor, og at naturfagene i folkeskolen har rig mulighed for at arbejde med relevante problemstillinger fra omverdenen. Fagene kan yderligere give eleverne en forståelse for deres anvendelighed og relevans i hverdagen, selv på trods af at eleven måske ikke kan forestille sig en karriere, hvor elementer fra naturfagene indgår.

6.0 Naturvidenskabelig dannelse

Svein Sjøberg (2012) præsenterer, i sit værk *Naturfag som Almendannelse*, en række begrundelser for naturvidenskabens plads i folkeskolen. Disse deler han op i en række dimensioner af dannelse, samt argumenter for, hvorfor netop disse er essentielle for individets dannelse.

Sjøbergs (2012) tre dimensioner af naturvidenskabelig dannelse:

- **Naturvidenskab som produkt** er alt det vi ved om naturen; de begreber, love, modeller og teorier vi har til at beskrive og forstå den
- **Naturvidenskab som proces og metode** er den måde naturvidenskaben finder svar og løsninger på nye spørgsmål og problemer
- **Naturvidenskab som social institution** er de værdier, normer, idealer og ideologier der knytter sig til videnskaben, og det beskriver naturvidenskabens rolle i samfundet, på godt og ondt. (Sjøberg, 2012, s.185-186)

Sjøberg (2012) deler sine argumenter op i nytte- og dannelsesargumenter. Disse beskriver han således:

- **Økonomiargumentet:** Naturfag som lønsom forberedelse til erhverv og uddannelse i et højteknologisk og videnskabsbaseret samfund.
- **Nytteargumentet:** Naturfag til praktisk beherskelse af dagliglivet i et moderne samfund.
- **Demokratiargumentet:** Naturvidenskabelig kundskab er vigtig for informeret meningsdannelse og ansvarlig deltagelse i demokratiet.
- **Kulturargumentet:** Naturvidenskaben er en vigtig del af menneskets kultur. (s. 190)

Vi vurderer at dannelsesperspektivet er væsentligt at inddrage i opgaven, da Sjøbergs (2012) tre dimensioner, efter vores mening, indgår eksplicit i bekendtgørelsen af den nye fælles naturfagsprøve; eleverne skal have viden, og besidde færdigheder inden for naturfagene, de skal være i stand til at finde løsninger på problemer, og de skal kunne perspektivere deres problemstilling i en samfundsmæssig kontekst. Vi kan desuden argumentere for vigtigheden af naturfag i folkeskolen, ud fra Sjøbergs (2012) fire argumenter, da prøven behandler evnen til at identificere en problemstilling, og gennem naturvidenskabelige metodikker, søge at finde svar på den, dannes eleven til at tage ansvar og medvirke i det moderne og højteknologiske samfund. Vi mener at dette perspektiv er vigtigt at fremhæve, men da denne opgave omhandler undervisningspraksisens udvikling, og ikke beskæftiger sig med naturfagenes plads i folkeskolen, vil dannelsesperspektivet ikke inddrages aktivt i analysen.

7.0 Teoretisk referenceramme

I følgende afsnit vil vi redegøre for det teoretiske begrebsapparat, vi anvender til analyse af empirien. Afsnittet er opbygget således, at vi først vil redegøre for det positivistiske og det konstruktivistiske læringssyn, da den enkelte lærers læringssyn har afgørende betydning for undervisningens struktur og indhold. Efterfølgende vil vi præsentere Piagets stadieteori, da den beskæftiger sig med individets kognitive udvikling, og kan give os et indblik i elevers kognitive begrænsninger. Herefter vil redegøre for vores forståelse af de naturvidenskabelige kompetencer, da kompetencebegrebet er et centralt element i opgaven. Dette afsnit efterfølges af en redegørelse for to forskellige tilgange til tværfagligt arbejde, den formelle og den funktionelle, da tilgangene har forskelligt læringspotentiale. Afslutningsvist vil vi redegøre for den tredelte model, der præsenterer teoretiske begreber vi anvender til at beskrive de undervisningsformer, der kommer til syne, dels i vores empiri, og dels i vores teoretiske idealer.

7.1 Læringssyn

Vi vil her præsentere to læringssyn; det *positivistiske* og det *konstruktivistiske*. Disse læringssyn vil vi anvende i analysen, til at beskrive den nye prøveform og realiteten i naturfags-undervisningen i folkeskolen.

7.1.1 Positivism

Positivism har, ifølge Thomsen (1992), ophav i den franske filosof og sociolog August Comte, som havde en forståelse af viden, som noget man positivt ved - Det der er rent observerbart. Denne tankegang førte i 1920'erne og 1930'erne til den *logiske positivisme*, hvor videnskabelige udsagn verificeres eksperimentelt, og ikke kan fremkomme af logiske slutninger. Ifølge Thomsen (1992) er denne forståelse stadig tilstedeværende i læreres og elevers fagopfattelse. Det positivistiske fagsyn kommer til udtryk i naturfagsundervisningen, idet eleverne beviser videnskabelige teorier ved hjælp af demonstrationseksperimenter, og konklusionerne er givet på forhånd. I en sådan fagforståelse bliver naturvidenskaben således præsenteret som "*en objektiv afdækning af objektive sammenhænge mellem objektive kendsgerninger*" (Thomsen, 1992, s. 93). Positivismen har således en udlægning af den videnskabelige metode, der går på at videnskabelige udsagn verificeres eksperimentelt.

7.1.2 Konstruktivisme

Thomsen (1992) præsenterer konstruktivismen som en modsætning til positivismen, og fremhæver at al viden i sidste ende kommer indefra, gennem individets sunde fornuft (Thomsen, 1992). Modsat positivismen, er konstruktivismens videnskabssyn, at intet videnskabeligt udsagn kan bevises absolut. Videnskabelige udsagn kan gennem undersøgelser modbevises, eller *falsificeres*, hvormed de forkastes. Bliver udsagnet ikke modbevist, bliver det dermed styrket, og beholdes fortsat (Thomsen, 1992). Denne forståelse udspringer af en rationalistisk tankegang, hvor fornuften ordner, eller konstruere helheder ud af sanseindtryk (Thomsen, 1992). En kritik af denne tankegang udspringer af et relativistisk synspunkt, hvor det fremhæves at videnskabelige erkendelser udspringer af indforståede paradigmer. Paradigmet bliver forudsætning for eksperimenter, og kan ikke bevises, men må antages (Thomsen, 1992). I forhold til elevers læring har denne forståelse en betydning, som Thomsen udtrykker således: *“Didaktisk forskning har vist, at hver enkelt elev i en klasse vil tolke et demonstrations-eksperiment på sin egen måde”* (Thomsen 1992, s. 97).

7.2 Jean Piagets Stadieteori

Til at belyse denne teori, har vi valgt Svein Sjøbergs (1992) udlægning fra kapitlet ‘Når virkeligheden konstrueres - læringspsykologi’, fra *Undervisning i Fysik - Den konstruktivistiske idé*. Psykologen Jean Piaget har beskæftiget sig med menneskets kognitive udvikling. Hans teorier er konstruktivistiske, og hans teori går på, at menneskelige erkendelser udvikles i et samspil mellem den biologisk udvikling og individets vekselvirkning med omgivelserne. Denne teori deler han op i to; processen, også kaldet den kognitive funktion, og resultatet, også kendt som Piagets stadieteori. Den kognitive funktion er organiseret som skemaer, som individet bruger til at forstå omverdenen. Disse skemaer udvikles gennem vekselvirkning med omverden i det, han beskriver som en adaptationsproces. Udviklingen af de kognitive skemaer består af to processer: *assimilation* og *akkommodation*. Ved assimilation bliver nye indtryk placeret i eksisterende skemaer, da de passer inden for de kognitive rammer. Ved akkommodation bliver skemaerne ændret, da de nye indtryk ikke umiddelbart passer ind i rammerne. Igennem disse processer udvikles de kognitive strukturer (Sjøberg, 1992, s. 31).

De resulterende skemaer vil, ifølge Piaget, udvikles i stadier - deraf stadieteori. Stadierne opnås i en rækkefølge, og hvert stadium bygger på foregående stadier. De tilskrives tilnærmelsesvis aldersintervaller, for hvornår i livet individet typisk befinder sig på dem: (Sjøberg, 1992, s. 32)

- Det sensoriske stadium (0-2 år)
- Det præ-operationelle eller intuitive stadium (2-7 år)

- Det konkret-operationelle stadium (7-11 år)
- Det formelt-operationelle stadium (Fra 11-års alderen)

I forhold til naturfagsundervisningen og denne opgave, er de interessante stadier det *konkret-operationelle stadium* og det *formelt-operationelle stadium*. I det *konkret-operationelle stadium* er individet i stand til at klassificere og organisere sanseindtryk. I det *formelt-operationelle stadium* er individet i stand til abstrakt tænkning og til at arbejde deduktivt-hypotetisk (Sjøberg, 1992, s. 33).

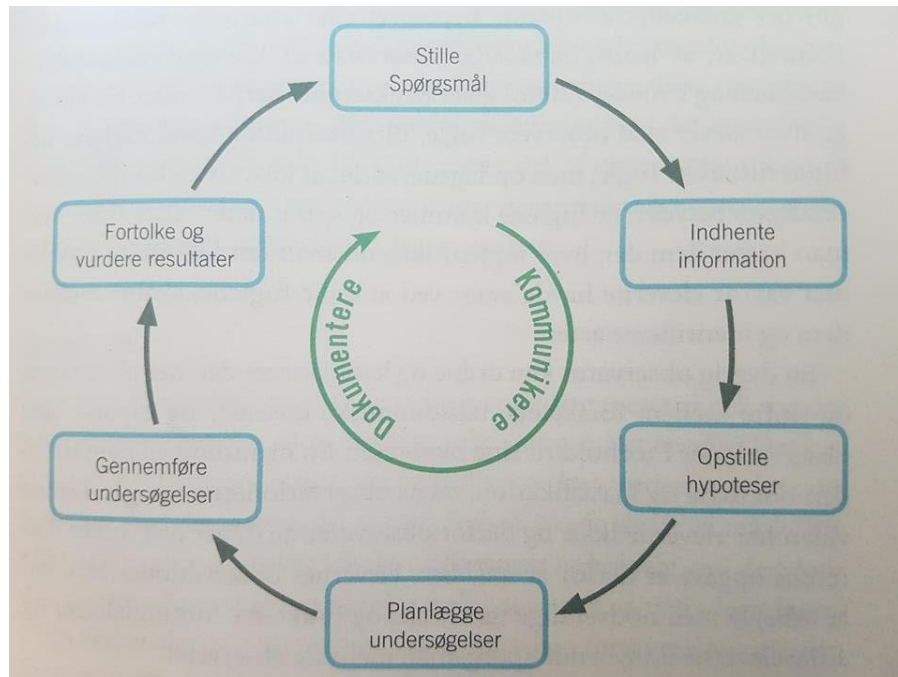
7.3 Naturvidenskabelige kompetencer

I følgende afsnit vil vi beskrive de fire naturvidenskabelige kompetencer; Undersøgelses-kompetence, modelleringskompetence, perspektiveringskompetence og kommunikations-kompetence, med afsæt i Lars Henrik Jørgensens (2017) præsentation af disse, i *Fysik/Kemi-Didaktik, læring og undervisning*. Vi har valgt dette udgangspunkt, da bogen hvori kapitlet findes, er ny og beskæftiger sig med naturfagsdidaktik i relation til den nye prøveform. Den er skrevet til lærerstuderende i fysik/kemi samt til naturfagslærere i grundskolen og kommer, ifølge skribenterne, med *“vigtige nedslag i områder, der efter redaktørernes opfattelse har behov for særlig opmærksomhed”* (Norrild & Sillasen, 2017 s. 7).

7.3.1 Undersøgelseskompetencen

Undersøgelseskompetencen i naturfagsundervisningen i folkeskolen, særligt i fysik/kemi-undervisningen, er ofte forbundet med praktiske eksperimenter. Men da emner i fysik/kemi-faget både indebærer fænomener på kosmisk skala og fænomener helt ned på kvante-skopisk skala, er det ofte ikke praktisk muligt, at lave forsøg og fysiske undersøgelser der berører visse emner i fysiklokalet. Undersøgelser kan, som Jørgensen (2017) skriver, have en mere teoretisk karakter (Jørgensen, 2017, s. 60). Ifølge ham omfatter undersøgelseskompetencen evnen til at stille spørgsmål, opstille hypoteser, indsamle data, og analysere og fortolke sine resultater. Det er ifølge Jørgensen (2017) vigtigt at tale med sine elever om netop dette aspekt af undersøgelses-arbejdet.

Han opstiller en række faser i undersøgelsen, som fremgår af følgende model:



Figur 1: Undersøgelsesfaser (Jørgensen, 2017, s. 61)

Faserne skal forstås som værende dynamiske og i vekselvirkning med hinanden - ny information og hypotesedannelse kan lede til nye spørgsmål, før man når til planlægning af undersøgelser.

Undersøgelser tager udgangspunkt i spørgsmål, der udspringer fra et problem eller af nysgerrighed. Det er ikke altid at eleverne bliver nysgerrige af det, læreren præsenterer dem for, eller er nysgerrige om det samme, som andre elever. Observationer skal derfor stilladseres af læreren, da hensigtsmæssige observationer kræver forkundskaber - man skal have en forudgående viden om det man observerer, for at det kan bruges i undersøgelsen (Jørgensen, 2017, s. 62).

7.3.2 Modelleringskompetencen

Mennesker møder forskellige typer af modeller gennem hele livet, om det er legetøjstraktoren eller dukken fra barndommen, virtuelle modeller af byer i computerspil eller madpyramiden fra hjemkundskabsundervisningen. I naturfagene har modeller dog en anden rolle, og med modelleringskompetencen følger en række værktøjer, som skal besiddes, for at arbejde hensigtsmæssigt med de specifikke modeller man møder i naturfagsundervisningen, de *naturfaglige modeller*. Modeller har, især i fysik/kemi-faget, en essentiel rolle for formidlingen af fagets teoridannelse. Udover at forstå

det teoretiske formidlings-aspekt af en given model, skal folkeskoleeleven også trænes i *“metoder til modelkritik og til vurdering af modellernes gyldighed og rækkevidde.”* (Jørgensen, 2017, s. 64).

Ifølge Jørgensen er konkrete modeller nødvendige, da elever i udskolingen har brug for konkretiseringer, når mere abstrakte aspekter af naturvidenskaben diskuteres. I fysiklokalet arbejdes der med størrelsesforhold, som er umulige for mennesket at forholde sig til, eksempelvis størrelsesforhold for atomet og dets partikler eller afstande mellem planeter og galakser. Ifølge Piagets stadieteori bevæger udskolings elever sig over i det *formelt-operationelle stadie*, men Jørgensen påpeger at flere undersøgelser viser, at elever stadigvæk har behov for konkretiseringer i naturfag. *“En årsag hertil er de abstraktioner, der indgår i naturfaglig teoridannelse.”* (Jørgensen, 2017, s. 64).

7.3.3 Perspektiveringskompetencen

Perspektiveringskompetencen går på, at kunne forholde sig reflekterende og kritisk til naturvidenskabens rolle i samfundet. Jørgensen deler perspektivering op i et mikro- og et makroniveau (Jørgensen, 2017, s. 68). Mikroniveauet handler om at kunne perspektivere naturvidenskabelig viden og kunnen til nære forhold i hverdagen, mens makroniveauet handler om at kunne perspektivere naturvidenskaben til større samfundsmæssige forhold. Samtidig skal eleverne kunne perspektivere de enkelte naturfag til de andre naturfag, samt til andre fag i skolen, som f.eks. historie-faget.

I perspektiveringskompetencen ligger der også et dannelsesperspektiv. Dette beskriver han i henhold til folkeskolens formålsparagraf, i det at eleverne skal udvikle sig til selvstændigt tænkende samfundsborgere, hvilket forudsætter at eleverne har viden om naturvidenskabens og teknologiens betydning for samfundet (Jørgensen, s. 67-68).

7.3.4 Kommunikationskompetencen

Det der adskiller videnskaben fra eksempelvis religiøse overbevisninger eller ideologiske holdninger, er evnen til at kunne reproducere konkluderende resultater. Naturvidenskaben kræver derfor en høj grad af kommunikation og *“naturvidenskabens aktører skal med andre ord kunne udveksle metoder, resultater, teorier og kritik indbydes i et anerkendt fagsprog.”* (Jørgensen, 2017, s. 69).

Dette gælder også i nogen grad i folkeskolen. Eleverne skal være i stand til at formidle et naturfagligt indhold på forskellige niveauer, både mundtligt og skriftligt. Eleven skal være i stand til at afkode, hvornår uformelt hverdagsprog er tilstrækkeligt, og hvornår der er behov for konkrete, faglige betegnelser - eksempelvis fagspecifikke begreber og matematiske beskrivelser - for at kunne formidle sig præcist i en naturfaglig kontekst (Jørgensen, 2017, s. 70-72).

7.4 Tværfaglighed - Formel og funktionel

I det følgende afsnit vil vi redegøre for begrebet tværfaglighed, og beskrive to tilgange til denne arbejdsproces - *formel-* og *funktionel tværfaglighed*. Redegørelsen af netop disse arbejdsprocesser er inddraget i opgaven, for bedre at forstå Undervisningsministeriets grundlag for at implementere tværfagligt arbejde i naturfagsundervisningen, som forberedende element til den fælles naturfagsprøve.

7.4.1 Formel Tværfaglighed

Denne arbejdsproces beskriver det tværfaglige arbejde, som bunder i et givent emne eller problemstilling, der kan belyses fra forskellige faglige perspektiver. Lærerne vælger et overordnet emne, og arbejder fagspecifikt for at belyse emnet fra et perspektiv, der bunder i de enkelte naturfag, uden målrettet samarbejde. De særskilte fag vægtes fagligt lige højt, og det er op til eleven at danne et fagligt overblik, da den enkelte lærer fokuserer på at imødekomme de fælles mål, som hører til deres specifikke fag. Eleven er her ansvarlig for selv at danne sig en generel forståelse for, hvordan disse fag og det overordnede emne spiller sammen, og hvordan det er relevant i et større perspektiv. Denne form for tværfagligt samarbejde kan også sammenlignes med arbejdsprocessen *emnearbejde* (Sillasen, 2017, s. 184).

7.4.2 Funktionel Tværfaglighed

Den *funktionelle tværfaglighed* er en problembaseret arbejdsproces, hvor viden fra flere naturfag må inddrages for at komme frem til en fyldestgørende besvarelse. Lærere og elever samarbejder for at identificere problematikker, og inddrage relevante fagområder fra de enkelte naturfag, der i samspil vil besvare de problemstillinger og underspørgsmål, som det givne problem udgør. Sillasen (2017) inddrager et eksempel på netop sådan en problemstilling; "Er der liv andre steder i universet?". For at kunne besvare denne problemstilling må relevant faglighed fra biologi, fysik/kemi og geografi inddrages, men fagene inddrages ikke nødvendigvis i lige høj grad. Denne arbejdsform karakteriseres også som *projektarbejde*, og er en almen arbejdsproces på mange videregående uddannelser (Sillasen, 2017, s. 184).

7.4.3 Tværfagligt arbejdes udbytte for elever

Sillasen (2017) fremhæver, at *funktionelt tværfagligt* arbejde medfører et særligt udbytte for eleverne. Han beskriver kvaliteterne og konsekvenserne ved denne arbejdsmetode ved tage udgangspunkt i Karsten Schnacks (fra: Sillasen 2017, s. 186) fem begrundelser for tværfaglig undervisning:

1. *Motivation.* Tværfaglig undervisning kan virke motiverende for nogle elever, fordi den opbryder den fag- og skemaopdelte undervisning, og fordi eleverne får indflydelse på valget af indhold.
2. *Stoftrængsel.* Mængden af stof kan reduceres ved at arbejde med eksemplariske emner.
3. *Sammenhæng og helhed.* Tværfaglig undervisning skaber sammenhæng mellem fagopdelt viden. Eleverne får mulighed for at anvende deres viden i fx funktionelle sammenhænge.
4. *Fremme af kritisk tænkning og metarefleksion.* Tværfaglig undervisning kan skærpe blikket ved forskellige faglige tilgange, således at eleverne bliver mere bevidste om forskellige måder at lære på.
5. *Politisk dannelse og handlekompetence.* Eleverne får mulighed for at gøre erfaringer med selv at undersøge forhold, og de lærer, at virkelighedens problemer kan anskues ud fra forskellige synsvinkler. (Sillasen, 2017, s. 186)

Disse fem begrundelser er ikke skrevet ud fra et naturfagligt perspektiv, men passer efter vores mening godt ind i folkeskolens formålsparagraf, og kravene til, hvilke kompetencer eleverne skal besidde til den nye fælles naturfagsprøve.

Dog har tværfagligt projektarbejde også konsekvenser, da denne undervisningsform er tidskrævende. Undervisere har mindre tid til monofaglig undervisning, og dette har konsekvenser i sig selv.

I forlængelse af det, inddrager Sillasen pointer fra en undersøgelse af Venville m.fl., som har målt henholdsvis på elevens faglige udbytte i relation til *kernefaglige begreber* og på elevernes *tilegnelse af kompetencer*, i forbindelse med projektorienteret arbejde.

Denne undersøgelse viste, at elevernes læring hverken blev forværret eller forbedret, sammenlignet med udbyttet fra den monofaglige undervisning. Dog påviste de, *“at elever ikke lærer faglige begreber så robust i tværfaglig undervisning, som hvis de blev undervist i traditionelle fag. Robusthed skal her forstås sådan, at eleverne opnår en dybdeforståelse af begreberne.”* (Sillasen, 2017, s. 187)

Sillasen (2017) fortsætter dog med at beskrive andre kompetencer, som eleverne får styrket, under *funktionelt tværfagligt arbejde*:

“Hvis man derimod måler på andre faktorer end de rent kernefaglige, viser det sig, at tværfaglig undervisning har en positiv effekt på elevens deltagelse, disciplin, kendskab til

vidensressourcer og studievaner (Hurley, 2001). De bliver også mere kompetente til at perspektivere undersøgelsesresultater til andre kontekster, omsætte naturfaglig viden til praksis og til at træffe bedre beslutninger om problemstillinger med naturfagligt indhold (Venville et al., 2012)." (fra: Sillasen, 2017, s. 187)

Man kan have svært ved at argumentere imod, at dette læringsudbytte ikke passer godt ind i det dannelsesideal, man som naturfagslærer har for sine elever. Vi vil derfor argumentere for, at *funktionelt tværfagligt* arbejde må være en essentiel del af naturfagsundervisningen på alle skoler.

7.5 Den tredelte model

Den tredelte model er en undervisningsmodel, der præsenterer tre tilgange til undervisning og læring: en deduktiv, en induktiv og en abduktiv, der indbyrdes interagerer med, og overlapper hinanden. Denne præsenteres af Martin Holmgaard Laursen (2017) i bogen *Abduktiv undervisning og læring*. Han lister en række kendetegn samt kvaliteter ved de forskellige tilgange. Disse vil vi kort redegøre for.

7.5.1 Deduktiv undervisning og læring

Deduktiv undervisning er ofte kendetegnet ved en top-down process, hvor læreren formidler et fagligt indhold for eleverne, med den hensigt at give dem en øget forståelse for det givne felt. Formidlingen kan ske i form af læsning, udledninger, fortællinger og forklaringer. Et givent stof er 'deduktivt lært', hvis man har tilegnet sig forståelsen igennem en af førnævnte processer. Deduktiv undervisning og læring har de kvaliteter, at underviseren har kontrol over undervisningsstoffet, kan sikre sig at vigtige elementer bliver fremhævet og kan formidle information til mange elever ad gangen. Det kan desuden opleves trygt blandt eleverne, da underviseren er i centrum af undervisningen (Laursen, 2017, s. 38).

7.5.2 Induktiv undervisning og læring

Den induktive tilgang ses ofte som en modsætning til den deduktive. Her bygger ny viden og erkendelser på egen erfaringsindsamling. Induktive læringsprocesser handler om at eleverne skaber en kobling mellem læring og erfaringer, der kan være gjort både i og udenfor undervisningssammenhænge. Erfaringerne kan gøres på baggrund af deduktive forforståelser. Induktiv undervisning og læring har de kvaliteter, at det giver eleverne erfaringer i dataindsamling samt at læring kan knyttes til elevernes egne erfaringer. Læringen sker gennem elevernes egne aktiviteter, og læreren kan let differentiere undervisningen (Laursen, 2017, s. 39).

7.5.3 Abduktiv undervisning og læring

Den abduktive tilgang er eksperimenterende og kreativ af natur. I undervisningssammenhæng går denne tilgang ud på, at eleverne kommer frem til egne løsninger på problemstillinger. Den tager afsæt i et problem, der fører til undren og engagement hos eleverne, og fordrer at eleverne danner hypoteser, gæt og antagelser, og prøver sig frem mod en løsning. Abduktiv undervisning og læring har de kvaliteter, at tilgangen træner eleverne i selvstændig og kreativ tænkning. Det giver en mangfoldighed af løsningsforslag og lærer eleverne at arbejde med afsæt i antagelser og intuition, samt at eleverne kan lære af at tage fejl (Laursen, 2017, s. 39).

Laursen deler som sagt ikke den tredelte model skarpt op mellem de forskellige tilgange, men siger at de er flydende og indbyrdes komplementerende. Der bør således i en undervisningssituation være et *deduktivt* element, idet faglig undervisning ofte indebærer snævert definerede faglige begreber, som eleverne skal tilegne sig. Der bør yderligere være et *induktivt* element, da elevernes tilegnelse af viden til dels bygger på erfaringer. Særligt i naturfagsundervisningen, hvor det faglige indhold i høj grad knytter sig til konkrete, fysiske og håndgribelige fænomener fra elevernes hverdage. Det er desuden særligt væsentligt, at eleverne i naturfagsundervisningen arbejder med hypoteser, samt har en nysgerrigt undersøgende tilgang til det faglige arbejde. Der bør således også være et *abduktivt* element i undervisningen. Laursen vægter ikke nogen tilgang højere end andre, eller beskriver hvordan det optimalt skal fordeles i en undervisningssituation. Det er op til læreren at vurdere, fra undervisningssituation til undervisningssituation, grundet undervisningens komplicerede natur (Laursen, 2017, s. 37).

8.0 Undersøgellesdesign

8.1 Empirisk Metode

Empirien, som opgavens analyse og handleperspektiv vil bygge på, er indsamlet gennem kvalitative, standardiserede interviews med åbne spørgsmål og svarmuligheder (bilag 5). Ifølge Bjørndal (2014) tillægger denne metode besvarelserne en vis grad af præcision, hvilket giver mulighed for senere sammenligning af besvarelser fra rækken af interviewede personer (Bjørndal, 2014, s. 103). Væsentlige pointer fra de kvalitative besvarelser vil løbende blive sammenlignet med kvantitative data fra den tidligere beskrevne Rambøll-undersøgelse, for mulig validering af pointerne.

Denne type af struktur for interviews åbner for muligheden for at refleksioner og besvarelser, som ikke oprindeligt var tænkt ind i den forudgående interviewguide, bliver belyst.

De overordnede spørgsmål blev formuleret for at sikre en vis grad af kvalitet i forbindelse med empiriindsamlingen, og forsikring om at søgte erfaringer og holdninger blev belyst under interviewet. Rækkefølgen af spørgsmålene, formuleringerne og tydeligheden blev kvalitetssikret ved hjælp af Bjørndals teori om "*Formulering af spørgsmål*" (Bjørndal, 2014, s. 104-106).

Tilsammen danner dette empiriske grundlag både en idé om elevernes udfordringer ved arbejdet med de naturfaglige kompetencer og lærernes perspektiver på udfordringer relateret til den nye prøveform og tilrettelæggelsen af en kompetencestyrkende undervisning.

8.2 Præsentation af Informanter

Informant 1 blev uddannet folkeskolelærer i 1985, med biologi, samfundsfag og historie som linjefag. Efterfølgende tog han yderligere fysik/kemi som linjefag for ca. 25 år siden. Informanten har mellem 20 og 30 års undervisningserfaring inden for naturfagene, og har også undervist i geografifaget i en årrække. På nuværende tidspunkt underviser han primært i matematik og fysik/kemi i udskolingen. Det skal også nævnes, at denne informant fungerede som vores praktiklærer, i 3. Praktik på læreruddannelsen. (Interview: bilag 1)

Informant 2 blev færdiguddannet folkeskolelærer i 2002, med linjefag i matematik, svømning og idræt. Han færdiggjorde senere geografi på linjefag i 2009. Udover at varetage en række klasser i sine oprindelige linjefag, har han siden 2009 undervist i geografi, som det eneste af de tre naturfag i udskolingen. Informant 1 og 2 indgår i samme naturfagsteam. (Interview: bilag 2)

Informant 3 er uddannet folkeskolelærer, med linjefag i matematik, samfundsfag og fysik/kemi. Informanten er på nuværende tidspunkt yderligere i gang med at færdiggøre geografi som linjefag. Dette skyldes at informanten primært underviser i geografi i udskolingen, men også varetager en mindre del af fysik/kemi-undervisningen i udskolingen. Til sommer har han 5 års praksis-erfaring med naturfagsundervisning i udskolingen, alle 5 år på samme arbejdsplads. (Interview: bilag 3)

Informant 4 blev uddannet skolelærer i 2011, i linjefagene matematik og fysik/kemi, til udskolingen. Udover læreruddannelsen har hun yderligere en kandidatgrad fra Aalborg Universitet i læring og organisatorisk omstilling. Hun har undervist samtlige udskolingsklasser i fysik/kemi over de sidste 3 år, og dette er det eneste fagspecifikke fag hun har skemalagt. Informant 3 og 4 indgår i samme naturfagsteam. (Interview: bilag 4.1 & bilag 4.2)

8.3 Kritisk vurdering af metodevalg

Den præsenterede empiri kommer som tidligere beskrevet fra Rambøll-undersøgelsen og lærerinterviews. I dette afsnit vil vi kort kigge på de eventuelle faldgruber, som empiri af disse typer kan medbringe, og komme med vores tilhørende refleksioner over hvad disse problematikker kan betyde for det overordnede arbejde med problemstillingen. Det skal påpeges, at dette ikke gøres for at delegitimere grundlaget for analysen, men rettere for at påpege, at empirien alene ikke kan producere konkrete, videnskabelige svar. De kan dog, i samspil med begreber, teori og praksiserfaring, være med til at legitimere analysens pointer, og ultimativt komme med bud på et svar til den præsenterede problemstilling. En ulempe ved den empiriske metode kan være strukturen, som det standardiserede interview er bygget op omkring. Intervieweren har i sådanne interviews en række spørgsmål, altså en struktur, som følges under interviewet. Det standardiserede interview kan have den konsekvens, at subjekterne i interviewet ikke får nævnt kritiske pointer, da intervieweren holder sig til den forudbestemte struktur (Bjørndal, 2014, s. 103).

Det skal dog siges, at holdningerne og udtalelserne fra de kvalitative interviews, konsekvent bliver holdt oppe imod kvalitative og kvantitative data fra Rambøll-undersøgelsen løbende i analysen, netop for at kunne inddrage forskellige perspektiver, da vi er velvidende om, at subjektive holdninger fra en mindre gruppe af individer, sjældent afspejler en ubestridelig sandhed. Vi drager derfor egne slutninger i opgaven, baseret ikke kun på enkelte udtalelser, men på hvad der kan tolkes ud fra empirien, som en samlet helhed.

9.0 Analyse

I dette afsnit vil vi indledningsvis redegøre for vores analysestrategi. Herefter vil vi på baggrund af vores empiri og vores teoretiske referenceramme, forsøge at analysere os frem til hvordan man som naturfagslærer kan udvikle egen praksis, og i forlængelse af dette, tilrettelægge undervisning, der understøtter elevernes tilegnelse af de naturfaglige kompetencer.

9.1 Analysestrategi

Vi har valgt at dele analysen op i tre delanalyser; 'Identifikation af problematikker', 'Undervisningens udvikling som følge af nye fællesfaglig prøve' og 'Læringssyn'.

Dette blev valgt af to årsager, den første at vi ønsker at hjælpe læseren til at holde styr på de pointer og problematikker, som bliver fremhævet i løbet af analysen. Den anden årsag er begrundet i, at fund og konklusioner, som vi drager i løbet af analysen, ikke kun giver svar, men også opstiller nye spørgsmål, som må belyses, for at nå frem til en fyldestgørende besvarelse af den præsenterede problemstilling.

I '*Identifikation af problematikker*' vil vi dels læne os op ad Rambøll-undersøgelsen, og dels fremhæve uddrag af vores empiriske grundlag, særligt omkring hvordan naturfagslærerne griber arbejdet med de naturfaglige kompetencer an i undervisningen. Da vores problemstilling søger at udvikle undervisningen, således at den bedre forbereder eleverne til den fælles naturfagsprøve, må det være essentielt først at identificere, hvilke aspekter af undervisningen, som ikke har den ønskede effekt.

I '*Undervisningens udvikling som følge af den nye fællesfaglige prøve*' vil vi på baggrund af slutninger fra forrige afsnit, belyse årsager til, at undervisningen i folkeskolen muligvis ikke har udviklet sig i takt med kravene fra den nye prøveform, og hvad lærere efterspørger for at kvalificere deres undervisning. Dette afsnit vil igen blive komplementeret af data fra Rambøll-undersøgelsen, for at få et bredere perspektiv på lærernes holdninger til prøven, og dens tilhørende krav.

I '*Læringssyn*' vil vi forsøge at identificere hvilket læringssyn som naturfagslærere i folkeskolen har, og af følge heraf, undersøge hvorvidt dette læringssyn komplementerer prøvens form og indhold - eller om det har den modsatte effekt.

Afslutningsvist vil vi opsummere relevante pointer fra analysen, og i samspil, forsøge at give svar på, hvor man som naturfagsunderviser kan udvikle sin praksis, således at undervisningen i naturfagene understøtter elevernes læring, og klæder dem fagligt og praktisk på til den nye fælles naturfagsprøve.

9.2 Identifikation af problematikker

I dette afsnit vil vi indlede vores analyse med at sætte Rambøll-undersøgelsens resultater, praksiserfaringer og udtalelser fra lærerinterviews op imod hinanden, for dels at se om der er overensstemmelse, og dels for at belyse problematikkerne ud fra det tidligere præsenterede begrebsapparat.

9.2.1 Tværfaglighed i praksis

Da den nye naturfagsprøve er fællesfaglig og problembaseret af natur, er det væsentligt at dykke ned i, hvordan lærerne implementerer tværfaglig undervisning i hverdagen. Som vi tidligere redegjorde for, kan tværfaglig undervisning indeles i to underkategorier, nemlig *funktionel-* og *formel tværfaglighed*. Den første undervisningsmodel, den formelle tværfaglige undervisning, bliver primært anset for emnearbejde, og som Jørgensen (2017) beskriver, kan det hænde, at elever ikke opfatter denne type af undervisning som tværfagligt arbejde - og dermed hverken kan kategoriseres som problembaseret eller elevstyret. Derimod kan en *funktionel tværfaglig* tilgang til naturfagene gøre eleverne fortrolige med den problem-baserede proces, og styrke deres naturfaglige kompetencer.

Dette leder os til at stille spørgsmålet: Hvilken arbejdsproces er naturfagslærerne i folkeskolen mest tilbøjelig til at benytte i undervisningen?

Til at belyse dette spørgsmål, vil vi inddrage praktiske erfaringer, relevant empiri og kvantitative, statistiske data fra Rambøll-undersøgelsen. Disse perspektiver kan i samspil give et indblik i, hvilke problematikker man som fungerende naturfagsunderviser kan arbejde med, for at sikre en kompetenceudviklende, såvel som fagligt styrkende undervisning.

Igennem interviewene med de fire naturfagslærere fik vi et indblik i, hvordan hvert enkelt naturfagsteam strukturerede deres undervisning i naturfagene, og i forlængelse af dette, hvordan arbejdsprocessen, med henblik på udvikling af de naturfaglige kompetencer, blev implementeret i undervisningen. Informant 1 og 2 kommer her med relevante udtalelser, og giver deres bud på, hvordan de, i forlængelse af introduktionen af den nye prøveform, forsøger at forberede deres elever til prøven.

Interviewer:

“Hvordan arbejder I med de fællesfaglige fokusområder med tilhørende naturfaglige problemstillinger?”

Informant 1:

*“Det er jo det vi **kun gør til de her fællesfaglige naturdage**, hvor vi siger ‘i dag så handler det om produktion med bæredygtig[hed] eller den enkelte og samfundets udledning af stoffer’ og så har der **forhåbentlig været nogle ting op til, undervejs som de har beskæftiget sig med**, som de så bliver klogere på den dag og hvordan kan vi sætte det ind i en sammenhæng, hvilke problemstillinger kan vi lave hvis det er det her vi har trukket.”*

Informant 2:

*“Vi laver **fire naturfaglige dage, som dækker over de fire emner de kan trække til sommer**. Det første ligger i slutningen af ottende klasse, det andet ligger i starten af niende, og så kommer der to mere inden de skal trække.”*

Begge informanter beskriver, hvordan de til hver af de fire fællesfaglige fokusområder, som naturfagsteamet har valgt at opgive til eksamenen, hver får tildelt én dag, hvor eleverne har mulighed for at arbejde undersøgende med selvvalgte problemstillinger.

På baggrund af informant 1's kommentar “[...] og så har der forhåbentlig været nogle ting op til, undervejs som de har beskæftiget sig med, som de så bliver klogere på den dag og hvordan kan vi sætte det ind i en sammenhæng”, kan vi antage, at lærerne har til hensigt at koble færdigheder og viden, som eleverne på forhånd har tilegnet sig i den fagopdelte undervisning, på fællesfaglige problemstillinger. Dette stemmer overens med de praksiserfaringer, som vi gjorde os i praktikken. Undervisningen var overvejende monofaglig, og primært af deduktiv og induktiv natur. Det abduktive element var oftest fraværende, og faglig kvalitet var det primære mål.

I vores sidste praktikperiode fik vi muligheden for at deltage i forberedelsen og udførelsen af én af de tidligere beskrevne fagdage. Der var på forhånd gennemført forberedende, monofaglig undervisning, således at eleverne havde et fagligt grundlag at bygge deres problemstillinger på. Det fællesfaglige fokusområde på fagdagen var *Strålingsindvirkning på levende organismers levevilkår*. Forud for dagen fik eleverne til opgave at formulere en problemstilling med tilhørende underspørgsmål, som de i mindre grupper brugte begyndelsen af dagen på at diskutere og tilpasse. Her vil vi argumentere for, at naturfagsteamet gør brug af den *funktionelle tværfaglige* arbejdsproces, da dagens struktur generelt var elevstyret, problembaseret og af undersøgende natur. Vi vil dog senere i analysen diskutere, hvorvidt disse isolerede, tværfaglige dage kan anskues som hensigtsmæssige arbejdsprocesser, til styrkelse af elevernes naturfaglige kompetencer.

Tidligere i opgaven redegjorde vi for, hvordan tværfagligt arbejde, blandt andre kvaliteter, kan have en positiv indvirkning på elevernes tilegnelse af naturfaglige kompetencer. Vi vil her introducere en alternativ

undervisningsstruktur, som informant 3 og 4 har tilrettelagt, og tilpasset siden introduktionen af den nye prøveform i 2016.

Interviewer:

“Hvordan arbejder I med de ‘fællesfaglige fokusområder’ med tilhørende naturfaglige problemstillinger?”

Informant 3:

*“Vi plejer at have **en særfaglig del**, hvor jeg snakker geografi, og hvordan det kunne spille ind i forhold til de her tematikker, der kunne være aktuelt i forhold til det her fokusområde. Øøhm. Og så laver vi mere sådan **en projektdel, hvor de arbejder i grupper**, og hvor vi[naturfagslærerne] går rundt og vejleder dem. **Så vi har den tværfaglige og særfaglige del, typisk, indlejret i de her forløb.**”*

Informant 4:

*“[...] Og så kører de så i **nogle uger, hvor de har faglig undervisning, altså helt klassisk fysik/kemi-undervisning**, hvor vi gennemgår de her ting og laver forsøg, osv. osv., og så plejer det gerne at være sådan at **de får en uge eller to, hvor de kommer hele processen igennem.**”*

Vi kan her sammenligne udsagn fra henholdsvis informant 1 og 2, og 3 og 4. Begge naturfagsteams benytter sig af den *funktionelle tværfaglige* arbejdsproces, hvor problemstillinger på tværs af naturfagene er i centrum for elevernes projekter. Yderligere kan det udledes, at begge processer er elevcentrerede, og at lærerne i de tværfaglige forløb primært fungerer som vejledere. Dog er der stadigvæk drastiske forskelle på de enkelte naturfagslæreres tilgang til det tværfaglige arbejde. Hvor informant 1 og 2 beskriver de fire, isolerede fagdage som værende tilstrækkelige til, at eleverne bliver fortrolige med den problembaserede arbejdsproces, giver informant 3 og 4 et alternativt perspektiv på, hvordan undervisning kan tilrettelægges således, at tværfaglige forløb bliver implementeret, og udgør en større del af den almene naturfagsundervisning i udskolingen.

Ud fra disse besvarelser, kan vi se at elevernes forberedelse til den fælles naturfagsprøve bliver håndteret vidt forskelligt fra skole til skole. Dette bliver yderligere bekræftet af Rambøll-undersøgelsen, som undersøgte hvordan lærerne typisk gennemførte de fællesfaglige forløb, og hvorvidt disse var af emne- eller problemstyret natur.

Det fremgår af undersøgelsen (bilag 6.1), at en tredjedel af lærerne, 34 pct., gennemførte de fællesfaglige forløb *“som fælles undervisning på tværs af naturfagene.”* (Rambøll, 2017. s. 39). De resterende 66 pct. af

lærere i undersøgelsen svarer, at de gennemfører de fællesfaglige forløb "*som parallelundervisning (dvs. med samme naturfaglige problemstilling, men der bliver undervist særskilt i hvert af naturfagene).*" (Rambøll, 2017. s. 39). Da undersøgelsen ikke uddyber på undervisningsformerne for netop dette spørgsmål yderligere, kan vi ikke udtale os om, hvorvidt det tværfaglige arbejde, som finder sted i undervisningen hos tredjedelen af lærerne i undersøgelsen, er *funktionel* eller *formel*. Vi kan dog tolke at undervisningen hos de 66 pct. af lærerne, der benytter sig af den parallelle undervisningsform, ikke kan være af *funktionel tværfaglig* natur.

Rambøll-undersøgelsen spørger efterfølgende: "*Hvordan arbejder du og dine kolleger typisk, når I gennemfører fællesfaglige forløb?*" (Rambøll, 2017. s. 39). Her svarer hele 87pct. af lærerne, at undervisningen i deres fællesfaglige forløb tager udgangspunkt i et fælles emne, og kun godt ~33 pct. udtaler, at deres fællesfaglige forløb tager udgangspunkt i en fælles problemstilling. (bilag 6.2)

Efterfulgt af præsentationen af disse resultater, gør forfatterne af undersøgelsen sig følgende refleksion:

"I tilfælde med flerfaglig emnelæsning er det reelt overladt til eleverne at skabe den faglige sammenhæng på tværs af fagene, hvilket kunne forklare, at mange elever ovenfor har svært ved at se de tre naturfag spille sammen og hænge sammen." (Rambøll 2016, s. 40)

Sillasen (2017) beskriver netop manglen på følelse af sammenhæng på tværs af naturfagene, som konsekvens af *formel tværfaglighed*. Dette leder os til at argumentere for, at opgaven på nuværende tidspunkt har tydeliggjort vigtigheden bag implementeringen af *funktionel tværfaglighed* i naturfagsundervisningen, for bedst muligt at forberede eleverne til den nye fælles naturfagsprøve.

9.2.2 Kompetencer i praksis

Da den nye fællesfaglige prøve har som mål at afprøve eleverne i deres evne til at anvende de naturvidenskabelige kompetencer, vil vi nu kigge på, hvordan naturfagslærerne på nuværende tidspunkt arbejder med kompetencer i undervisningen. Denne problematik vil vi, som i forrige afsnit, belyse gennem relevante praksiserfaringer, udvalgte udtalelser fra de gennemførte lærer interviews, samt uddrag af kvantitative data fra Rambøll-undersøgelsen.

I Rambøll-undersøgelsen konkluderes der på elevernes præstationer til prøven, i forhold til hvordan eleverne demonstrerer de naturfaglige kompetencer. Her skriver de:

“Det er et opmærksomhedspunkt, at problemstillingerne i overvejende grad har fokus på perspektivering. Hermed kommer elevernes perspektiveringskompetence sammen med kommunikationskompetencen ofte til at dominere den efterfølgende eksamination. Konsekvensen heraf er, at undersøgelses- og modelleringskompetencer kun sjældent indgår eksplicit i prøven. Generelt bliver disse kompetencer ikke italesat, og prøverne afvikles på en måde, der ikke giver eleverne tilstrækkelig mulighed for at vise deres undersøgelses- og modelleringskompetencer.”
(Rambøll, 2016, s. 62).

Rambøll-undersøgelsen pointerer her, at de har observeret en prioritetsforskydning i elevernes problemstillinger, som ligger til grund for deres præstation under afviklingen af prøven. Da perspektiveringskompetencen udgjorde en større rolle i disse problemstillinger, havde det konsekvensen, at eleverne ikke fik gjort tilstrækkelig brug af hverken undersøgelses- eller modelleringskompetencen i de observerede prøvesituationer.

Dette afspejlede vores egne erfaringer fra praktikken, som gav os en forståelse af, at eleverne generelt havde besvær med netop disse kompetencer; undersøgelses- og modelleringskompetencen - og det er derfor relevant at undersøge, hvorvidt dette udsagn afspejler realiteten i folkeskolen, for derefter at finde årsagen til, at eleverne overvejende ikke havde disse kompetencer som del af deres faglige begrebsapparat. Vi vil her tage udgangspunkt i følgende udtalelser fra lærerinterviewene:

Interviewer: “Hvordan arbejder I med de naturfaglige kompetenceområder: Undersøgelses-, modellerings-, perspektiverings- og kommunikationskompetencen?”

Informant 1:

*“Det er egentlig **kun på de tværfaglige dage vi arbejder med de kompetencer.** ... Oftest så er det nok sådan at vi siger **‘bogen siger at vi skal lave det her forsøg’** og så laver vi det her forsøg, og så taler vi bagefter om **‘hvad er det det her forsøg det viste?’** eller vi taler før om **‘hvad mon det viser?’**. Jeg synes ikke det er så tit at jeg sådan går ud og siger **‘lad os lave en hypotese. Lad os prøve at få undersøgt den hypotese.’** Det burde det nok være, men jeg får det ikke gjort.”*

Informant 2:

*“Jeg oplever meget at de bliver forvirrede af det, fordi de ikke har en konkret opgave. De skal selv kunne finde ud af at lave sådan et undersøgelsesdesign, og så gå ud og undersøge det, og det er meget svært for dem. Fremfor at **det er os der siger til dem, det er dét i skal undersøge.**”*

Informant 3:

*“**Det er virkelig svært at undgå, fordi det er udelukkende det de bliver målt på til afgangsprøven.** Og det giver rigtig meget mening også. Jeg synes faktisk, at i modsætning til mange af kompetenceområderne i de andre fag, så giver de meget mening. Altså jeg synes det giver mening at snakke om undersøgelseskompetencen og modelleringskompetencen i naturfag.”*

Informant 4:

*“[...] i alle naturfagslokalerne, der står de skrevet op de her kompetencer, så vi hele tiden husker at tale om dem når vi er i gang med undervisningen. Det er meget fint; hvad for en del af det her er den undersøgende kompetence eller hvad er det for en kompetence vi bruger når vi er her? Sådan så de så, i løbet af de tre år de får undervisning, **faktisk kan forholde sig til hvornår** er det man er undersøgende, hvornår er det man er perspektiverende.”*

Det fremgår af udtalelserne, at der er to forskellige tilgange til kompetenceorienteret undervisning. Disse tilgange vil i følgende afsnit analysere ud fra kompetencebegreberne, som er redegjort for tidligere i opgaven.

Den første tilgang er den, som Informant 1 og 2 giver udtryk for. De anser kompetencestyrkende undervisning, som noget der foregår adskilt fra fagundervisningen. Dette kommer blandt andet til udtryk i udtalelsen fra Informant 1: *“det er egentlig kun på de tværfaglige dage vi arbejder med de kompetencer.”*. Informant 1 udtaler *“bogen siger at vi skal lave det her forsøg’ og så laver vi det her forsøg”*, og dette kan tolkes som udtryk for et traditionelt undervisnings- og læringssyn, hvor undervisningen og læringen foregår deduktivt, ved at læreren formidler og eleverne læser i bogen.

Det er påfaldende at informant 1 først giver udtryk for at de regelmæssigt diskuterer eventuelle udfald og resultater af det eksperimentelle arbejde, hvilket kan beskrives som en hypotesedannende proces, men i selvsamme citat udtaler, at de ofte ikke fremsætter hypoteser.

Hypotesedannelse er jf. undersøgelseskompetencen en del af undersøgelsesfaserne. Det kan ikke undgås, at beskæftige sig med *gennemførelse af undersøgelsen*, under udførelsen af et forsøg, og efterfølgende diskutere resultaterne, men hvis processen starter og slutter der, kommer undersøgelseskompetencen ifølge Jørgensen (2017) ikke i spil, da undersøgelsen er en kontinuerlig proces (Jørgensen, 2017, s. 61).

Da informant 1 giver udtryk for, at kompetencestyrkende arbejde er isoleret i de fællesfaglige dage, kommer der en fejlforståelse af undersøgelseskompetencen til udtryk. Informanten beskriver en undersøgende arbejdsproces i den monofaglige undervisning, men formår ikke at sætte processen i relation til undersøgelseskompetencen.

Informant 2's udtalelse belyser, på baggrund af informantens egen forståelse af kompetencebegrebet, det vanskelige i at tilrettelægge en undersøgelse. Det er elevens egen tankevirksomhed og drivkraft, der skal ligge til grund for valg af undersøgelse, og ikke lærerens, som informanten siger: "[...] *Fremfor at det er os der siger til dem, det er dét i skal undersøge.*" Det kommer her til udtryk, at det er overladt til eleverne at gennemføre undersøgelsesprocessen. Men ifølge Jørgensen (2017) skal undersøgelsesprocessen stilladseres således, at der ikke er en overflod af elementer at holde rede på, da det kan føre til overfladisk læring. Eleverne skal hjælpes med deres undersøgelsesdesign, hvilket udtalelsen kunne tyde på, at de ikke bliver.

I den monofaglige fysik/kemi-undervisning, bestod undervisningen, som tidligere nævnt, overvejende af deduktive læreprocesser, i form af læreroplæg og læsning af fagtekst, suppleret af mulighed for induktive erkendelser gennem praktiske forsøg. Der var ikke et element af abduktiv læring eller undervisning.

Den anden tilgang er den af informant 3 og 4, som ser kompetencerne som en integreret del af fagundervisningen. Den væsentlige pointe er, at kompetencerne er synligt opstillet i faglokalerne, samt at de i fagundervisningen løbende relaterer indholdet i undervisningen til de naturfaglige kompetencer.

Informant 3 udtaler, at "*Det (læs: Kompetencerne) er virkelig svært at undgå, fordi det er udelukkende det de bliver målt på til afgangsprøven.*" Det fremgår at informanten ser kompetencestyrkende arbejdsprocesser som en nødvendig del af fagundervisningen. I interviewet, til samme spørgsmål, udtaler samme informant følgende:

Informant 3:

"Når de skal lave dispositioner, så skal de også dele dem ind i de [naturfaglige] kompetenceområder."

Vi antager her at eleverne opnår en forståelse af, hvordan kompetencerne indgår i det monofaglige naturfagsundervisning. Det kan muligvis antages, at alle fire kompetenceområder kommer til udtryk i elevernes problemstillinger til prøven, da de både i den monofaglige og den tværfaglige undervisning, arbejder eksplicit med kompetencerne. Det fremgår ikke af udsagnene, om forståelsen af kompetencerne stemmer overens med vores forståelse. Der fremgår dog en forståelse af undersøgelseskompetencen af følgende citat af Informant 4, fra samme interview:

Informant 4:

"[...] de begynder lige så stille at få øjnene op for, at undersøgelser også kan være interview, eller kan være andre ting, end det at lave et forsøg"

Det kommer her til udtryk, at informant 3 og 4 har en forståelse for undersøgelseskompetencen, der ligger tilnærmelsesvist op ad den forståelse opgaven fremsætter, da undersøgelser ikke nødvendigvis er begrænset til praktiske eksperimenter og forsøg. Denne forståelse kan ellers, ifølge Lars Henrik Jørgensen (2017), ofte findes blandt Fysik/kemi-lærere. Den forståelse kommer til udtryk i dette citat af informant 2:

Informant 2:

"Modelleringskompetencen, det er nok den der bliver allermest tydelig i geografi. [...] Undersøgelserne ligger meget mere i biologi og fysik/kemi."

Informantens udtalelse kan tolkes som en fejlforståelse af de naturfaglige kompetencer, da han påstår at undersøgelser primært er forbeholdt fagene biologi og fysik/kemi. Men som Jørgensen (2017) definerer undersøgelseskompetencen, kan planlægningsfasen og gennemførelsesfasen af undersøgelsen bestå af internetsøgning, litteraturlæsning, mm. Det væsentlige ved undersøgelseskompetencen er, at man beskæftiger sig med processen; indlede med undren og spørgsmål og opstille hypoteser, før man planlægger og gennemfører forsøgene.

Informanten giver desuden udtryk for, at man primært bruger modelleringskompetencen i geografi. Det kan antages, at han mener dette, da modeller udgør en stor del af vidensformidlingen i geografi. Men som Jørgensen (2017) definerer modelleringskompetencen, kan modeller være andre ting, som eksempelvis modeller over matematiske sammenhænge, som ofte anvendes i fysik/kemi-faget.

9.2.3 Delkonklusion

Før vi bevæger os videre i analysen, finder vi det passende at opsummere de pointer, som indtil videre er blevet præsenteret.

På baggrund af udtalelser fra informanterne, praksiserfaring fra praktikken og inddragelse af data fra Rambøll-undersøgelsen, kan vi konkludere, at der typisk er en mangel på *funktionel tværfaglig* undervisning i naturfagene. Dette er ikke altid tilfældet, og denne form for tværfaglig undervisning var identificeret på begge de to skoler, som informanterne stammer fra. Dog havde den ene af skolerne valgt kun at tage denne arbejdsproces i brug på fire skoledage over en periode på to skoleår. Vi vil senere i analysen belyse hvorvidt dette er tilstrækkeligt, ud fra Piagets stadieteori, og udvikling af elevers kognitive funktion.

Den anden pointe, som vi gerne vil fremhæve, er den manglende fokus på de naturfaglige kompetencer i naturfagene, især i den monofaglige undervisning. Det kom til udtryk gennem flere af informanternes udtalelser, at der fandtes fejlforståelser i relation til, hvad disse kompetencer egentligt indebære. Af denne grund blev disse fejlforståelser muligvis også videregivet til eleverne, hvis de overhovedet blev italesat i undervisningen. Kun informant 3 og 4 giver udtryk for, at have en bredere forståelse af naturfagskompetencerne, og at eksempelvis undersøgelseskompetencen ikke kun kom i spil under eksperimentelt arbejde, men at undersøgelser også bestod i at søge informationer i bøger, på internettet, osv. Yderligere var informant 4 alene i, at beskrive hvordan arbejdet med elevernes kompetencer blev italesat i den daglige undervisning.

En anden observation, som understøtter denne pointe, var identificeringen af mangel på abduktioner i den monofaglige undervisning. Kun en enkelt lærer gav udtryk for at inddrage disse processer, i andre sammenhænge end de tværfaglige forløb.

På baggrund af disse konklusioner, vil det kommende analyseafsnit søge at finde svar på, hvorfor undervisningen overvejende ikke har udviklet sig i takt med de krav, den nye prøveform stiller til eleverne.

9.3 Undervisningens udvikling som følge af ny fællesfaglig prøve

I forrige analyseafsnit kom vi frem til, at mange lærere er mislykkedes med, at tilpasse deres undervisning således, at både elevers faglighed og kompetencer samtidigt bliver styrket. Vi vil derfor i dette afsnit undersøge årsagerne til, at undervisningen ikke har udviklet sig i takt med den nye fælles naturfagsprøve. Til at belyse denne problematik, vil vi inddrage Rambøll-undersøgelsens konklusioner, som de drager baseret på kvantitative besvarelser fra over tusind naturfagslærere. Vi vil sætte disse konklusioner op

imod egen empiri, for at undersøge hvorvidt Rambølls pointer afspejler de holdninger, som informanterne i opgaven giver udtryk for. På baggrund af de fremhævede pointer vil vi, med afsæt i vores forståelse af de naturfaglige kompetencer og ved hjælp af opgavens begrebsapparat i relation til undervisningsformer fra den tredelte model, analysere os frem til eventuelle årsager, som kan forklare hvorfor naturfagsundervisningen ikke fremstår som kompetencestyrkende.

9.3.1 Efterspørgsel af kompetenceudvikling

Mange af de spørgsmål, som bliver stillet i denne opgave, er spørgsmål vi som studerende er blevet mødt med i løbet af uddannelsen til fysik/kemi-lærere, og selv har søgt svar på, op til dette punkt. Hvordan underviser man kompetencestyrkende? Hvordan kan man som lærer, med kun et af de tre naturfag som linjefag, vejlede på tværs af naturfagene? Det var vores indtryk, at lærere generelt ikke følte sig sikre i dette, og efterspurgte kompetencer og videreuddannelse, for at kvalificere deres undervisning og vejledning til prøven.

Denne pointe bliver bekræftet af Rambøll-undersøgelsen (bilag 6.3), der beskriver at 71 pct. af lærerne i undersøgelsen efterspørger kompetenceudvikling, på baggrund af bekymringer i relation til forholdene ved de fælles naturfagsforløb og den nye prøveform (Rambøll, 2017).

Det fremgår ikke af Rambøll-undersøgelsen, hvorvidt henholdsvis de resterende 29 pct. var lærere med uddannelse i mere end ét af naturfagene, eller om disse efterspurgte kompetencer på lige fod med naturfagslærere, hvis uddannelse var begrænset til ét af de tre naturfag. Dog fremgik det af vores empiri, at de informanter, som havde begrænset sig til enten fysik/kemi eller geografi, ikke følte sig kvalificerede til at vejlede eleverne på tværs af fagene, op til den fælles naturfagsprøve.

Interviewer:

“Synes du, at du er fagligt rustet til at vejlede i alle naturfag?”

Informant 4:

“Nej, overhovedet ikke. Og det er også en udfordring. Vi tager også os selv i rigtig tit at sige [til eleverne], det må du snakke med en eller anden om [...]”

En anden efterspørgsel på kompetenceudvikling kommer fra informant 1, da vi spørger ind til hvad han som naturfagslærer efterspørger, for at kvalificere sin undervisning, med øje for at forberede sine elever til den nye prøveform. Her udtaler han følgende:

Informant 1: *“Det ville være fint at være bedre til netop den her undersøgelseskompetence, at de var trænet mere i det. Noget af det falder jo selvfølgelig tilbage på mig selv.”*

Det kan altså antages, at naturfagslærere i folkeskolen generelt savner kompetencer, for at leve op til de krav, som prøven stiller til naturfagslærernes undervisning. Rambøll-undersøgelsen går videre, og spørger op imod 300 ledere om, i hvilken grad deres skole prioriterer supplerende kompetenceudvikling til deres naturfagslærere. Her udtaler hele 60 pct. af ledere, at dette enten har høj eller meget høj prioritet, og kun omkring 5 pct. svarer at dette prioriteres i lav eller meget lav grad (bilag 6.4).

Ledernes besvarelser bliver til en vis grad udfordret, da kun 20 pct. af lærerne i undersøgelsen svarer, at de har gennemført supplerende kompetenceudvikling som følge af indførelsen af den fælles prøve. (bilag 6.3)

Dette afspejles også i informanternes besvarelser, da de under interviewet bliver spurgt ind til ledelsens rolle i forbindelse med introduktionen af den nye prøveform.

Informant 4:

“Det er helt sikkert en ledelse som siger: ‘Det ved I’. Det er ikke en ledelse, som på den måde sidder og læser nye prøve[vejledninger].”

Interviewer:

“Så de lægger den til jer, men lytter til jer også?”

Informant 4:

“Lige præcist.”

Her giver informanten et billede af, at ledelsen på hendes skole ikke tager et aktivt ansvar i udvikling og kvalitetssikring af undervisningen, som led i forberedelsen af den nye prøveform. Den samme konklusion bliver draget i Rambøll-undersøgelsen, som værende en almen tendens blandt landets skoler, og pointen bliver fremvist i undersøgelsens resumé således:

“[...] forberedelsen af implementeringen af den nye prøve i høj grad er blevet overladt til lærerne. Både de kommunale skoleforvaltningers og skoleledelsernes høje grad af delegering af ansvar kan være problematisk på de skoler, hvor der i lærergruppen er skepsis i forhold til den nye fælles prøve og de fællesfaglige forløb.” (Rambøll, 2017, s. 1).

Vi ser her, at Rambøll-undersøgelsen fremhæver samme pointe, som lærernes udtalelser også bekræfter. De ser en tendens til, at der sker en delegering af ansvar, og at det i sidste ende er op til de enkelte naturfagsteams at finde frem til en korrekt måde at imødekomme kravene fra prøvebekendtgørelsen. Yderligere kan vi af udtalelsen af informant 1 antage, at naturfagslærere ikke nødvendigvis føler, at de selv besidder de nødvendige lærerfaglige kompetencer for at undervisningen lever op til disse krav. En pointe, som er værd at fremhæve i forbindelse med dette, er lærernes udtalte behov for lærermaterialer, som understøtter kravene fra prøvebekendtgørelsen. Dette fremgår eksplicit fra vores empiri, og alle informanterne beskriver et behov for, at have undervisningsmaterialer til rådighed, som understøtter elevernes tilegnelse af de naturfaglige kompetencer. Her vil vi fremhæve et par af sådanne citater:

Informant 1:

“De [bøgerne] er mest på færdighedsdelen. Vi har ikke nogle nye bøger, moderne bøger, så derfor er det mest – I skal lære det her. Der er ikke den store begrundelse for hvorfor vi skal lære det, vi skal bare lære det. [...] der ville det måske hjælpe med nogle nye bøger der netop havde fokus på de her ting, undersøgelseskompetence osv.”

Informant 2:

“De gamle lærebogssystemer, de understøtter det (læs: naturfagskompetencerne) jo ikke.”

Informant 4:

“Nej, der er ikke nogle bogsystemer eller læremidler, som arbejder kompetencestyret. Vi skal selv støbe vores undervisning sammen, af bidder fra forskellige læremidler.”

Det fremgår af udtalelserne, at bøgerne overvejende er færdighedsorienterede. Lærerne må gøre brug af egne undervisningskompetencer til at orientere arbejdet med læremidlerne omkring de naturfaglige kompetencer. Vi har dog allerede fået fremhævet, at lærerne giver udtryk for, at de selv savner kompetenceudvikling. Det er desuden vores egen erfaring, i arbejdet med læremidler i fysik/kemi-undervisningen, at læremidlerne typisk indeholder teori-orienterede tekstrubrikker, suppleret af modeller, og tilknyttede forsøgskompender. Der bliver ikke lagt op til, at man forholder sig kritisk til brugen af modellerne, eller at man i forsøgskompenderne arbejder efter Jørgensens (2017) undersøgelsesfaser. Om brug af læremidler i undervisningen, udtaler Helle Houkjær (2017) om læremidler, i forhold til kompetencer, følgende:

“Indeholder læremidlet fx overvejelser med hensyn til naturfaglige kompetencer? [...] Stiller man sig ikke kritisk her, vil fagsynet bag læremidlet kunne præge ens egen undervisning i en retning, der ikke lever op til kravet [om kompetenceudviklende undervisning]” (Houkjær, 2017: 197).

Houkjær (2017) mener, at man skal forholde sig til, hvordan kompetencerne kommer til udtryk i læremidlet, samt at man som lærer må bruge egne kompetencer til at kvalificere arbejdet med læremidlet. Hun påstår desuden, at lærerens fagsyn kan præge undervisningen i en uhensigtsmæssig retning, hvis man ikke gør sig overvejelser om, hvordan kompetencerne kommer til udtryk i læremidlet, og dermed bliver konkretiseret i undervisningen. Vi arbejder ikke i opgaven eksplicit med fagsyn, som del af opgavens begrebsapparat. Vi vil dog argumentere for, at lærerens fagsyn og lærerens læringssyn, i denne kontekst, kan sættes lig hinanden, på baggrund af følgende citat:

“[...] hvis læreren skal undgå en kognitiv konflikt på dette område må hans/hendes fagopfattelse være i rimelig overensstemmelse med hans/hendes syn på menneskets udvikling og læring.” (Thomsen, 1992, s. 92)

På baggrund af Houkjærs (2017) udtalelse om betydningen af lærerens fagsyn for naturfagsundervisningen, vil vi nu undersøge, hvilket *læringssyn* vi vil argumentere for kommer udtryk i henholdsvis empirien, moderne naturfagsdidaktik samt prøvebekendtgørelsen for den nye fælles naturfagsprøve.

9.3.2 Læringssyn

Vi vil nu, på baggrund af udtalelser fra lærerne, samt vores egne praksiserfaringer, analysere os frem til, hvilket læringssyn undervisningen tilsyneladende tilrettelægges efter. Vi har på nuværende tidspunkt konkluderet, at der, i naturfagene, undervises på to forskellige måder: monofagligt og tværfagligt. Vi har desuden identificeret de tværfaglige forløb, vi i empirien har belyst, som værende af *funktionel tværfaglig* natur, og ifølge teorien dermed kompetenceudviklende. Dog har vi endnu ikke belyst informanternes læringssyn, eller hvordan den monofaglige undervisning forløber. Det fremgår af Rambøll-undersøgelsen, at resultaterne overvejende peger på, at naturfagsundervisning er af klassisk natur, og primært bevæger sig inden for den deduktive/induktive undervisningstilgang (Rambøll, 2017, s. 1). Denne pointe vil vi uddybe senere i afsnittet. Vores forståelse af undervisningen som værende overvejende

deduktiv/induktiv kan også genkendes i egne praksiserfaringer, samt ud fra de gennemførte lærerinterviews.

Dette kommer til udtryk, dels når Informant 1 udtaler at *“bogen siger, at vi skal lave det her forsøg’ og så laver vi det her forsøg, og så taler vi bagefter om ‘hvad er det det her forsøg det viste?’”*, og dels når Informant 4 udtaler at *“[...]så kører de så i nogle uger, hvor de har faglig undervisning, altså helt klassisk fysik/kemi-undervisning, hvor vi gennemgår de her ting og laver forsøg”*. I denne undervisningsform foregår læringen, som tidligere fremhævet, gennem læreroplæg og litteraturlæsning, hvor viden optages deduktivt, samt forsøg der giver mulighed for induktive erkendelser. Disse udtalelser understøtter Rambøll-undersøgelsens (2018) konklusion, at naturfagsundervisningen generelt kan karakteriseres som deduktiv/induktiv. Konklusionerne på forsøgene varierer ikke særligt fra elev til elev, da de er anvist og beskrevet af bogsystemet med henblik på at verificere den teoretiske viden, som eleverne har tilegnet sig i undervisningen. Den deduktive/induktive undervisningsform beskriver Thomsen (1992) i følgende citat, og redegør for det lærings syn, denne undervisningsform afspejler:

“Demonstrationeksperimenter har været anvendt til at ”bevise” teorier, og elevøvelser har tjent samme formål. Konklusionerne er givet på forhånd (i hvert fald hos læreren), og de eftervises ved induktion fra observationer [...]. Det traditionelle videnskabssyn, der har været formidlet på både højere læreanstalter og i skolen, har da også i høj grad været positivistisk”
(Thomsen, 1992, s. 93)

Det kan således siges at den traditionelle undervisningsform, som vi har identificeret i dette afsnit, afspejler et positivistisk lærings syn.

I Rambøll-undersøgelsen har de ligeledes undersøgt, hvordan der arbejdes monofagligt i naturfagene. Her skriver de:

“Det er det overordnede indtryk, at undervisningen i fysik/kemi, biologi og geografi er kendetegnet ved en relativt klassisk organisering, hvor læreroplæg er dominerende. Denne undervisningsform suppleres hyppigt med selvstændigt elevarbejde, elevfremlæggelser samt praktiske øvelser, og dermed fremtræder undervisningen samlet set som varieret.” (Rambøll, 2017, s. 1)

Klassisk Organisering tolker vi her også som en deduktiv/induktiv tilgang til den monofaglige undervisning, som er af overvejende positivistisk natur. Denne form for undervisning er desuden den vi selv har erfaring med, både fra vores egen skoletid, samt fra praktikken.

Det skal dog påpeges, at vi ikke definitivt kan konkludere, at undervisningen sker ud fra et positivistisk læringssyn, men at der er visse elementer i undervisningen, som kan antyde dette.

Vi vil i forlængelse af det understrege, at vi ikke var i stand til at identificere træk af det konstruktivistiske læringssyn ud fra vores empiri.

Resultaterne fra vores analyse kan pege på et overvejende positivistisk læringssyn i naturfagsundervisningen i folkeskolen.

Dette er en interessant pointe idet de naturfagsdidaktikere, vi læner os op ad, som Sjøberg (2016) og Silassen (2017), er udtalte konstruktivister, og yderligere fordi det positivistiske læringssyn for længst er blevet forkastet.

Da eleverne skal identificere en problemstilling, stille underspørgsmål, danne hypoteser og arbejde undersøgende i forbindelse med den nye fælles naturfagsprøve, kræver det erfaring med den abduktive arbejdsform. I denne arbejdsform ligger der, at eleverne opnår erkendelser igennem deres egen virksomhed, samt at prøven er orienteret omkring processen, hvorigennem de besvarer deres problemstilling. Vi vil derfor argumentere for, at prøven udspringer af et konstruktivistisk læringssyn.

9.3.3 Kognitiv udvikling

I forløbet op til, og under afviklingen af den fælles naturfagsprøve, skal eleverne have identificeret relevante, tværfaglige problemstillinger med tilhørende underspørgsmål, gennemført undersøgende arbejde og konstrueret egne erkendelser gennem fagligt stof. Yderligere skal eleven præsentere alternative perspektiver, i relation til den oprindelige problemstilling. Vi vil argumentere for, at dette tilsammen kræver en grundig forståelse af den deduktiv-hypotetiske arbejdsproces, som forudsætter, at eleverne kan danne hypoteser på baggrund af underspørgsmål og forudgående viden. Denne arbejdsproces kræver, ifølge Piaget (fra: Sjøberg, 1992, s. 33), at eleven befinder sig på det, han kalder det *formelt-funktionelle stadie*. På trods af, at Piaget mener, at børn i alderen 11 år begynder at bevæge sig ind i dette sidste stadie, udtaler Jørgensen (2017) følgende:

“Selvom elever på sluttrinnet af grundskolen, ifølge Piagets stadieteori, begynder at bevæge sig over i det formelt-funktionelle stadie, har undersøgelser vist, at de stadig i høj grad

har brug for konkretiseringer, når det gælder naturfagene. En årsag hertil er de abstraktioner, der indgår i naturfaglig teoridannelse [...].” (Jørgensen, 2017 s. 64)

Som Jørgensen her fremhæver, befinder eleverne sig typisk ikke på det *formelt-funktionelle stadie* i naturfagsundervisningen, og er sandsynligvis ikke i stand til abstrakt tænkning på det niveau, som Undervisningsministeriet implicit forventer af eleverne, på baggrund de krav, den fælles naturfagsprøve stiller.

Vi forsøger dog ikke at påstå, at elever ikke er i stand til at tilegne sig disse kompetencer, men at de naturfaglige kompetencer som begreb er for abstrakte til, at eleverne intuitivt og uden konkretisering, kan tilegne sig dem. Eleverne er i stand til at undersøge, men det kan ikke forventes, at de, uden stilladsering og italesættelse, kan koble processen til undersøgelseskompetencen som begreb. Dette argumenterer vi for, på baggrund af, at kompetence som begreb, i sig selv, er af abstrakt natur, og ifølge Jørgensen (2017), skal konkretiseres i naturfagsundervisningen.

Denne pointe bliver eksemplificeret i vores empiri, idet Informant 1 udtaler sig om, hvorvidt eleverne, efter hans mening, er i stand til at leve op til de krav den nye prøveform stiller. Han udtaler: “ [...] *nogen kan godt og andre kan ikke, mange kan hjælpes rigtig meget til det. Det er i hvert fald ikke alle der kan.*”. Informant 3 og 4 giver til gengæld udtryk for, at deres elever ikke har problemer i arbejdet med - og forståelsen af - kompetencebegrebet. De giver samtidig udtryk for, at de italesætter kompetencerne overfor eleverne, eksempelvis når Informant 4 udtaler: “ [...] *så vi hele tiden husker at tale om dem, når vi er i gang med undervisningen. Hvad for en del af det her er undersøgelseskompetencen, eller hvad er det for en kompetence som vi bruger her, så de hele tiden, i løbet af de tre år hvor de får undervisning, faktisk skal forholde sig til hvornår er det, at man er undersøgende, hvornår er det man er perspektiverende [...]*”. På trods af at Jørgensen (2017) beskriver behovet for konkretiseringer i relation til modelleringskompetencen, vil vi argumentere for, at konkretiseringer er nødvendige i et bredere perspektiv. Som tidligere nævnt, ser vi naturfagskompetencerne som værende abstrakte begreber. Vi vil derfor argumentere for, at nødvendigheden for konkretiseringer ikke er forbeholdt modeller, men at alle abstrakte aspekter inden for naturfagsundervisningen, omend det omhandler begreber, modeller eller undersøgelsesmetoder, kræver konkretiseringer, for at eleverne kan tilpasse deres kognitive skemaer til den korrekte forståelse af kompetencebegrebet.

10.0 Diskussion

Vi har på nuværende tidspunkt i opgaven identificeret, hvor man som naturfagslærer må tilpasse og udvikle sin undervisning, for at imødekomme kravene, som den nye fælles naturfagsprøve har bragt med sig. I dette afsnit vil vi nu diskutere, hvorvidt der er en forskydning i forventningerne fra Undervisningsministeriets side, og den realitet man finder i folkeskolen. Den første pointe vi vælger at diskutere, vil være forholdet mellem kompetencestyrkende- og færdighedsorienteret undervisning i praksis. Som vi tidligere beskrev, har den nye prøve medført et krav om et minimum på seks fællesfaglige forløb, og tiden til planlægning af disse må per automatik tages fra planlægningen og udførelsen af den fagopdelte undervisning. Dette anser vi for værende problematisk, da didaktisk teori om tværfagligt arbejde, samt udtalelser fra naturfagslærere antyder, at faglig dybde går tabt, når man arbejder tværfagligt og kompetenceorienteret, frem for monofaglig og færdighedsorienteret undervisning. Det er problematisk, at faglig dybde går tabt, da den nye prøveform ikke kun indebære en fællesfaglig del, men også en færdighedsorienteret udtræksprøve, i én af de tre naturfag. Dette skaber bekymringer for mange lærere, da de på nuværende tidspunkt har svært ved at finde tid til både at videreformidle og behandle de fagfaglige områder, som udtræksprøven kræver, at eleverne besidder, og samtidigt imødekomme kravene til den fælles naturfagsprøve, som vi tidligere har fastslået, både er tidskrævende i form af planlægning og udførelse. Der er krav om at eleverne besidder *faglig robusthed* til udtræksprøven, men gennemførelsen af fællesfaglig undervisning i de seks tværfaglige problemstillinger sker på bekostning af faglig fordybelse.

Dette mener vi peger imod en forskydning i de krav og forventninger Undervisningsministeriet sætter for naturfagene folkeskolen, og den virkelighed vi har observeret og erfaret. Denne påstand bliver yderligere eksemplificeret, ved at naturfagene hverken har fået tillagt mere forberedelsestid eller flere undervisningslektioner, som følge af implementeringen af den nye prøveform.

Det er tankevækkende at den nye prøve er kommet til efter en forestilling om, at implementeringen af den nye fælles naturfagsprøve vil medføre, at eleverne blandt andet motiveres til at gå i en naturfaglig retning efter folkeskolen. Dog kan vi, på baggrund af forrige pointer, se at det ikke er blevet overvejet hvordan prøven skulle implementeres i praksis. Dette kan skyldes, at vi identificerede et læringssyn fra ministeriets og didaktikkernes side, som nødvendigvis ikke afspejles i praksis i den danske folkeskole. Lærere har på nuværende tidspunkt ikke de fornødne kompetencer til at imødekomme de fremsatte krav, og dette er muligvis begrundelsen for, at bl.a. Rambøll ikke ser undersøgelses- og modelleringskompetencen komme eksplicit til udtryk i de observerede prøver, i nogen særlig grad.

Vi vil afslutte diskussionen ved at pointere, at prøveformen først blev gjort obligatorisk i skoleåret 2016/2017, og at man på baggrund af de slutninger, som blev præsenteret i analysen, ikke kan beskyldes naturfagslærerne for manglen på udvikling af praksis, da hverken ministeriet eller ledelser har haft en aktiv hånd i denne proces, og at det dermed har været op til de enkelte naturfagsteams at vurdere, hvordan de selv bedst muligt kunne forberede eleverne til den nye prøveform.

11.0 Konklusion

Vi har i opgaven, med afsæt i vores teoretiske referenceramme, analyseret relevant empiri, og kan heraf drage følgende konklusioner:

Funktionel tværfaglighed er en hensigtsmæssig arbejdsproces, når man som naturfagslærer ønsker at styrke de naturfaglige kompetencer hos elever i udskolingen. Dog blev det identificeret i analysen, at det kun er en mindre del af naturfagslærere, der på nuværende tidspunkt gør brug af denne i undervisningen. Inden for de lærerteams, der gør brug af den *funktionelt tværfaglige* arbejdsproces, varierer det, hvor stor en del af naturfagsundervisningen det tværfaglige arbejde udgør.

Der er uenighed om, hvordan udvikling af naturfagskompetencerne skal indgå i den faglige undervisning. Nogle lærere ser kompetencestyrkende undervisning som værende adskilt fra fagundervisningen, mens andre inddrager og italesætter disse i den monofaglige undervisning.

Dette skyldes manglende vejledning og værktøjer, som følge af den nye prøveform, og naturfagslærere besidder på nuværende tidspunkt ikke nødvendigvis de fornødne kompetencer, for at understøtte elevernes kompetencerudvikling i undervisningen.

Det fremstår af analysen, at der blandt flere naturfagslærere befinder sig en fejlforståelse af, hvad kompetencerne indebærer. Dette kan være årsag til, at naturfagslærere på nuværende tidspunkt sjældent benytter sig af abduktive undervisningsformer i folkeskolen.

Analyse og teori peger imod, at det ikke er alle elever i udskolingen, som besidder de kognitive forudsætninger til selvstændigt at navigere sig igennem arbejdsprocessen, som den nye fælles naturfagsprøve kræver, og at italesættelse af abstrakte begreber, såsom kompetencerne, er nødvendigt, hvis begreberne skal assimileres/akkommoderes i elevernes kognitive skemaer.

Undervisningsformen, som kravene til den nye prøveform sætter, og som moderne naturfagsdidaktik anviser, er analyseret til at være af et overvejende konstruktivistisk læringssyn, hvor undervisningen er pålagt et abduktivt element. Vi har fundet, at undervisningen i folkeskolen med den deduktive/induktive læringsform, giver udtryk for et overvejende positivistisk læringssyn.

Lærerne mener i overvejende grad, at de ikke besidder fornødne kompetencer til at tilrettelægge kompetencestyrkende undervisning, og mange lærere efterspørger kompetenceudvikling. De mener heller ikke at lærermidlerne understøtter den ønskede undervisningsform. Det kan yderligere konkluderes, at delegeringen af ansvaret for strukturering af de fællesfaglige naturfagsforløb, fra ledelse til naturfagslærerne, kan have en uønsket effekt, hvis lærerne i de enkelte teams ikke har de fornødne kompetencer til korrekt implementering af kompetencestyrkende undervisning.

Vi mener, at vi på nuværende tidspunkt, på baggrund af opgavens analyse, diskussion og konklusioner, kan identificere en forskydning mellem Undervisningsministeriets idealistiske krav til naturfagsundervisningen i folkeskolen, og den realitet man som lærer befinder sig i til hverdag. Dette grundet bl.a. i vores antagelse om, at kompetencestyrkende- og færdighedsstyrkende undervisning nu begge skal forberedes og gennemføres inden for samme tidsramme, som naturfagslærerne havde, til at forberede eleverne til den tidligere færdigheds- og vidensorienterede prøve.

Afslutningsvist vil vi, ved hjælp af vores teoretiske referenceramme, og med afsæt i vores analyse og konklusion, præsentere vores bud på, hvordan man som naturfagslærer kan udvikle egen praksis, for bedst muligt at forberede sine elever til den nye fælles naturfagsprøve.

12.0 Handleperspektiv

I dette afsnit vil vi præsentere vores perspektiv på, hvordan man som almen naturfagslærer kan udvikle egen praksis, således at undervisningen bedst muligt imødekommer kravene fra den nye fælles naturfagsprøve.

Det fremstår af opgaven, at formidlingen af fagenes faglige indhold typisk ikke er et problem for den almene underviser. Dette fremgår også af Rambøll-rapporten, som viser at 96 pct. af ledere beskriver deres naturfagslærernes kompetencer som værende høje eller meget høje. (Bilag 6.5)

Vores handleperspektiv vil omhandle, hvordan man som naturfagslærer udvikler sin praksis, således at undervisningen understøtter elevernes tilegnelse af de naturfaglige kompetencer, da det særligt er disse, eleverne bliver bedømt på til den fælles naturfagsprøve.

Da prøven søger at vurdere elevernes evne til at arbejde undersøgende med en selvvalgt problemstilling, finder vi det essentielt at eleverne beskæftiger sig med undersøgende arbejdsprocesser i den daglige naturfagsundervisning. I forlængelse af dette, har vi i opgaven identificeret at den *funktionelt tværfaglige* tilgang til fællesfaglige forløb medfører en række positive effekter på elevernes dannelse og tilegnelse af netop de arbejdsprocesser, som er nødvendige at kunne begå sig med, for at være forberedt til prøven.

Vi mener at det også er vigtigt at bringe de undersøgende, abduktive arbejdsprocesser ind i den monofaglige undervisning, således at alle elementer af *den tredelte model* kommer til udtryk.

Dette mener vi er essentielt, da den undersøgende tilgang kan komplementere de deduktive- og induktive arbejdsformer, som typisk findes i naturfagsundervisningen i folkeskolen. Et muligt løsningsforslag er, at tilrettelægge undervisningen således, at naturfagslæreren strukturerer det undersøgende arbejde efter Jørgensens (2017) *undersøgelsesfaser*, da denne, efter vores mening, indeholder en god balance af deduktive, induktive og abduktive elementer. Afslutningsvis vil præsentere IBSE-modellen (bilag 7), som et bud på et konkret planlægningsværktøj, til kvalitetssikring af egen undervisning, mhp. problemorienterede og undersøgende arbejdsprocesser.

Litteraturliste

Bjørndal, C. R. P. (2014). *Det vurderende øje* (2. udgave). Aarhus: Klim.

Houkjær, H. (2017). Vurdering og brug af læremidler. I Norrild, P. & Silassen, M. K. (red.), *Fysik/kemi-didaktik - Læring og undervisning* (s. 193-208). Latvia: Hans Reitzels forlag.

Jørgensen, L. H. (2017). Kompetenceområder i fysik/kemi. I Norrild, P. & Silassen, M. K. (red.), *Fysik/kemi-didaktik - Læring og undervisning* (s. 59-72). Latvia: Hans Reitzels forlag.

Laursen, M. H. (2017). *Abduktiv undervisning og læring*. Latvia: Hans Reitzels Forlag

Mottelson, M. & Muschinsky, L. J. (2017). *Undersøgelser - Videnskabsteori og metode i pædagogiske studier*. Latvia: Hans Reitzels forlag.

Silassen, M. K. (2017). Projektorienteret og tematisk undervisning. I Norrild, P. & Silassen, M. K. (red.), *Fysik/kemi-didaktik - Læring og undervisning* (s. 183-192). Latvia: Hans Reitzels forlag.

Sjøberg, S. (1992). Når virkeligheden konstrueres - læringspsykologi. I Nielsen, H. & Paulsen, A. C. (red.), *Undervisning i fysik - den konstruktivistiske idé* (s. 27-54)

Sjøberg, S. (2012). *Naturfag som almindannelse - en kritisk fagdidaktik* (2. udgave). Århus: Klim

Styrelsen for undervisning og kvalitet (2015). *Vejledning til Fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi*.

Lokaliseret d. 29 maj 2018 på:

<https://naturligvisfag.skoleblogs.dk/files/2015/11/Pr%C3%B8vevejledning-f%C3%A6lles-pr%C3%B8ve-i-naturfagene-20151218.pdf>

Rambøll (2018). *Evaluering og følgeforskning i forbindelse med indførelse af ny fælles prøve i fysik/kemi,*

biologi og geografi. Lokaliseret d. 29 maj 2018 på:

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5UuNXULbpTcJ:https://uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/180319-statusrapport-faelles-naturfagsproeve.pdf%3Fla%3Dda+&cd=1&hl=da&ct=clnk&gl=dk>

Retsinformation (2017). Folkeskolens formålsparagraf. Lokaliseret d. 29 maj 2018 på:

<https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=196651#id022b0e44-841e-4caf-9378-363beeaf94c1>

Thomsen, P. V. (1992). Videnskabsfilosofiske smuler. I Nielsen, H. & Paulsen, A. C. (red.), *Undervisning i fysik - den konstruktivistiske idé* (s. 91-100). Latvia: Hans Reitzels forlag.

Undervisningsministeriet (2016). *Fagformål for faget fysik/kemi*. Lokaliseret på d. 29 maj 2018 på:

<https://www.emu.dk/sites/default/files/Fysik%20og%20kemi%20-%20januar%202016.pdf>

Undervisningsministeriet (2018). *Vejledning for faget fysik/kemi*. Lokaliseret på d. 29 maj 2018 på:

<https://www.emu.dk/sites/default/files/Vejledning%20fysikkemi.pdf>