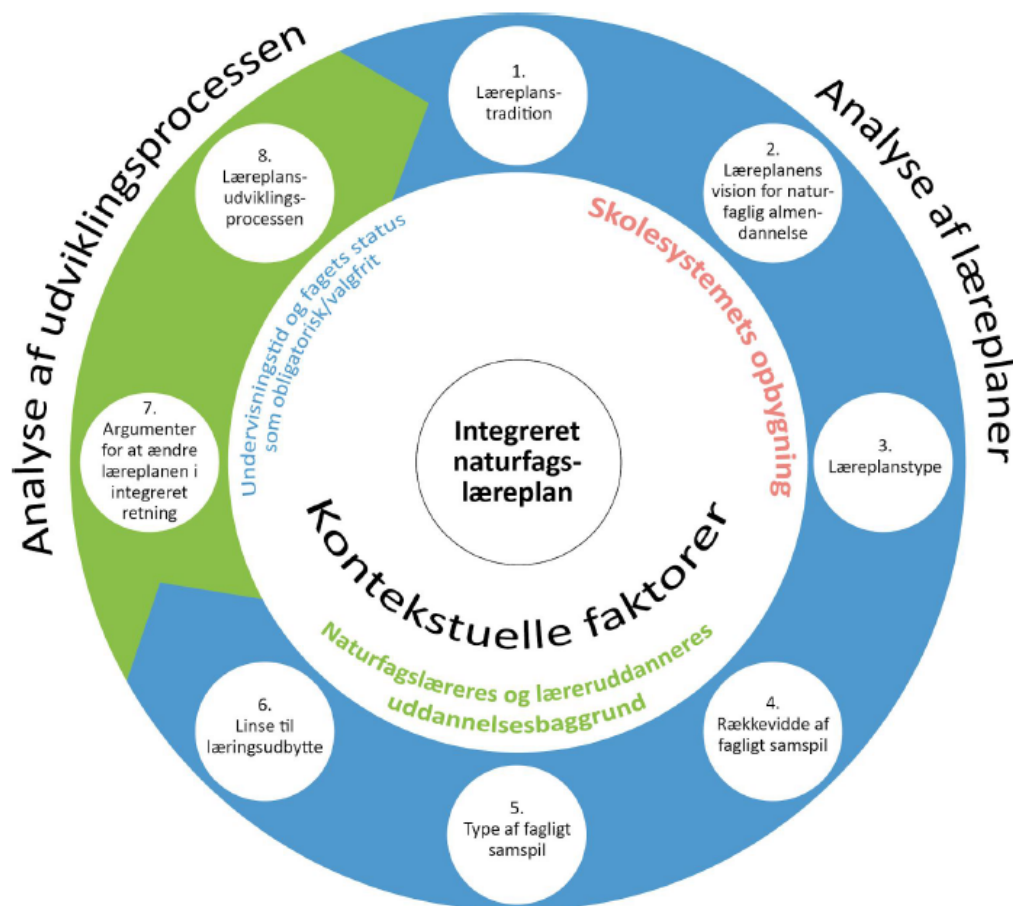




Integreret naturfag i Danmark?



Christina Frausing Binou & Dorte Salomonsen
Masterafhandling – Master i scienceundervisning

Vejledere: Robert Evans og Jens Dolin

IND's studenterserie nr. 62, 2018

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

Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

IND's studenterserie

28. Niven Adel Atie: Didaktiske situationer for fuldstændiggørelse af kvadratet i andengradsligningen (2013)
29. Morten C. B. Persson: Kvantekemi i gymnasiet - Tilrettelæggelse, udførelse og evaluering af et undervisningsforløb (2013)
30. Sofie Birch Jensen: Køn, evaluering og The Force Concept Inventory (2013)
31. Simone Gravlund Nielsen: Når børn forsker i matematik (2013)
32. Henrik Egholm Wessel: Smartphones as Scientific Instruments in Inquiry Based Science Education (2013)
33. Nicole Koefoed: Et didaktisk design om definition, eksistens og eksakt værdi af bestemt integral (2013)
34. Trine Louise Brøndt Nielsen: From Master's programme to labour market – A study on physics graduates' experience of the transition to the labour market (2013)
35. Rie Hjørnegaard Malm: Becoming a Geologist – Identity negotiations among first year geology students (2013)
36. Mariam Babrakzai Zadran: Gymnasiealgebra I et historisk perspektiv – Matematiske organisationer I gymnasiealgebra (2014)
37. Marie Lohmann-Jensen: Flipped Classroom – andet end blot en strukturel ændring af undervisningen? (2014)
38. Jeppe Willads Petersen: Talent – Why do we do it? (2014)
39. Jeanette Kjølbaek: One-dimensional regression in high school (2015)
40. Anders Wolfsberg: A praxeological investigation of divergence – Exploring challenges of teaching and learning math-in-physics (2015)
41. Asger Brix Jensen: Number tricks as a didactical tool for teaching elementary algebra (2015)
42. Katrine Frovin Gravesen: Forskningslignende situationer på et førsteårskursus I matematisk analyse (2015)
43. Lene Eriksen: Studie og forskningsforløb om modellering med variabelsammenhænge (2015)
44. Caroline Sofie Poulsen: Basic Algebra in the transition from lower secondary school to high school (2015)
45. Rasmus Olsen Svensson: Komparativ undersøgelse af deduktiv og induktiv matematikundervisning (2016)
46. Leonora Simony: Teaching authentic cutting-edge science to high school students(2016)
47. Lotte Nørtoft: The Trigonometric Functions - The transition from geometric tools to functions (2016)
48. Aske Henriksen: Pattern Analysis as Entrance to Algebraic Proof Situations at C-level (2016)
49. Maria Hørlyk Møller Kongshavn: Gymnasieelevers og Lærerstuderendes Viden Om Rationale Tal (2016)
50. Anne Kathrine Wellendorf Knudsen and Line Steckhahn Sørensen: The Themes of Trigonometry and Power Functions in Relation to the CAS Tool GeoGebra (2016)
51. Camilla Margrethe Mattson: A Study on Teacher Knowledge Employing Hypothetical Teacher Tasks - Based on the Principles of the Anthropological Theory of Didactics (2016)
52. Tanja Rosenberg Nielsen: Logical aspects of equations and equation solving - Upper secondary school students' practices with equations (2016)
53. Mikkel Mathias Lindahl and Jonas Kyhnæb: Teaching infinitesimal calculus in high school - with infinitesimals (2016)
54. Jonas Niemann: Becoming a Chemist – First Year at University
55. Laura Mark Jensen: Feedback er noget vi giver til hinanden - Udvikling af Praksis for Formativ Feedback på Kurset Almen Mikrobiologi (2017)
56. Linn Damsgaard & Lauge Bjørnskov Madsen: Undersøgelserbaseret naturfagsundervisning på GUX-Nuuk (2017)
57. Sara Lehné: Modeling and Measuring Teachers' praxeologies for teaching Mathematics (2017)
58. Ida Viola Kalmark Andersen: Interdisciplinarity in the Basic Science Course (2017)
59. Niels Andreas Hvitved: Situations for modelling Fermi Problems with multivariate functions (2017)
60. Lasse Damgaard Christensen: How many people have ever lived? A study and research path (2018)
61. Adonis Anthony Barbaso: Student Difficulties concerning linear functions and linear models (2018)
62. **Christina Frausing Binou & Dorte Salomonsen: Integreret naturfag i Danmark? (2018)**

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

Se hele serien på: <https://www.ind.ku.dk/studenterserien>

Abstract in English:

This dissertation examines which potentials and problems that are relevant to consider if integrated science is to be realized in Denmark. A tool to describe various aspects of the broad field called integrated science is build. The tool is based on Danish and international research literature within the field of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), curriculum and learning outcome regarding integrated science.

The tool is used to empirically examine two cases of integrated science for students age 13-16: In Ireland and Norway. Through desk research and interview the cases are examined and compared with integrated practice in Denmark, where three different science subjects cooperate. Due to this analysis the dissertation attempts to outline learning potentials from the Irish and Norwegian experiences.

Results indicate that Ireland and Norway face challenges regarding low instruction time, lack of teacher competencies to teach integrated and assessment. Findings also show that Ireland inspire with their classroom based formative assessment and science teacher education. From Norway a curriculum with progression from 1st to 12th grade inspires as well as a program for teacher educators regarding science didactics.

Based on literature findings the dissertation concludes, that integrated science - under the right circumstances - contributes to student achievement in a way that corresponds to subject-based approach. The dissertation suggests that the tool is used to bring structure and transparency to the Danish discourse about integrated science. It introduces a vocabulary and a model to be used in the process of considering and developing an integrated science curriculum.

Kolofon

Integreret naturfag i Danmark?
(Integrated science in Denmark?)

Masterafhandling af: Dorte Salomonsen og Christina Frausing Binau

Ved angivelse af DSA i indholdsfortegnelsen, er Dorte Salomonsen hovedforfatter, mens det ved initialerne CFB er Christina Frausing Binau, der er hovedforfatter

Master i scienceundervisning (MiSU): Aarhus Universitet/Institut for Naturfagenes Didaktik,
Københavns Universitet

Afleveringsdato: 6. maj 2018, version af 4. september 2018

Vejledere: Robert Evans og Jens Dolin

Karakteroptælling: 180.412 tegn inklusiv mellemrum - 75,2 normalsider

Tak

Forfatterne takker følgende for uvurderlig hjælp: Dorrit Hansen, Signe Lilja, Peter Norrild og Nana Quistgaard

Indholdsfortegnelse

1.1 Abstract	6
1.2 Forord	6
Kapitel 2 Indledning og problemformulering CFB & DSA	7
2.1 Begrundelse for valg af problemfelt	7
2.1.1 Problemfeltet er efterlyst af ekspertrapporter gennem 15 år	7
2.1.2 Problemfeltet er underbelyst og uklart defineret	7
2.1.3 Problemfeltet er i vores personlige erfarings- og interessesfære	7
2.1.4 Problemfeltet aktualiseres af politiske strømninger	8
2.2 Problemformulering	8
2.3 Afgrænsning	8
Kapitel 3 Metode	9
3.1 Metodevalg CFB	9
3.2 Kriterier for udvælgelse af lande DSA	10
3.3 Empiriindsamling	10
3.3.1 Empiriindsamling gennem desk research CFB	11
3.3.1.1 Et sammenligningsgrundlag i form af desk research om Danmark	11
3.3.2 Empiriindsamling gennem interviews DSA	12
3.3.2.1 Udvalgelse af informanter	12
3.3.2.2 Interviews	12
3.3.2.3 Udformning af interviewguides	13
3.3.3 Behandling af interviewdata CFB	14
3.3.3.1 Transkribering og synteseformulering	14
3.3.3.2 Respondentvalidering	14
3.3.4 Repræsentation af data DSA	14
3.4 Validitet, reliabilitet og generaliserbarhed af undersøgelsen	15
3.4.1 Validitetsvurdering DSA	15
3.4.2 Reliabilitetsvurdering CFB	15
3.4.3 Generaliserbarhed DSA	15
3.5 Vores metodes muligheder og begrænsninger CFB	16
Kapitel 4 Teoretisk grundlag	17
4.1 Videnskabsteoretisk og læringsteoretisk grundlag DSA	17
4.1.1 Vores videnskabs- og læringsteoretiske ståsted	17
4.2 Forståelse af fag og faglighed CFB	18
4.2.1 Naturfag i Danmark	18
4.3 Fagligt samspil DSA	19
4.4 Integreerede naturfagslæreplaner: Hvad, hvorfor, hvordan?	22
4.4.1 Hvad fagintegrationen omfatter - om rækkevidden af integration CFB	22
	2

4.4.2	Hvad indholdselementerne i integrationen er DSA	22
4.4.3	To visioner for naturfaglig almindelse toner naturfagslæreplaner CFB	23
4.4.3.1	Visionen i læreplanen afføder strukturer i naturfagslæreplaner og medfører pædagogiske tilgange	24
4.4.4	Hvorfor - om argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning DSA	24
4.4.5	Hvordan - sammenhæng mellem læreplanens vision og undervisningsform CFB	25
4.5	Læringsudbytte af naturfagsundervisning	25
4.5.1	Læringsudbytte af undersøgende naturfagsundervisning DSA	25
4.5.2	Hvilket læringsudbytte der opnås via integreret naturfag	26
4.5.2.1	Karakteristik af det faglige samspil er en forudsætning for at kunne vurdere læringsudbyttet CFB	26
4.5.2.2	Udbytte af 'integration-mellem-naturfag' kontra 'integration-ud-over-naturfag' DSA	27
4.5.2.3	Elevernes læringsudbytte er relateret til typen af fagligt samspil CFB	27
4.5.2.4	Læringsudbyttet er forskelligt i samspillet mellem naturfag og matematik DSA	27
4.5.2.5	Nogle kombinationer af S-T-E-M kan fremme læringsudbytte men opmærksomhed kræves CFB	28
4.5.2.6	Opsummerende: Typen af fagligt samspil har indflydelse på læringsudbyttet DSA	28
4.6	Evaluering af integreret naturfag	29
4.6.1	Målingsproblemet CFB	29
4.6.2	Linser til at kigge efter læringsudbytte med i national evaluering DSA	29
4.7	Integrerede læreplaner: Definition, traditioner og typer	30
4.7.1	Hvilken traditionen udspringer læreplanen af? CFB	31
4.7.2	Hvilken type læreplan er der tale om? DSA	33
4.7.2.1	To typer læreplaner CFB	33
4.7.2.2	Klassifikation og rammesætning DSA	33
4.7.2.3	Klassifikation og rammesætning har betydning for et fags status, pædagogisk tilgang og evaluering CFB	33
4.8	Læreplansudviklingsproces	34
4.8.1	Flere faktorer har betydning for udvikling af naturfagslæreplaner DSA	34
4.8.2	Faser i en læreplansudviklingsproces CFB	35
4.8.3	Initiering af læreplansudvikling og design af integrerede læreplaner DSA	35
4.8.4	Implementering og institutionalisering af integrerede naturfagslæreplaner CFB	36
Kapitel 5 Redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner		37
5.1	Formål med analyseredskabet DSA	37
5.2	Skolesystemets opbygning CFB	38
5.3	Undervisningstid i naturfag samt fagets status som obligatorisk/valgfrit DSA	38
5.4	Naturfagslærere og læreruddanneres uddannelsesbaggrund CFB	39
5.5	Dimension 1: Læreplanstradition DSA	39
5.6	Dimension 2: Læreplanens vision for naturfaglig almindelse CFB	40
5.7	Dimension 3: Læreplanstype DSA	41

5.8 Dimension 4: Rækkevidde af fagligt samspil CFB	41
5.9 Dimension 5: Type af fagligt samspil DSA	42
5.10 Dimension 6: Linse til læringsudbytte CFB	42
5.11 Dimension 7: Argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning DSA	43
5.12 Dimension 8: Læreplansudviklingsprocessen CFB	43
Kapitel 6 Display af resultater	45
6.1 Kontekstuelle faktorer	45
6.1.1 Skolesystemernes opbygning DSA	45
6.1.2 Undervisningstid i naturfag samt fagets status som obligatorisk/valgfrit CFB	46
6.1.3 Naturfagslæreres og læreruddanneres uddannelsesbaggrund DSA	47
6.2 Dimensioner i analyseværktøj	47
6.2.1 Dimension 1: Læreplanstradition CFB	47
6.2.2 Dimension 2: Læreplanens vision for naturfaglig almendannelse DSA	48
6.2.3 Dimension 3: Læreplanstype CFB	49
6.2.4 Dimension 4: Rækkevidde af fagligt samspil DSA	50
6.2.5 Dimension 5: Type af fagligt samspil CFB	50
6.2.6 Dimension 6: Linse til læringsudbytte DSA	51
6.2.7 Dimension 7: Argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning CFB	52
6.2.8 Dimension 8: Læreplansudviklingsprocessen DSA	53
Kapitel 7 Diskussion	55
7.1 Erfaringer fra Irland og Norge - hvad kan vi lære?	55
7.1.1 Skolesystemets opbygning kan have betydning for helhed og progression CFB	55
7.1.2 Timetal og valgfrihed spiller ind på naturfagets vilkår DSA	55
7.1.3 Én kontra flere naturfagslærere har hver sine fordele og ulemper CFB	57
7.1.4 Der er potentiale i at målrette naturfagslæreres uddannelse i integreret retning DSA	58
7.1.5 Der kan være behov for fagdidaktisk efteruddannelse af lærere og læreruddannere	59
7.1.6 Der ses bevægelser i retning af STEM-integration og øget grad af fagligt samspil CFB	60
7.1.7 Oprindelige læreplanstraditioner er i bevægelse og nærmer sig hinanden DSA	61
7.1.8 Svag rammesætning i integreret læreplanstype kan udfordre lærerfagligheden CFB	62
7.1.9 Der kan være frygt for statustab ved integreret fag med svag klassifikation DSA	63
7.1.10 Læreplanens vision for naturfaglig almendannelse hænger sammen med et grundlæggende syn på videnskab og læring CFB	64
7.1.11 Integreret naturfag samt fællesfaglig praksis begrundes med samme argumenter på tværs af lande DSA	64
7.1.12 Alignment mellem mål, undervisning og evaluering ses på intenderet niveau, men i realiteten er der udfordringer CFB	65
7.1.13 Aktører, tid og ressourcer har betydning for initiering, implementering - og sikkert også institutionalisering - af integrerede naturfagslæreplaner DSA	67
7.2 Intenderet læringsudbytte i Irland og Norge - hvad kan vi lære?	69
7.2.1 Irland og Norge stræber efter vision II for naturfaglig almendannelse af eleverne CFB	69
7.2.1.1 Både Irland og Norge vil opnå visionen via et integreret naturfag	69
7.2.1.2 Både Irland og Norge har muligheder for flere læringslinser i spil	69

7.2.2 Fagopdelt naturfag kan godt være rammen om vision II-relateret integreret læringsudbytte - men horisonten bliver smallere DSA	70
7.2.3 Integration ud over naturfagene fremmer ikke nødvendigvis elevernes læringsudbytte i naturfag CFB	71
7.3 Integreret naturfag kan analyseres med analyseredskabet	72
7.3.1 Nogle dimensioner af redskabet kan anvendes i analyse af forskningslitteratur DSA	72
7.3.2 Analyseredskabet har vist sig anvendeligt til forståelse af andre landes læreplaner CFB	72
7.3.2.1 Processerne i læreplansudviklingen er vanskelige at indkredse	73
7.3.3 Nogle dimensioner kan eventuelt kaste lys over integrerede forløb DSA	73
7.3.4 Redskabet kan strukturere dialogen om og udviklingen af naturfagslæreplaner CFB	74
Kapitel 8 Konklusion og perspektivering	76
8.1 Hvilke erfaringer fra andre lande er relevante i en dansk kontekst, hvis man vil realisere integreret naturfag i Danmark? DSA	76
8.1.1 Erfaringer med integreret naturfag i både Irland og Norge rummer potentialer CFB	76
8.1.2 Erfaringer fra Irland og Norge afslører også problemer ift. integreret naturfag DSA	77
8.2 Hvordan kan forskellige varianter af integreret naturfag bidrage til det, eleverne skal lære? CFB	77
8.3 Hvordan kan man analysere forskellige varianter af integreret naturfag? DSA	78
8.4 Integreret naturfag i Danmark? CFB	79
8.4.1 Vi anbefaler (stadig) et forsøg med integreret naturfag i Danmark DSA	79
8.4.2 Er der tegn i sol, måne og stjerner på, at det går i integreret retning? CFB	80
Kapitel 9 Litteratur	81
Bilag - opretstående:	
● Bilag fortælling Irland	
● Bilag fortælling Norge	
● Bilag vokabularium	
● Bilag videnskabs- og læringsteori	
● Bilag betoning	
Bilag - liggende:	
● Bilag desk research Irland	
● Bilag desk research Norge	
● Bilag desk research Danmark	
● Bilag interviewdata Irland	
● Bilag interviewdata Norge	
● Bilag interviewguides	
● Bilag review af artikler	

Bilagene kan findes på rapportens hjemmeside:

<https://ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/62-integreret-naturfag-i-danmark/>

1.1 Abstract

This dissertation examines which potentials and problems that are relevant to consider if integrated science is to be realized in Denmark. A tool to describe various aspects of the broad field called integrated science is build. The tool is based on Danish and international research literature within the field of *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM), curriculum and learning outcome regarding integrated science.

The tool is used to empirically examine two cases of integrated science for students age 13-16: In Ireland and Norway. Through desk research and interview the cases are examined and compared with integrated practice in Denmark, where three different science subjects cooperate. Due to this analysis the dissertation attempts to outline learning potentials from the Irish and Norwegian experiences.

Results indicate that Ireland and Norway face challenges regarding low instruction time, lack of teacher competencies to teach *integrated* and assessment. Findings also show that Ireland inspire with their classroom based formative assessment and science teacher education. From Norway a curriculum with progression from 1st to 12th grade inspires as well as a program for teacher educators regarding science didactics.

Based on literature findings the dissertation concludes, that integrated science - under the right circumstances - contributes to student achievement in a way that corresponds to subject-based approach.

The dissertation suggests that the tool is used to bring structure and transparency to the Danish discourse about integrated science. It introduces a vocabulary and a model to be used in the process of considering and developing an integrated science curriculum.

1.2 Forord

Med masterafhandlingen søger vi at kaste lys over *integreret naturfag* forstået som et skolefag, der bl.a. kombinerer faglige indholdselementer, der ellers undervises i fag opdelt. Overordnet set gør vi tre ting: 1) Udvikler et redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner. 2) Undersøger hvilke erfaringer vi i dansk kontekst kan drage nytte af fra Irland og Norges respektive integrerede naturfag. 3) Foreslår redskabet brugt til struktur og transparens i den danske diskurs om udvikling af naturfagslæreplaner i integreret retning.

Efter at have indledt og redegjort for vores metode, føres læseren gennem det teoretiske grundlag, der fører frem til, at vi kan udvikle vores redskab. Ved hjælp af redskabet analyserer vi Irland og Norges integrerede naturfag, og resultatet vises dels i vores såkaldte *displays* dels i *fortællinger*, der findes i bilag. Endelig diskuterer vi vores indsigter, inden vores konklusioner sættes i perspektiv.

Kapitel 2 Indledning og problemformulering

2.1 Begrundelse for valg af problemfelt

Vores problemfelt er et kært barn med mange navne: Tværfaglig, fællesfaglig, fagoverskridende eller integreret naturfag i den danske grundskole. Begrundelserne for vores valg af netop dette problemfelt falder i fire dele:

2.1.1 Problemfeltet er efterlyst af ekspertrapporter gennem 15 år

Flere ekspertrapporter har siden 2003 peget på behovet for at opnå bedre sammenhæng mellem grundskolens naturfag (Andersen et al., 2003; Andersen et al., 2006; Andersen, 2008; Øster, Nørregaard & Norrild, 2013). Over årene er en række tiltag etableret for at styrke denne sammenhæng. På trods af gentagne anbefalinger om at etablere en fælles ramme om naturfagene (science) i rapporterne fra 2006 og 2008 samt anbefalingen fra 2013 om at igangsætte et forsøg, er dette skridt endnu ikke taget. Senest har rapporten *Sammen om naturvidenskab - anbefalinger til en national strategi for de naturvidenskabelige fag* anbefalet igangsættelse af forsøg med integreret naturfag i grundskolens 1.-9. klassetrin (Bohm et al., 2017).

2.1.2 Problemfeltet er underbelyst og uklart defineret

Denne afhandlings forfattere arbejder sammen i Astra (Center for Læring i Natur, Teknik og Sundhed), og vi har i den forbindelse haft sekretariatsfunktionen i arbejdet med ovennævnte anbefalingsrapport, hvor en af anbefalingerne lyder:

“Undervisningsministeriet igangsætter et 3-årigt forsøg med et nyt, integreret naturfag med henblik på at tilvejebringe et styrket beslutningsgrundlag for, om der skal indføres et integreret naturfag på 1.-9. klassetrin” (Bohm et al., 2017, s. 31).

Gennem dette arbejde er vi blevet opmærksomme på, for det første hvor uklart og udefineret feltet er i dansk sammenhæng, og for det andet hvor meget aktørernes grundlæggende overbevisninger om god naturfagsundervisning synes at spille ind i debatten: Dels hvad der kan måles (fx færdigheder, viden, kompetence, almen dannelse), og dels hvad de værdsætter:

“Der er ikke fuldstændig enighed i strategigruppen om at anbefale et integreret naturfag. De aktører, der har udtrykt betænkelighed over for anbefalingen, er primært forbeholdne overfor, om det vil være muligt at sikre et tilstrækkeligt højt fagligt niveau hos eleverne målt gennem de eksisterende test og prøver (...). Desuden sættes der spørgsmålstegn ved, om udenlandske erfaringer med et integreret fag kan overføres til en dansk kontekst. Dette understreger dog blot behovet for at igangsætte forsøg for at opnå et forskningsbaseret vidensgrundlag i en dansk kontekst” (Bohm et al., 2017, s. 33).

2.1.3 Problemfeltet er i vores personlige erfarings- og interessesfære

Vores engagement har også rod i personlige erfaringer indenfor problemfeltet. Christina har praktiseret fællesfaglig naturfagsundervisning i grundskolens udskoling i mange år bl.a. i regi af det forsøg med fælles naturfagsprøve, der fandt sted fra 2009-2012, og som har udgjort noget af

forarbejdet til den nuværende fælles prøve. Dorte har i kraft af sin position som leder i NTS-centeret, sidenhen Astra, været med til at sætte problemfeltet på dagsordenen.

2.1.4 Problemfeltet aktualiseres af politiske strømninger

Udviklingen af naturfagsundervisningen hænger sammen med de politiske dagsordener, der præger tiden. Aktuelt offentliggjorde Regeringen sin nationale naturvidenskabsstrategi (Regeringen, 2018) i marts 2018 og i april samme år blev Teknologipagten lanceret (Erhvervsministeriet, 2018).

Tilsammen sætter disse undervisning i naturvidenskab og teknologi på den nationale dagsorden, også selvom den nye strategi ikke har fællesfaglighed som omdrejningspunkt.

2.2 Problemformulering

Med dette afsæt ønsker vi at tage fat i erfaringer med integreret naturfagsundervisning i andre lande, som det kommer til udtryk i deres læreplaner. I argumentationen for og imod at gøre forsøg med et integreret naturfag på alle klassetrin i grundskolen i Danmark henvises der til international litteratur og erfaringer. Vi vurderer dog, at der savnes et fælles sprog og metodik til at analysere andre landes læreplaner. Vi ønsker derfor at udvikle et sådant analyseredskab og bruge det til at bringe erfaringer fra lande, der har integreret naturfag i hele grundskolen i spil:

Hvilke potentialer og problemer er relevant at tage i betragtning, hvis man skal realisere integreret naturfag i Danmark?

1. Hvordan kan man analysere forskellige varianter af integreret naturfag?
2. Hvilke erfaringer med integreret naturfag i andre lande er relevante i en dansk kontekst?
3. Hvordan kan forskellige varianter af integreret naturfag bidrage til det, eleverne skal lære?

Boks 2.1: Problemformulering.

2.3 Afgrænsning

Vores undersøgelse omfatter læreplaner i to lande - Irland og Norge - samt fællesfaglig praksis i Danmark som sammenligningsgrundlag. Således ser vi på det intendede niveau, mens vi overvejende afgrænser os fra den realiserede undervisning.

Kapitel 3 Metode

3.1 Metodevalg

Vi har valgt *casestudie* som metode for vores empiriindsamling i et *komparativt design*, hvor vi sammenligner læreplaner for integreret naturfag i to lande på ISCED2¹-niveau med elementer af integreret naturfag i Danmark på samme niveau. Casestudier hvor flere cases sammenlignes, kaldes også *multiple cases* (Andersen, 2006, s. 113-115) og betegnes ofte som 'small-N-studies', hvilket udtrykker, at man undersøger et mindre antal cases med henblik på at forstå forskellene mellem dem. Casestudier kan bygge på forskellige metodologier og er karakteriseret ved et fleksibelt design, hvor studiet kan udvikle sig løbende, og hvor nye spørgsmål og kilder kan komme til undervejs (Wellington, 2000).

Ifølge den danske samfundsforsker Bent Flyvbjerg giver casestudiet kontekstafhængig viden. Dette, fremhæver han, gælder generelt inden for samfundsvidenskaberne. I vores tilfælde beskæftiger vi os samfundsvidenskabeligt med et genstandsområde, der vedrører det naturvidenskabelige felt, nemlig læreplaner for naturfag. I vores gennemgang af forskningslitteratur om integreret naturfag er det tydeligt, at konteksten for naturfagsundervisning og læreplaner varierer mellem de forskellige lande, og at en række kontekstafhængige faktorer har indflydelse på integreret naturfag i de enkelte lande. Disse faktorer tæller bl.a. rækkevidde og type af fagligt samspil, didaktiske traditioner i forskellige lande og uddannelsessystemets karakteristika m.m.

Eftersom kontekstafhængighed i dette forskningsfelt synes at være en præmis, giver det god mening at inddrage casestudiet som metode. Således vælger vi at dykke ned i to lande med erfaringer med integreret naturfag, i det vi anskuer Irland og Norge som cases. Vi citerer her den tysk-engelske psykolog Hans Jürgen Eysenck (fra Flyvbjerg, 2010, s. 468) med hans rammende beskrivelse af casemetodens nødvendighed: "*...vi er ganske enkelt nødt til at holde øjnene åbne og se på enkelttilfælde - ikke i håbet om at bevise noget, men snarere i håbet om at lære noget*". Dét er præcis, hvad vi stræber efter, når vi i denne afhandling ser nærmere på Irland og Norges erfaringer med integreret naturfag for at kunne vurdere, hvad vi kan tage ved lære af i Danmark.

Ifølge Flyvbjerg (2010) kan casestudier anvendes til både udvikling og afprøvning af hypoteser, generalisering og teoriudvikling. Flyvbjerg skelner mellem forskellige selektionstyper for valg af stikprøver eller cases. Han skelner grundlæggende mellem *tilfældig udvælgelse* ift. stikprøver og *informationsorienteret udvælgelse* ift. cases. Vores tilgang er et udtryk for informationsorienteret udvælgelse: Vores cases er bevidst udvalgt ud fra en forventning om, at der vil være variation mellem dem. Samtidigt har vi afgrænset os til at udvælge cases fra europæiske lande. De udvalgte lande er altså ikke valgt som et udtryk for *ekstreme* eller *atypiske* cases, men repræsentative cases for integreret naturfagsundervisning i Europa. Vi forventer således, at resultater fra de enkelte lande samt sammenstilling af de to cases kan oplyse os om udfordringer og muligheder ved integreret naturfag i en dansk undervisning under hensyntagen til forskelle i konteksten.

¹ ISCED: International Standard Classification of Education (herefter: ISCED) er et internationalt klassifikationssystem for niveauer i uddannelsessystemet udviklet af UNESCO (UNESCO, 2012).

3.2 Kriterier for udvælgelse af lande

Som udgangspunkt orienterede vi os mod hele verden, men da der, så vidt vi er orienterede, ikke foreligger en komparativ analyse af samtlige lande, der sammenstiller landenes sammensætning af naturfag i grundskolen, har vi valgt at afgrænse os til Europa, hvor en sådan analyse findes fra 2011 (Eurydice, 2011). Efter 2011 har nogle lande ændret deres læreplaner i integreret retning fx Irland, hvilket gør det relevant at medtage deres erfaringer.

Vores kriterier for udvælgelse af cases. Caselandet skal:

1. Være et europæisk land, der indgår i Eurydice-rapporten
2. Have integreret naturfag i hele grundskoleforløbet
3. Være sammenligneligt med Danmark i omfanget af naturfag i grundskoleforløbet ca. 0./1.-9. klassetrin (ca. 10 år)
4. Ligne Danmark mest muligt med hensyn til samfundsopbygning, kultur, skoletradition og fagsammensætning indenfor naturfag
5. Have nationalt fastlagt naturfagslæreplan i modsætning til autonomi ift. skolers eller regioners valg af naturfagslæreplan.

På baggrund af disse kriterier har vi derfor udvalgt følgende lande til nærmere analyse af integreret naturfag i grundskolen: Irland og Norge. Disse to lande kommer til at udgøre de to cases for vores komparative casestudie. Vi forventer at finde forskelle i begrundelse for, samt udformning og implementering af integreret naturfag mellem disse to lande, da vores forståelse er, at de varierer på følgende parametre:

	Irland	Norge
Undervisnings-tradition	Angelsaksisk	Skandinavisk
Læreplans-tradition	Curriculumtradition	Didaktiktradition
Historik ift. integreret naturfag	Ny revision af læreplan i 2015 implementeret i 2016	Mangeårige erfaringer med integreret naturfag indført i 1997

Tabel 3.1: Sammenligning mellem Irland og Norge ift. udvalgte parametre.

3.3 Empiriindsamling

Vi har valgt at belyse vores cases gennem to hovedkilder: Dels skriftlige kilder, der kan betragtes som artefakter, kortlagt gennem desk research og dels interviews med udvalgte nøglepersoner i Irland og Norge.

Ifølge Creswell (1998, s. 113), kan casestudier desuden inkludere indsamling af empiri i form af observationer. Dette afgrænser vi os fra af tidsmæssige årsager.

3.3.1 Empiriindsamling gennem desk research

Desk research om Irland og Norge blev foretaget i perioden oktober 2017 til marts 2018. Søgning efter norske kilder foregik via Kunnskapsdepartementets website på regeringen.no, samt websites fra Naturfagsenteret i Oslo og historiske læreplansdokumenter på Svein Sjøbergs personlige website. Kilder fra Irland blev eftersøgt via websites fra The Department for Education and Skills samt National Council for Curriculum and Assessment. Søgningen blev suppleret med søgninger på google og google scholar.

Desuden foretog vi en desk research vedrørende fællesfaglig praksis i dansk naturfagsundervisning i marts 2018 primært ud fra Undervisningsministeriets og Retsinformations websites samt Undervisningsministeriets rapport *Evaluering og følgeforskning Indførelse af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi - prøvens betydning for undervisningens form og indhold*, som blev offentliggjort i marts 2018 (Rambøll, 2018).

Kilder der indgår i vores desk research:

- Overordnede nationale styredokumenter og strategier for fornyelse af læreplaner for fagrækken på ISCED2
- Aktuelle læreplaner for naturfag i ISCED2
- Tidligere læreplaner for naturfag i ISCED2 fra historiske dokumenter
- Evalueringer og undersøgelser samt ekspertrapporter indeholdende analyser og faggenemgang ift. status for naturfag
- Politiske styredokumenter og målsætninger der danner baggrund for justering af naturfaglæreplaner
- Nationale anbefalinger og strategier for udformning og implementering af integreret naturfag
- Enkelte artikler fra den offentlige debat.

Vores desk research resulterede i en række synteser (herefter kaldet dr-synteser for desk research-synteser), som fremgår af *Bilag desk research Irland* og *Bilag desk research Norge*.

3.3.1.1 Et sammenligningsgrundlag i form af desk research om Danmark

For at have et sammenligningsgrundlag for vores data om Irland og Norge har vi foretaget desk research om Danmark ud fra samme fremgangsmåde som for Irland og Norge. Dog adskiller desk researchen om Danmark sig fra desk researchen angående Irland og Norge, i det Danmark ikke har et integreret naturfag i udskolingen (ISCED2). Researchen tegner til sammenligning et billede af *fællesfaglige praksis*, som den tager sig ud, når vi undersøger primært følgende kilder:

- Forskellige styredokumenter og målsætninger for folkeskolens naturfag og prøver
- Undervisningsministeriets rapport *Evaluering og følgeforskning Indførelse af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi - prøvens betydning for undervisningens form og indhold*, som blev offentliggjort i marts 2018 (Rambøll, 2018).

I tillæg hertil medtages de generelle indtryk af fællesfaglig praksis, vi har dannet os fra vores arbejde med området i Astra, som det fremgår nærmere af *Bilag desk research Danmark*. Ved 'fællesfaglig praksis' forstår vi her fællesfaglig undervisning i naturfag i udskolingen, som læseplanerne for

biologi, fysik/kemi og geografi fastslår, skal gennemføres i løbet af 7.-9. klassetrin, og hvis fællesfaglige forløb danner grundlag for den fælles prøve i naturfagene ved afslutningen af 9. klasse.

3.3.2 Empiriindsamling gennem interviews

3.3.2.1 Udvælgelse af informanter

Vi har udvalgt en nøgleperson til interview i hhv. Irland og Norge. Nøglepersonen er udvalgt efter følgende kriterier. Nøglepersonen skal have:

- Indsigt i centrale dokumenter, beslutningsprocesser og begrundelser for integreret naturfag
- Solidt kendskab til landets undervisningssystem, praksis for udmøntning af læreplanen samt evalueringspraksis
- Mangeårig erfaring dvs. have fulgt naturfagsundervisningen i landet før, under og efter indførelsen af integreret naturfag
- Officiel position i forskning eller politiske beslutningsprocesser.

På baggrund af disse kriterier udvalgte vi følgende personer til interview. Vi vil efterfølgende omtale dem samlet som 'informanter' eller individuelt ved deres fulde navn eller initialer:

- Merethe Frøyland (MF), dr. scient i naturfagsdidaktik og leder af Naturfagscenteret - Nasjonalt senter for naturfag i opplæringa, Oslo, Norge siden 1.1. 2016. Tidligere Førsteamanuensis ved Universitetet i Oslo.
- Dr. Anna Walshe (AW), Education Officer ved National Council for Curriculum and Assessment, Dublin, Irland siden 2003. Tidligere National Coordinator for Professional Development for Teachers og før dette kemilærer på udskolings- og ungdomsuddannelsesniveau.

3.3.2.2 Interviews

Begge interviews blev gennemført over Skype og telefon fredag den 23. marts 2018. Hvert interview varede ca. 75 minutter og blev gennemført på baggrund af en interviewguide, som findes i *Bilag interviewguides*. Interviewene blev optaget med mobiltelefon efter forudgående skriftlig aftale med informanterne. Både Christina og Dorte deltog i begge interviews. Vores rollefordeling var dog forskellig, idet én af os fungerede som interviewer, mens den anden noterede i interviewskemaet (*Bilag interviewguides*). Dorte udførte interviewet med Merethe Frøyland, og Christina udførte interviewet med Anna Walshe. Sidstnævnte informerede os inden interviewet om, at hun, som forberedelse til interviewet ville diskutere spørgsmålene med sin kollega Derek Grant, Education Officer Primary, National Council for Curriculum and Assessment og inkludere hans respons i sine interviewsvar (som det også fremgår af *Bilag interviewdata Irland*). Tilsvarende havde Merethe Frøyland konsulteret den tidligere leder af Naturfagscenteret, Anders Isnes, vedrørende detaljer om naturfags historiske udvikling i Norge. Interviewet med Merethe Frøyland fremgår af *Bilag interviewdata Norge*.

Interviews blev udført som semi-strukturerede interviews (Parsons, 1984 s. 80 i Wellington, 2000, s. 74-75), med udgangspunkt i en interviewguide for hhv. Irland og Norge, som blev sendt til hver af informanterne den 6. marts 2018 til orientering inden interviewene. Vi valgte semi-strukturerede

interviews for at kunne inkludere nye spørgsmål og temaer, der måtte dukke op undervejs i interviewene.

3.3.2.3 Udformning af interviewguides

Interviewguides fremgår af *Bilag interviewguides*. De er opbygget omkring otte overordnede temaer, som hver er konkretiseret i en række interviewspørgsmål. De overordnede temaer og tilhørende interviewspørgsmål er tilstræbt identiske i interviewguides for hhv. Irland og Norge. Da interviewguiden til Norge er på dansk og interviewguiden til Irland er forfattet på engelsk, kan der dog være mindre, utilsigtede sproglige variationer mellem dem. Desuden optræder nogle få landespecifikke spørgsmål i hver interviewguide. Disse er markeret med gult i *Bilag interviewguides*. Formålet med de landespecifikke spørgsmål var at få afklaret detaljer, som vi var usikre på efter vores desk research.

Processen med at formulere og organisere interviewspørgsmål, der kunne informere os om om muligheder og problemer med integreret naturfag i et givent land, forløb således:

1. Gennemlæsning af dansk og international forskningslitteratur om bl.a. integreret, tværfaglig, fællesfaglig naturfag, STEM, læreplansudvikling, curriculumforskning og heraf generering af synteser, der dannede udgangspunkt for vores udvikling af vores *redskab til analyse af fagligt samspil i naturfag*. Dimensionerne i redskabet udgør rygraden i interviewguiden
2. I supplement hertil brainstorm om temaer og spørgsmål med udgangspunkt i egne erfaringer og refleksioner fra undervisningspraksis samt arbejde med anbefalinger til en national naturvidenskabsstrategi i Danmark
3. Interviewspørgsmål blev organiseret i en oversigtstabel, som dannede udgangspunkt for en indledende desk research om hvert af de to lande
4. Desk researchen gav anledning til at tilføje nye interviewspørgsmål - både generelle spørgsmål til begge lande og landespecifikke spørgsmål
5. Efterfølgende blev oversigtsskemaet organiseret i otte overordnede temaer, og underspørgsmålene blev formuleret som egentlige interviewspørgsmål på dansk (interviewguide til Norge) og oversat til engelsk (interviewguide til Irland).

I *Bilag interviewguides* har vi valgt at skelne mellem *interviewspørgsmål* og *faktuelle oplysninger* (fx hvilket dokumenthierarki læreplaner indgår i, eller hvor mange klokke timer eleverne har integreret naturfag). For de faktuelle oplysninger har vi valgt at notere de svar, vi har fundet i desk research, i den interviewguide vi har sendt til informanterne forud for interviewene. Disse faktuelle oplysninger har vi inkluderet i interviewene med henblik på at få valideret svarene gennem vores informanter.

Spørgsmålene inkluderer både åbne og lukkede spørgsmål. De åbne spørgsmål har til formål at afdække informantens meninger, holdninger, indstillinger og forslag (Wellington, 2000) samt at tilføje nye perspektiver, som ikke på forhånd var indtænkt i interviewet. Et eksempel er det indledende spørgsmål i interviewet vedrørende Norge: "*Hvilke problemer og potentialer vurderer du, der er i forbindelse med et integreret naturfag i Norge?*" Ledende spørgsmål er forsøgt undgået. Interviewet indeholder lukkede spørgsmål, som har til formål at afklare specifikke faktuelle oplysninger og historik, som vi har en formodning om at kunne bidrage til at oplyse os om vores problemstilling fx "*Har naturfag altid været et integreret fag i Norge? Hvis nej: Hvordan var konstellationen før?*"

3.3.3 Behandling af interviewdata

3.3.3.1 Transkribering og synteseformulering

De optagede interviews blev gennemlyttet og punkttranskriberet af afhandlingens forfattere i fællesskab i form af citater, der relaterer til spørgsmålene. I denne proces anvendte vi noter fra interviewene som støtte. Data fra interviews blev analyseret gennem en indledende *dekontekstualisering*, hvor interviewet blev brudt op i brudstykker og derefter *rekontekstualisering*, hvor brudstykkerne blev rekombineret (Wellington, 2000, s. 136). Dette gjorde vi, fordi vores interview forløb som helhedsorienterede samtaler, hvor vi tillod informanterne i anledning af ét spørgsmål at fortælle om noget, der var indeholdt i et andet spørgsmål. Ud fra citaterne formulerede vi synteser for hvert tema i interviewguidene. Herefter benævnes disse interview-synteser: i-synteser. Synteserne er udviklet i overensstemmelse med det, Brinkmann & Kvale kalder *meaning condensation* (Brinkmann & Kvale, 2015), hvor længere citater omformes og udtrykkes på kortere form.

3.3.3.2 Respondentvalidering

Vores i-synteser og selve transskriberingen af interviewet for de to lande blev efterfølgende sendt til de respektive informanter, der således fik mulighed for at verificere eller dementere både citater og i-synteser. Således har vi benyttet os af respondentvalidering (Hammersley & Atkinson, 1987, s. 187 i Dahler-Larsen, 2003, s. 77) også ift. vores interviewdata. Begge vores informanter havde efterfølgende mindre tilføjelser, der er skrevet ind i interviewdata med rød skrift og indoptaget i synteserne.

Afslutningsvis har vi sammenlignet dr-synteserne med i-synteserne, og i de tilfælde der var uoverensstemmelser, har vi efterfølgende pr. email konfronteret vores informanter med henblik på afklaring. På den måde har vi valideret vores kvalitative data ad tre omgange: Først de faktuelle dr-data, så i-synteser og sidst eventuelle uoverensstemmelser mellem desk research- og interviewsynteser.

Vi har valgt netop denne type validering, fordi der i sådanne casestudier af lande med andre kontekster og sprog er risiko for misforståelser og misfortolkninger. Ved hjælp af denne procedure har der vist sig at være et værdifuldt samspil mellem de to dataindsamlingsmetoder, i og med at vi ville have overset væsentlige pointer, hvis vi alene havde haft vores desk research (fx valgfriheden af science i Irland). Således forsøger vi at mindske risikoen ved at foretage valideringen i flere iterationer.

3.3.4 Repræsentation af data

Vi har samlet vores data i to repræsentationsformer, der supplerer hinanden: Dels display af kontekstuelle faktorer og vores otte dimensioner, som det fremgår af kapitel 6, *Display af resultater*. Dels fortællinger om integreret naturfag i hhv. Irland og Norge (hhv. *Bilag fortælling Irland* og *Bilag fortælling Norge*).

For at opnå størst mulig sammenhængskraft er fortællingerne struktureret på samme måde omkring temaerne: Beskrivelse, historik, formål, mål og læreplanstradition, kontekstfaktorer, evaluering, alignment, erfaringer og endelig aktuel og fremtidig udvikling.

3.4 Validitet, reliabilitet og generaliserbarhed af undersøgelsen

Forståelsen af validitet, reliabilitet og generaliserbarhed i kvalitative undersøgelser afviger fra de krav, som kvantitative undersøgelser kan honorere.

3.4.1 Validitetsvurdering

Vi forstår, at validitet handler om at sikre sig, at vi rent faktisk undersøger det, vi havde sat os for at undersøge (Halkier, 2016, s. 105-115). At validere drejer sig altså om at undersøge gyldighed.

Vores problemformulering byder os at undersøge potentialer og problemer med integreret naturfag. Vores empiriindsamling bidrager med erfaringer fra to andre lande, hvilket vi vurderer at være en relevant måde at belyse netop problemer og potentialer. Herefter er spørgsmålet, om den måde, vi har undersøgt på, er en god måde at få svar på? Vi har indhentet data ad to veje - desk research og interview - og sammenlignet samt afklaret uoverensstemmelser i et forsøg på at øge validiteten. Dertil kommer vores validering ad tre omgange, som beskrevet ovenfor.

Hvis vi havde haft mere tid, kunne vi have foretaget en fagfællevurdering af vores temaer for yderligere at sikre os relevansen af det, vi undersøger.

3.4.2 Reliabilitetsvurdering

Vi forstår, at reliabilitet handler om at måle på pålidelig vis, hvilket i praksis med vores kvalitative tilgang betyder at gøre vores måder at producere og bearbejde data eksplicite og transparente (Halkier, 2016, s. 105-115).

Vi har søgt at højne reliabiliteten ved først at redegøre for den teoretiske baggrund for udarbejdelsen af vores redskab til analyse af fagligt samspil i integrerede naturfagslæreplaner. Dernæst har vi brugt desk research og redskabet til udarbejdelse af interviewguiden, som vi har brugt ensartet i de to lande.

Reliabiliteten af desk researchen, skulle vi mene, er relativt høj, i det vi vil forvente, at andre fagfæller ville nå frem til tilsvarende synteser. Derimod er reliabiliteten af interviewdelen i dette undersøgelsesdesign, hvor vi kvalitativt beskæftiger os med to informanternes forståelser af feltet, vi spørger ind til, lavere. Det er i sagens natur ikke sikkert, vi ville få nøjagtig de samme svar, hvis vi adspurgte to andre informanter. Dog vurderer vi, at informanterne begge sidder i nøglepositioner i forhold til at kunne besvare netop disse spørgsmål. Vi kunne have højnet reliabiliteten, hvis vi havde interviewet et større antal informanter i hvert land og var blevet ved, indtil mætningspunktet var nået, og der ikke var kommet nye aspekter til. Dette har ikke ligget inden for denne afhandlings regi at kunne gøre.

3.4.3 Generaliserbarhed

I vores sammenhæng forstår vi generaliserbarhed som, om der kan læres noget generelt ud af det specifikke snarere end et spørgsmål om, hvorvidt resultaterne kan generaliseres til en større population (Kvale, 2003, s. 228).

Ifølge Flyvbjerg kan man ofte godt generalisere ved hjælp af casestudier, hvis man ser sådan på det, at casestudiet bidrager til den videnskabelige udvikling som supplement eller alternativ til andre metoder (Flyvbjerg, 2010). Sagt i al beskedenhed bidrager vores studie af Irlands splinternye erfaringer med integreret naturfag med nye input til diskursen omkring integreret naturfag i Danmark. Norges erfaringer er der tidligere refereret til (fx i *Naturfag i Tiden*, Øster et al., 2013), men sammenstillingen af de to landes erfaringer i sammenhold med dansk fællesfaglig praksis er unik. Vores måde at gennemføre diskussionen af potentialer og problemer er forsøgt gjort i lyset af, at man ikke blindt kan generalisere à la "Duer det i Irland, duer det i Danmark" - tværtimod pointerer vi, at forskelle i konteksterne i forskellige lande er betydningsfulde, og disse skal frem i lyset, når vi undersøger, hvad vi kan lære af erfaringerne i andre lande.

3.5 Vores metodes muligheder og begrænsninger

Casemetoden kan give os et sammenhængende billede af baggrunden for indførelse af integreret naturfag, målsætninger og erfaringer samt proces vedrørende implementering og institutionalisering af integreret naturfag i de udvalgte lande. Metoden og valget af kilder giver os til gengæld ikke indblik i variationen i, hvordan læreplanens intentioner realiseres i undervisningen, hvordan lærere og elever oplever integreret naturfagsundervisning eller processen med at implementere dette.

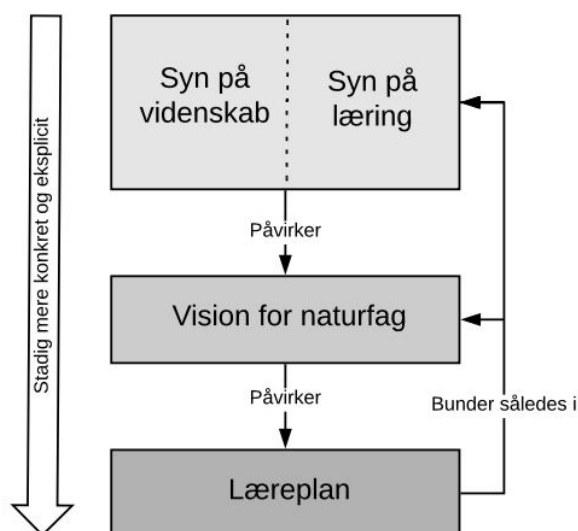
Et casestudie kan omfatte mange andre kilder, end det af tidsmæssige årsager har været muligt at medtage i denne masterafhandling. Hvis vi havde haft ressourcer til et udvidet studie, var det relevant at inddrage klasserumsobservationer, interviews med naturfagslærere og elever samt observation og interviews med undervisere og studerende på læreruddannelser. Disse kilder kunne have givet et indblik i lærere og elevers erfaringer med og syn på integreret naturfagsundervisning i Norge, Irland og Danmark.

Kapitel 4 Teoretisk grundlag

Vi benytter os af forskellige teoretiske input i denne afhandling, der tilsammen giver os afsæt for at konstruere det redskab, vi analyserer vores genstandsfelt med.

4.1 Videnskabsteoretisk og læringsteoretisk grundlag

I *Bilag videnskabs- og læringsteori* skitserer vi kort nogle grundlæggende forskellige videnskabsteoretiske tilgange til forståelsen af, hvad viden er (ontologi), og hvordan erkendelse udvikler sig (epistemologi), da læringsteorier netop adskiller sig fra hinanden på baggrund af deres ontologi og epistemologi, og fordi der er en tæt kobling mellem videnskabsteoretiske og læringsteoretiske forståelser (Dolin & Kaspersen, 2017), hvilket vi illustrerer således i figur 4.1:



Figur 4.1: Vores illustration af sammenhænge mellem de grundlæggende syn på videnskab og læring, visionen for naturfag og den mere håndfaste manifestation af dette i læreplanen. Jo længere vi bevæger os nedad, desto mere konkret tager "det" sig ud: En læreplan er helt eksplicit noget, der kan læses, mens et videnskabssyn sjældent er pindet ud. Figuren viser, hvordan det mest konkrete niveau (læreplaner) binder i de overliggende syn.

4.1.1 Vores videnskabs- og læringsteoretiske ståsted

Vi finder det på sin plads, at vi selv giver tilkendegiver vores videnskabs- og læringsteoretiske ståsted, eftersom dette influerer på den analyse og fortolkning, vi lægger frem i afhandlingen. Vores eget videnskabssyn placerer os inden for et sociokulturelt paradigme. Vores forståelse er, at der eksisterer en fysisk verden uafhængigt af, om den bliver iagttaget, men at den nuværende viden om og forståelse af verden er konstrueret gennem sociale processer og løbende vil blive justeret, forfinet og indimellem forkastet, for at give plads for en ny forståelse.

I tråd med at vores videnskabssyn placerer os inden for et sociokulturelt paradigme (Dolin, 2015), er vores læringssyn ligeledes socialkonstruktivistisk. Vi betragter *viden* som noget, der aktivt opbygges

af den lærende og organiseres i mentale strukturer eller skemaer (vores epistemologiske ståsted), og *læring* ses som en social proces, hvor den lærende i samspil med andre opbygger viden eller færdigheder - og derigennem udvikler sine kompetencer (vores læringsteoretiske ståsted). Med disse forståelser læner vi os op ad bl.a. den danske professor i livslang læring Knud Illeris (Illeris, 2015).

4.2 Forståelse af fag og faglighed

Grundskolen er, ligesom mange andre uddannelser, organiseret i fag bl.a. af historiske og praktiske grunde. Ifølge Den Store Danske Encyklopædi er et fag et:

"afgrænset vidensområde der studeres eller undervises i på en skole, et universitet eller en anden læreanstalt" (Marcussen, 2017).

Fag ikke er noget naturgivent, men noget vi har valgt at sammensætte på en bestemt måde. Denne konstruktivistiske opfattelse underbygges af arbejdsgruppen bag rapporten *"Fremtidens sprogfag - vinduer mod en større verden"*:

"Fag er de enheder, vi af praktiske grunde inddeler viden og kunnen i, når vi skal indrette biblioteker, forskningsinstitutioner og skoler. De er sociale konstruktioner. Deres kerner er ikke evige sandheder, men størrelser, der ændrer karakter sammen med den brug, vi gør af den viden, der er i enhederne" (Undervisningsministeriet, 2003, s. 75).

Mange skolefag har en historisk oprindelse i et såkaldt *basisfag* i form af et videnskabsfag eller et professionsfag, hvilket fx gælder for matematik, mens andre fag i grundskolen henter stof fra flere videnskabsfag (fx fysik/kemi). Den danske didaktikprofessor Frede V. Nielsen skelner mellem nogle didaktiske paradigmer, som bl.a. beskriver, hvordan indhold og metoder i et basisfag bliver omsat til et skolefag. Hvor der i *basisfagsdidaktik* sker en 'nedsivning' fra videnskabsfaget til skolefaget, er der i *udfordringsdidaktikken* et problemorienteret fokus fx med udgangspunkt i Klafkis epokale nøgleproblemer (Nielsen i Hansen & Skovmand, 2011). I udfordringsdidaktikken kan der således hentes indhold fra flere forskellige videnskabsfag.

4.2.1 Naturfag i Danmark

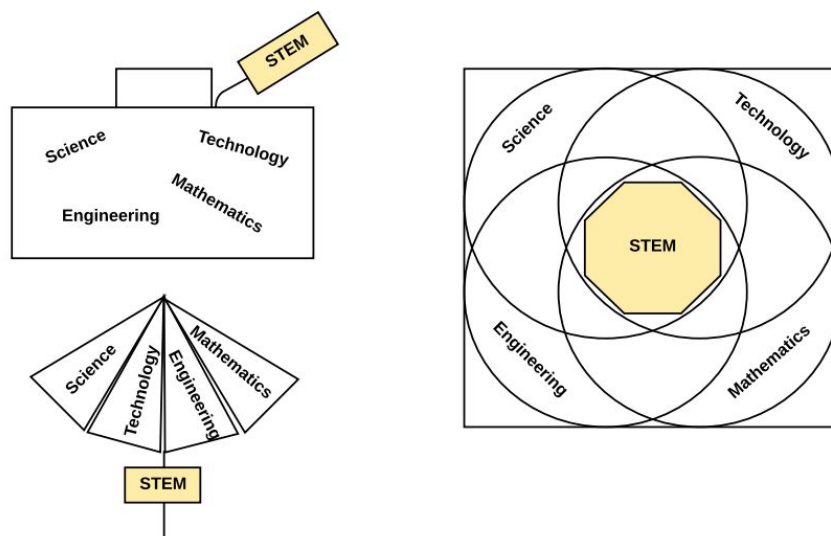
I den danske grundskole omfatter fagene i den naturfaglige blok aktuelt biologi, geografi og matematik, samt de integrerede fag fysik/kemi og natur/teknologi, mens fagsammensætningen i andre lande er anderledes. I mange lande omfatter naturfag fagområderne biologi, fysik og kemi (Brown, 1977; Eurydice, 2011). Til gengæld betragtes geografi i nogle lande (fx Irland, Norge og Sverige) som tættere relateret til samfundsfag end til naturfagene, ligesom faget i Danmark indeholder både naturgeografi og kulturgeografi, hvilket gør det særegent i naturfagsblokken.

Ved udformningen af Fælles Mål for grundskolens fag i 2014 blev lighederne mellem naturfagene tydeliggjort gennem formulering af enslydende naturfaglige kompetenceområder på tværs af naturfagene: Undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation (Undervisningsministeriet, 2014a). Nedenfor definerer vi nogle af de centrale begreber i afhandlingen:

Når vi i denne afhandlings sammenhæng bruger termen '**naturfag**' dækker det over biologi, fysik/kemi, geografi og natur/teknologi, hvorimod når '**naturfagsblokken**' bruges, omfattes også matematik.

Ved **integreret naturfag** forstår vi et skolefag, der kombinerer faglige indholdsområder, metoder og perspektiver, der ellers (traditionelt) undervises i i separate naturvidenskabelige fag samt evt. integrerer andre STEM-elementer:

STEM kan forstås som en samlebetegnelse for indholdsområderne Science, Technology, Engineering og Mathematics. I så fald passer en paraply eller en kuffert som metafor som vist til venstre nedenfor. Men både hos Johnson (2012a; 2012b og 2013), Breiner et al. (2012) og Zollman (2012) kan vi hente inspiration til at forstå STEM som en *tilgang til undervisning*. Johnson (2013) kommer med, hvad vi forstår som et bud på en definition af STEM: "*En undervisningstilgang, der integrerer undervisning i naturfag (science) og matematik gennem praksisserne i naturvidenskabelig undersøgelse, teknologisk og ingeniørfagligt design, matematisk analyse og det 21. århundredes tværdisciplinære temaer og kompetencer (skills)*" (Johnson, 2013, s. 367, vores oversættelse). I denne forståelse er der fokus på de synergier, der opstår.



Således forstås STEM i denne afhandling som en undervisningstilgang, der bevidst søger at integrere de faglige elementer, som S, T, E og M står for, som vist i den gule fællesmængde til højre ovenfor. Vi bruger termen *STEM-området*, når det bruges som samlebetegnelse for de faglige elementer i akronymet.

Boks 4.1: Begrebsafklaring af naturfag, integreret naturfag og STEM.

4.3 Fagligt samspil

Vi bruger den danske professor i filosofi Søren Harnow Klausens term *fagligt samspil* (Klausen, 2011), når vi belyser integreret naturfag.

Både i dansk sammenhæng og internationalt har forskellige teoretikere givet deres bud på en systematik inden for fagligt samspil. Den amerikanske undervisningsforsker Charlene M. Czerniak pointerede i 2007, at der var et 'definitionsproblem' ift. forståelsen af termen 'integration'.

Begreberne er ikke entydige, og forskellige forfattere (bl.a. Jantsch, 1972; Klein, 1990, begge i Lindvig

& Ulriksen, 2016; Hurley, 2001; Rennie et al., 2012b; Gresnigt et al., 2014) har opstillet forskellige taksonomier over betegnelserne for fagligt samspil.

Den østrigsk-fødte amerikanske astrofysiker Erich Jantsch præsenterede i 1972 en terminologi med fem niveauer, der er opstillet i et hierarki. Den amerikanske professor i interdisciplinære studier Julie Thompson Klein udviklede i 1990 sit bidrag (Klein, 1990), der er taget med i skemaet nedenfor. Disse to amerikanske input har dannet grundlag for senere oversættelse og tilpasninger til danske forhold af didaktikerne Katrine Lindvig og Lars Ulriksen (2016) samt Klausen (2011). Vi vælger her at anvende Klausens taksonomi over grader af fagligt samspil og de danske begreber, han benytter (Klausen, 2011). Jantsch's første niveau *multidisciplinarity*, oversætter Lindvig & Ulriksen (2016) til 'mangefaglighed', men vi har valgt at bruge betegnelsen 'opdelt faglighed' for at understrege den begrænsede kontakt mellem fagene.

Det hollandske forskerteam Rens Gresnigt, Ruurd Taconis, Hanno van Keulen, Koeno Gravemeijer og Liesbeth Baartman formulerede i 2014 et lignende hierarki med stigende grad af fagligt samspil og dermed stigende grad af kompleksitet blandt de seks kategorier, de opstillede. Deres mindst integrerede kategori *fragmentet* svarer til *opdelt faglighed* i tabel 4.1, og herefter indfører Gresnigt et al. (2014) en ny kategori *connected*, hvilket er fagopdelt undervisning, hvor lærerne eksplicit gør eleverne opmærksomme på forbindelser til et andet fag. Desuden opererer de med kategorierne *nested* (svarende til *støttefaglighed*) samt *multidisciplinarity*, *interdisciplinarity* og *transdisciplinarity*, der genfindes i tabel 4.1.

Nedenfor ses vores sammenstilling af forskellige forfatteres inddeling og begreber om fagligt samspil bearbejdet efter Lindvig og Ulriksen (2016) og med inspiration fra Gresnigt et al. (2014) særligt vedrørende kendetegn ift. læringsmål for undervisningen. Vi medtager de engelske betegnelser:

Type af fagligt samspil					
Styren- de for fagligt sam- spil	Betegnelse jf. Jantsch i Lindvig & Ulriksen (2016)	Betegnelse jf. Klein i Lindvig & Ulriksen (2016)	Betegnelse jf. Klausen (2011)	Kendetegn jf. Klausen (2011), Lindvig & Ulriksen (2016) samt egen bearbejdelse	Kendetegn ift. læringsmål for undervisningen (inspireret af Gresnigt et al. (2014) samt egen bearbejdelse
Fag	Multi- disciplina- rity	Multi- disciplina- rity	Opdelt faglighed	En vifte af forskellige fag, som lærerne ikke eksplicit skaber opmærksomhed på sammenhænge mellem	Separate læringsmål for hvert fag
	Cross- disciplina- rity*		Støtte- faglighed	Ét fag definerer opgaven og besvarer den. Andre fag løser forudbestemte delopgaver	
	Pluri- disciplina- rity*		Fler- faglighed	Flere fag arbejder parallelt med at belyse forskellige aspekter af et emne	
Sag	Inter- disciplina- rity	Inter- disciplina- rity	Fælles- faglighed / tværfag- lighed	Fælles problemstilling for forløbet. Erkendelsesmæssig merværdi: $1 + 1 = 3$ Der trækkes på metoder m.m. fra de enkelte fag	Fælles læringsmål baseret på fagenes mål
	Trans- disciplina- rity	Trans- disciplina- rity	Over- skridende faglighed	De enkeltfaglige kriterier træder i baggrunden eller ændres	Fælles læringsmål på tværs af fagområder. Læringsmålene tager primært udgangspunkt i problemstillinger fra den virkelige verden og er elevorienterede

Tabel 4.1: Taksonomi over type af fagligt samspil fra Klausen (2011) sammenstillet med niveauerne i Jantsch og Klein bearbejdet efter Lindvig & Ulriksen (2016) samt Gresnigt et al. (2014). * I Jantschs oprindelige inddeling udgør *pluridisciplinarity* niveau 2 og *crossdisciplinarity* niveau 3, men vi har valgt at gengive dem i omvendt rækkefølge, i det vi vurderer, det passer bedst sammen med Klausens kategorier. I øvrigt registrerer vi, at de forskellige begreber, der anvendes om *multi-*, *cross-* og *pluridisciplinarity* bruges anderledes i fx Dolin og Goddixen (2017). I venstre kolonne har vi yderligere angivet, om det primært er fag eller sag, der er styrende for det faglige samspil.

I grundskolesammenhæng i Danmark, vurderer vi, det giver mening at operere med Klausens betegnelser, og vi er bevidste om, at grundskolebrugen af termerne kan være anderledes end

gymnasiebrugen. I Klausens terminologi optræder fællesfagligt og tværfagligt sammen; skråstregen indikerer, at de skal forstås synonymt - for yderligere uddybning se *Bilag vokabularium*. Herfra anvender vi termen 'fællesfaglig.' Gældende for alle taksonomierne i tabel 4.1 er, at de ikke er udviklet specifikt med samspil mellem naturfag for øje - men med henblik på fagligt samspil generelt.

- Med udgangspunkt i tabel 4.1 har vi udarbejdet dimension 5 *type af fagligt samspil* i vores redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner, som uddybes i kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner*.

4.4 Integrerede naturfagslæreplaner: Hvad, hvorfor, hvordan?

Vi har i boks 4.1 slået fast, hvad vi forstår ved integreret naturfag. Vi vil her give et overblik over, hvad vi ved fra litteraturstudier om mangfoldigheden i, *hvad* der integreres i forskellige læreplaner, begrundelser for integreret naturfag (*hvorfor*), *hvordan* samspillet foregår, samt viden om elevernes *læringsudbytte*.

4.4.1 Hvad fagintegrationen omfatter - om rækkevidden af integration

Den israelske didaktiske forsker Abraham Blum (1991) opererer med to dimensioner af integration i relation til, *hvad* integreret naturfag kan omfatte: *Scope* (som kan oversættes til anvendelsesområde) og *intensity*. Intensitet ser Blum som en skala fra *koordination* over *kombination* til *sammenlægning*. Vi vælger i stedet for intensitet, at fokusere på type af fagligt samspil jf. tabel 4.1. Blums *scope* vælger vi i det efterfølgende at kalde for *rækkevidde*, idet det ganske fint karakteriserer, hvor langt det faglige samspil rækker ud.

Blum opdeler sit *scope* i seks kategorier (vores oversættelse):

1. Indenfor et klassisk naturfag (fx botanik og zoologi inden for biologi)
2. Mellem to relaterede naturfag (fx kemi og fysik)
3. Mellem flere naturfag evt. inklusiv matematik.
4. Mellem naturfag og anvendt naturvidenskab/teknologi
5. Mellem naturfag og samfundsfag
6. Mellem naturfag og humaniora/kunstneriske fag.

Vores tolkning af Blums fjerde kategori *mellem naturfag og anvendt naturfag og teknologi* er, at kategorien kan omfatte forskellige kombinationer af naturfag med engineering og/eller teknologi samt evt. matematik (se boks 4.1 om STEM).

- Vi anvender *rækkevidde af fagligt samspil* som dimension 4 i vores redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner, som uddybes i kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner*.

4.4.2 Hvad indholdselementerne i integrationen er

Forskellige indholdselementer kan være genstand for integrationen. Med udgangspunkt i vores litteraturstudier kan vi opstille følgende hovedgrupper:

1. Indholdstemaer: Begreber og koncepter; temaer eller Klafkis epokale nøgleproblemer (fx bæredygtig fødevareproduktion) (Klausen, 2011; Venville et al., 2012; BSCS, 2005)
2. Processer og metoder: Naturvidenskabelige arbejdsmetoder, naturvidenskabernes natur (Nature of Science, herefter kaldet NoS) (BSCS, 2005; Brown, 1977)
3. Undervisningstilgange: Fx undersøgelsesbaseret, projektorienteret, tematisk, engineeringtilgang m.m. (Rennie et al., 2012b).

Hvad læreplanen skal omfatte og vægte, afhænger af hvilken vision for elevernes naturfaglige almindelse, samfundet ønsker at vægte dvs., hvad der ønskes, at eleverne skal opnå med naturfag. Vi vender tilbage til dette i kapitel 7, diskussion.

4.4.3 To visioner for naturfaglig almindelse toner naturfagslæreplaner

Udover det åbenlyse indhold, en læreplan omfatter, findes også en underliggende *betoning* (på engelsk *emphasis* (Roberts, 2015)), der direkte eller indirekte kommunikerer, hvad det vigtige ved naturfag er, og hvorfor det er vigtigt at lære dette. Den canadiske professor emeritus i uddannelsesforskning Doug Roberts identificerer syv forskellige betoning, som historisk har gennemsyret (og for nogles vedkommende stadig præger) naturfagslæreplaner, og disse har vi har bearbejdet i *Bilag betoning*.

Fire af de syv betoningstilgange er, hvad Roberts selv fremhæver af typen, der kigger "*outward from science to a larger world of human affairs*", mens de tre andre kigger "*inward towards science*" (ibid., s. 266). Disse betoning kan komme til udtryk i læreplaner i to såkaldte visioner (vision I og vision II) for naturfaglig almindelse (på dansk Krogh & Andersen, 2017; på engelsk som *Scientific literacy* Roberts, 2007), som vi udfolder som:

1. Vision I: Kig indad *mod* naturvidenskab
2. Vision II: Kig udad mod verden *med* naturvidenskab.

I kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner* præsenterer vi en række indikatorer på hhv. vision I og II, som læreplaner kan rumme og sigte mod. Opstillingen af indikatorer er vores bud på en konkretisering af, hvad der er tegn på vision I og II, og den har rod i vores forståelse af forskningslitteratur på området (Roberts, 2007; Roberts, 2015 og Krogh & Andersen, 2017).

Indikatorer på en vision I-forståelse af naturfaglig almindelse er, at læreplanen rummer og sigter på fx NoS, naturvidenskabelige arbejdsmetoder, korrekt brug af fagsprog, viden *om* samt færdigheder i at udøve naturvidenskab. Ifølge Krogh & Andersen er der her tale om en almindelsesforståelse "*som peger indad mod faget, og som først og fremmest finder udfoldelse i faget*" (Krogh & Andersen, 2017, s. 32).

Indikatorer på en vision II-forståelse af naturfaglig almindelse er, at læreplanen rummer og sigter mod fx forberedelse til elevens videre liv, problemløsning, kritisk forholden sig samt det at sætte sin naturfaglige viden og færdigheder i spil. Desuden refleksion, beslutning og handling på et naturvidenskabeligt grundlag, som kan indbefatte NoS, fagsprog, viden og færdigheder. Således er der her tale om en almindelsesforståelse "*som bygger på et demokratisk argument*" (ibid., s. 32).

Roberts betragter vision I og II som yderpunkter i et kontinuum (Roberts, 2007). Vi forstår det således, at vision II sagtens kan rumme aspekter af vision I: Fx at eleverne kender til naturvidenskabelige arbejdsmetoder, anvender korrekt fagsprog viden om naturvidenskab. Det er indeholdt i det, at eleverne reflekterer, beslutter og handler på et *naturvidenskabeligt* grundlag. Derimod rummer vision I i Roberts (2007) forståelse ikke de aspirationer om at kunne anvende naturvidenskab til at forstå og behandle samfundsrelaterede problemer, der karakteriserer vision II.

De foreslåede indikatorer kan der kigges efter i analysen af integrerede naturfagslæreplaner, ligesom de kan være væsentlige i et læreplansudviklingsperspektiv, som vi diskuterer i kapitel 7.

- Vi anvender *læreplanens vision for naturfaglig almindelse* som dimension 2 i vores redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner, som uddybes i kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner*.

4.4.3.1 Visionen i læreplanen afføder strukturer i naturfagslæreplaner og medfører pædagogiske tilgange

I tillæg til de mere eller mindre skjulte beskeder om, hvorfor det er vigtigt at lære naturfag, er naturfagslæreplaner også bygget op efter nogle strukturer, der hænger sammen med de bagvedliggende syn på videnskab, læring og fag. Ifølge professor i curriculumstudier Kerry John Kennedy udtrykkes disse syn implicit i læreplanen i det, den er struktureret omkring: Enten discipliner, nøglebegreber eller samfunds- og/eller elevrelevante emner (Kennedy, 2015). Dette hænger for os at se sammen med, om læreplanen er rundet af en basisfagsdidaktisk eller udfordringsdidaktisk logik jf. afsnit 4.2 *Forståelse af fag og faglighed*, samt om vision I eller II for elevernes almindelse dominerer.

Hver af disse strukturer medfører nogle bestemte pædagogiske tilgange i undervisningen, som det også uddybes i afsnit 4.4.5 *Hvordan - sammenhæng mellem læreplanens vision og undervisningsform*. Kennedy skriver om betydningen af de strukturer, der er at finde i læreplaner: *"Disagreements over curriculum structure have often reflected deeper philosophical and political differences about epistemology and the purposes of schooling"* (Kennedy, 2015, s. 280), hvorved han understreger vores pointe, som er illustreret med figur 4.1: At læreplaner er konkrete udtryk for bagvedliggende syn på videnskab, læring og fag. I dette kan også forskellige begrundelser for at ændre en læreplan i integreret retning bunde, som vi vil folde ud i det følgende.

4.4.4 Hvorfor - om argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning

Begrundelserne for at vælge at udarbejde en integreret naturfagslæreplan fremfor en fagopdelt er mange og meget forskelligartede. Den skotske uddannelsesforsker og fysiker Sally A. Brown udarbejdede i 1977 et system til at klassificere argumenter for en integreret naturfagslæreplan. Hun opererede med følgende kategorier, som vi har oversat og tilpasset danske forhold:

1. Samfundsmæssige krav til udkomme af undervisningen (fx rekruttering)
2. Forhold vedrørende ressourcer (fx tid, udstyr, lokaler, undervisningsmaterialer, lærere m.m.)
3. Politiske rammer (fx nationalt testsystem, generel uddannelsespolitik)
4. Forhold der sikrer effektiv læring hos eleverne (fx motivation, interesse)
5. Forhold der sikrer effektiv undervisning (fx lærerkompetencer og -interesser)

6. Forhold der har at gøre med naturfagene selv (fx at naturvidenskabernes genstandsfelt (verden) er en helhed, og derfor kan belyses gennem en helhedsoptik).

Brown (1977) har den interessante observation, at der ser ud til at være forskel på, hvilke af argumenterne hhv. lærere og læreplansudviklere lægger vægt på. Hun peger på, at den manglende overensstemmelse kan have betydning for, hvor succesfuldt en givent læreplan vil blive implementeret.

Argumenterne genfindes dels i forskningslitteraturen (bl.a. Blum, 1991; Czerniak & Johnson, 2014; Hurley, 2001) og dels i begrundelserne for reform af læreplaner (Wei, 2009; Bohm et al., 2017) og vil blive diskuteret i relation til vores analyse af Irland og Norges læreplanerne i kapitel 7.

- Vi anvender *argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning* som dimension 7 i vores redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner, som uddybes i kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner*.

4.4.5 Hvordan - sammenhæng mellem læreplanens vision og undervisningsform

Det er nærliggende at stille sig selv spørgsmålet om, hvilke sammenhænge der er mellem læreplanens dominerende vision, valg af rækkevidde og type af fagligt samspil og de undervisningsformer, der bedst understøtter disse valg. Det australske team Léonie Rennie, John Wallace og Grady Venville (2012a) har opstillet fire karakteristika ved fagintegreret praksis:

1. Integreret praksis er ofte et forsøg på at få eleverne til at kigge udad mod den omgivende verden, mens undervisningen trækker på de forskellige discipliners respektive styrker
2. Lærerne bruger meget energi og tid på at overkomme de fagcentrerede strukturer i læreplaner
3. Typisk sker fagintegration i en kontekst, hvor der linkes til den omgivende verden og elevernes personlige erfaringer
4. Graden af integration er relateret til graden af elevcentrering i læreplanerne.

Disse karakteristika opfatter vi som kendetegnende for naturfagligt samspil af typen *fællesfaglighed* eller *fagoverskridende faglighed*, som ofte praktiseres som undersøgende og problemorienteret undervisning med udgangspunkt i autentiske problemstillinger. Ud fra de punkter (Rennie et al., 2012a) opstiller, vil vi forvente, at jo større rækkevidde af fagligt samspil og mere sammensmeltede fagene er (udtrykt gennem type af fagligt samspil), desto større fokus vil der være på undersøgende, problemorienterede og elevcentrerede undervisningsformer. Derfor finder vi det relevant også at afdække, hvilket læringsudbytte eleverne kan få af undersøgende naturfagsundervisning.

4.5 Læringsudbytte af naturfagsundervisning

4.5.1 Læringsudbytte af undersøgende naturfagsundervisning

Den danske uddannelsesforsker Søren Kruse skabte i 2013 overblik over erfaringerne fra fire internationale metastudier om undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning (herefter også kaldet IBSE - Inquiry Based Science Education). Kruse konkluderede, at IBSE kan bidrage til positive

elevresultater, hvis læreren formulerer læringsmål, fokuserer på målene og det centrale og metodiske indhold i IBSE-forløbet samt er ansvarlig for formidling af fagenes centrale begreber og forklaringsmodeller. Læreren skal strukturere forløbet ved at integrere kognitive, undersøgende og sociale aktiviteter, hvor eleverne involveres i selv at træffe og begrunde beslutninger, arbejde undersøgende i en cyklisk proces, aktivt konstruere og anvende begreber og forklaringer samt kommunikere og diskutere dét, de har lært. Desuden skal naturfagene sættes i relation til samfundet og den virkelighed eleverne lever i (Kruse, 2013).

Opsamlende kan vi sige, at der er belæg for, at undersøgelsesbaseret undervisning kan understøtte elevernes læring, men at det kræver opmærksomhed på en række områder vedr. tilrettelæggelse og styring af undervisningen samt understøttelse af elevernes kognitive aktivitet.

4.5.2 Hvilket læringsudbytte der opnås via integreret naturfag

I den danske naturfagsdidaktiske diskurs er der ikke konsensus om, hvorvidt der kan påvises øget læringsudbytte hos eleverne ved integreret naturfag. De danske naturfagsdidaktikere Lars Brian Krogh og Hanne Møller Andersen konkluderer i *Fagdidaktik i naturfag* der udkom i 2017 (s. 165): *"Overordnet er der således ringe evidens for, at fagligt samspil/tværfaglighed gør noget godt for elevernes læring i naturfag"*. Denne opfattelse er dog kildemæssigt svagt funderet, idet forfatterne kun henviser til Czerniak, 2007. Det danske naturfagsdidaktiske team Jan Alexis Nielsen, Nina Waadegaard, Jens Dolin & Jesper Bruun sammenfatter på baggrund af et væsentligt stærkere kildemateriale samme år i *Litteraturstudium til arbejdet med anbefalingerne til en national naturvidenskabsstrategi* erfaringerne således: *"De få eksisterende undersøgelser af omfattende forsøg på at integrere naturfagene i et curriculum indikerer, at et integreret naturfagscurriculum kan lede til større læringsudbytte og styrkelse af de affektive dimensioner"* (Nielsen et al., 2017, s. 31).

I det følgende vil vi bringe pointer fra den internationale forskningslitteratur, der kan informere os om, hvad forskellig organisering af integreret naturfag kan siges at have af indflydelse på elevernes læringsudbytte.

4.5.2.1 Karakteristik af det faglige samspil er en forudsætning for at kunne vurdere læringsudbyttet

Et af de argumenter, der ofte er i fokus i diskussionerne om fagopdelt kontra integreret naturfagsundervisning, er, hvilket læringsudbytte eleverne kan forventes at få afhængigt af undervisningens organisering. Dette genfindes i Browns liste som argument nr. 4 *Forhold der sikrer effektiv læring hos eleverne* (Brown, 1977). Czerniak og hendes amerikanske kollega uddannelsesforsker Carla C. Johnson (2014) refererer positive effekter af integreret naturfagsundervisning fra forskellige forfattere og enkeltstudier. Fx ses 78% øget læringsudbytte i nationale tests (USA) samt succes for fagligt udfordrede elever, øget elevinteresse eller positiv effekt på elevlæring i Canada (Green, 1991; Stevenson & Carr, 1993; Ross & Hogaboam-Gray, 1998; alle i Czerniak & Johnson, 2014). I disse eksempler er det dog ikke klart, hvilke former for fagintegration, der er tale om. Som vi har redegjort for tidligere, er integreret naturfag ikke et entydigt begreb, så hvis vi skal relatere elevernes læringsudbytte til integreret naturfag, er vi nødt til at blive mere præcise, når det gælder, hvilke elevgrupper samt hvilken rækkevidde og type af fagintegration der er tale om. Derfor har vi i *Bilag review af artikler* sammenstillet en række centrale reviews, metaanalyser og enkeltstudier, der samlet set dækker 69 studier i perioden 1935-2012, hvor

resultater vedrørende elevernes læringsudbytte kan relateres til uddannelsesniveau samt rækkevidde og type af fagligt samspil. I en del af disse studier måles effektstørrelse (effekt size) opgjort ud fra elevpræstationer i standardiserede nationale tests. Vi er dog også interesserede i de kvalitative resultater, som kan forventes at kunne give et mere nuanceret billede af, hvilke kompetencer eleverne får styrket gennem integreret naturfagsundervisning, hvilket vi vender tilbage til nedenfor.

4.5.2.2 Udbytte af 'integration-mellem-naturfag' kontra 'integration-ud-over-naturfag'

Den kinesiske uddannelsesforsker Bing Wei sammenlignede i 2009 to kinesiske naturfagslæreplaner. Dels en lokal læreplan fra Zhejiang provinsen fra 1990'erne (integration mellem fysik, kemi, biologi og naturgeografi) og dels en national kinesisk læreplan fra 2001 med fokus på 'STS'-integration ('Science-Technology-Society', på dansk naturfag, teknologi og samfund - herefter kaldet STS). Wei konkluderede, at integration mellem naturfagene bør erstattes af integration *ud over* naturfagene og anbefalede desuden, at læreplaner inkluderer NoS, STS og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. Vi forholder os dog kritisk til Weis konklusion, da der er en række variable (regionalt/nationalt, forskelle i årstal samt i effektueret undervisning), der vanskeliggør en direkte sammenligning mellem de to kinesiske læreplaner. Wei skriver således selv, at naturfag i Zhejiang provinsen reelt blev gennemført som enkeltfaglig undervisning, der favoriserede fysik og kemi på bekostning af biologi og geografi (Wei, 2009).

4.5.2.3 Elevernes læringsudbytte er relateret til typen af fagligt samspil

Et hollandsk forskerteam (Gresnigt et al., 2014) undersøgte otte store projekter i USA, Australien og Frankrig i perioden 1994-2012. Projekterne var alle rettet mod grundskolens 1.-6. klassetrin og handlede om integration af naturfag (ofte med elementer af teknologi) og matematik eller naturfag og sprog (her forstået som læsning/skrivning). Projekterne blev karakteriseret som forskellige typer af fagligt samspil, ud fra Gresnigt og kollegernes eget hierarki (afsnit 4.3 *Fagligt samspil* samt tabel 4.1).

Forfatterne sammenlignede projekter indenfor fem af deres kategorier i forhold til kognitive og affektive effekter af undervisning for hhv. naturfag og øvrige fag i samarbejdet. Ikke overraskende så Gresnigt et al. (2014) ingen effekt ved fagopdelt undervisning, hvor lærerne blot eksplicit gjorde eleverne opmærksomme på forbindelser til et andet fag. Når matematik eller sprog var støttefag for naturfag, gav det en svag positiv effekt på elevernes viden og tænkning i naturfag. Forfatterne konkluderede generelt, at jo mere kompleks typen af fagligt samspil er, desto større udbytte kan man forvente hos eleverne i form af naturfaglig viden, 21. century skills (her bl.a. højere ordens tænkning, videnskonstruktion og problemløsning), entusiasme blandt elever og lærere samt kommitment hos lærerne. Tilsvarende kræver en mere kompleks type integration også øgede 'investeringer' i form af omfang og varighed af projektet, tilgængelige undervisningsmaterialer, support og efteruddannelse af lærerne samt support fra skoleledelse og kommitment fra lærerne til forandringen.

4.5.2.4 Læringsudbyttet er forskelligt i samspillet mellem naturfag og matematik

Konklusionerne fra Gresnigt og kollegerne (2014) er i fin overensstemmelse med resultaterne af et metastudie af 31 studier fra 1935-1997 om samspillet mellem naturfag og matematik udført af den amerikanske didaktiske forsker Marlene M. Hurley i 2001. Hurley fandt på tværs af

uddannelsesniveauer, at parallel, flerfaglig undervisning i naturfag og matematik ligefrem forringede elevernes læring i begge fag. I naturfag var der en tydelig sammenhæng mellem elevlæring målt med standardiserede tests og graden af integration mellem fagene. Jo mere integrerede fagene blev, desto højere var elevernes læringsudbytte i naturfag. Den største effekt sås ved total sammensmeltning mellem fagene, svarende til overskridende faglighed i tabel 4.1. Derimod sås kun en lille effekt på elevernes læring i matematik ved øget grad af fagintegration. Effekten på matematik var størst ved sekventiel undervisning, hvor der først blev undervist separat i matematik og derefter i naturfag. Hurley (2001) identificerede også kvalitative effekter af fagintegration i form af bl.a. disciplin, gode studievaner, eleventusiasme og -engagement. Disse resultater hviler dog på et mere spinkelt grundlag.

4.5.2.5 Nogle kombinationer af S-T-E-M kan fremme læringsudbytte men opmærksomhed kræves

I et amerikansk-koreansk samarbejde fra 2011 gik forskerne Kurt Becker og Kyungsuk Park et skridt videre end Hurley og analyserede 28 studier af samspil mellem naturfag, matematik, engineering og teknologi (STEM) fra perioden 1989-2009. De fandt, at integration af alle disse fire elementer i undervisningen havde størst effekt på elevernes STEM-præstationer, hvorimod fagligt samspil, der kun omfattede to af fagelementerne, resulterede i et ringere læringsudbytte. Effekten på elevpræstationerne i naturfag på tværs af alle studierne var medium og i teknologi høj, hvorimod der kun sås en lille effekt i matematik. Becker og Park (2011) konkluderede, at integrationen af naturfag og teknologi (S-T) med engineering til S-T-E eller S-T-E-M gav god effekt på elevernes læring, mens andre kombinationer af samspil mellem matematik og de øvrige fagelementer kun gav ringe eller negativ effekt.

Et australsk studie af Venville, Rennie og Wallace viste, at elever i 9. kl. i et projektforsøg med flerfaglig integration af naturfag, teknologi og matematik var i stand til at finde en praktisk løsning på et konkret problem, men ikke udviklede en korrekt forståelse for de naturvidenskabelige begreber og koncepter (fx lovmæssighederne omkring strøm), som undervisningen havde intenderet. Der er altså grund til øget opmærksomhed på elevernes konceptuelle forståelse i integrerede forløb (Venville et al., 2003).

4.5.2.6 Opsummerende: Typen af fagligt samspil har indflydelse på læringsudbyttet

På tværs af de tre metaanalyser (Becker & Park, 2011; Gresnigt et al. 2014; Hurley 2001) ser der ud til at være belæg for at konkludere, at elevernes læringsudbytte i naturfag kan fremmes af fagintegration mellem naturfag og et eller flere andre fagområder (matematik, engineering, teknologi eller sprog), men at udbyttet afhænger af typen af fagligt samspil. Nogle former for fagligt samspil fx flerfaglig, parallellagt undervisning kan forringe elevernes læringsudbytte. Derimod konkluderede både Hurley (2001) og Gresnigt et al. (2014) i deres metaanalyser, at en øget sammensmeltning mellem fagene resulterede i et øget kognitivt læringsudbytte. Vi er derfor ikke enige i Krogh og Andersens (2017) udsagn om, at der er ringe evidens for, at fagligt samspil/tværfaglighed gør noget godt for elevernes læring i naturfag.

Billedet ser dog anderledes ud for matematik. Metaanalyserne viser kun evidens for ringe udbytte i matematik ved øget grad af integration med naturfag. Både Hurley (2001) og Becker & Park (2011) peger på et behov for øget forskning om elevernes læring i matematik i fagligt samspil. Becker & Park anfører dog også, at de ser en øget interesse for matematik hos elevernes i de integrerede

tilgange, hvilket kan have større betydning end deres præstationer: *"The increased interest in mathematics may be more important than their achievement with regard to their future career choice in STEM fields"* (Becker & Park, 2011, s. 32). Tilsvarende finder forskning i danske forhold, at elevers interesse for matematik og naturfag kan øges ved fagoverskridende undervisning (Michelsen & Sriraman, 2009).

4.6 Evaluering af integreret naturfag

Vi har indtil videre belyst, hvad vi forstår ved integreret naturfag, hvordan vi kan karakterisere det, samt hvilket læringsudbytte det kan forventes at give. Nu vil vi skitsere de problematikker, der knytter sig til at evaluere integreret naturfag.

4.6.1 Målingsproblemet

Elevernes kognitive læringsudbytte af undervisningen er en væsentlig parameter for at måle en integreret læreplans succes. Men tests afspejler ikke nødvendigvis det læringsudbytte, der forventes af integreret undervisning, bl.a. evaluering af problemløsnings- og undersøgelseskompetencer eller 21. century skills som fx kritisk tænkning, samarbejde, kommunikation og kreativitet. Rennie, Venville og Wallace har defineret et 'målingsproblem', der handler om, hvor godt alignet evalueringsformaterne er med formålet med naturfag. Hvis de evalueringsformater, der anvendes, er designet til fagopdelt undervisning og primært måler på viden, mangler der sammenhæng mellem læreplanens mål, den gennemførte undervisning og evalueringen (Rennie et al., 2012b).

En lang række forskere har forsøgt at evaluere effekterne af integreret naturfag bredere og med blik for andet end kognitivt læringsudbytte. De canadiske undervisningsforskere John A. Ross og Anne Hogaboam-Gray fandt, at canadiske elever i et integreret kursus om naturfag, teknologi og matematik i 9. kl. fik øget motivation, bedre samarbejde, satte mere pris på gruppearbejde og blev bedre til at dele det, de havde lært (Ross & Hogaboam-Gray, 1998 i Rennie et al., 2012b). Det internationale forskerteam Andy Hargreaves, Lorna Earl, Shawn Moore og Susan Manning viste, at udskolings elever der blev undervist integreret, udviklede kompetencer såsom højere ordens tænkning, problemløsning, transfer i forhold til problemer i den virkelige verden, kreativitet, opfindsomhed samt kollektiv og individuel læring (Harvgreaves et al., 2001, i Rennie et al., 2012b).

Rennie og kollegerne har den pragmatiske tilgang til målingsproblematikken, at fagligt integreret undervisning vil omfatte både enkeltfaglige elementer (fx strøm og kredsløb) og elementer der går på tværs af fag (fx undersøgelseskompetence) og at de anvendte evalueringsformater skal kunne indfange begge dele (Rennie et al., 2012b).

4.6.2 Linser til at kigge efter læringsudbytte med i national evaluering

Rennie, Venville og Wallace introducerer begrebet 'lenser' til at vurdere elevernes læringsudbytte af en given undervisning. Deres pointe er, at hvis læringsudbyttet kun vurderes med den faglige linse, synliggøres de andre former for læringsudbytte ikke. Forfatterne opererer med en tredeling af linser: *Faglig linse*, *integreret linse* samt *kilde-til-viden-linse* (Rennie et al., 2012b), hvoraf vi kun går videre med de to første, da den tredje mere er aktuel i lærerens daglige dialog med eleverne end i national evaluering. Til gengæld har vi tilføjet en *affektiv linse* med inspiration fra flere forfattere bl.a. Hurley (2001) og Gresnigt et al. (2014). Disse uddyber ikke, hvordan det affektive udbytte konkret skal

evalueres, men vi foreslår, at der kan hentes inspiration i Krathwohls affektive taksonomi (Dolin, 2017 s. 272-273). Linserne uddybes i tabel 4.2 nedenfor:

Læringslinse	Reference	Forklaring	Hvilke evalueringsformer lægger læringslinsen op til?
Faglig linse	Rennie et al. (2012b)	Viden om fænomener, begreber, lovmæssigheder fra de enkeltfag der indgår	Standardiseret test for viden samt forståelse af faglige koncepter
Integreret linse	Rennie et al. (2012b)	Evne til at trække på og forbinde faglighed fra forskellige fag; viden om hvordan man gør noget, problemløsning	Praktisk, fællesfaglig prøve med udgangspunkt i fx case, problem eller fællesfagligt tema
Affektiv linse	Ross & Hogaboam-Gray, 1998 samt Hargreaves et al., 2001, begge i Rennie et al. (2012b); Hurley (2001); Gresnigt et al. (2014)	Elevengagement, entusiasme, interesse, indstilling, oplevelse af relevans, samarbejde, kommunikation	Lokal evaluering af projektarbejde i grupper enten i daglig undervisning eller i en prøvesituation

Tabel 4.2: Oversigt over mulige 'læringslinser' bearbejdet efter Rennie et al. (2012b), med inspiration fra bl.a. Ross & Hogaboam-Gray (1998) samt Hargreaves et al., (2001) begge i Rennie et al. (2012b), Hurley (2001) samt Gresnigt et al. (2014). Desuden vores egen tilføjelse af mulige evalueringsformer.

Vi vil anvende læringslinserne i vores analyser af forskellige landes læreplaner som en hjælp til at vurdere, om der er sammenhæng mellem de formulerede mål for læringsudbytte og de evalueringsformer, der anvendes. Udfaldet af vurderingen af læringsudbyttet afhænger i høj grad af, hvilken linse der anvendes, og valget af evalueringsformer vil være tegn på, hvilke læringslinser der prioriteres.

- Vi har udviklet *linse til læringsudbytte* som dimension 6 i vores redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner, som uddybes i kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner*.

4.7 Integrerede læreplaner: Definition, traditioner og typer

Vores omdrejningspunkt i afhandlingen er integreret naturfag, og vi undersøger læreplaner fra to lande. Det aktualiserer, at to bærende fagord slås fast:

I engelsksproget litteratur optræder termen **curriculum**, som synes at dække over det, vi på dansk kalder **læreplaner**: En samlebetegnelse for fagformål, mål, læseplaner og eventuelle vejledninger for et skolefag (Orpwood, 2015).

Den engelsksprogede forståelse af læreplan kan udover *formål* og *mål* som ovenfor nævnt, også indeholde fagligt *indhold*, *erklæringer* om læreproces og undervisning samt evaluering. Endvidere kan læreplanerne indeholde anvisninger om, hvornår der skal undervises i hvilke emner og endda

udspecifcere bøger og forløb, som lærerne skal følge (Orpwood, 2015). Herved adskiller den engelsksprogede betydning af curriculum og den danske betydning af læreplan sig.

Som det uddybes i tabel 4.3 nedenfor, kan den engelsksprogede litteraturs integrerede læreplaner være udtryk for læreplaner som en langt stærkere styringsmekanisme, end tilfældet er med danske læreplaner. Vi vil udtrykke det således, at når vi taler om især de angloamerikanske læreplaner, er rækkevidden af styringen helt ud i undervisningen mere kraftfuld end i Danmark, der i lighed med andre skandinaviske lande har rammeplaner, der skal fortolkes (Paulsen, 2003).

I dansk sammenhæng kalder vi typisk det centralt fastsatte for læreplaner, mens andre decentralt besluttede planer har andre navne fx lokale læseplaner, årsplaner, forløbsplaner og lektionsplaner. 'Curriculum' kan i engelsksproget litteratur *både* betyde de centralt fastsatte læreplaner *og* dække over en myriade af lokale og mindre dokumenter, der somme tider synes at have karakter af det, vi på dansk vil kalde undervisningsforløb.

I denne afhandling bruger vi alene 'curriculum' i forbindelse med citater på engelsk. Når vi herfra bruger termen 'læreplan', bruger vi det i den danske betydning: De centralt fastsatte læreplaner. Centralt er i Danmark oftest ministerielt, men kan principielt også være kommunalt. Hvis der er tale om andre slags planer, bruger vi disse planers navne. Se endvidere *Bilag vokabularium*.

Boks 4.2: Begrebsafklaring af curriculum og læreplaner.

Når vi skal dykke ned i andre landes læreplaner, har vi brug for en forståelse af de didaktiske traditioner, de enkelte landes læreplaner er rundet af.

4.7.1 Hvilken traditionen udspringer læreplanen af?

Med afsæt i et bredt udsnit af forskningslitteratur, som bl.a. bygger på den østrigske professor Stefan Hopmanns arbejde (Schnack, 2000) sammenstiller vi her to overordnede traditioner inden for didaktik: Didaktiktraditionen og curriculumtraditionen (Schnack, 1987; Schnack, 2000; Nielsen i Hansen & Skovmand, 2011; Krogh, 2013; Krogh, Qvortrup & Christensen, 2016; Woolnough, 2015 og Fensham, 2015). De væsentligste karakteristika opridses kort her:

Retning inden for didaktik	Didaktiktradition	Curriculumtradition
Udspring	Midt- og Nordeuropa fra slutningen af 1700-tallet	USA fra midten/slutningen af 1800-tallet
Nøgleord	Dannelse	Uddannelse
Nøgleteoretiker	Den tyske didaktiker Wolfgang Klafki	Den amerikanske filosof og pædagog John Dewey
Læreplans karakteristika	Rammelæreplan som er åben for lærernes fortolkning - "fortolkningslæreplan"	Undervisningsplan der udvikles centralt og loyalt udmøntes lokalt - "foreskrivende læreplan à la manual"
Bagvedliggende forsknings-tradition	Teoretisk filosofisk orienteret	Praktisk-empirisk orienteret: Med dokumentation for effekt som ideal. Senere udvikling: Psykologisk orienteret
Måde at løse stoftrængsel på	Det eksemplariske princip: Vælg det mest eksemplariske ud	Det spiralske princip: Besøg og genbesøg det samme med stadig større abstraktion
Planlægger af indholdet	Lærerne (decentralt)	Læreplansudviklerne (centralt)
Relation til basisfag	Basisfagets dannelsesindehold realiseres i skolefaget ved at udvælge de elementer, der har værdi i forhold til skolefagets formål	Skolefaget er en nedskalering af basisfaget
Læreplanens placering ift. det eleven møder	Læreplan → (fortolkes af) lærer → (og bliver til) forløb ← (som mødes af) elev	Lærer → (underviser efter) læreplan ← (som mødes af) elev*

Tabel 4.3: Vores sammenstilling af væsentligste karakteristika ved de to traditioner inden for didaktik: Didaktik- og curriculumtraditionen med udgangspunkt i Schnack, 1997; Schnack, 2000; Nielsen i Hansen & Skovmand, 2011; Krogh, 2013; Krogh, Qvortrup & Christensen, 2016; Woolnough, 2015 og Fensham, 2015. * Jf. BSCS: "The interface between the student and the teacher" (BSCS, 2000).

Danmark hører oprindeligt hjemme i didaktiktraditionen. Ikke desto mindre har den uddannelsespolitiske udvikling ført os tættere på curriculumtraditionen, fx hvad angår dokumentation af effekt og hele læringsmålsstyringen (Krogh et al., 2016). Vi mener derfor, det er relevant med en mellemtning mellem de to traditioner, som vi kalder 'didacticulum.'

- Vi har udviklet *læreplanstradition* som dimension 1 i vores redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner, som uddybes i kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner*.

4.7.2 Hvilken type læreplan er der tale om?

Til at komme et spadestik dybere i naturfagslæreplaner, kan vi bruge den engelske sociolog Basil Bernsteins begrebsapparat om læreplaner fra 1975.

4.7.2.1 To typer læreplaner

Bernstein skelner mellem to typer læreplaner. Hvor indholdet af et fags læreplaner er velafgrænset fra andre læreplaner, taler han om en læreplan af typen *collection* (som vi kalder fagopdelt læreplan), og hvor indholdet forholder sig mere åbent til andre områder, kalder han læreplanen for *integrated type* (integreret læreplan). Det er karakteristisk for fagopdelte læreplaner, at de har stærk klassifikation, mens integrerede læreplaner har svagere klassifikation.

4.7.2.2 Klassifikation og rammesætning

Ud over klassifikation opererer Bernstein med begrebet *frame* (som vi kalder rammesætning) til at karakterisere et fags læreplan. Klassifikation refererer til, hvor stærke grænser der opretholdes mellem fag. Ved stærk klassifikation er der en skarp afgrænsning af et fags indhold fra andre fag, mens indholdet ved svag klassifikation er overlappende eller mindre velafgrænset fra andre fag. Rammesætning refererer til lærerens frihedsgrader til at tilrettelægge undervisningens indhold og form herunder at give eleverne medindflydelse. Stærk rammesætning indebærer begrænsede valgmuligheder for læreren, fordi indhold og form er fastsat af læreplanen. Derimod giver svag rammesætning en større vifte af valg herunder lærerens muligheder for at tilbyde elevmedbestemmelse, som vi skitserer i tabel 4.4 nedenfor. Klassifikation og rammesætning kan variere uafhængig af hinanden (Bernstein, 1975):

Engelske begreb (Bernstein, 1975)	Vores begreb	Vores fortolkning og forklaring af begrebet
Classification	Klassifikation	Hvor velafgrænset indholdet af et fag er fra indholdet i andre fag
Frame	Rammesætning	Hvilke frihedsgrader har lærerne ift. undervisningens indhold og form, herunder at give eleverne medbestemmelse

Tabel 4.4: Begrebsforståelse af klassifikation og rammesætning (Bernstein, 1975).

4.7.2.3 Klassifikation og rammesætning har betydning for et fags status, pædagogisk tilgang og evaluering

Bernsteins tilgang til karakteristik af læreplaner har betydning for både fagenes image, den pædagogisk tilgang, elevmotivation samt evaluering. Jo stærkere klassifikation og rammesætning et fag har, desto højere status har faget ifølge Lesley Parker (1994, i Venville et al., 2012a). Fysik, som er meget velafgrænset, har således høj status, mens et integreret naturfag med elementer fra flere af de traditionelle fag fysik, kemi, biologi og geografi vil have en svagere klassifikation end

enkeltfagene hver for sig, da det integrerede fag vil trække på indhold og metoder fra flere forskellige faglige felter. Der er dog mange faktorer der har betydning for et fags status i samfundet, bl.a. erhvervslivets efterspørgsel af kompetencer samt aktuelle politiske strømninger. Bernstein peger på, at ethvert forsøg på at mindske styrken af et fags klassifikation, kan føles som et angreb på egen identitet for lærerne, der identificerer sig med deres fag (à la "*jeg er fysiklærer*") (Bernstein, 1975). Dette kan skabe modstand mod faglig integration.

Bernstein fremfører også, at der er forskel på, hvilken pædagogisk tilgang der anvendes i de to hovedtyper af læreplaner. I fagopdelte læreplaner er der fokus på dybdelæring indenfor faget, mens der i de integrerede læreplaner er fokus på at sikre sammenhæng mellem dybdelæring, og hvordan viden genereres (Bernstein, 1975). Brown har desuden peget på, at grænserne mellem skolelærdom og elevernes erfaringer fra hverdagen nedbrydes i integrerede læreplaner, hvilket kan fremme elevernes motivation (Brown, 1977).

En given læreplans type og klassifikation har også betydning for evaluering. Fagopdelte læreplaner med stærk klassifikation og rammesætning kan testes gennem traditionelle tests, mens evaluering i integrerede læreplaner med svag klassifikation er vanskeligere, særligt hvis rammesætningen også er svag, idet fagområdet er mindre velafgrænset, mere subjektivt og åben for diskussion (Rennie et al., 2012a). Her er det nødvendigt at overveje, hvilke linser til læring det er relevant at inddrage.

- Vi har udviklet *læreplanstype* som dimension 3 i vores redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner, som uddybes i kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner*.

4.8 Læreplansudviklingsproces

Efter således at have skitseret forskellige karakteristika ved integrerede naturfagslæreplaner dykker vi ned i faktorer, der er betydningsfulde for læreplansudviklingsprocessen.

4.8.1 Flere faktorer har betydning for udvikling af naturfagslæreplaner

De israelske professorer udi naturfagsundervisning Bat-Sheva Eylon og Avi Hofstein stiller de samme fundamentale spørgsmål, vi i vores undersøgelse adresserer: Hvad begrundelserne for forandringer af naturfagslæreplanerne er, hvad der skal ændres, hvordan det skal ske, og hvem der initierer og fortsætter forandringsprocessen. Fem nøglefaktorer med indflydelse på læreplansudviklingen opridses (Eylon & Hofstein, 2015):

1. Eleverne (de lærende)
2. Lærerne
3. Naturfagsindholdet
4. Lærings- og undervisningskonteksten både indenfor og udenfor skolen
5. Evalueringen af elevernes opnåede læringsudbytte og progression.

Vi opfatter nøglefaktoren *lærings- og undervisningskonteksten både indenfor og udenfor skolen* bredt, så den således også omfatter politiske og samfundsmæssige strømninger. Vi ser desuden en direkte kobling mellem ovenstående nøglefaktorer og mange af Browns (1977) argumenter for integreret naturfagslæreplan.

Overordnet ses to modeller for læreplansudvikling: En top-down-model og en bottom-up-model. Heri spiller især den anden af nøglefaktorerne, nemlig lærerne, forskellig rolle (Eylon & Hofstein, 2015). Ifølge Eylon og Hofstein er det evident, at det er væsentligt for succes af udviklingen af en ny læreplan, at processen gribes helhedsorienteret an: *"...it should involve cycles of developing innovative learning materials and pedagogical models, implementation, teacher development and research"* (ibid., s. 263). Heri ligger også, som vi tolker det, og i overensstemmelse med sund fornuft en tidsdimension, der skal tages højde for: Udvikling tager tid. Især når nøglefaktorer skal tages i ed. Vi skal sidenhen vende tilbage til disse nøglefaktorerens betydning i diskussionen af læreplansudviklingsprocesser (kapitel 7).

4.8.2 Faser i en læreplansudviklingsproces

En læreplansudviklingsproces kan betragtes som et forløb, der har til formål at skabe en varig forandring af undervisningspraksis i et fag. Da vi kan genkende både faseinddeling, tilstedeværelsen af nøglefaktorer samt muligheder og udfordringer fra dels organisationsudvikling og dels projektudvikling, har vi valgt at finde inspiration i disse teorifelter til vores skitsering af processerne i læreplansudviklingen.

Organisationsteoretikeren Rick Maurer har i 2010 opstillet en fire-fasemodel for et forandringsprojekt med faserne: Erkendelse, planlægning, implementering og integration (Maurer, 2010 i Henriksen et al., 2011, s. 88). Den danske naturfagsdidaktiker Jan Sølberg har tilsvarende med inspiration fra Kristine K. Hipp inddelt projektarbejdet i fire faser: Iscenesættelse, initiering, implementering og institutionalisering (Hipp, 2005 i Sølberg, 2015, s. 226). I læreplansudvikling kan der i nogle tilfælde være tale om iscenesættelse af en udviklingsproces, hvor startskuddet fx kan være evaluering af den hidtidige læreplan, men ofte er denne fase fraværende eller diffus. Vi har derfor valgt at slå de første to faser sammen og således reducere Sølbergs fire projektfaser til tre faser for en læreplansudviklingsproces: Initiering og design, implementering samt institutionalisering. På baggrund af egne erfaringer med udvikling af naturfagslæreplaner samt anbefalinger til en national naturfagsstrategi i Danmark og vores desk research om læreplansudvikling i Irland og Norge, vil vi pege på, at faktorerne: Tid, aktører samt tilgængelige ressourcer spiller ind på forløbet af alle tre faser.

4.8.3 Initiering af læreplansudvikling og design af integrerede læreplaner

Formålet med initierings- og designfasen er at tilvejebringe et grundlag for udformning af en ny læreplan, designe læreplanen samt eventuelt at teste denne i en pilotfase. Fasen kan derfor indbefatte analyser af hidtidig praksis, opstilling af mål og rammer, design af læreplanen, høringsfaser samt evt. frivillig afprøvning af en læreplan inden den officielle ikrafttrædelse. Vi anser således alle aktiviteter i en læreplansproces frem til læreplanens obligatoriske ikrafttrædelse for dele af initierings- og designfasen.

Sølberg anfører, at der i iscenesættelse af projekter: *"...er brug for at inddrage relevante aktører for at sikre samling om og støtte til projektet og undgå modstand"* (Sølberg, 2015, s. 226). Vi kan se en parallel til læreplansudvikling, hvor Eylon & Hofstein (2015) peger på elever og lærere samt lærings- og undervisningskonteksten både indenfor og udenfor skolen som nøglefaktorer. Vores egne

erfaringer fortæller os endvidere, at det er væsentligt at inddrage de aktører, der skal implementere en ny læreplan i designfasen for at sikre ejerskab og inddragelse af relevant viden og synspunkter.

4.8.4 Implementering og institutionalisering af integrerede naturfagslæreplaner

Implementeringsfasen genfindes i både Maurers og Hipps/Sølbergs modeller ovenfor. I forhold til læreplansudvikling anser vi den obligatoriske ikrafttrædelse af læreplanen for startskuddet til implementeringsfasen. Denne fase handler om at igangsætte tiltag og gøre læreplanen tilgængelig for de aktører, der skal implementere den og til en vis grad tilpasse den til de lokale forhold. Ifølge Sølberg er der endnu ikke opstået rutiner eller ejerskab til forandringen (Sølberg, 2015), og der er behov for prioritering på flere niveauer, både nationalt, kommunalt og på den enkelte skole til implementering af læreplanen. På centralt niveau kan det omfatte ressourcer til nationale programmer for kompetenceudvikling af lærere og læreruddannere, følgeforskning, udvikling af nye evalueringsformater samt læremiddeludvikling. Følgeforskning på nationalt niveau kan afstedkomme løbende justering og tilretning af læreplanen undervejs i implementeringsfasen. På institutionsniveau kan prioritering omfatte ledelsesopbakning samt afsætning af ressourcer til fx kompetenceudvikling, læreres kollektive udvikling af den nye praksis samt lokale udviklings- og evalueringsinitiativer.

I implementeringsfasen er det relevant at tage højde for Browns observation af, at læreplansudviklere og lærere ofte lægger vægt på forskelle argumenter for indførelse af integreret naturfag. Hun peger som tidligere nævnt på, at den manglende overensstemmelse kan have betydning for, hvor succesfuldt en given læreplan vil blive implementeret (Brown, 1977), hvorfor inddragelse, dialog og kommunikation om argumenter og vision for en integreret naturfagslæreplan vurderes at være essentielt for at overkomme modstand og fremme implementeringen.

Når igangsættelsestiltagene ophører, anser vi implementeringen for gennemført, og læreplansudviklingen overgår hermed til institutionaliseringsfasen. Denne er ifølge Sølberg (2015) kendetegnet ved, at den nye praksis er indlejret i kulturen på skolerne, men hvor praksis stadig kan udvikles og udbredes yderligere. I denne fase er ekstern støtte generelt ophørt, og hvis den nye praksis, som læreplanen foreskriver, skal fortsætte, viser undersøgelser, at ændringen skal afspejle sig i organisationens rammer, for at få en effekt (Elkjaer, 2005 i Henriksen et al., 2015 s. 91).

- Vi anvender *læreplansudviklingsprocessen* som dimension 8 i vores redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner, som uddybes i kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner*.

Med denne gennemgang af afhandlingens teoretiske input, der har ledt os frem til opstillingen af vores redskab vil vi nu præsentere vores *redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner*, som findes i kapitel 5 *Redskab til analyse af integrerede læreplaner*.

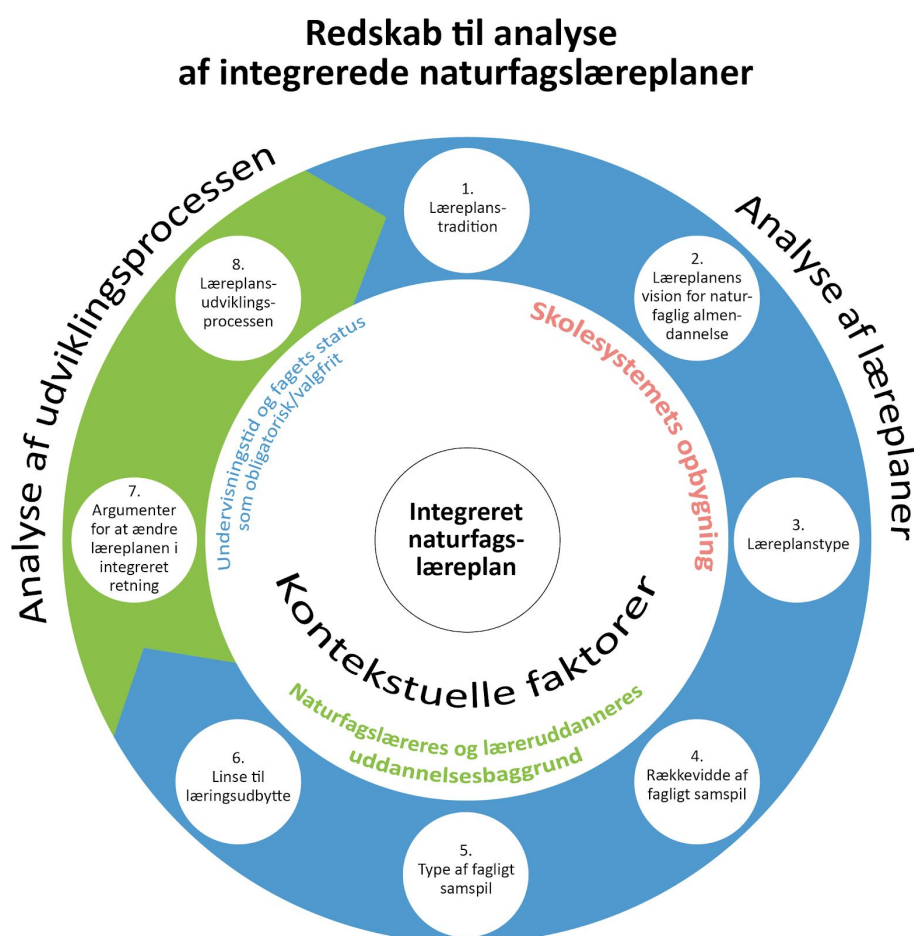
Kapitel 5 Redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner

Med udgangspunkt i vores teoretiske grundlag i kapitel 4 har vi udviklet et redskab til analyse af fagligt samspil. Analyseredskabet består af flere dimensioner, og er udviklet til at analysere fagligt samspil i læreplaner. Vores referencer fremgår af kapitel 4.

5.1 Formål med analyseredskabet

Vores analyseredskab har altså til formål at bidrage til et fælles sprog om integreret naturfag, og vi finder anvendelse for det i forbindelse med tre ærinder:

1. For at forstå litteraturen om integreret naturfag
2. For at forstå læreplaner i andre lande, vi undersøger
3. For at bruge det som strukturerende værktøj i diskussionen om integreret naturfag i Danmark.

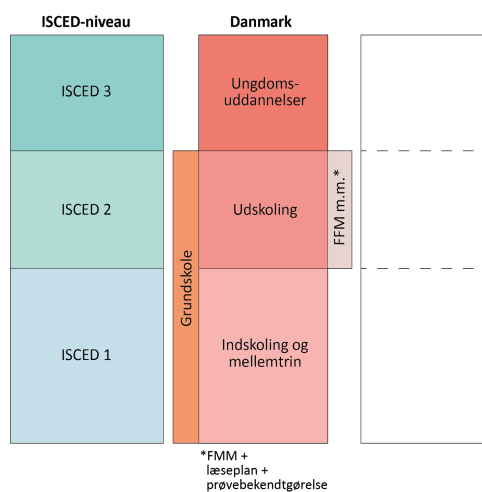


Figur 5.1: Model af redskab til analyse af integrerede naturfagslæreplaner. Redskabet består af tre kontekstuelle faktorer samt otte dimensioner. Alle dimensioner er udformet til analyse af integrerede læreplaner, og dimension 7 og 8 er desuden særligt målrettet analyse af udviklingsprocessen.

5.2 Skolesystemets opbygning

Skolesystemer kan være opbygget på forskellige måder, der har vist sig at give varierende rammer om naturfag. Da vi sammenligner forskellige landes skolesystemer, har vi valgt at anvende UNESCO's internationale klassifikationssystem International Standard Classification of Education, herefter betegnet ISCED (UNESCO, 2012). Derfor er et overblik over naturfag på ISCED-niveauerne 1-3 relevante at få frem med danske forhold som sammenligningsgrundlag.

- Hvordan er skolesystemet opbygget? Hvad er navnene på de forskellige uddannelsestrin? På hvilke niveauer finder vi de naturfaglæreplaner, der er genstand for undersøgelse? Indtegn skitse:



Figur 5.2: Skolesystemets opbygning. FFM betyder Forenklede Fælles Mål.

5.3 Undervisningstid i naturfag samt fagets status som obligatorisk/valgfrit

Undervisningstiden er en kontekstfaktor, der har vist sig betydningsfuld for elevernes mulighed for at lære naturfag. For at få et retvisende billede af, hvordan naturfag bliver prioriteret, opgøres både det absolutte timetal og naturfags andel af den samlede undervisningstid. Endelig er det væsentligt, om naturfag er obligatorisk eller valgfrit på det pågældende uddannelsestrin.

- Hvor mange timer er den samlede undervisningstid? Hvor mange timer undervises i naturfag og hvilken andel udgør naturfag af det samlede timetal? Er naturfag obligatorisk eller valgfrit på det aktuelle uddannelsesniveau? Udfyld:

Totalt antal timer à 60 minutter på det aktuelle ISCED-niveau	Antal timer à 60 minutter i naturfag på det aktuelle ISCED-niveau jf. landenes læreplaner	Naturfags andel af samlet timetal på det aktuelle ISCED-niveau	Naturfags status som obligatorisk eller valgfrit fag på det aktuelle ISCED-niveau

Tabel 5.1: Undervisningstid og fagets status obligatorisk/valgfrit.

5.4 Naturfagslærere og læreruddanneres uddannelsesbaggrund

En anden kontekstfaktor, der har vist sig at have væsentlig betydning for, hvordan læreplanens mål og intentioner bliver effektueret i undervisningen, er lærerne og deres forudsætninger for at løfte naturfagsundervisningen. Derfor har vi identificeret nogle parametre til at karakterisere dels naturfagslærernes og dels læreruddanneres uddannelsesbaggrund.

- Hvor mange lærere underviser i naturfag pr. klasse? Hvor mange år er naturfagslærerne under uddannelse samt på hvilke uddannelsesinstitutioner? Hvad er læreruddanneres uddannelsesniveau? Udfyld:

Antal lærere pr. klasse	Naturfagslæreres uddannelse		Læreruddanneres uddannelse
	Antal år under uddannelse	Uddannelsesniveau og -institution	Uddannelsesniveau

Tabel 5.2: Naturfagslærere og læreruddanneres uddannelsesbaggrund.

5.5 Dimension 1: Læreplanstradition

Vi har suppleret de to oprindelige *didaktiktradition* og *curriculumtradition* med en mellemting mellem de to traditioner og således opfundet begrebet 'didacticulum'. Med afsæt i tabel 4.3 har vi udviklet nedenstående tegn, vi kan kigge efter i en læreplan, når vi skal karakterisere, hvilken tradition den er rundet af.

- Hvilke tegn på didaktisk tradition viser læreplanen? Sæt evt. kryds for hver række:

	Tegn på didaktiktradition	Tegn på 'didacticulum'	Tegn på curriculumtradition
Læreplanens formål	Dannelse er at finde i formål	Både dannelse og uddannelse er at finde i formål	Formålet er overvejende uddannelse
Læreplanens mål	Løse mål (der skal fortolkes)	Mål der skal omsættes	Ret eksakte mål (der ikke skal fortolkes)
Læreplanens indhold	Vejledende indhold	Noget indhold er centralt fastlagt, mens andet er vejledende	Fastlagt pensum
Undervisningsform	Undervisningsform kan være foreslået	Vejledende og ikke-bindende undervisningsform er angivet	Bindende retningsanvisning vedrørende undervisningsform
Evalueringsform	Overvejende decentral vurdering af elevernes læringsudbytte udført af læreren	Der kan både være decentral vurdering af læringsudbytte og centralt styrede tests og eksaminer samt internationale tests	Centralt og decentralt styrede tests og eksaminer samt internationale tests

Tabel 5.3: Læreplanstradition.

5.6 Dimension 2: Læreplanens vision for naturfaglig almendannelse

Med udgangspunkt i Roberts' og Krogh & Andersens formulering af to forskellige visioner for elevers naturfaglige almendannelse, har vi opstillet nedenstående oversigt over indikatorer på hhv. vision I og vision II, vi kan kigge efter i læreplaner.

- Hvilken vision for elevernes naturfaglige almendannelse udtrykkes primært i læreplanen? Sæt et kryds.

	Tegn på vision I: Kig indad <i>mod</i> naturvidenskab	Tegn på vision II: Kig udad <i>mod</i> verden <i>med</i> naturvidenskab
Indikatorer	Læreplanen rummer og sigter fx mod: A. Forståelse af udvikling af naturvidenskabelig erkendelse (NoS) B. Naturvidenskabelige arbejdsmetoder C. Korrekt brug af fagsprog D. Færdigheder i at udøve naturvidenskab E. Viden <i>om</i> naturvidenskab	Læreplanen rummer og sigter fx mod: A. Forberedelse til elevers videre liv (livsduelighed) B. Relation til samfundet (SSI) fx via problemstillinger C. Problemløsning (fx engineering) D. Kritisk forholde sig (fx til kilder) E. At sætte sin naturfaglige viden og færdigheder i spil F. Refleksion, beslutning og handling på et naturvidenskabeligt grundlag (herunder NoS, naturvidenskabeligt fagsprog, viden og færdigheder)
Opsummering	<i>Almendannelsesforståelse som peger indad mod faget og udfoldes i faget</i>	<i>Almendannelsesforståelse som bygger på et demokratisk argument</i>

Tabel 5.4: Læreplanens vision for naturfaglig almendannelse.

5.7 Dimension 3: Læreplanstype

Vi har fulgt Bernsteins opdeling af læreplanstyper i fagopdelt og integreret som beskrevet i afsnit 4.7.2. Vi bruger hans to begreber klassifikation og rammesætning til at komme frem til mulige konsekvenser for undervisningstilrettelæggelsen, som vi kan kigge efter i en given læreplan.

- Hvilke frihedsgrader giver læreplanen for lærernes undervisningstilrettelæggelse og elevernes medbestemmelse? Sæt ét kryds:

Læreplanstype	Klassifikation	Rammesætning	Karakteristika
Fagopdelt læreplan	Stærk klassifikation	Stærk rammesætning	Læreplanens indhold er velafgrænset fra andre fag og foreskriver undervisningens indhold
		Svag rammesætning	Læreplanens indhold er velafgrænset fra andre fag. Læreren har frihedsgrader til at tilrettelægge undervisningens indhold og organisering, herunder at give eleverne medindflydelse
Integreret læreplan	Svag klassifikation	Stærk rammesætning	Læreplanens indhold er integreret på tværs af flere faglige discipliner og foreskriver undervisningens indhold
		Svag rammesætning	Læreplanens indhold er integreret på tværs af flere faglige discipliner. Læreren har frihedsgrader til at tilrettelægge undervisningens indhold og organisering, herunder at give eleverne medindflydelse. Indhold og elevernes læringsvej styres ofte af problemstillingen eller sagen

Tabel 5.5: Læreplanstype.

5.8 Dimension 4: Rækkevidde af fagligt samspil

Redskabets 4. dimension udgøres af typen af fagligt samspil som udtrykker, hvilke fagelementer der spiller sammen. Rækkevidden af fagligt samspil bygger på Blums begreb 'scope' og hans opdeling i seks kategorier.

- Hvilke fagelementer spiller sammen? Sæt ét kryds:

Mellem discipliner fx botanik og zoologi	Mellem relaterede naturfag fx fysik og kemi	Mellem et eller flere naturfag og matematik	Mellem et eller flere naturfag og naturvidenskab i anvendelse	Mellem et eller flere naturfag og samfundsfag	Mellem et eller flere naturfag og alle andre fag
Inden for S	S	SM	ST, STE, STM, SE eller STEM	S + samfundsfag	S + andre fag

Tabel 5.6: Rækkevidde af fagligt samspil.

5.9 Dimension 5: Type af fagligt samspil

Type af fagligt samspil udgør analyseredskabets 5. dimension og betegner omfanget og karakteren af det faglige samspil. Beskrivelsen af de forskellige typer af samspil fremgår af tabel 4.1 og bygger på terminologien hos Klausen.

- I hvilken grad er samspillet centreret omkring fag eller sag - med andre ord hvilken type fagligt samspil er der tale om? Sæt ét kryds:



Tabel 5.7: Type af fagligt samspil.

5.10 Dimension 6: Linse til læringsudbytte

Den 6. dimension er inspireret af Rennie, Venville, Wallaces fokus på læringslinser til at vurdere integreret naturfagsundervisning med. Læringslinserne kan anvendes til at analysere, hvilke evalueringsformer der i nationalt regi er knyttet til en given læreplan.

- Hvilke læringslinser er i spil i de(n) evalueringsform(er), som læreplanen lægger op til? Sæt gerne flere krydser:

Læringslinse	Evalueringsformer
Faglig linse	Standardiseret test for viden samt forståelse af faglige koncepter Vurdering af faglig viden og relevant fagterminologi i daglig undervisning eller en praktisk prøvesituation
Integreret linse	Fællesfaglig/fagoverskridende prøve med udgangspunkt i fx case, problem eller fællesfagligt tema, fx i daglig undervisning eller i en praktisk prøve
Affektiv linse	Lokal evaluering af projektarbejde i grupper enten i daglig undervisning eller i en prøvesituation

Tabel 5.8: Linse til læringsudbytte.

5.11 Dimension 7: Argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning

Med afsæt i Browns seks kategorier udgøres den 7. dimension af vores redskab af en liste af argumenter for integrerede naturfag. Den kan vi bruge til at analysere, hvilke argumenter der fremføres for at begrunde en læreplansændring. Der kan både kigges i selve læreplanen, men vores erfaring er, at også de baggrundsdokumenter, der ledsager en læreplansreform kan afsøges. Der kan være flere argumenter i spil på samme tid.

- Hvilke argumenter begrundes integreret naturfag med? Sæt evt. flere krydser:

Argumentets nr. og navn	Argument jf. Brown	Eksempler
1. Samfundskrav	Samfundsmæssige krav til udkomme af undervisningen	Rekrutteringsbehov
2. Ressourcer	Forhold vedrørende ressourcer	Tid, udstyr, lokaler, undervisningsmaterialer, lærere m.m.
3. Uddannelsespolitik	Politiske rammer	Nationalt testsystem, generel uddannelsespolitik, pædagogiske strømninger
4. Læring	Forhold der sikrer effektiv læring hos eleverne	Motivation, interesse
5. Undervisning	Forhold der sikrer effektiv undervisning	Lærerkompetencer og -interesser
6. Naturfags natur	Forhold der har at gøre med naturfagene selv	Synspunkt om, at naturvidenskabernes genstandsfelt (verden) er en helhed, som derfor kan belyses gennem en helhedsoptik

Tabel 5.9: Argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning.

5.12 Dimension 8: Læreplansudviklingsprocessen

På baggrund af dels Eylon & Hofsteins teorier om læreplansudvikling, dels vores undersøgelse af erfaringer i Irland og Norge og dels vores egne praktiske erfaringer med udvikling af strategioplæg inden for naturfagsundervisning i Danmark har vi identificeret tre elementer, der ser ud til at have betydning for læreplansudvikling: Tid, aktører og ressourcer. Med afsæt i dels Maurer og dels Hipp og dels almindelig sund fornuft har vi identificeret tre faser i læreplansudvikling: Initiering og design, implementering samt institutionalisering.

- Hvor lang tid er der afsat, og hvilke aktører og ressourcer indgår i hver fase af læreplansudviklingsprocessen? Udfyld:

Elementer i læreplansudvikling ↓	Faser i læreplansudvikling		
	Initiering og design af læreplan	Implementering af læreplan	Institutionalisering af læreplan
Tid Hvor lang tid er der fra centralt hold afsat i hver fase?			
Aktører Hvilke aktører inddrages fra centralt hold aktivt i hver fase? <ul style="list-style-type: none"> • Ministerier • Arbejdsgruppe/ekspertudvalg • Lokale beslutningstagere (fx kommuner) • Naturfagslærere • Skoleledelse • Lærerefteruddannere • Forskere • Videnscentre • Eksterne læringsmiljøer • Læremiddeludviklere • Interesseorganisationer • Meningsdannere • Fonde • Borgere • Elever • Internationale forskere/evaluatorer • Andre? 			
Ressourcer Hvilke indsatser afsættes der fra centralt hold økonomiske ressourcer til i hver fase? <ul style="list-style-type: none"> • Læreres forberedelse • Kompetenceudvikling • Læremiddeludvikling • Evalueringsudvikling • Udviklingsprojekter • Etablering af videnscentre • Følgforskning • Andet? 			

Tabel 5.10: Læreplansudviklingsprocessen.

Kapitel 6 Display af resultater

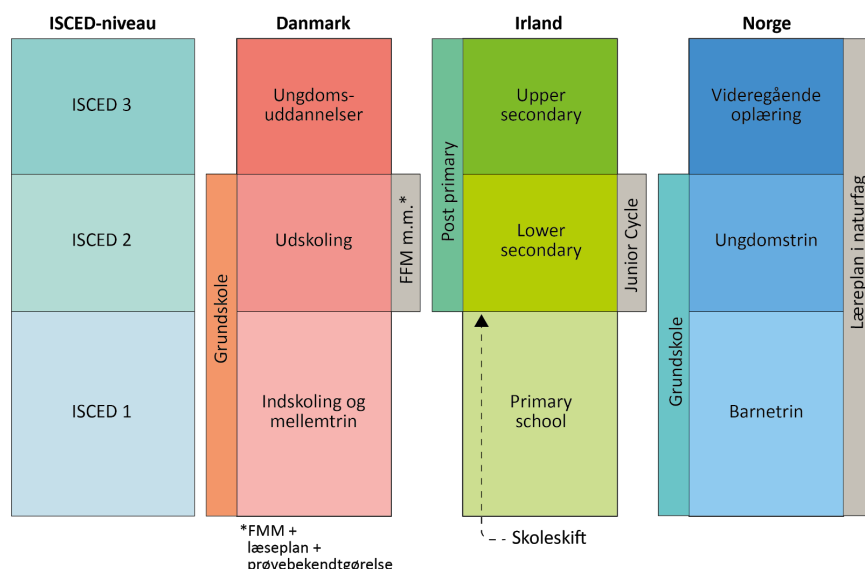
I dette kapitel vil vi anvende analyseredskabet fra kapitel 5 til dels at præsentere en række kontekstuelle faktorer af betydning for landenes organisering af naturfag og dels at analysere integrerede naturfagslæreplaner ved hjælp af redskabets otte dimensioner.

De displays, der er vist nedenfor, sammenstiller resultaterne vores undersøgelser af integreret naturfag i hhv. Irland og Norge samt af fællesfaglig praksis i dansk naturfagsundervisning. Desuden er resultaterne af vores desk research og interviews sammenfattet i *fortællinger* om naturfag i de enkelte lande. Disse findes som *Bilag fortælling Irland* og *Bilag fortælling Norge*. Tabellerne i displayet er udfyldt efter, hvad vi fra vores undersøgelse positivt ved.

6.1 Kontekstuelle faktorer

6.1.1 Skolesystemernes opbygning

Nedenfor ses en sammenstilling af skolesystemernes opbygning på ISCED-niveau 1-3 i de respektive lande. De grå bjælker angiver de læreplaner, der er genstand for vores undersøgelse:



Figur 6.1: Skolesystemernes opbygning i Danmark, Irland og Norge sammenlignet med internationale ISCED-niveauer. FFM betyder Forenklede Fælles Mål.

6.1.2 Undervisningstid i naturfag samt fagets status som obligatorisk/valgfrit

Nedenfor ses det samlede obligatoriske timetal over tre år på ISCED2-niveau, antallet af naturfagstimer samt naturfags andel af den samlede undervisningstid. Yderligere fremgår det, om naturfag er obligatorisk eller valgfrit for eleverne:

Land	Totalt antal timer à 60 minutter over 3 år på ISCED2-niveau jf. OECD, 2017, s. 345	Antal timer à 60 minutter i naturfag over 3 år på ISCED2-niveau jf. landenes læreplaner	Naturfags andel af samlet timetal ISCED2-niveau jf. OECD, 2017, s. 349	Naturfags status som obligatorisk eller valgfrit fag på ISCED2
Danmark	3.600	480	13%	Obligatorisk
Irland	2.755	200	7%	Valgfrit. Vælges af ca. 90% af eleverne Kan vælges på to forskellige niveauer: Ordinary eller higher
Norge	2.622	249	9%	Obligatorisk
OECD gn.snit	2.739	-	12%	-

Tabel 6.1: Undervisningstid og naturfags status som obligatorisk/valgfrit i Danmark, Irland og Norge sammenlignet med OECD-gennemsnit.

6.1.3 Naturfagslæreres og læreruddanneres uddannelsesbaggrund

Nedenfor ses en sammenstilling af antallet af år, naturfagslærerne er under uddannelse, hvilken slags uddannelse, de har mulighed for samt på hvilke uddannelsesinstitutioner for hvert af de tre lande. Endelig ses læreruddannerens uddannelsesbaggrund:

	Antal lærere pr. klasse	Naturfagslæreres uddannelse				Læreruddanneres uddannelse
		Antal år under uddannelse		Uddannelsesniveau og -institution		Uddannelsesniveau
Danmark	1-3 (bio, geo, f/k)	4 I fremtiden mulighed for kandidatoverbygning i naturvidenskab/naturfagsdidaktik		Professionsbachelor på University College		Læreruddannelse + kandidat eller master Naturvidenskabelig kandidatuddannelse
Irland	1	4	6	Bachelor som sciencelærer på universitet	Bachelor i sciencefag + kandidatoverbygning på universitet	Kan variere på de enkelte universiteter
Norge	1	4 nu 5 fra efteråret 2018	5	Professionsbachelor på Høgskole	Naturvidenskabelig kandidatuddannelse på universitet	Naturvidenskabelig kandidatuddannelse gerne med naturfagsdidaktisk efteruddannelse. Fra efterår 2018 tilbydes en 2-årig naturfagsdidaktisk efteruddannelse

Tabel 6.2: Naturfagslæreres og læreruddanneres uddannelsesbaggrund i Danmark, Irland og Norge.

6.2 Dimensioner i analyseværktøj

6.2.1 Dimension 1: Læreplanstradition

Nedenfor ses resultatet af vores analyse af de tre landes aktuelle status, hvad angår læreplanstradition:

	Didaktiktradition	'Didacticulum'	Curriculumtradition
Danmark		X	
Irland		X	
Norge	X		

Tabel 6.3: Læreplanstradition i Danmark, Irland og Norge.

6.2.2 Dimension 2: Læreplanens vision for naturfaglig almendannelse

Nedenfor ses resultatet af vores analyse af tegn på de to visioner for naturfaglig almendannelse, der findes i de tre landes naturfagslæreplaner. Vores vurdering af tegn på hhv vision I og II bygger både på desk research, og det vores informanter vælger at understrege. Sidstnævnte tillægges størst vægt:

	Tegn på vision I: Kig indad <i>mod</i> naturvidenskab	Tegn på vision II: Kig udad <i>mod</i> verden <i>med</i> naturvidenskab	Vores vurdering af dominerende vision
Dansk fælles-faglig praksis	<ul style="list-style-type: none"> • Forståelse af udvikling af naturvidenskabelig erkendelse (kompetencemål - perspektivering) • Anvende relevant fagterminologi • Tilrettelægge, udføre, drage konklusioner af og begrunde valg af naturfaglige undersøgelser 	<ul style="list-style-type: none"> • Udvikle naturfaglig kompetence ved at belyse problemstillinger • At sætte sin naturfaglige viden og færdigheder i spil • Anvise og begrunde relevante handlemuligheder 	Vision II
Irland	<ul style="list-style-type: none"> • Nature of Science som forenende 'streng' • Evne til at indsamle og evaluere evidens • Arbejde naturvidenskabeligt 	<ul style="list-style-type: none"> • Formålet er elevernes udvikling mod at blive samfundsborgere med evnen til kritisk tænkning og problemløsning • Udvikling af refleksion og beslutningskompetence på baggrund af naturvidenskab • At sætte sin naturfaglige viden og færdigheder i spil 	Vision II
Norge	<ul style="list-style-type: none"> • Forståelse af at naturvidenskaben er under stadig udvikling • Kendskab om metoder og tænkemåder i naturvidenskab • Kunne forstå forskellige typer naturvidenskabelige tekster, metoder og teknologiske løsninger 	<ul style="list-style-type: none"> • Kunne handle på baggrund af naturvidenskabelig viden, bevare naturressourcer og bidrage til en bæredygtig udvikling • Reflekteret syn på samspil mellem natur, menneske og teknologi • Kreativ, kritisk og aktiv deltagelse i situationer hvor naturfaglig viden og ekspertise indgår 	Vision II

Tabel 6.4: Læreplanens vision for naturfaglig almendannelse i Danmark, Irland og Norge.

6.2.3 Dimension 3: Læreplanstype

Nedenfor ses resultatet af vores analyse af læreplanstyperne og deres karakteristika:

Læreplanstype	Klassifikation	Rammesætning	Karakteristika	Resultat
Fagopdelt læreplan	Stærk klassifikation	Stærk rammesætning	Læreplanens indhold er velafgrænset fra andre fag og foreskriver undervisningens indhold	Dansk fællesfaglig praksis: Naturfag er fagopdelt, og lærerne har frihed til at vælge indhold inden for rammerne: Kompetencemål, færdigheds-/vidensområderne samt de fællesfaglige fokusområder. Lærerne har frihed til at vælge undervisningens form og give eleverne medindflydelse
		Svag rammesætning	Læreplanens indhold er velafgrænset fra andre fag. Læreren har frihedsgrader til at tilrettelægge undervisningens indhold og form, herunder at give eleverne medindflydelse	
Integreret læreplan	Svag klassifikation	Stærk rammesætning	Læreplanens indhold er integreret på tværs af flere faglige discipliner og foreskriver undervisningens indhold	Irland: Naturfag er integreret. Læreplanen fastlægger indholdet, mens lærerne har frihed til at vælge undervisningens form og give eleverne medindflydelse
		Svag rammesætning	Læreplanens indhold er integreret på tværs af flere faglige discipliner. Indhold og elevernes læringsvej styres af problemstillingen eller sagen	Norge: Naturfag er integreret. Lærerne har frihed til at vælge indhold inden for rammerne af hovedområderne, og lærerne har frihed til at vælge undervisningens form og give eleverne medindflydelse

Tabel 6.5: Læreplanstyperne i Danmark, Irland og Norge.

6.2.4 Dimension 4: Rækkevidde af fagligt samspil

Nedenfor ses resultaterne af vores analyse af, hvilken rækkevidde af fagligt samspil der er tale om:

Land	Mellem discipliner inden for et fag	Mellem relaterede naturfag	Mellem et eller flere naturfag og matematik	Mellem et eller flere naturfag og naturvidenskab i anvendelse	Mellem et eller flere naturfag og samfundsfag	Mellem et eller flere naturfag og alle andre fag
Dansk fællesfaglig praksis		S*				
Irland		S**				
Norge				S + TE***		

Tabel 6.6: Rækkevidden af fagligt samspil i Danmark, Irland og Norge. * Fagene biologi, fysik/kemi og geografi. ** Disciplinerne biologi, fysik, kemi og geologi. *** Disciplinerne biologi, geofag, fysik, kemi og i mindre grad teknologi inkl. engineering.

6.2.5 Dimension 5: Type af fagligt samspil

Nedenfor ses resultaterne af vores analyse af, hvilke typer af fagligt samspil, der fremgår af læreplanerne og derfor i princippet er gældende, samt hvilke typer af fagligt samspil der ses i praksis:

Land	Opdelt faglighed	Støttefaglighed	Flerfaglighed	Fællesfaglighed	Overskridende faglighed
Dansk fællesfaglig praksis			I praksis	I princippet	
Irland				I fire strenge	I NoS-strengen
Norge				I fire hovedtemaer	I temaet: <i>Forskerspiren</i>

Tabel 6.7: Typen af fagligt samspil i Danmark, Irland og Norge.

6.2.6 Dimension 6: Linse til læringsudbytte

Nedenfor ses resultaterne af vores analyse af, hvilke linser til læringsudbytte der er i spil i de forskellige former for national evaluering:

Land	Faglig linse	Integreret linse	Affektiv linse
Dansk fællesfaglig praksis	Fælles prøve i naturfagene med fokus på naturfaglige kompetencer herunder brug af relevant fagterminologi fra alle tre fag		
Irland	Centralt stillet prøve samt afsluttende centralt stillet eksamen med fokus på forståelse af beskrevet læringsudkomme. Ekstern censureret	To klassebaserede projekter med fokus på undersøgelse og SSI	
Norge	Lokalt udarbejdet og censureret afsluttende mundtlig prøve med principiel mulighed for alle tre linser		

Tabel 6.8: Linse til læringsudbytte i Danmark, Irland og Norge. Skemaet er udfyldt efter, hvad vi fra vores undersøgelse positivt kan se, at evalueringsformen rummer. Der *kan* være flere linser i spil, end vi kan se.

6.2.7 Dimension 7: Argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning

Nedenfor ses resultatet af vores analyse af begrundelserne for at ændre læreplanerne i integreret retning:

Land	Argument	Uddybning
Dansk fælles-faglig praksis	1. Samfundskrav	Rekruttering til naturvidenskabelig uddannelse
	3. Uddannelsespolitik	Tidssvarende og virkelighedsnære prøver samt fokus på naturfaglig kompetence
	4. Læring	Øge elevernes interesse i naturvidenskab
	5. Undervisning	Prøvens konstituerende effekt på undervisningen betyder, at undervisningen rettes mod verden udenfor skolen
Irland	1. Samfundskrav	Rekruttering til STEM-karrierer, særligt piger
	3. Uddannelsespolitik	Udvikling af key skills og derfor ny elevcentreret pædagogik
	4. Læring	Manglende elevmotivation og manglende evne til problemløsning og anvendelse af naturfaglig viden
	5. Undervisning	Naturfagslæreres manglende kompetencer inden for fysik og kemi
Norge*	2. Ressourcer	Lav kvalitet af lærebøgerne
	4. Læring	Manglende elevmotivation, særligt hos piger
	5. Undervisning	Naturfagslæreres manglende kompetencer
	Desuden er den seneste indsats for at styrke naturfagene 'Realfagssatsningen' også begrundet i:	
	1. Samfundskrav	Rekruttering til STEM jobs

Tabel 6.9: Argumenter for at ændre læreplanen i integreret retning i Danmark, Irland og Norge. * Da Norge har haft integreret naturfag på ISCED2 hele tiden, er de argumenter der anføres her, begrundelser for at indføre en helhedsplan for integreret naturfag i hele grundskolen i 1997.

6.2.8 Dimension 8: Læreplansudviklingsprocessen

Nedenfor ses resultatet af vores analyse af hvor meget tid, hvilke aktører samt hvilke ressourcer der har indgået i hhv. initiering og design, implementering samt institutionalisering af naturfagslæreplanerne:

Elementer i læreplansudvikling ↓	Faser i læreplansudvikling								
	Initiering og design af læreplan			Implementering af læreplan			Institutionalisering af læreplan		
Land →	D	I	N	D	I	N	D	I	N
Tid Hvor lang tid er der fra centralt hold afsat i hver fase?	2 år (2013-2015)	3 år (2013-2016)	Altid integreret naturfag	7 år (2015-2021)	Fra 2016	4 realfags-satninger (1997-2020)	Fra 2021	?	Efter 2020
Aktører Hvilke aktører inddrages fra centralt hold aktivt i hver fase?		x* = mulighed via offentlig høring	Altid integreret naturfag				?	?	?
Ministerier	x	x				x			
Arbejdsgruppe/ ekspertudvalg	x	x				x			
Lokale beslutningstagere (fx kommuner)				x		x			
Naturfagslærere		x		x	x	x			
Skoleledelse		x*		x					
Lærerefteruddannere		x		x	x	x			
Forskere		x		x					
Videnscentre		x		x		x			
Eksterne læringsmiljøer		x							
Læremiddeludviklere									
Interesseorganisationer	x	x		x					
Meningsdannere		x*							
Fonde				x					
Borgere		x*							
Elever		x							

Elementer i læreplansudvikling ↓	Faser i læreplansudvikling								
	Initiering og design af læreplan			Implementering af læreplan			Institutionalisering af læreplan		
Aktører fortsat Land →	D	I	N	D	I	N	D	I	N
Internationale forskere/evaluatorer		x							
Andre?									
Ressourcer Hvilke indsætter afsættes der fra centralt hold økonomiske ressourcer til i hver fase?			Altid integreret naturfag		Skoler kan søge ressourcer - uvist til hvad		?	?	Nationale midler overgår til kommunal forvaltning
Læreres forberedelse									
Kompetenceudvikling					x	x			x
Læremiddeludvikling				?					
Evalueringsudvikling	x				x				
Udviklingsprojekter									
Etablering af videnscentre						x			
Følgeforskning				x					
Andet?				Inspirationsmøder fra UVM		Realfagskommuner			

Tabel 6.10: Læreplansudviklingsprocessen i Danmark, Irland og Norge. Skemaet er udfyldt efter, hvad vi fra vores undersøgelse positivt ved. De tomme felter er således ikke udtryk for, at fx en aktør ikke har været inddraget, men at vi ikke ved det positivt. D = Dansk fællesfaglig praksis. I = Irland. N = Norge.

Kapitel 7 Diskussion

I dette kapitel vil vi diskutere vores resultater med udgangspunkt i det display, der er vist i kapitel 6 samt vores *fortællinger* om integreret naturfag i Irland og Norge (*Bilag fortælling Irland* og *Bilag fortælling Norge*). Analyserne af naturfag i Irland og Norge retter sig mod læreplaner for integreret naturfag. Da vi i Danmark ikke har et integreret naturfag i udskolingen, men dog en praksis i fællesfaglig retning, har vi kortlagt dansk fællesfaglig praksis for at kunne sammenligne med den aktuelle situation i Danmark (*Bilag desk research Danmark*).

Diskussionen er struktureret omkring problemformuleringens underpunkter, således at vi først vil diskutere, hvilke erfaringer der er gjort med integreret naturfag i Irland og Norge. Dernæst vil vi diskutere, hvad der tilstræbes, at eleverne lærer i naturfag, og hvordan forskellige varianter af integreret naturfag kan bidrage til dette. Til sidst vil vi evaluere vores redskab til at analysere integreret naturfag og diskutere dets anvendelsesmuligheder. Diskussionen vil lede frem mod at vi kan drage konklusioner om det problem, vi har formuleret: *Hvilke potentialer og problemer er relevant at tage i betragtning, hvis man skal realisere integreret naturfag i Danmark?*

7.1 Erfaringer fra Irland og Norge - hvad kan vi lære?

Vores analyseredskab omfatter både en række kontekstuelle faktorer og de dimensioner, hvormed vi har analyseret læreplaner, som illustreret i figur 5.1. Vi lægger her ud med de kontekstuelle faktorer, der samlet set har vist sig at spille ind på de enkelte landes naturfag.

7.1.1 Skolesystemets opbygning kan have betydning for helhed og progression

Hvor de fleste europæiske lande har integreret naturfag i ISCED1, er Irland og Norge blandt en lille håndfuld lande i Europa, hvor naturfag er integreret gennem både ISCED1 og ISCED2. De øvrige lande er Island, Italien, Luxembourg, fransk- og flamsktalende dele af Belgien samt Tyrkiet (Eurydice, 2011). Hvor eleverne i Irland skifter skole mellem ISCED1 og ISCED2, ser vi, at Norge har en helhedslæreplan for naturfag på langs af ISCED1-3, hvilket giver mulighed for sammenhæng i uddannelseskæden og progression i naturfagsundervisningen.

- Ved udformning af nye naturfagslæreplaner er det relevant at indtænke progression og sammenhæng i læreplaner for hele grundskoleforløbet (ISCED1-2) samt læreplaner for ungdomsuddannelserne (ISCED3).

7.1.2 Timetal og valgfrihed spiller ind på naturfagets vilkår

Vores analyser peger på flere faktorer, der kan have væsentlig betydning for, hvilket udbytte der kan opnås af naturfagsundervisningen. Det er dels timetallet, og dels om faget er en obligatorisk eller valgfri del af elevernes undervisning.

Irland har som det eneste af de tre lande naturfag som valgfrit fag, hvilket dog vælges af over 90% af eleverne på ISCED2 (State Examinations Commission, 2018). Vores undersøgelse har dog ikke kunnet

afdække, om elevernes valg eller fravalg af science, har betydning for deres adgang til uddannelser på ISCED3-niveau, og som derfor spiller ind på den høje tilvalgsprocent. Sideløbende med det integrerede sciencefag, som eleverne kan vælge på to niveauer (*ordinary* eller *higher*) udbyder de irske skoler teknologi fordelt på fire forskellige fag samt geografi som et selvstændigt fag, hvilket betyder, at der er seks forskellige fag inden for STEM-området, der i praksis konkurrerer om elevernes gunst.

Timetalsmæssigt ligger naturfag i Irland med 7% af den samlede undervisningstid (såfremt den enkelte elev vælger det) væsentligt under OECD-gennemsnittet på 12%. Norge ligger ligeledes under dette niveau med 9%, mens naturfag i Danmark udgør 13% af undervisningstiden.

Da Danmark har en væsentligt højere samlet undervisningstid end de øvrige lande (heri indgår bl.a. understøttende undervisning), giver den procentvise andel dog ikke et tilstrækkeligt retvisende billede af, hvor stor forskel der er på den timetalsmæssige vægtning af naturfag i de enkelte lande. Både Irland og Norge har små naturfag. Over det treårige forløb af ISCED2 udgør naturfag i Irland 200 timer og i Norge 249 timer. Derimod er naturfag i Danmark markant mere omfangsrigt, idet de tre naturfag, der sættes i samarbejde via fællesfaglig praksis i udskolingen, tilsammen udgør 480 timer og dermed omkring dobbelt så mange naturfagstimer som i Irland og Norge.

Merethe Frøyland anfører, at det er problematisk, at norsk naturfag tildeles så få timer, og udtrykker udfordringen ved at få prioriteret tilstrækkeligt med tid til det integrerede fag således:

“Udfordringen er, at et fag som består af fem discipliner, er blevet ét fag (...) hvis der var fem fag, kunne fagene have haft mindst en time hver. Og det er ganske meget mere, end det der er i skolen i dag, fordi vi har det som et fag.”

Der er ikke nødvendigvis en simpel sammenhæng mellem timetal og elevernes udbytte af naturfagsundervisningen. Nogle forskningsstudier sætter spørgsmålstegn ved, om flere undervisningstimer fører til øget læringsudbytte hos eleverne. Blandt andet finder den danske professor i statistik Peter Allerup i 2012 ikke, at antallet af undervisningstimer er afgørende for 4. klasses elever i matematik i TIMMS (Allerup, 2012 i Jensen & Arendt, 2015, s. 3). Det nationale forskningscenter for velfærd, SFI (nu sammenlagt med Kora til VIVE) har i 2015 sammenfattet en række studier om sammenhæng mellem timer og elevudbytte og konkluderer at: *“Flere undervisningstimer (med samme faglige indhold) øger elevers faglige præstationer i dansk og matematik”* og *“Selv en lille forøgelse af timetal påvirker elevpræstationerne”* (Jensen & Arendt, 2015, s. 1). Der er færre studier om timetal i naturfagsundervisning. Lavy har dog ud fra 2006 PISA-data for sprog, matematik og fysik fundet, at en ekstra undervisningstime om ugen øgede elevernes færdigheder med 6% af en standardafvigelse i PISA-test (Lavy, 2015 i Jensen & Arendt, 2015, s. 3).

Der er således indikationer på, at timetallet kan have betydning for elevernes læring. Et yderligere aspekt af timetallet er desuden, hvilke undervisningsformer det muliggør. Flere timer giver alt andet lige mulighed for at variere undervisningsformen mere til også at omfatte mere tidskrævende undervisningsformer. Når vi sammenligner de tre landes enquiry-index i PISA 2015 ses, at Danmark har en signifikant højere score (0,36) end Norge (-0,03) og Irland (0,01). Indexet er beregnet ud fra elevernes svar på ni spørgsmål og indexværdien 0,0 svarer til OECD-gennemsnittet (OECD, 2016). Resultaterne viser, at danske 15-årige elever i væsentlig højere grad end unge i Irland og Norge vurderer, at undersøgelsesbaseret undervisning (IBSE) indgår i den naturfaglige undervisning, de

tager del i. Om dette skyldes lærernes indstilling til IBSE, eller om det er et resultat af det væsentligt højere timetal i Danmark, er ikke klart, men mange lærere anfører, at IBSE, engineering, problemorienteret undervisning og andre elevcentrerede undervisningsformer kræver mere tid end traditionel undervisning - forstået som en klassisk organisering hvor læreroplæg er dominerende. Derfor er timetallet en relevant faktor at tage i betragtning, hvis læreplanen intenderer en undervisning, der indebærer fællesfaglighed eller overskridende faglighed, og sigter mod vision II for elevernes almindelse.

- Et opmærksomhedspunkt ved udformning af integreret naturfag er derfor, at faget timemæssigt ikke nedprioriteres sammenlignet med fagopdelt naturfagsundervisning.

7.1.3 Én kontra flere naturfagslærere har hver sine fordele og ulemper

Vores undersøgelse viser, at både Irland og Norges integrerede naturfag undervises af blot én naturfagslærer. Dette står i modsætning til dansk fællesfaglig praksis, hvor 50% af de adspurgte naturfagslærere i den første evaluering af fælles naturfagsprøve i Danmark, har undervisningskompetence i ét naturfag, 34% i to naturfag og kun 13% i alle tre naturfag² i grundskolen. Desuden viser evalueringsrapporten, at de danske skoleledere efter indførelsen af fælles naturfagsprøve er blevet mere opmærksomme på at rekruttere lærere med mere end ét naturfag (Rambøll, 2018, s. 16-17). Dette rejser diskussion af, hvorvidt integreret naturfag bedst undervises af én eller flere forskellige lærere.

Evalueringsrapporten undersøger også, hvilken betydning en eller flere lærere har for graden af fagligt samspil i undervisningen og finder, *"at lærere med undervisningskompetence i alle tre fag oftere gennemfører de fællesfaglige forløb som fælles undervisning på tværs af fagene"* (Rambøll, 2018 s. 39).

Problemstillingen bør nøje undersøges. I tabel 7.1 herunder opridser vi fordele og ulemper ved én eller flere naturfagslærere til et integreret fag som et indspark i diskussionen:

² Dertil kommer, at 3% af de adspurgte lærere i evalueringen angiver, at de ikke har undervisningskompetence i disse naturfag (Rambøll, 2018, s. 16-17).

En lærer		Flere lærere	
Fordele	Ulemper	Fordele	Ulemper
Tidsøkonomisk ift koordinering	Lærerens faglige repertoire skal på én gang være meget bredt og dybt	Der trækkes på flere læreres specialiserede faglighed	Behov for tid til koordinering
Fleksibilitet i undervisningen	Meget afhænger af dén lærers styrker og svagheder både naturfagligt og relationelt	Flere faglige, didaktiske og pædagogiske indfaldsvinkler	Mindre fleksibilitet i undervisningen, fordi fælles plan skal overholdes
Større tilbøjelighed til fællesfaglig eller fagoverskridende undervisning	Lavere incitament for fælles forberedelse med naturfagskolleger	Større incitament for fælles forberedelse med naturfagskolleger	Måske større tilbøjelighed til flerfaglig tilgang end fællesfaglig og fagoverskridende
Elever kan opleve en mere sammenhængende og helstøbt undervisning			Elever kan opleve fragmenteret og modstridende undervisning

Tabel 7.1: Fordele og ulemper ved hhv. én og flere lærere som undervisere i et integreret naturfag.

- Det er væsentligt at overveje, hvorvidt det er hensigtsmæssigt, at det blot er én eller flere lærere, der underviser den enkelte klasse i naturfag.

Spørgsmålet om, hvorvidt en eller flere lærere skal undervise i integreret naturfag har væsentlige implikationer for, hvordan disse skal uddannes og efteruddannes, hvilket vi kommer ind på herunder.

7.1.4 Der er potentiale i at målrette naturfagslæreres uddannelse i integreret retning

Danmark adskiller sig fra de to øvrige lande i forhold til lærernes uddannelsesbaggrund. Hvor naturfagslærerne i Danmark udelukkende uddannes som professionsbachelorer med mulighed for meritlæreruddannelse, uddannes alle irske naturfagslærere på universitetet. Enten gennemfører de en fire-årig bachelor inden for ét naturvidenskabeligt fag, efterfulgt af et to-årigt *postgraduate diploma*, der giver undervisningskompetence. Ellers tages en fire-årig sciencelæreruddannelse, der forsyner kandidaten med en bredere og mere integreret tilgang til scienceundervisning.

Omfanget af naturfagslærernes uddannelse og institutionstypen siger ikke i sig selv noget om deres fagdidaktiske og naturvidenskabelige bredde og dybde herunder kapacitet til at undervise på tværs af discipliner. Derfor er det relevant at se på omfanget af fagdidaktik i naturfagslæreruddannelsen. Vores studier har ikke kunnet informere os om naturfagsdidaktiks relative vægtning i de tre landes læreruddannelser, og der kan derfor være behov for yderligere studier.

I Norge findes der to muligheder: Lærerne er enten bachelorer fra en *høgskole* eller naturvidenskabelige kandidater fra universitet med en vis fagdidaktisk kompetence. Aktuelt sker der

dog en ændring af læreruddannelse fra efteråret 2018, så lærere kan tage en fem-årig masteruddannelse. I Danmark er der netop nu med Regeringens nationale naturvidenskabsstrategi tilsvarende blevet åbnet for en kandidatoverbygning for naturfagslærere (Regeringen, 2018). Indtil videre er starttidspunkt og omfang af denne mulighed dog ikke kendt.

Både Irland og Norge har oplevet udfordringer med enkeltfagsuddannede lærere fx i biologi, der skal varetage integreret naturfagsundervisning. Merethe Frøyland sammenfatter det således:

"Det er et andet problem, som måske er det største, og det er lærernes kompetence. Det at kunne se et tema på tværs af fag, kræver ekstrem kompetence fra lærerne. Den lærer eksisterer ikke. Så det er så ambitiøst, at jeg ikke helt ved, om det er gennemførbart."

Irland har indført en særlig sciencelæreruddannelse netop for at håndtere dette problem, hvilket Anna Walshe uddyber:

"Interestingly one of the reasons we introduced the science teaching degree (...) they have a much broader and interdisciplinary approach to science as opposed to the teachers that do a physics degree and then do a postgraduate diploma."

I Danmark ser vi også bevægelser i retning af specialiseret naturfagslæreruddannelse på visse læreruddannelser fx Advanced Science Teacher Education (ASTE), Sci-Tek - en talentlinje med fokus på science og teknologi samt Naturvidenskabelig læreruddannelse (Bohm et al., 2017), der sigter på at de studerende opnår undervisningskompetence i en bredere vifte af naturvidenskabelige fag.

Opsamlende kan vi sige at:

- Integreret naturfagsundervisning stiller store og andre krav til lærernes kompetencer end fagopdelt undervisning, fordi naturfagslærerne skal have en på en gang så bred og dyb faglighed, at de reelt kan se på tværs af oprindelige discipliner og inddrage tilstrækkelige og relevante vinkler på den enkelte faglige problemstilling. Dette kalder på, at såvel grund- og efteruddannelse for naturfagslærere målrettes *integreret* undervisning.
- Ift. grunduddannelse er en diskussion nødvendig af organisering samt fordele og ulemper, hvis uddannelsen til naturfagslærer bliver mere omfangsrig. Og hertil: Hvem skal undervise de lærerstudende i et integreret naturfag: Én eller flere læreruddannere?

7.1.5 Der kan være behov for fagdidaktisk efteruddannelse af lærere og læreruddannere

Både Norge, Irland og Danmark oplever behov for at efteruddanne naturfagslærerne. Norge i forbindelse med Realfagssatsningerne, Irland i forbindelse med realiseringen af det nye sciencefag og Danmark i forbindelse med indførelsen af den fælles naturfagsprøve fra skoleåret 2016/17. Den nye irske læreplan for science markerer en bevægelse fra en curriculumtradition mod en langt højere grad af lærerautonomi samt fokus på vision II for elevernes almindelse, og den anviser mere fokus på undersøgelsesbaserede og elevcentrerede undervisningsformer, hvilket uddybes senere i diskussionen. Dette betyder, at lærerne radikalt skal ændre deres undervisning, hvilket har aktualiseret et behov for efteruddannelse.

I Irland kan man tale om, at der utilsigtet er opstået, hvad vi kunne kalde et "kontrolleret forsøg", som det kunne være interessant at følge udfaldet af. Anna Walshe fortæller, at halvdelen af lærerne i 2017 tog del i en faglig aktion, der bl.a. omfattede ikke at deltage i efteruddannelse i forbindelse med implementeringen af læreplansreformen, mens den anden halvdel af lærerne, der er medlemmer af en anden fagforening, valgte at deltage i efteruddannelse. Det betyder, som Anna Walshe fortæller det, at den efteruddannede halvdel står anderledes opdaterede i forhold til at føre intentionerne om den ændrede, elevcentrerede og integrerede naturfagsundervisning ud i livet, mens den ikke-efteruddannede halvdel vurderes at være overladt til business as usual.

I forbindelse med indførelse af fælles naturfagsprøve og fællesfaglig undervisning i Danmark, viser evalueringsrapporten, at 70% af lærerne efterspørger kompetenceudvikling (Rambøll, 2018, s. 19). Det er forståeligt, når lærerne primært er uddannet til enkeltfaglig praksis, både naturfagligt og fagdidaktisk. Det er i den forbindelse værd at overveje, hvordan der dels grunduddannes og dels efteruddannes i integreret naturfag. Hvordan skal de faglige miljøer på læreruddannelsen struktureres, så der på en gang sikres faglig bredde og dybde? I forbindelse med udarbejdelse af anbefalinger til en national naturvidenskabsstrategi i 2017, fremkom en samlet gruppe af læreruddannere på tværs af de danske professionshøjskoler, med en anbefaling om, at "*Et fortsat arbejde med profillinjer rettet mod særlige naturfaglige elementer og didaktiske kompetencer kombineret med udvikling af monofaglige grundfagligheder bør stå centralt*" (upubliceret høringssvar, 2017).

I Norge er der fokus på kompetencer hos både lærere og lærerefteruddannere. For at imødekomme et stigende behov for efteruddannelse af naturfagslærere, iværksætter Naturfagsenteret i efteråret 2018 en naturfagsdidaktisk efteruddannelse af læreruddannerne, der også står for naturfaglæreres efteruddannelse. Disse erfaringer vurderes at være relevante også i en dansk kontekst.

Opsummerende kan vi sige at:

- Lærerefteruddannelse, der kvalificerer lærerne til at varetage *integreret undervisning*, bør prioriteres i forbindelse med forsøg med eller indførelse af integreret naturfagslæreplan.
- Der kan høstes erfaringer ved at følge Norges erfaringer med naturfagsdidaktisk efteruddannelse af læreruddannere med henblik på fremtidig kompetenceudvikling af læreruddannere ved eventuel realisering af integreret naturfag i dansk kontekst.

7.1.6 Der ses bevægelser i retning af STEM-integration og øget grad af fagligt samspil

Når vi analyserer rækkevidden af fagligt samspil i vores to undersøgte lande (dimension 4), ser vi forsigtige bevægelser i retning af integration mellem STEM-akronymets elementer.

I Irland ser vi indtil videre alene integration mellem relaterede naturfag (S), men der ønskes en bevægelse i retning af STEM-integration, som udtrykkes via landets STEM-strategi jf. Department of Education and Skills (2017b). I praksis synes to faktorer i landets tradition at kunne spænde ben for, i hvilken grad den enkelte elev vil komme til at opleve at fx *science* og *technology* reelt spiller sammen: For det første elevernes udbredte valgfrihed blandt fag og for det andet, at teknologi fortsat er fire forskellige fag, hvoraf engineering er det ene. Tiden synes således ikke moden til en tættere STEM-integration i Irland, når det endnu ikke har været muligt at sammenlægge de fire teknologifag

til ét pga. lærerprotester. Dette kan give nogle vanskelige integrationsmuligheder i praksis. Teknologi skal i en irsk kontekst desuden forstås meget bredt. Således har nogle af fagene i deres hidtidige udformning mere haft karakter af praktiske håndværksfag fx *Wood* og *Metal works*, men de bliver nu justeret i retning af STEM og hedder fremover hhv. *Material technology* og *Engineering* jf. National Council for Curriculum and Assessment (2017a).

I Norge ses et samspil mellem naturfag, teknologi og engineering (STE) i læreplanen, men T'et og E'et vurderes at fylde meget lidt i den gennemførte undervisning. Historisk sås i Norge også en bevægelse fra naturfag-samfundsfagsintegration (S + samfundsfag) manifesteret i o-faget i retning mod STE, da det nuværende naturfag så dagens lys jf. Merethe Frøyland og Sjøberg et al. (1995).

I Danmark ser vi med den nuværende fællesfaglige praksis alene integration mellem relaterede naturfag (S) - se dimension 4 *rækkevidde af fagligt samspil*. Dog konstaterer vi, at der med det omfangsrige program *Engineering i Skolen* (Astra, 2018) gøres et forsøg på en bevægelse i retning af SE.

- Det aktualiserer, at der i Danmark tages aktivt stilling til samspil mellem naturfag (S) og teknologi (T) - både i den nuværende situation med fagopdelt naturfag og i fremtiden, hvis et integreret naturfag skulle realiseres.

I Irland og Norge ser vi, at typen af fagligt samspil overvejende er fællesfaglighed. Der ses intentioner i retning af overskridende faglighed i begge landes læreplaner i form af NoS-strengen i Irland og IBSE-orientering i Norge.

I Danmark er idealet for arbejdet med de fællesfaglige fokusområder i undervisningen på tværs af biologi, fysik/kemi og geografi som navnet antyder: Fællesfaglighed. Derfor er det interessant, at Undervisningsministeriets evalueringsrapport vedrørende forsøg med den fælles naturfagsprøve viser, at undervisningen kun for 1/3 dels vedkommende udføres fællesfagligt, mens der for 2/3 er tale om flerfaglig undervisning (Rambøll, 2018 s. 39).

- Der er behov for at understøtte fællesfaglig naturfagsundervisning i Danmark fremfor flerfaglig, både i den nuværende fællesfaglige praksis og ved en eventuel ændring i integreret retning.

7.1.7 Oprindelige læreplanstraditioner er i bevægelse og nærmer sig hinanden

Vi havde ved udvælgelsen af lande antaget, at Irland og Norge ville repræsentere hver sin læreplanstradition (dimension 1). Vores antagelse var, at Irland med sin angelsaksiske baggrund ville befinde sig inden for curriculumtraditionen, og at Norge med sin skandinaviske tilknytning ville repræsentere didaktiktraditionen. Vores undersøgelse viser, at Norge som antaget fortsat befinder sig inden for didaktiktraditionen jf. interview med Merethe Frøyland (*Bilag interviewdata Norge*).

Derimod vurderer vi, at Irland med den nye læreplan fra 2016 har bevæget sig fra curriculumtraditionen mod den mellemform, vi har benævnt 'didakticulum' med en bredere og mere fleksibel læreplan med langt flere frihedsgrader for lærerne. Læreplanen bestemmer stadig *content*, mens *context* er op til lærernes valg jf. interview med Anna Walshe.

Danmark vurderes ligesom Irland at befinde sig indenfor 'didacticulum', idet målene er formuleret som kompetence-, færdigheds- og vidensmål (herefter F/V-mål), der ved indførelsen var bindende og skulle omsættes til læringsmål af lærerne. Ved en lovændring i 15. marts 2018 fik F/V-målene status af vejledende, mens kompetencemålene fortsat er bindende ligesom færdigheds-/vidensområderne (overskrifterne for de nu vejledende F/V-mål). Denne lempelse af bindingen i Fælles Mål antyder måske en bevægelse tilbage i retning mod en didaktiktradition i Danmark.

Vi ser bevægelser i flere landes didaktiske tradition, som betyder forskydninger i, hvor foreskrivende læreplanen er for lærerens undervisningstilrettelæggelse. Bevægelserne kan måske ses som naturlige konsekvenser af en globaliseret verden, hvor skolesystemer og uddannelsespolitiske dagsordener inspirerer hinanden.

- Et opmærksomhedspunkt ved eventuel realisering af integreret naturfag i Danmark bør være at tage aktivt stilling til, hvor foreskrivende læreplanen skal være. Hvilke frihedsgrader skal lærerne have til hvilke valg - hvad understøtter bedst den intention, der haves med integreret naturfag?

7.1.8 Svag rammesætning i integreret læreplanstype kan udfordre lærerfagligheden

På trods af at Irland og Norge begge har integrerede læreplaner, ser vi, at de adskiller sig, hvad angår rammesætning (dimension 3). Dette stemmer godt overens med, hvad vi ville forvente, når vi tager i betragtning, at de to lande oprindeligt kommer ud af hver sin læreplanstradition.

Vi konstaterer, at Irland har bevæget sig mod midten ('didacticulum'), men alligevel har de et ret fastlagt indhold. Og vi konstaterer, at Danmark ligeledes har bevæget sig mod midten, men i lidt af en zig-zag-kurs ift. hvor frie tøjler, naturfagslærerne skal have indholdsmæssigt.

Netop naturfagslærernes frihedsgrader i indholdsvalget, som er indeholdt i rammesætningsbegrebet, ser ud til at rumme en for os overraskende indsigt, når vi kigger på Norge. På trods af at Norges naturfagslærere har meget frie rammer for at vælge indhold, vurderer Merethe Frøyland, at denne frihed ikke udnyttes og udmøntes i undervisningen, som i høj grad er baseret på lærebøger, der jo i deres natur behandler et bestemt indhold. Merethe Frøyland peger på, at det kan skyldes mindst to kontekstfaktorer. For det første utilstrækkelige lærerkompetencer til at se på tværs af discipliner, i det lærerne ikke som sådan er uddannet til et integreret fag. Og for det andet lavt timetal, som dels harmonerer dårligt med elevcentrerede undervisningsformer, der som vi allerede har skitseret, kan være tidskrævende, og dels kan have betydning for naturfagets status i lærernes optik. Begge dele kan resultere i, at tilrettelæggelsen af undervisningen reduceres til det, lærebøgerne har at byde på.

Således rummer de utilstrækkelige lærerkompetencer også det perspektiv, at fag synes at have en vis inert, i og med at naturfagslærere socialiseres til at udøve faget på en bestemt måde gennem deres læreruddannelse. Denne tankegang tager udgangspunkt i Bernsteins socialiseringsmekanismer (Bernstein, 1975, s. 95-96). Er faget i mellemtiden blevet tonet anderledes, er det ikke sikkert lærernes kompetencer er dækkende i bredden (altså til at se på tværs), endskønt de kan være nok så dygtige til det naturfag, de oprindeligt er uddannede til. At lærernes kompetencer er tilstrækkelige til et integreret fag, synes at blive ekstra vigtigt, når der er en kombination af svag rammesætning og svag klassifikation. Dette mix kræver nemlig, at lærerne træffer mange valg både ift. indhold og undervisningsform - især når der samtidig er en ambition om elevcentreret undervisning. Dette kan

måske udtrykkes som frihedsgradernes dilemma: For den kompetente er det et fantastisk mulighedsrum, mens det er det modsatte for den usikre. Fagforståelse og -tradition kan være svær at ændre, hvis ikke det sker i selve læreruddannelsen eller via en massiv efteruddannelsesindsats.

Opsummerende kan vi formulere denne antagelse: At jo svagere rammesætning en læreplan har (altså jo større frihedsgrader lærerne har, hvad angår indhold og form), desto større krav stiller det til lærernes kompetencer *eller* muligheder for samarbejde med kolleger for derigennem at opnå en oplevelse af faglig sikkerhed, som allerede uddybet i afsnit 7.1.3.

7.1.9 Der kan være frygt for statustab ved integreret fag med svag klassifikation

Det kan også diskuteres, hvilken indflydelse et integreret fags lave klassifikation har på fagets status. Som vi har redegjort for i kapitel 4 kan et stærkt klassificeret fag have højere status end et integreret naturfag, der i sagens natur har lavere klassifikation. I Irland ser vi, at mere end 90% af eleverne vælger science, der jo er integreret, hvilket ikke ville tale for, at faget har lav status. Omvendt er det for tidligt i Irlands implementeringsproces at sige noget om, hvorvidt denne høje tilvalgsprocent fortsætter. Og vores studier har indtil videre ikke kunnet informere os om, hvorvidt der er praktiske forhold, der spiller ind på de irske elevers hyppige valg af science. I Irland ser vi dog samtidig, at hele STEM-området prioriteres på policy-niveau bl.a. med en strategi og en ifølge Anna Walshe meget engageret undervisningsminister. I Norge ser vi takter i retning af øget prioritering af naturfagsområdet via Realfagssatsningen herunder Realfagskommuner.

Aktuelt i Danmark viser Undervisningsministeriets evalueringsrapport, at lærere og skoleledere vurderer, at fysik/kemi har en særlig høj status i forhold til både biologi og geografi i skolernes praksis (Rambøll, 2018, s. 26-27). Samtidig viser evalueringen, at lærere, der kun underviser i fysik/kemi, er den gruppe, der har den største modstand mod den fælles naturfagsprøve (Rambøll, 2018, s. 13). Omvendt ser vi i Danmark indtil videre ikke tegn på, at selve det lavt klassificerede i den fællesfaglige praksis resulterer i lav status af fagområdet. I Undervisningsministeriets evalueringsrapport ser vi adskillige tegn, der kan tolkes i den modsatte retning: Dels at lærerne ønsker efteruddannelse, der sætter dem i stand til at varetage fællesfaglig praksis (Rambøll, 2018, s. 19), og dels at skoleledelsen har fokus på at rekruttere lærere med undervisningskompetence i flere naturfag samt intention om at prioritere efteruddannelse (ibid., s. 17- 18). Vi observerer også, at læremiddeludbydere udvikler materialer til fællesfaglig praksis (fx trykte bøger og fagportaler) og lægger dertil, at der i læreruddannelsen tages skridt i retning af profillinjer som ASTE, Sci-Tek og Naturvidenskabelig læreruddannelse (Bohm et al., 2017).

Selvom vi fra den klassiske litteratur måske kan forvente, at integreret praksis kunne svække naturfagsområdets status, ser vi snarere tegn på, at området aktuelt er højt profileret i Danmark. Måske hænger det også sammen med, at andre faktorer kan være med til at give naturfagsområdet status i samfundet. Her tæller fx erhvervslivets efterspørgsel på kompetencer inden for det naturvidenskabelige og teknologiske felt, som bl.a. også manifesterer sig i fondes donationer og interesseorganisationers indsats fx *Engineering i Skolen* (Astra, 2018) og *LIFE* (Novo Nordisk Fonden, 2018). Vi ser bl.a. National naturvidenskabsstrategi (Regeringen, 2018) og Teknologipagt (Erhvervsministeriet, 2018) som tegn på den aktuelle politiske prioritering af fagområdet.

Det er ikke til at sige noget entydigt om, hvorvidt ændringer i integreret retning svækker eller styrker naturfags status i samfundet og hos den enkelte, men opsummerende kan vi sige:

- Ved en eventuel realisering af integreret naturfag bør der være opmærksomhed på, hvordan modstand hos nogle naturfagslærere eller andre aktører mod ændring i integreret retning kan bunde i frygt for reduktion af fagets status i samfundet upåagtet, at dette ikke nødvendigvis afspejles i samfundets værdisætning.

Kommunikation, tid til forandringsprocessen, ledelsesopbakning samt læreruddannelse og -efteruddannelse er bud på, hvad der kan være med til at overkomme denne modstand.

7.1.10 Læreplanens vision for naturfaglig almendannelse hænger sammen med et grundlæggende syn på videnskab og læring

Vi konstaterer, at vision II (kig udad mod verden *med* naturvidenskab) dominerer både Irlands og Norges læreplaner samt er at finde i dansk fællesfaglig praksis. Samtidig finder vi i læreplanerne for alle tre lande tegn på vision I (kig indad *mod* naturvidenskab) fx NoS og anvendelse af fagterminologi. Det at et land prioriterer vision II i sin læreplan, betyder altså ikke, at der ikke også lægges vægt på, at eleverne kan deres fagsprog og kender til naturvidenskabelige metoder: Når man skal kunne forstå og handle i forhold til naturfaglige problemstillinger i skolen og i livet i øvrigt, må man have et grundlæggende naturfagligt beredskab, der bl.a. bunder i hvordan der arbejdes og vidensproduceres naturvidenskabeligt.

Det ville ved nærmere eftertanke også undre os, hvis vi fandt en læreplan, der alene sigtede mod vision I, eftersom det harmonerer dårligt med livet i moderne demokratiske samfund.

Hermed er vi tilbage ved det, vi indledte vores kapitlet om vores teoretiske grundlag med: De grundlæggende syn på videnskab og læring manifesterer sig i læreplaner for fag - og hermed også på læreplanens vision for naturfaglig almendannelse.

- Det bør være et opmærksomhedspunkt i forbindelse med realisering af integreret naturfag, at læreplanen eksplicit udtrykker, hvilke syn på både naturvidenskab, læring og visioner for naturfaglig almendannelse, der skal kendetegne det integrerede fag. Hvilken vægtning skal hhv. vision I og II have?

Således kommer den fagdidaktiske diskussion blandt naturfagslærere, lærerstuderende og lærer- og efteruddannere ikke til at dreje sig om, *hvad* naturvidenskab og naturfag skal forstås som, men *hvordan* elevernes læring og naturfaglige kompetenceudvikling kan få gode rammer via naturfagsundervisningen.

7.1.11 Integreret naturfag samt fællesfaglig praksis begrundes med samme argumenter på tværs af lande

På tværs af de to undersøgte lande ser vi et vist sammenfald i de argumenter, der ligger bag henholdsvis Irlands ændring af læreplanerne i integreret retning og Norges indførelse af helhedsplanen for integreret naturfag tilbage i 1997: Begrundelserne findes i *samfundskrav, læring og undervisning* (jf. Brown - se dimension 7), hvilket udfoldes nedenfor. Netop disse tre finder vi også

som begrundelser for dansk fællesfaglige praksis med indførelse af den fælles prøve.

Der ligger altså i alle tre lande et *samfundskrav* om rekruttering til STEM-området bag den integrerede tilgang. *Læringsargumentet* indeholder bl.a. forskellige aspekter af elevernes interesse og motivation som begrundelse for den integrerede tilgang. Sammenfaldende for Irland og Norge handler *undervisningsargumentet* om at dæmme op for naturfagslærernes tilsyneladende utilstrækkelige kompetencer, nemlig at de er for snævert uddannede. Heri ligger lidt af et paradoks: Det kunne principielt være alletiders argument for at opretholde eller indføre fagopdelt naturfag, at lærerne ikke er uddannede til at undervise bredt og integreret. Men tværtimod ønskes der en integreret tilgang til naturfag, og der sigtes mod efteruddannelse af de eksisterende naturfagslærere for at løse kompetenceudfordringen.

For Danmarks vedkommende er det prøvers konstituerende effekt på undervisningen, der gemmer sig bag *undervisningsargumentet*: Der ønskes en tidssvarende undervisning rettet mod det omgivende samfund, og derfor indføres en prøve, hvor eleverne med alle tre naturfagsoptikker skal belyse naturfaglige problemstillinger. Man satser tilsyneladende på, at undervisningen via den fællesfaglige praksis vil rette ind efter prøveformen, hvor typen af fagintegration er fællesfaglig.

Yderligere ses begrundelser, der har uddannelsespolitisk karakter, at gå på tværs af Irland og dansk fællesfaglig praksis. I den irske variant handler det om at fremme en elevcentreret pædagogik som en hensigtsmæssig ramme om elevernes udvikling af generelle *key skills* (på tværs af alle fag), mens den danske variant handler om at få fokus på naturfaglig kompetence og få tidssvarende og virkelighedsnære prøver - og derigennem tilsvarende undervisning.

- Der bør være opmærksomhed på at lade begrundelserne for at integrere naturfag stå eksplicit frem i debatten om realisering af integreret naturfag og herunder at skele til andre landes argumenter for at ændre læreplaner i integreret retning - eller det modsatte.

7.1.12 Alignment mellem mål, undervisning og evaluering ses på intenderet niveau, men i realiteten er der udfordringer

Vurdering af elevens læringsudbytte af integreret naturfag bliver for snæver, hvis læringsudbyttet udelukkes evalueres gennem en faglig linse. Både Irland, Norge og Danmark anvender således også evalueringsformer, der inddrager både faglige og integrerede linser. Med udgangspunkt i vores analyse af, hvilke læringslinser der anvendes (dimension 6), har vi vurderet, hvor god overensstemmelse der er mellem læreplanens mål, den intenderede undervisning og den måde, der evalueres på i de enkelte lande. Det er bemærkelsesværdigt, at der således ses alignment på det intenderede niveau i både Norge og Irland, men at der i praksis er udfordringer med at realisere målene pga. manglende overensstemmelse i nogle led.

I Norge er der tilsyneladende alignment mellem mål, undervisning og evaluering, idet målene er formuleret som kompetencemål, og der er store frihedsgrader for læreren i tilrettelæggelse af indhold og form, både hvad angår undervisningen og den lokalt udarbejdede og censurerede prøve. Merethe Frøyland vurderer dog, at det i praksis udfolder sig anderledes:

“Så jeg tænker, der er et stort, stort mismatch mellem ambitionen i læreplanen og det, der faktisk sker.”

Merethe vurderer ligeledes, at lærerne i mange tilfælde ikke lever op til intentionen om en undersøgende og anvendelsesorienteret undervisning, hvor elevernes aktive læring er i centrum. Dette synspunkt understøttes af PISA 2015, hvor norske elever med et enquiry-index på -0,03 vurderer graden af undersøgende arbejde i naturfagsundervisningen lidt lavere end gennemsnittet for OECD-landene (OECD, 2016).

Desuden er det Merethes vurdering, at lærerne ikke udnytter de udbredte frihedsgrader, de har til at tilrettelægge en afsluttende eksamen, som udprøver elevernes læringsudbytte set gennem både en faglig, integreret og affektiv linse, men lader sig styre af lærebøgerne og forestillingerne om, hvad censor vil forvente, på trods af at denne er lokal. Dette giver os anledning til følgende opmærksomhedspunkt:

- Jo større frihed et eksamensformat giver lærerne, desto større fortolkningsrum er der for, hvad der skal lægges vægt på i vurderingen af elevpræstationer. En utilsigtet negativ konsekvens af decentral eksamensstyring kan være, at lærerne selvjusterer ind i en konformitet, de egentlig ikke er underlagt, fordi det er uklart, hvad censor kan tænkes at lægge vægt på.

I Irland ses der ligeledes principielt god overensstemmelse mellem mål, intenderet undervisning og evaluering, mens der i praksis er udfordringer. Den nye læreplan fra 2016 lægger an til en undervisningsform, som er meget forskellig fra lærernes tidligere praksis, og Anna Walshe vurderer, at der er dårlig overensstemmelse mellem den intenderede og den praktiserede undervisning hos den halvdel af lærerne, der endnu ikke har gennemført efteruddannelse.

Alignment mellem mål og evaluering er tilsyneladende god, idet Irland har valgt fire forskellige eksamenselementer: Dels en centralt stillet og censureret, skriftlig prøve samt afsluttende eksamen og dels to klassebaserede projekter, hvilket giver gode muligheder for at evaluere læringsudbyttet med både faglig og integreret linse. Anna Walshe frygter dog, at de to klassebaserede evalueringsformater ikke vil blive tillagt værdi af lærerne, hvorfor der er risiko for, at alene den faglige linse kommer til at dominere.

"The worrying thing is, that people don't take any notice of the teacher based assessment, they are only interested in the externally assessment."

- Vi vurderer, at der er potentiale i at skele til Irlands model for brug af de klassebaserede evalueringsformater formativt for at styrke elevernes læring, samtidig med at de bruges summativt for at tilgode samfundets legitime behov for at følge den nationale udvikling i elevernes læringsudbytte.

I dansk sammenhæng kan der mht. denne formative brug af evalueringsformater, der samtidig tjener et summativt formål, skeles til de forsøg med matematisk/naturfaglig projektopgave, der fandt sted i skoleårene 2015-2017 (Undervisningsministeriet, 2015). Evaluering af dette forsøg er dog ikke offentliggjort.

I Danmark vurderer vi, at der på det intenderede niveau er høj grad af alignment mellem kompetencemål i læreplanen og de vurderingskriterier, der ligger for den fælles prøve. Vi har set den udvikling, at der med læreplanerne fra Fælles Mål 2009 og frem er stigende grad af incitament for fællesfaglig praksis, men at det først for alvor er indtruffet med indførelsen af den fælles prøve (jf.

Bilag desk research Danmark). Således cementeres evalueringens konstituerende effekt på undervisningen, der gør ambitionen om alignment så meget desto vigtigere.

På det gennemførte niveau peger foreløbige resultater fra Undervisningsministeriets evaluering af fælles prøve dog på, at den realiserede undervisning er mindre godt alignet med målenes kompetencefokus, som det fremgår af evalueringsrapporten:

"...er billedet af lærernes evne til at håndtere fællesfagligt, problemorienteret og kompetencedrevet arbejde imidlertid noget mere broget end det kommer til udtryk i lærernes egne vurderinger. I flere tilfælde er lærernes relativt høje selvvurdering muligvis foranlediget af, at de reelt opererer med en anden forståelse af fællesfaglighed end den intendede." (Rambøll, 2018, s. 17)

Også baseret på elevernes vurdering af den fællesfaglige undervisning, der dog i det store hele er positiv (ibid., s. 34-36), *"...er der ikke meget, der tyder på, at man er i mål med at gøre fagene samfundsmæssigt relevante samt aktuelle for elevernes hverdag."* (ibid., s. 35).

Yderligere tyder den foreløbige evaluering på, at der er behov for at styrke praksis for bedømmelse af elevernes naturfaglige kompetence til den fælles prøve (ibid., s. 32-33 og 57-58). Det skal i forbindelse med disse citater fra evalueringsrapporten siges, at denne bygger på erfaringerne fra første år med den nye prøve. Den fælles naturfagsprøve har indvarslet et ganske markant skift i naturfaglig praksis både omkring selve prøven og i undervisningen frem mod prøven, så forventningen kan næppe heller have været, at vi ville se, at den fællesfaglige praksis var i mål endnu.

Sammenfattende kan vi sige at:

- Det bør være et opmærksomhedspunkt ved udvikling af en integreret læreplan, at realiseringen af læreplanens mål og formål udfordres, hvis der ikke er alignment mellem mål, intenderet undervisning, realiseret undervisning og evalueringsform.

7.1.13 Aktører, tid og ressourcer har betydning for initiering, implementering - og sikkert også institutionalisering - af integrerede naturfagslæreplaner

Vi har forsøgt at analysere, hvilke faktorer der kan have væsentlig betydning for, om en integreret naturfagslæreplan kommer til at fungere efter hensigten og har i dimension 8 skelnet mellem tre faser i læreplansudviklingsprocessen. Da landene er meget forskellige steder i processen, er der forskel på, hvad vi kan lære af dem.

Irlands proces for initiering og design af den nye integrerede læreplan er bemærkelsesværdig ved at have involveret mange forskellige aktørgrupper gennem høringer, konferencer og elevfokusgrupper samt online spørgeskemaer for alle. Så vidt vi ved, er der ikke foretaget evaluering af, hvorvidt denne involvering af aktører har haft en effekt på fx aktørernes holdning eller implementeringen af læreplanen. Da implementeringsfasen kun lige er startet, er det vanskeligt at konkludere noget om denne. Der tilbydes kompetenceudvikling til lærere i implementeringsfasen, men vi er ikke bekendt med dens omfang og ressourcefordeling.

Da Norge altid har haft integreret naturfag i ISCED2, giver analyse af faserne mindre mening. Vi bemærker dog, at der løbende introduceres nye indsatser for at udvikle naturfagsundervisningen. Således har Norge siden 1997, hvor integreret naturfag blev indført i hele grundskolen, gennemført

fire *realfagssatsninger*, der skal forstås som indsatser inden for naturfag og matematik. Når der stadig er behov for fokus på udvikling af naturfagsområdet, så vurderer vi, på baggrund af Merethe Frøylands udsagn, at det bl.a. er kontekstfaktorer, der hæmmer den ønskede udvikling: Timetallet er lavt, lærerkompetencerne til at undervise på tværs af disciplinerne er ikke tilstrækkelige, og dermed kommer læremidlerne i høj grad til at styre undervisningen i modsætning til den elevcentrerede og konstruktivistiske intention, der ligger for undervisningen.

Uanset hvor vellykket en læreplan designes og implementeres, vil samfundet alligevel have et legitimt behov for løbende at kunne justere kravene til undervisningens indhold og form samt intenderede læringsudbytte, så det afspejler efterspørgslen på kompetencer. Dette kan også have været tilfældet i Norge.

I vores teoretiske grundlag for forandringsprocesser i skolen bliver det pointeret, at lærerne er en vigtig gruppe at tage i ed, både ved en eventuel udformning af et nyt fag og som medspillere i alle faser af en læreplansudviklingsproces. Dette gælder særligt ved top-down processer jf. Eylon & Hofstein (2015). Fra erfaringerne med Sciencekommune projektet, som var en stor forandringsproces for de involverede kommuner og skoler, peger Sølberg og Jensen på, at både lærere, ledere og naturfagskoordinatorer er vigtige aktører i en implementeringsfase (Sølberg & Jensen, 2011). Dette fremgår dog ikke tydeligt af vores empiri, bortset fra at lærere og ledere indgår som aktører i Irlands initiering og design samt implementering af den integrerede læreplan jf. National Council of Curriculum and Assessment (2014).

I dansk fællesfaglig praksis sætter evalueringsrapporten vedr. fælles naturfagsprøve spot på det u hensigtsmæssige i, at skolelederne i høj grad har overladt implementeringen til lærerne, uden at der har fulgt tilstrækkelig med ledelsesmæssig bevågenhed med. Således har kun 38% af de adspurgte ledere udarbejdet en handlingsplan for, hvordan de vil implementere undervisning i fællesfaglige fokusområder og fælles prøve. Rapporten foreslår en række tiltag, der kan støtte implementeringen af den fælles prøve og fællesfaglige praksis på skolerne, bl.a. gennem inspirationsmateriale til lærere, skoleledelser og kommunal forvaltning. Desuden anbefaler rapporten en klar ansvarsfordeling på skolerne ifm. implementeringen. Her pointeres vigtigheden af pædagogisk ledelse, herunder muligheder for distribueret ledelse i form af uddelegering af opgaver og ansvarsområder til skolens naturfaglige ressourceperson eller en eventuel kommunal konsulent (Rambøll 2018, s. 22-23 og 63-64).

Sammenfattende kan vi sige at:

- Det er et opmærksomhedspunkt, hvilke aktører i og omkring undervisningen det vil være relevant at inddrage i initierings- og designfasen mhp. at fremme implementeringen af nye naturfagslæreplaner. Desuden at afdække hvilke centrale aktører, der især er væsentlige at inddrage i implementeringsfasen.
- Det vil være relevant at følge implementerings- og institutionaliseringsprocessen for integreret naturfag i Irland i de kommende år for at høste erfaringer med hæmmere og fremmere i disse processer.

Vi antager, at tid og økonomiske ressourcer kan have betydning for at gennemføre implementeringsprocessen med henblik på institutionalisering med succes, men vores analyse er for ufuldstændig til at kunne be- eller afkræfte denne antagelse.

7.2 Intenderet læringsudbytte i Irland og Norge - hvad kan vi lære?

Vi havde sat os for at undersøge, hvad det tilstræbes, at eleverne lærer i naturfag, og hvordan forskellige varianter af integreret naturfag kan bidrage til dette. Efter at have belyst andre aspekter af Irland og Norges erfaringer med integreret naturfag, vil vi her diskutere, hvad vi kan lære af de to lande, hvad angår intenderet læringsudbytte.

7.2.1 Irland og Norge stræber efter vision II for naturfaglig almindelse af eleverne

Vi kan se en række fællestræk på tværs af Irland og Norge, der har intention om et læringsudbytte der er karakteriseret af følgende:

- **Hovedformålet** med science i Irland og naturfag i Norge er at bidrage til elevernes almene dannelse i en vision II-forståelse. Heri ligger samstemmende ønsket om at udvikle kritisk tænkning, problemløsning, ræsonnement og stillingtagen, som forbereder eleverne til deres videre liv.
- Det er blandt **målene**, at eleverne forstår, at naturvidenskaben er under stadig udvikling, og at de konsoliderer og uddyber deres færdigheder til at arbejde naturvidenskabeligt samt opnår et reflekteret syn på sammenhæng mellem naturvidenskab og samfund.
- **Indholdet** skal sættes i en kontekst, der er autentisk og som eleverne kan relatere til deres eget liv og anvende som et redskab til at forstå den omgivende verden.
- Idealet for **læreprocessen** rummer for begge landes vedkommende desuden affektive sider som glæde ved naturen og glæde og lyst til at lære.
- For Norges vedkommende sigter læreplanen endvidere på **rekruttering** til uddannelse og job, mens Irlands sigte er udtrykt som fundament for videre læring. Rekruttering som ambition fremgår dog også i Irland af læreplanens omkringliggende dokumenter (STEM-strategien).

Specifikt for Norge sigtes der yderligere på, at eleverne skal opnå vilje til at bevare naturressourcer og bidrage til en bæredygtig udvikling. For Irlands vedkommende er der eksplicit fokus på elevernes udvikling af metakognitive evner.

7.2.1.1 Både Irland og Norge vil opnå visionen via et integreret naturfag

Fra teorien ved vi, at jo højere grad af fagligt samspil integreret naturfag praktiseres som, desto større læringsudbytte kan der ventes. Vi kan se, at begge lande vælger at følge deres vision til dørs ved hjælp af et integreret naturfag, hvis faglige samspil er kendetegnet af fællesfaglighed med elementer af overskridende faglighed. Dette valg af fagligt samspil synes at stemme godt overens med det intenderede læringsudbytte, der fælles for landene er skitseret ovenfor.

7.2.1.2 Både Irland og Norge har muligheder for flere læringslinser i spil

Tilsvarende viser valget af evalueringsformer i begge lande, at der er taget højde for, at det intenderede læringsudbytte er af sådan en art, at det ikke er tilstrækkeligt at evaluere alene ved hjælp af faglig linse.

- Et opmærksomhedspunkt er derfor, at hvis vi vil opnå et vision II-kompatibelt læringsudbytte, fremmes det af en høj grad af fagligt samspil, og det evalueres mest fyldestgørende, hvis flere linser til læringsudbytte anvendes.

Vores to informanternes vurderinger fra deres respektive lande, sætter desuden spot på, at det ikke er tilstrækkeligt fra centralt hold at udforme evalueringsformer med samtlige linser til læringsudbytte indbygget.

- Hvis lærere eller andre centrale aktører ikke tillægger resultaterne af evaluering med integreret eller affektiv linse værdi, så vil dét, der prioriteres i evalueringen ved hjælp af faglig linse, have en konstituerende effekt på undervisningen, som igen har effekt på elevernes læringsudbytte.

Et nærliggende spørgsmål er da, om det samme læringsudbytte ville kunne opnås med fagopdelt naturfagsundervisning?

7.2.2 Fagopdelt naturfag kan godt være rammen om vision II-relateret intenderet læringsudbytte - men horisonten bliver smallere

Hvis et land har besluttet sig for en vision II-vægtning for naturfaglig almindelse - som vores analyse viser, at både Irland, Norge og Danmark har - og dermed ønsker, at eleverne opnår en naturfaglig almindelse, der karakteriseres af refleksion, beslutning og handling i forhold til samfundsmæssige problemstillinger på et naturvidenskabeligt grundlag, så kan det efter vores vurdering i et vist omfang opnås med en fagopdelt læreplan.

I en fagopdelt undervisning får eleverne blot et smallere spektrum af relevante problemstillinger, de kan behandle ved hjælp af det indhold og de metoder, faget omfatter. Dette vil vi illustrere med et eksempel: Hvis du alene kigger udad med fysik-briller fx på Fukushima-ulykken, så fokuseres der fx på kernereaktionerne og ioniserende stråling. Hvis du derimod også inddrager biologi og geografi, er der anledning til at også at fokusere på fx strålingsskader og pladetektoniske årsager til ulykken. Så hvis der kigges med flere faglige optikker, kan dels et bredere repertoire af problemstillinger falde inden for det, der er relevant at tage fat på i undervisningen, og dels er der mulighed for en flerfacetteret belysning af problemstillingen. Hermed opstår mulighed for, at eleverne kan opnå en mere helhedsorienteret forståelse af omverdenen.

- Integreret naturfag kan give eleverne en bredere vifte af problemstillinger, de kan vælge at arbejde med end fagopdelt naturfag, og dermed potentielt et læringsudbytte med en bredere horisont.

Samtidig ved vi fra vores studier af litteraturen - især Gresnigt et al. (2014), men det understøttes også af Hurley (2001) - at sammenhængen ser ud til at være: At jo højere grad af fagligt samspil der finder sted, desto højere læringsudbytte kan der opnås for naturfag, uanset hvilken linse til læringsudbytte vi kigger med.

- Typen af fagligt samspil har betydning for elevernes læringsudbytte af naturfag, både hvad angår fagligt, integreret og affektivt udbytte: Jo højere grad af fagligt samspil der finder sted, desto højere læringsudbytte kan der under de rette omstændigheder opnås.

Der er dog den pointe, at elevernes læringsudbytte i matematik jf. Hurley (2001) mindskes i takt med øget integration med naturfag. Dog ser Michelsen & Sriraman (2009) samt Becker & Park (2011) en øget interesse hos eleverne for både naturfag og matematik ved fagintegration af disse discipliner.

- Derfor bør netop matematiks rolle være et opmærksomhedspunkt i forbindelse med overvejelserne omkring øget STEM-integration i Danmark - både i den nuværende situation med fagopdelt naturfag og i fremtiden, hvis et integreret naturfag skulle realiseres.

Som nævnt er der i både Norge og Irland udtalte ønsker om, at naturfag skal bidrage til, at eleverne udvikler kritisk tænkning, problemløsning, ræsonnement og stillingtagen, og begge lande peger på elevcentreret, undersøgelsesbaseret og problemorienteret undervisning, som veje til at opnå dette. Med baggrund i litteraturen finder vi belæg for, at undersøgende undervisning kan understøtte elevens læringsudbytte under de betingelser som er oplyst i afsnit 4.5.1 omkring elevernes indflydelse, lærerens strukturering af forløbet samt ansvar for formidling af fagenes centrale begreber og forklaringsmodeller jf. Kruse (2013). Undersøgende naturfagsundervisning er dog ofte mere tidskrævende, hvorfor timetallet får betydning, hvis denne undervisningsform prioriteres. Bortset fra tid, har både Irland og Norge teoretisk set de rette betingelser for, at eleverne kan opnå det intenderede læringsudbytte. I Norge forholder Merethe Frøyland sig dog kritisk til udkommet af undervisningen, og med Irlands spritnye læreplan kan vi ikke dokumentere, hvilket læringsudbytte eleverne opnår med det integrerede naturfagsfag i forhold til den tidligere fagopdelte.

7.2.3 Integration ud over naturfagene fremmer ikke nødvendigvis elevernes læringsudbytte i naturfag

Et endnu bredere spektrum - og et endnu tydeligere fokus på elevcentrering - vil kunne opnås med integration *ud over* naturfagene, som Wei anbefaler (Wei, 2009). Vi anfægter dog hans konklusion på det foreliggende grundlag, som det fremgår af afsnit 4.5.2.2. Vi har ikke selv undersøgt integration ud over naturfag og kan derfor ikke konkludere på dette grundlag. Vores desk research vedr. Norge viser dog, at deres erfaringer med faget *orientering* (o-fag), som vi genfinder i det danske *orienteringsfag* i 1970-1980'erne, er et eksempel på, at manglende lærerkompetencer og en uhensigtsmæssig organisering af integration mellem naturfag og samfundsfag medførte et meget ringe naturfagligt læringsudbytte og tilmed demotiverede elever jf. Sjøberg (2017).

Vi vurderer dog - baseret på vores egen erfaring - at der ikke er noget til hinder for, at man lejlighedsvist lader naturfag indgå i fagligt samspil med andre fag. Både samfundsfag, idræt, madkundskab og håndværk & design er helt oplagte. Atter kan der skeles til erfaringer med matematisk/naturfaglig projektopgave, hvor naturfag bl.a. kan integreres med idræt (Undervisningsministeriet, 2015), ligesom projektopgaven i almindelighed er en oplagt arena for fagligt samspil mellem naturfag og fag udenfor naturfagsblokken.

- Når naturfag indgår i fagligt samspil ud over STEM-området foreslår vi, at der er særlig opmærksomhed på, at eleverne opnår det intenderede naturfaglige læringsudbytte. Herunder at eleverne udvikler en korrekt forståelse for de naturfaglige begreber og koncepter (fx lovmæssigheder).

7.3 Integreret naturfag kan analyseres med analyseredskabet

Vi har nu set på, dels hvad vi kan lære af Irland og Norges erfaringer med integreret naturfag, og dels hvilke muligheder for læringsudbytte, forskellige varianter af integreret naturfag kan bidrage med. Nu vender vi blikket mod vurdering af vores redskabs muligheder og begrænsninger ift. at analysere integreret naturfag.

På baggrund af vores litteraturstudier om integreret naturfag blev vi opmærksomme på Czerniaks (2007) definitionsproblem ift. forståelsen af integreret undervisning. Det blev desuden klart for os, at for at kunne forstå, hvad vi kan lære af andre landes integrerede naturfag, var det nødvendigt for os mere præcist at kunne karakterisere det pågældende lands naturfag.

Derfor har vi med udgangspunkt i litteraturen identificeret og beskrevet otte dimensioner samt nogle kontekstuelle faktorer til at analysere integreret naturfag. Spørgsmålet er så, i hvilken grad redskabet har vist sig anvendeligt?

I udviklingsprocessen mente vi, at analyseredskabet kunne anvendes:

1. *For at forstå litteraturen om integreret naturfag*
2. *For at forstå læreplaner i andre lande, vi undersøger*
3. *For at bruge det som strukturerende redskab i diskussionen om integreret naturfag i Danmark.*

Vi kan i retrospekt se, at vores litteraturstudier var et nødvendigt og relevant forstudie, der har sat os i stand til at undersøge Irland og Norges læreplaner mere kvalificeret, end hvis vi ikke havde ladet litteraturstudierne manifestere sig i redskabet.

7.3.1 Nogle dimensioner af redskabet kan anvendes i analyse af forskningslitteratur

I vores analyse af forskningslitteratur om elevers læringsudbytte af integreret naturfag viste især *rækkevidde af fagligt samspil* (dimension 4) og *type af fagligt samspil* (dimension 5) sig som nyttige parametre til at præcisere, hvilket fagligt samspil der var tale om (se afsnittene 5.9 og 5.10 samt 4.5.2). Ydermere er kontekstfaktoren *Skolesystemets opbygning*, væsentlig at få præciseret, i forhold til hvilket uddannelsesniveau forskningen drejer sig om. Endvidere er det i den engelsksprogede litteratur vigtigt at holde sig for øje, at betegnelsen 'curriculum' kan have en anden betydning og udsigelseskraft end den danske forståelse af ordet læreplan, hvorfor også dimensionen *læreplanstradition* (dimension 1) er værd at skele til. Se boks 4.2.

7.3.2 Analyseredskabet har vist sig anvendeligt til forståelse af andre landes læreplaner

Efter at have afprøvet det udviklede analyseredskab i processen med at forstå integreret naturfag i Irland og Norge samt fællesfaglig naturfagspraksis i Danmark, finder vi redskabet meget anvendeligt til dette formål. Undervejs i vores arbejde blev vi opmærksomme på nogle væsentlige kontekstuelle faktorer, uden hvilke karakteriseringen af integreret naturfag ville være mangelfuldt. Redskabet blev derfor udvidet med følgende faktorer: Skolesystemets opbygning, undervisningstid i naturfag, fagets

status som obligatorisk eller valgfrit samt naturfagslærerne og læreruddannernes uddannelsesbaggrund.

Vores undersøgelse af integreret naturfag i Irland og Norge har dog også afsløret, at nogle af dimensionerne har vist sig mere informative end andre. Dimensionerne: *Læreplanstradition* (dimension 1), *læreplanstype* (dimension 3), *læreplanens vision for naturfaglig almindelse* (dimension 2), *rækkevidde af fagligt samspil* (dimension 4) og *type af fagligt samspil* (dimension 5) samt de kontekstuelle faktorer er direkte anvendelige til at karakterisere den integrerede naturfagslæreplan. Desuden har dimension 6, *linse til læringsudbytte*, i samspil med læreplanens mål og formål, herunder undervisningsform, vist sig at være et effektivt middel til en alignmentsvurdering, som kan afsløre, om der er konsistens mellem læreplanens mål, intendede undervisning og evaluering.

Derimod kan man godt spørge sig selv om, hvilke informationer displayet af argumenter for et integreret naturfag i dimension 7 reelt giver for karakterisering af naturfagslæreplaner? Brown (1977) har selv fokus på, at der ser ud til at være en divergens mellem, hvilke argumenter hhv. lærere og læreplansudviklere tillægger betydning (se afsnit 4.4.4). Identificering af uoverensstemmelse mellem forskellige aktørgruppers anvendelse af argumenter for eller imod integreret naturfag kan derfor være en nøgle til at forstå, i hvilket omfang en given læreplan kan blive succesfuldt implementeret. Og således vurderer vi, at dimension 7 faktisk *kan* bidrage konstruktivt til forståelse af læreplansudviklingsproces.

7.3.2.1 Processerne i læreplansudviklingen er vanskelige at indkredse

Vores egne erfaringer med at deltage i forsøg med fagintegration samt udformning af anbefalinger til en national naturvidenskabsstrategi i Danmark har materialiseret sig i redskabets 8. dimension. Vi betragter processen med initiering og design, implementering samt institutionalisering af en ny læreplan som væsentligt for, hvilken effekt læreplanen vil få. Vi har også erfaring for, at faktorer såsom hvor lang tid, der afsættes til de enkelte faser, hvor bred aktørinvolveringen er, samt hvilke ressourcer der stilles til rådighed, er betydningsfulde. Men anvendelsen af analyseredskabet ift. processerne i Irland og Norge har gjort det tydeligt, at vi har utilstrækkelige empiri, til at kunne udlede noget af dimension 8.

Vores studie af Irlands proces med udformning af en ny læreplan, har givet os en opfattelse af, at de har gået virkelig grundigt til værks - også tidsmæssigt. Men når det gøres op på antal år i de forskellige faser, ses dette ikke særlig tydeligt. Her er en verbalisering nødvendig. Ligeledes bliver vi ikke klogere af overblikket over ressourcer, hvilket vi kan tilskrive utilstrækkelig empiri. Derimod kan vi godt se, at overblikket over involverede aktører tegner et illustrativt billede. Her er så spørgsmålet om, hvorvidt det er centrale eller perifere aktører, der er involveret, hvilket redskabet ikke informerer os om. Det kræver et væsentligt mere omfattende undersøgelsesdesign i forhold til faserne i læreplansudviklingsprocessen fyldestgørende at kunne kortlægge dimension 8. Denne dimension bør udvikles yderligere, hvis den skal bidrage med værdifuld information.

7.3.3 Nogle dimensioner kan eventuelt kaste lys over integrerede forløb

Vi havde oprindeligt en ambition om, at dele af analyseredskabet skulle kunne anvendes til at karakterisere integrerede undervisningsforløb. Denne ambition forlod vi imidlertid i løbet af udviklingsprocessen, men vi foreslår, at dimensionerne *rækkevidde af fagligt samspil* (dimension 4)

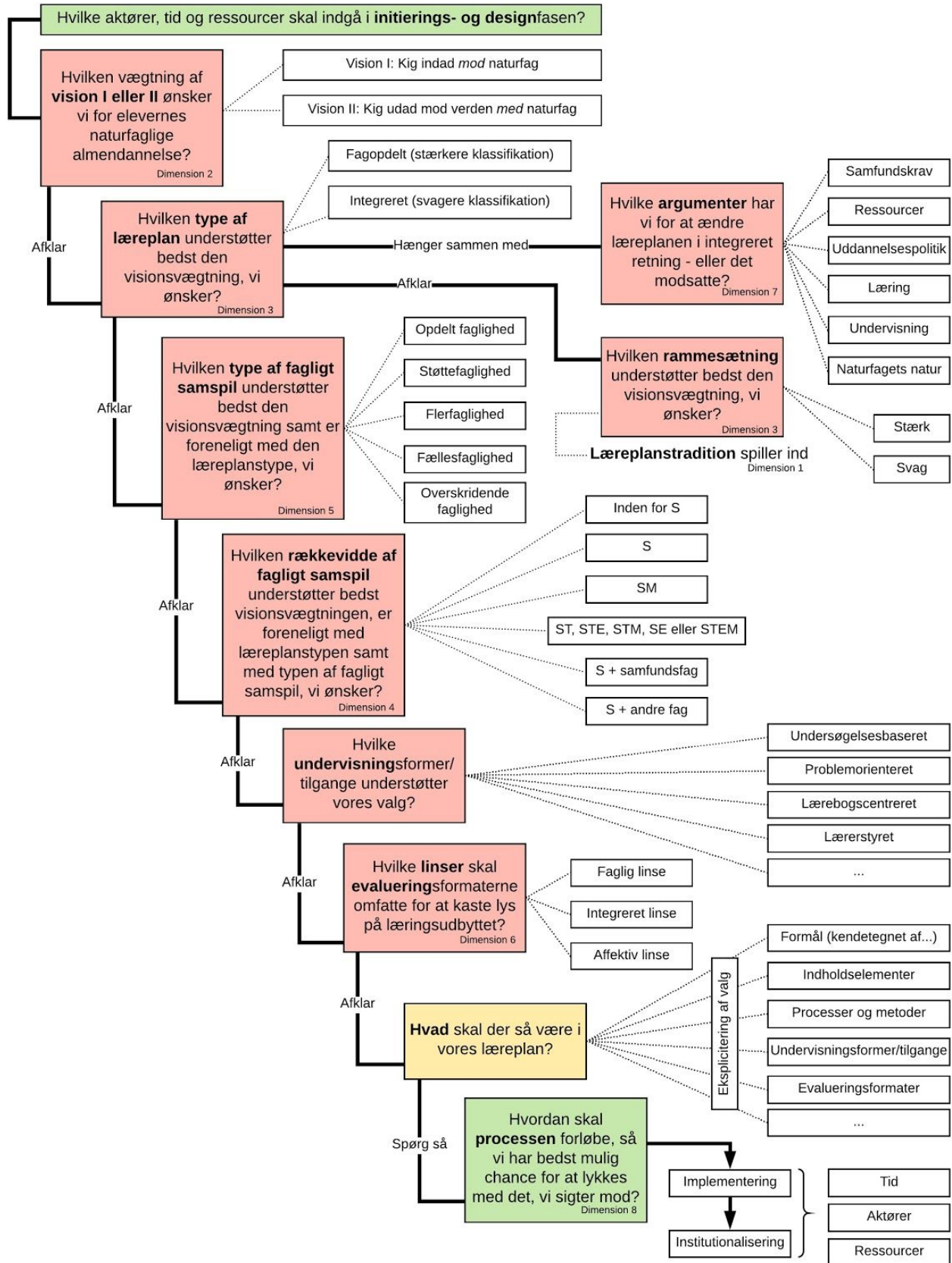
og *type af fagligt samspil* (dimension 5) samt *linse til læringsudbytte* (dimension 6) kan bruges til dette formål. Vores forestilling er, at de kan bidrage med et sprog til at præcisere, hvad der karakteriserer det aktuelle faglige samspil. Dette har vi dog ikke haft lejlighed til at afprøve. Skal integrerede forløb analyseres ved hjælp af disse dimensioner, skal de endvidere suppleres med andre didaktiske kategorier.

7.3.4 Redskabet kan strukturere dialogen om og udviklingen af naturfagslæreplaner

På baggrund af vores redskab til analyse af integrerede læreplaner (figur 5.1) har vi udviklet et forslag til at strukturere dialogen om de valg, der skal træffes i forbindelse med udvikling af en ny naturfagslæreplan. Dialogmodellen, som ses i figur 7.1 nedenfor skal ikke læses som en lineært forløb, der nødvendigvis begynder i øverste venstre hjørne. I Irlands tilfælde kunne vi godt forestille os, diskussionen har taget udgangspunkt i argumenter for at ændre læreplanen.

Dialogen indledes med valg af aktører i initiering og design af læreplanen og afsluttes med valg ift. implementering og institutionalisering. Modellen udtrykker ikke, hvilke valg der har implikationer for andre valg i de røde kasser, men der vil være valg, der udelukker visse muligheder: Har man fx valgt fagopdelt læreplan, er der ikke basis for overskridende faglighed. I forbindelse med den gule kasse ekspliciteres alle disse valg i læreplanen. De grønne kassers spørgsmål gælder processen for initiering og design, implementering og institutionalisering. Som et baggrundskanvas for alle spørgsmålene med tilhørende valg ligger kontekstuelle faktorer og aktuelle politiske dagsordener, der kan have indflydelse på udviklingen af naturfagslæreplanen fx generelle skolereformer og regeringsstrategier.

Dialogmodellen ses nedenfor:



Figur 7.1: Dialogmodel.

Kapitel 8 Konklusion og perspektivering

Vi ønskede at udvikle et redskab til at analysere integrerede naturfagslæreplaner og bruge det til at bringe erfaringer fra andre lande i spil til at belyse, hvilke potentialer og problemer det er relevant at tage i betragtning, hvis man skal realisere integreret naturfag i Danmark.

8.1 Hvilke erfaringer fra andre lande er relevante i en dansk kontekst, hvis man vil realisere integreret naturfag i Danmark?

Vi indleder med at konkludere på erfaringerne fra Irland og Norge. Da begge lande deler den danske prioritering af vision II for elevernes almendannelse, vurderer vi, at der er et fælles grundlag for, hvad landene ønsker at opnå med naturfagsundervisningen og dermed et udgangspunkt for, at de identificerede potentialer og problemer er relevante at overveje i en dansk kontekst.

8.1.1 Erfaringer med integreret naturfag i både Irland og Norge rummer potentialer

Skolesystemets opbygning kan have betydning for helhed og progression, og derfor kan vi tage ved lære af Norges sammenhængende læreplan for naturfag gennem hele grundskolen og ungdomsuddannelserne. Tilsvarende kan vi hente inspiration fra Irlands fælles ramme om alle fags læreplaner, der indeholder generiske *key skills* og *statements of learning*, som alle fag skal bidrage til.

Der kan være behov for fagdidaktisk efteruddannelse af lærere og læreruddannere. Her kan vi høste erfaringer ved i de kommende år at følge Norges erfaringer med naturfagsdidaktisk efteruddannelse af læreruddannere. Baseret på både Irland og Norges erfaringer ser der nemlig ud til at være behov for lærerefteruddannelse, der kvalificerer naturfagslærerne til at varetage *integreret undervisning*. Yderligere vil vi forvente, at Irlands sciencelæreruddannelse kan give os inspiration til den danske naturfagslæreruddannelse herunder den nye kandidatuddannelse, som er annonceret i den nationale naturvidenskabsstrategi.

Vi vurderer, at der er potentiale i at skele til Irlands model for formativt brug af klassebaserede evalueringsformater for at styrke elevernes læring, samtidig med at de bruges summativt for at tilgodese samfundets legitime behov for at følge den nationale udvikling i elevernes læringsudbytte.

I forhold til læreplansudviklingsprocessen inspirerer Irlands inddragelse af mange aktører, og der ser ud til at være gjort et grundigt forarbejde. Det skal altså overvejes, hvilke aktører i og omkring undervisningen det vil være relevant at inddrage i initierings- og designfasen mhp. at fremme implementeringen af nye naturfagslæreplaner samt hvilke aktører, der er centrale i implementeringsfasen. Fra Norges 20 år med Realfagssatsninger kan vi se, at der tilsyneladende er brug for vedvarende opmærksomhed og tiltag i implementerings- og institutionaliseringsfaserne, og vi kan desuden følge Irland i de kommende år for at høste erfaringer med hæmmere og fremmere i disse processer.

8.1.2 Erfaringer fra Irland og Norge afslører også problemer ift. integreret naturfag

Vores undersøgelse viser, at timetallet i naturfag i Irland og Norge kun er ca. halvt så stort som i Danmark, og i Irland er naturfag tilmed valgfrit. Selvom der ikke er en entydig sammenhæng mellem timetal og elevernes læringsudbytte, er der brug for opmærksomhed på, at et eventuelt integreret naturfag ikke bliver så lille af omfang, at der ikke er tid og rum til undersøgende og problemorienterede undervisningstilgange, som ofte kendetegner fællesfaglig og fagoverskridende naturfag. Hvis man yderligere ønsker at integrere flere STEM-elementer, taler det for at sikre tilstrækkelig volumen af faget.

Fra Norge viser vores undersøgelse, at lærerne har utilstrækkelige kompetencer til at undervise integreret. Denne naturfagsundervisning stiller nemlig store og andre krav end fagopdelt undervisning, fordi naturfagslærerne skal have en på én gang så bred og dyb faglighed, at de reelt kan se på tværs af oprindelige discipliner og inddrage tilstrækkelige og relevante vinkler på den enkelte faglige problemstilling. Dette kalder på, at såvel grund- som efteruddannelse for naturfagslærere målrettes *integreret* undervisning.

Utilstrækkelig lærerkompetence viser sig også i evalueringsøjemed i Norge, hvor der i princippet er rige muligheder for at anvende alle tre læringslinser i en lokal tilpasset eksamen, der er godt alignet læreplanens vision, formål og mål. I praksis vurderer Merethe Frøland dog, at lærerne ikke udnytter disse frihedsgrader. Vi har opnået den indsigt, at jo større frihed et eksamensformat giver lærerne, desto større fortolkningsrum er der for, hvad der skal lægges vægt på i vurderingen af elevpræstationer. Vi vil udtrykke dette som frihedsgradernes dilemma, både hvad angår undervisning og evaluering: For den kompetente lærer er det et fantastisk mulighedsrum, mens det er det modsatte for den usikre. Det udgør således et problem, hvis lærerne ikke har de nødvendige kompetencer til at evaluere elevernes udbytte af *integreret* naturfag. I forlængelse heraf kan der vise sig at være problemer forbundet med Irlands klassebaserede evalueringsformat, hvis lærere eller andre centrale aktører ikke tillægger resultaterne af denne evaluering værdi.

Det mismatch, der iflg. Merethe Frøland opleves i Norge mellem intenderet og realiseret undervisning, understreger vigtigheden af alignment mellem mål, intenderet undervisning, realiseret undervisning og evalueringsform.

Således har vi identificeret en række læringspunkter fra Irlands og Norges integrerede naturfag, som vi kan have glæde af, hvis vi i dansk sammenhæng skal gå videre i overvejelserne af et integreret naturfag. Nu vil vi konkludere på spørgsmålet om, hvilket læringsudbytte integreret naturfag ser ud til at kunne bidrage til.

8.2 Hvordan kan forskellige varianter af integreret naturfag bidrage til det, eleverne skal lære?

Vi forventede oprindeligt, at vores undersøgelse af netop Norge og Irland kunne afdække, hvilken effekt indførelse af integreret naturfag kunne have på elevernes læringsudbytte. Imidlertid viste det

sig, at naturfag i Norge altid har været integreret, og at det integrerede naturfag i Irland kun er i sin spæde start, hvorfor det er for tidligt at sige noget om, hvilken virkning det har.

Imidlertid har vi afdækket, hvilket intenderet læringsudbytte, der er for eleverne i Irland og Norge. Det er for begge lande kendetegnet ved at have en vision-II-vægtning for elevernes naturfaglige almindelse, og i begge tilfælde søges dette realiseret gennem integreret naturfag. Med baggrund i vores litteraturstudier snarere end resultaterne af vores undersøgelse af de to lande, mener vi at kunne sige, at elever kan opnå det samme, eller i nogle tilfælde højere fagligt læringsudbytte af integreret naturfagsundervisning som af fagopdelt undervisning. Det kræver dog, at læreren er særlig opmærksom på, at eleverne udvikler en korrekt forståelse for de naturfaglige begreber og koncepter (fx lovmæssigheder) jf. Venville et al. (2003).

På samme grundlag vil vi også konkludere, at både typen og rækkevidden af fagligt samspil har betydning for elevernes læringsudbytte af integreret naturfag. Hvad angår typen, ser vi, at jo højere grad af fagligt samspil der finder sted, desto højere læringsudbytte kan der under de rette omstændigheder opnås jf. især Gresnigt et al. (2014). Hvad angår rækkevidde af fagligt samspil, viser det sig at integration af naturfag og teknologi med engineering i forskellige kombinationer, fremmer elevernes læringsudbytte. Fagligt samspil med matematik gavner også læringsudbyttet i naturfag, men ikke nødvendigvis i matematik jf. Hurley (2001). Det aktualiserer, at der i Danmark tages aktivt stilling til samspillet mellem naturfag og teknologi både i den nuværende situation med fagopdelt naturfag og i fremtiden, hvis et integreret naturfag skal realiseres. Vi har ikke selv undersøgt virkningen af integration ud over STEM-området, men erfaringerne fra Norges o-fag og det danske orienteringsfag giver ingen indikationer på, at en sådan fagkonstruktion fremmer elevernes naturfaglige læringsudbytte. Vi mener dog, at fagligt samspil ud over STEM er relevant i afgrænsede forløb ift. at understøtte en vision II-tilgang.

Vi har gennem vores undersøgelse opnået den indsigt, at samfundsrelaterede problemstillinger kan være et udgangspunkt i såvel fagopdelt som integreret naturfag, men at integreret naturfag kan give eleverne en bredere vifte af problemstillinger, de kan vælge at arbejde med end fagopdelt naturfag - og dermed potentielt et læringsudbytte med en bredere horisont.

8.3 Hvordan kan man analysere forskellige varianter af integreret naturfag?

Vi har ønsket at skabe transparens i det ellers noget uigennemsigtige felt omkring fagligt samspil i naturfag. Derfor udviklede vi med afsæt i vores teoretiske input et redskab til at analysere integreret naturfag. Det har vist sig, at redskabets dimensioner er nyttige, når vi læser forskningslitteratur. Vi vurderer, at vores redskab tilbyder et sprog, der tydeliggør, hvilke varianter af integreret naturfag litteraturen beskriver. Analyseredskabet knytter an til Czerniaks definitionsproblem (Czerniak, 2007), og bidrager med at tydeliggøre en række vigtige aspekter omkring det faglige samspil.

Analyseredskabet har vist sig anvendeligt til forståelse af andre landes læreplaner, endskønt processerne i læreplanudviklingen er vanskelige at indkredse ved hjælp af redskabet. Dette kalder på, at der brug for yderligere udvikling særligt af dimension 8 *læreplansudviklingsprocessen*. Vi har præsenteret de dimensioner, vi har identificeret gennem vores undersøgelse, og foreslår, at redskabet med fordel kan videreudvikles og justeres i dialog med danske og udenlandske fagfæller.

Vi antager endvidere, at den sproglige præcisering redskabet medfører, kan kaste lys over integrerede undervisningsforløb. Dette har vi ikke afprøvet, men vi vurderer, at redskab i så fald med fordel kan suppleres med andre didaktiske kategorier.

Vi foreslår i al beskedenhed, at vores redskab anvendes fremadrettet i diskussionen af integreret naturfag i Danmark. Komplexiteten af feltet kræver, at de aktører, der deltager i debatten, præciserer hvilken vision og udformning af integreret naturfag, de taler ud fra. Her tilbyder redskabet et sprogbrug, der kan være med til at tydeliggøre debattens hvad, hvorfor, hvordan og med hvilket læringsudbytte, og dermed fungere som en form for 'varedeklaration' for den aktuelle variant af integreret naturfag der diskuteres.

8.4 Integreret naturfag i Danmark?

Når samfundet skal føre sin vision for elevernes almendannelse og de overordnede formål og mål for naturfag ud i livet, kan det ske gennem nogle få overordnede systemer, som opsummeres her:

"Formel uddannelsesviden kan siges at kunne realiseres gennem tre systemer: Læreplaner, pædagogik og evaluering. Læreplaner definerer, hvad der tæller som valid viden. Pædagogik definerer, hvad der tæller som en valid vidensopbygning, og evaluering definerer, hvad der tæller som valid realisering af denne viden hos den lærende." (Bernstein, 1975, s. 85 egen oversættelse).

Indenfor disse systemer skal der træffes en række valg på et nationalt niveau i forbindelse med reformer eller andre ændringer. Ved fremtidig udformning af naturfagslæreplaner i Danmark foreslår vi, at vores dialogmodel (figur 7.1) anvendes. Vi vil anbefale, at læreplanen formuleres på baggrund af en række informerede valg, hvilket modellen giver anledning til. Dette er desværre ikke altid tilfældet. Vi har således observeret, at man ved den seneste revision af Fælles Mål i 2013-14, tilsyneladende startede med at formulere læreplanen, uden at de mere grundlæggende valg blev ekspliciteret. Dette kan være medvirkende årsag til de problematikker, der ses i forbindelse med dansk fællesfaglig praksis, som evalueringsrapporten sætter spot på (Rambøll, 2018). Vi vil derfor argumentere for transparens og bevidste, begrundede valg som ideal for læreplansudviklere og foreslår dialogmodellen anvendt til at understøtte dette.

Vi har nu redegjort for, hvad vi kan lære af Irlands og Norges erfaringer med integreret naturfag og tilbudt et redskab til dialog om udformning af nye læreplaner. Som forventet må vi konkludere, at vi ikke direkte kan adoptere Irlands eller Norges naturfagslæreplaner, for skønt der er mange ligheder mellem skolesystemerne, er der en række kontekstuelle faktorer der er forskellige. I forhold til dansk naturfagsundervisning, savner vi derfor erfaringer i en dansk kontekst.

8.4.1 Vi anbefaler (stadig) et forsøg med integreret naturfag i Danmark

Vi vil i lighed med gruppen bag rapporten *Sammen om naturvidenskab* (Bohm et al., 2017, s. 31-34) foreslå, at der gøres forsøg med integreret naturfag i Danmark. Men vi vil imidlertid kun anbefale det under følgende forudsætninger, som vi har identificeret via vores undersøgelse:

- **Naturfagslærere** skal deltage i kompetenceudvikling ift. at undervise *integreret*
- Lærernes professionelle **kollegiale udvikling** omkring *integreret* undervisning skal prioriteres
- **Timetalsmæssigt** skal naturfag fastholdes på det nuværende niveau

- **Lærerefteruddannere** skal have kompetencer udi *integreret* undervisning, og det skal sikres, at de fagligheder, der indgår i forsøgsfaget er repræsenteret blandt lærerefteruddannerne (fx teknologikyndige, hvis T'et indgår).

Hvis disse forudsætninger ikke kan opfyldes, vil vores anbefaling være, at man i stedet søger at understøtte og videreudvikle den fællesfaglige praksis, der allerede finder sted. Her er vores indsigt, at der er behov for at understøtte *fællesfaglig* fremfor *flerfaglig* undervisning.

Med afsæt i både vores undersøgelse og vores deltagelse i arbejdet med *Sammen om naturfag* sidste år vover vi at komme med en række anbefalinger til forsøget:

- **Undervisningen** kan veksle mellem disciplinopdelte forløb og tematiske forløb af fællesfaglig og fagoverskridende karakter
- **Rækkevidde** af det faglige samspil rummer udover indhold fra discipliner biologi, fysik, geografi og kemi også indholdselementer af teknologi og engineering samt matematik i anvendelse
- Læreplanen udformes med en **progression** fra 1.-9. kl., hvor overgangen fra førskoleområdet og til ungdomsuddannelserne er indtænkt
- **Undervisningsmaterialer**, der understøtter den integrerede tilgang, udarbejdes til forsøgsfaget
- De nuværende prøve- og testformater suppleres med udvikling af summative **evalueringsformater**, der også kan bruges formativt
- Forsøget skal **designes**, så det er med til at afdække potentialer og problemer med hhv. én og flere naturfagslærere pr. klasse
- **Følgforskning** og udviklingsevaluering skal tilvejebringe et informeret grundlag for beslutning om, hvorvidt forsøget skal udmunde i indførelse af et integreret naturfag i Danmark.

Vi anser det for afgørende, at forsøget har tilstrækkeligt omfang både, hvad angår varighed, antallet af deltagende skoler og professionshøjskoler samt ressourcer, der allokeres til at gennemføre forsøget.

8.4.2 Er der tegn i sol, måne og stjerner på, at det går i integreret retning?

Siden vi gik i gang med denne masterafhandling er det blevet tydeligt, at anbefalingen om forsøg med et integreret naturfag ikke er medtaget i Regeringens nationale naturvidenskabsstrategi. Efter en udvikling hvor den faglige integration er øget fx ved indførelse af gymnasiets naturvidenskabelige grundforløb og grundskolens fællesfaglige praksis, ser vi lige nu ikke politisk velvilje til yderligere fagintegration. Dette er ikke en åbenlys logisk fortsættelse af den retning, naturfag over de seneste 15 år har bevæget sig i. Selvom der ikke aktuelt er opbakning til igangsættelse af et forsøg, skal det ikke hindre dialogen om potentialer og problemer med integreret naturfag med at fortsætte, hvilket vi med vores indsigter og udviklede redskaber aktivt vil bidrage til.

Kapitel 9 Litteratur

- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S., & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser: Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi*. Undervisningsministeriet.
- Andersen, I. (2006). *Den skinbarlige virkelighed - vidensproduktion inden for samfundsvidenskaberne*. Forlaget Samfundslitteratur, 3. udgave 2005, 2. oplag 2006.
- Andersen, N. O. (2008). Et fælles løft – rapport fra arbejdsgruppen til forberedelse af en national strategi for natur, teknik og sundhed.
- Astra (2018). *Engineering i Skolen*. Lokaliseret d. 30.4.2018 på <https://astra.dk/engineering>.
- ATV (2014). *Rekruttering af folkeskolelærere med linjefag i naturfagene*. Lokaliseret d. 31.3.2018 på: <https://atv.dk/udgivelser-viden/rekruttering-folkeskolelaerere-med-linjefag-naturfagene>.
- Beck, S., Kaspersen, P. & Paulsen, M. (2014). *Klassisk og moderne læringsteori*. Hans Reitzels forlag.
- Becker, K. & Park, K. (2011). *Effects of integrated approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis*. Journal of STEM Education, vol 12, Issue 5&6, s. 23-37.
- Bergem, O.K., Kaarstein, H. & Nilsen, T. (red.) (2016). *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Bernstein, B. (1975). *On the classification and framing of educational knowledge. Class, Codes and Control*. I Vol. 3 *Towards a Theory of Educational Transmission*. Routledge & Kegan Paul, s. 85-115.
- Binau, C.F. & Norrild, P. (2015). *Guide til Fælles Mål i naturfag*. Gyldendal.
- Blum, A. (1991). *Integrated Science Studies*. I Lewy, A. *The International Encyclopedia of Curriculum*. Pergamon Press, s. 163-168.
- Bohm, M., Salomonsen, D., Quistgaard, N., Binau, C.F., Wøhlk, E.B., Jensen, L.V. & Kronvald, O. (2017). *Sammen om naturvidenskab - Anbefalinger til en national strategi for de naturvidenskabelige fag*. København. ASTRA.
- Breiner, J. B., Harkness, S. S., Johnson, C. C. & Koehler, C. M. (2012). *What is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM i Education and Partnerships School Science and Mathematics*, 112 (1), s. 3-11.
- Brinkmann, S. & Kvale, S. (2015). *Interviews. Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing*. SAGE, s. 211- 247.
- Brown, S.A. (1977). *A review of the Meaning of, and Arguments for, Integrated Science*. Studies in Science Education, 4 (1977), s. 31-62.
- BSCS (2005). *Making sense of integrated science: A guide for high schools*. Biological Sciences Curriculum Study. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Creswell, J.W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. SAGE Publications, s. 36-40; 112-114.
- Czerniak, C.M. (2007). *Interdisciplinary Science Teaching*. I S.K. Abell & N.G. Lederman (Red.) *Handbook of research on science education*, 2007, s. 537-559.

Czerniak, CM & Johnson, CC (2014). *Interdisciplinary Science Teaching*. I *Handbook of research on science education*, 2014, s. 395-411.

Dahler-Larsen, P. (2003). *At fremstille kvalitative data*. Syddansk Universitetsforlag, s. 77.

Department of Education and Skills (2012). *Framework for Junior Cycle*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: <https://www.education.ie/en/Publications/Policy-Reports/A-Framework-for-Junior-Cycle-Full-Report.pdf>.

Department of Education and Skills (2015). *Framework for Junior Cycle 2015*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: http://www.juniorcycle.ie/NCCA_JuniorCycle/media/NCCA/Documents/Framework-for-Junior-Cycle-2015-2.pdf.

Department of Education and Skills (2017a). *STEM Education Consultation Report 2017*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: <https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy/stem-education-consultation-report-2017.pdf>.

Department of Education and Skills (2017b). *STEM Education Policy Statement 2017-2026*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: <https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy/stem-education-policy-statement-2017-2026-.pdf>.

Department of Education and Skills (2017c). *STEM Education Implementation Plan 2017-2019*. Lokaliseret d. 5.5.2018 på: <https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy/stem-education-implementation-plan-2017-2019-.pdf>.

Dolin, J. (2015). *Slides udleveret i forbindelse med modul 1 på Master i Science Undervisning* d. 14.9.2015.

Dolin, J. (2017). *Progression*. I *Gymnasiepædagogik. En grundbog*. Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Jørgensen, H.S. (red.), s. 268-284.

Dolin, J. & Goddixen, M.P. (2017). *Fag, hovedområder og fagligt samspil*. I *Gymnasiepædagogik. En grundbog*. Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Jørgensen, H.S. (red.), s. 539-560.

Dolin, J. & Kaspersen, P. (2017). *Læringsteorier*. I *Gymnasiepædagogik. En grundbog*. Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Jørgensen, H.S. (red.), s. 156-208.

Donnelly, K. (2017). *It's goodbye to Junior Cert, hello to the JCPA*. Independent.ie. September 13.9.2017. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: <https://www.independent.ie/irish-news/education/exams/its-goodbye-to-junior-cert-hello-to-the-jcpa-36127173.html>.

Erhvervsministeriet (2018). *Regeringen skyder Teknologipagten i gang*. Pressemeddelelse, Erhvervsministeriet 24. marts 2018. Lokaliseret d. 2.5.2018 på: <https://em.dk/nyheder/2018/04-24-teknologipagten-skydes-i-gang>.

Eylon, B. S. & Hofstein, A. (2015). *Curriculum development*. I Gunstone, R. (red). *Encyclopedia of science education*, s. 259-264.

Eurydice (2011). *Curriculum organisation and content*. I *Science Education in Europe: National Policies, Practices and Research* s. 59-86.

Fensham, P. (2015). *Curriculum movements in science education*. I Gunstone, R. (red). *Encyclopedia of science education*, s. 275-279.

Flyvbjerg, B. (2010). *Fem misforståelser om casestudiet (Five Misunderstandings about Case-Study Research)*. Lokaliseret d. 4.3.2018 på: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2278229.

- Folketinget (2015). *Forslag til Lov om ændring af lov om folkeskolen*. Lokaliseret d. 20.4.2018 på: http://www.ft.dk/Rlpdf/samling/20141/lovforslag/L181/20141_L181_som_fremsat.pdf.
- Government of Ireland (2015). *Junior Cycle Science. Curriculum Specification*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: [http://www.curriculumonline.ie/getmedia/153bc83f-9848-49f0-ad87-0a0d6b9b596c/Specification-for-Jr-Cycle-Science-EV_20160126-\(1\).pdf](http://www.curriculumonline.ie/getmedia/153bc83f-9848-49f0-ad87-0a0d6b9b596c/Specification-for-Jr-Cycle-Science-EV_20160126-(1).pdf).
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, H. & Baartman, L. (2014). *Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula*. *Studies in Science Education* 50:1, s. 47-84.
- Halkier, B. (2016). *Fokusgrupper*. Samfundslitteratur, 3. udgave 2016, s.105-115.
- Hansen, T.I. & Skovmand, K. (2011). *Fælles mål og midler. Læremidler og læreplaner i teori og praksis*. Mål og midler. Klim.
- Henriksen, T.D., Buhl, M., Misfeldt, M. & Hanghøj, T. (2011). *Har projekter et liv efter deadline? Skoleudvikling fra projekt til forankring*. I *Cursiv*, No. 8, 2011, s. 83-102.
- Hurley, M.M. (2001). *Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives*. *School Science and Mathematics*, 101, s. 259-268.
- Illeris, K. (2015). *Kompetence - Hvad - Hvorfor - Hvordan?*. Samfundslitteratur.
- Jensen, V.M. & Arendt, K.S. (2015). *Undervisningstimer og elevpræstationer*. SFI-Tema 01:2015. Lokaliseret d. 30.4.2018 på: https://pure.sfi.dk/ws/files/408655/SFI_Tema_Undervisning_og_elevpr_stationer.pdf.
- Jess, K. (2005). *Konsekvenser af evaluering i matematikundervisning*. *MONA* 2005 -2, s. 22-39.
- Johnson, C. C. (2012a). *Four Key Premises of STEM*. *School Science and Mathematics*, 112 (1), s. 1-2.
- Johnson, C. C. (2012b). *Implementation of STEM Education Policy: Challenges, Progress and Lessons Learned*. *School Science and Mathematics*, 112 (1), s. 45-55.
- Johnson, C. C. (2013). *Conceptualizing Integrated STEM Education*. *School Science and Mathematics*, 113 (8), s. 367-368.
- Kennedy, K.J. (2015). *Curriculum Structure*. I Gunstone, R. (red.). *Encyclopedia of Science Education*, s. 280-282.
- Kirke-, uddannings- og forskningsdepartementet (1993). *Læreplan for grunnskole, videregående opplæring og voksenopplæring. Generell del*. Oslo.
- Klausen, S.H. (2011). *Det faglige samspils former*. I Klausen, S.H. (red.) *På tværs af fag*. Akademisk Forlag s. 69-100.
- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Wayne State University Press. Detroit, s. 55-73.
- Krogh, E. (2013). *Dansk fagdidaktik mellem didaktik- og curriculumtraditionen*. I Damberg, E., Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Kaspersen, P. (red.). *Gymnasiepædagogik. En grundbog*. Hans Reitzels Forlag, s. 245-256.
- Krogh, E., Qvortrup, A. & Christensen, T.S. (2016). *Almendidaktik og fagdidaktik*. Frydenlund, s. 26-35.
- Krogh, L.B. & Andersen, H. M. (2017). *Fagdidaktik i naturfag*. Frydendal.
- Kruse, S. (2013). *Hvor effektive er undersøgelsesbaserede strategier i naturfagsundervisningen?* *MONA* 2013-2,

s. 24-47.

Kunnskapsdepartementet (2010). *Realfag for framtida. Strategi for styrking av realfag og teknologi 2010-2014*. Lokaliseret 10.3.2018 på: <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/realfagstrategi.pdf>

Kunnskapsdepartementet (2014). *REALFAG, Relevante – Engasjerende – Attraktive – Lærerike. Rapport fra ekspertgruppa for realfagene*. Lokaliseret d. 10.3.2018 på: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Rapport-fra-ekspertgruppa-for-relafagene/id2343488/>.

Kunnskapsdepartementet (2015). *Tett på realfag. Nasjonal strategi for realfag i barnehagen og grunnskolelæringen (2015-2019)*. Oslo: Kunnskapsdepartementet. Lokaliseret d. 10.3.2018 på: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/tett-pa-realfag/id2435042/>

Kunnskapsdepartementet (2016). *Stortingsmelding 28: Fag – Fordypning – Forståelse. En fornyelse av Kunnskapsløftet*. Oslo: Kunnskapsdepartementet. Lokaliseret d. 10.3.2018: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-28-20152016/id2483955/>.

Kunnskapsdepartementet (2017). *Tiltaksplan 2017. Tett på realfag. National strategi for realfag i barnehagen og grunnskolelæringa (2015-2019)*. Lokaliseret 10.3.2018 på: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/tett-pa-realfag/id2435042/>.

Kvale, S. (2003). *Interview. En introduktion til det kvalitative forskningsinterview*. Hans Reitzels Forlag, s. 228.

Lindvig, K. & Ulriksen, L. (2016). *Tilstræbt og realiseret tværfaglighed i universitetsundervisning*. DUT videnskabelig artikel, årgang 11, nr. 20, s. 5-13.

Marcussen, H. (2017). *Fag i Den Store Danske*, Gyldendal. Lokaliseret d. 17.2.2018 på: <http://denstoredanske.dk/index.php?sideId=73891>.

Michelsen, C. & Sriraman, B. (2009). *Does interdisciplinary instruction raise students' interest in mathematics and the subjects of the natural sciences?*. ZDM Mathematics Education (2009) 41, s. 231.

National Council of Curriculum and Assessment (2013). *Background Paper and Brief for the Review of Junior Cycle Science*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: https://www.ncca.ie/media/2787/backgroundpaper_jcscience_sept2017.pdf.

National Council of Curriculum and Assessment (2014). *Consultation Report for Junior Cycle Science*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: https://www.ncca.ie/media/1247/jcscience_consultation_report.pdf.

National Council for curriculum and Assessment (2017a). *Background Paper and Brief for the Review of Junior Cycle Technology Subjects*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: http://www.juniorcycle.ie/NCCA_JuniorCycle/media/NCCA/Curriculum/Music/BGP-TECH.pdf.

National Council for Curriculum and Assessment (2017b). *Junior Cycle Geography Draft Curriculum Specification*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: http://www.juniorcycle.ie/NCCA_JuniorCycle/media/NCCA/Documents/Curriculum/Geography/Geography_Specification_Consultation-Document.pdf.

Nielsen, J. A., Waadegaard, N., Dolin, J. & Bruun, B. (2017). *Undervisning og læring i STEM*. I Nielsen, J. A. (red.) *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi* København: Institut for Naturfagenes Didaktik, s. 19-49.

Nielsen, B. & Nørgaard, K. (2018). *Det fælles i naturfagene - fra indskoling til prøve i 9. klasse*. Samfundslitteratur.

NOU (2014). *Elevernes læring i fremtidens skole. Et kundskabsgrundlag*. Norges offentlige utredninger 2014:7. Oslo: Kunnskapsdepartementet.

NOU (2015). *Fremtidens skole. Fornyelse af fag og kompetancer*. Norges offentlige utredninger 2015:8. Oslo: Kunnskapsdepartementet.

Novo Nordisk Fonden (2018). *Nyt nationalt læringscenter skal få flere børn og unge til at interessere sig for naturvidenskab*. Novo Nordisk Fondens website d. 5.4.2018. Lokaliseret d. 2.5.2018 på:
<http://novonordiskfonden.dk/da/content/nyt-nationalt-laeringscenter-skal-faa-flere-boern-og-unge-til-interesere-sig-naturvidenskab>.

OECD (2016). *PISA 2015 Results (Volume II). Policies and Practices for Successful Schools*. Lokaliseret d. 22.3.2018 på:
https://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/pisa-2015-results-volume-ii_9789264267510-en#page300.

OECD (2017). *Education at a Glance 2017. OECD Indicators*. OECD Publishing, Paris, s. 345-349.

Orpwood, G. (2015). *Curriculum*. I Gunstone, R. (red.), *Encyclopedia of Science Education*, Springer, s. 254-256.

Paulsen, A. C. (2003). *Naturfag i skolen i et kritisk demokratisk dannelsesperspektiv*. I Jorde, D. & Bungum, B. (red.). *Naturfagsdidaktikk Perspektiver Forskning Utvikling*. Gyldendal Akademisk. Oslo.

Rambøll (2018). *Evaluering og følgeforskning Indførelse af den ny fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi - prøvens betydning for undervisningens form og indhold*. Lokaliseret d. 27.3.2018 via:
<https://uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2018/mar/180319-positive-erfaringer-med-nye-proeveformer-i-naturfag>.

Regeringen (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. Undervisningsministeriet. Lokaliseret d. 5.5.2018 på:
<https://uvm.dk/publikationer/folkeskolen/2018-national-naturvidenskabsstrategi>.

Rennie, L., Wallace, J. & Venville, G. (2012a). *Exploring Curriculum Integration: Why Integrate?* I Rennie, L.J. and Venville, G. and Wallace, J. (red.) *Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics: Issues, Reflections, and Ways Forward*. United States: Routledge, s. 1-11.

Rennie, L., Venville, G. & Wallace, J. (2012b). *Knowledge that counts in a global community: exploring the contribution of integrated curriculum*. Routledge, Milton Park.

Retsinformation (2017). *Folkeskoleloven. LBK nr 1510 af 14/12/2017*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på:
<https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=196651>.

Retsinformation (2018). *Bekendtgørelse om folkeskolens prøver. BEK nr 47 af 18/01/2018*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=198165>.

Roberts, D.A. (2007). *Scientific Literacy/Science Literacy*. i Abell, S.K. & Lederman, N.G. (red). *Handbook on Research on Science Education*. Routledge, s. 729-779.

Roberts, D.A. (2015). *Curriculum Emphasis*. I Gunstone, R. (red.). *Encyclopedia of Science Education*, s. 264-267.

Schnack, K. (1997). *Hvorfor tværfaglighed - en didaktisk analyse*. I Knudsen, B. & Larsen, S. *Tværfaglighed på vej - nogle didaktiske overvejelser*. Alinea s. 7-12.

Schnack, K. (2000). *Er didaktik og curriculum det samme?* Notat. Lokaliseret d. 14.2.2018 på:

https://pure.au.dk/ws/files/120/Er_didaktik_og_curriculum_det_samme.pdf.

Sillasen, M. K. & Linderoth, U. H. (2017). *Tværfaglig undervisning i folkeskolens naturfag*. MONA 2017 (3), s. 19-38.

Sjøberg, S. (2008). *Naturfag som almindannelse. En kritisk fagdidaktik*. Klim.

Sjøberg, S. (2017). *O-fagssyndromet. Et skolefags vekst og fall. I Roos, M. & Tønnesson, J. (red.) (2017). Sann opplysning? Naturvitenskap i nordiske offentligheter gjennom fire århundrer*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk, s. 478-513.

Sjøberg, S. Haldorsen, K., Lea, A. & Jorde, D. (1995). *Naturfagsutredningen. Rapport 1: Naturfag i grundskole og lærerutdanning. Sammendrag: Funn, anbefalinger og tiltak*. Undervisnings- og Forskningsdepartementet. Oslo.

State Examinations Commission (2018). *State Examinations Statistics*. Lokaliseret d. 29.4.2018 på: <https://www.examinations.ie/statistics/>.

STEM Education Review Group (2016). *STEM Education in the Irish School System. A report on Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education. Analysis and Recommendations*. Lokaliseret d. 5.5.2018 på: <https://www.education.ie/en/Publications/Education-Reports/STEM-Education-in-the-Irish-School-System.pdf>.

Sølberg, J. & Jensen, A. (2011). *Slutevaluering af Sciencekommune-projektet*. Institut for naturfagenes didaktik, Københavns Universitet.

Sølberg, J. (2015). *Innovation, Science og Inklusion 2015. Slutrapport af ISI 2015*. Institut for naturfagenes didaktik, Københavns Universitet, s. 223-234.

Sørensen, M.J. & Jensen, L.V. (2018). *Præsentation ved censorkursus FP9 den 22.3.2018*. Upubliceret. Styrelsen for Undervisning og Kvalitet.

Undervisningsministeriet (2003). *Fremtidens sprogfag - vinduer mod en større verden*. Lokaliseret d. 1.4.2018 på: <http://static.uvm.dk/publikationer/2003/sprogfag/8.html>.

Undervisningsministeriet (2006). *Folkeskolens formål*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: <https://uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-maal-love-og-regler/om-folkeskolen-og-folkeskolens-formaal/folkeskolens-formaal>.

Undervisningsministeriet (2014a). *Fælles Mål for faget biologi*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: <https://www.emu.dk/sites/default/files/Biologi%20-%20januar%202016.pdf>.

Undervisningsministeriet (2014b). *Læseplan for faget biologi*. Lokaliseret d. 27.3.2018 på: <https://www.emu.dk/sites/default/files/Biologi%20I%C3%A6seplan.pdf>.

Undervisningsministeriet (2015). *Vejledning til forsøg med matematisk/naturfaglig projektopgave*. Lokaliseret d. 30.4.2018 som pdf kaldet: 160126-Vejledning-til-forsog-med-matematisk-naturfaglig-projektopgave-i-9--klasse (2).pdf.

Undervisningsministeriet (2017). *Kompetencedækning i folkeskolen, 2016/2017*. Lokaliseret d. 31.3.2018 på: <https://uvm.dk/statistik/grundskolen/personale-og-skoler/kompetencedaekning-i-folkeskolen>.

Undervisningsministeriet (2018a). *Vejledning til folkeskolens prøve i fagene fysik/kemi, biologi og geografi - 9. klasse*. Lokaliseret d. 27.3.2018 via: <https://www.uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-proever/forberedelse/proevevejledninger>.

Undervisningsministeriet (2018b). *Historisk oversigt*. UVM.dk. Lokaliseret d. 27.3.2018 på:
<https://uvm.dk/folkeskolen/fag-timetal-og-overgange/faelles-maal/historisk/historisk-oversigt>.

Undervisningsministeriet (2018c). *Uddannelsesstatistik*. Lokaliseret d. 27.3.18 på:
<https://uddannelsesstatistik.dk/grundskolen/karakterer>.

UNESCO (2012). *International Standard Classification of Education ISCED 2011*. UNESCO Institute for Statistics. Lokaliseret d. 13.02.2018 på:
<http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-isced-2011-en.pdf>.

Upubliceret høringssvar, (2017): *Nyt naturfag*. Høringssvar afgivet af Quest for Excellence gruppen ved Professionshøjskolerne ifm. udarbejdelse af anbefalinger til en national naturvidenskabsstrategi.

Utdanningsdirektoratet (2013). *Læreplan i naturfag*. Lokaliseret d. 10.3.2018 på:
<http://data.udir.no/kl06/NAT1-03.pdf>.

Utdanningsdirektoratet (2015). *Naturfagene i norsk skole- Faggjennomgang av naturfagene - Rapport fra ekstern arbeidsgruppe oppnevnt av Utdanningsdirektoratet*. Lokaliseret d. 10.3.2018 på:
<https://www.udir.no/tall-og-forskning/finn-forskning/rapporter/naturfagene-i-norsk-skole-anno-2015/>.

Venville, G., Rennie, L.J. & Wallace, J. (2003). *Student understanding and application of science concepts in the context of an integrated curriculum setting*. International Journal of Science and Mathematics Education 1, s. 449-475.

Venville, G., Rennie, L.J., Wallace, J. (2012). *Curriculum Integration, Challenging and Assumption of School Science as Powerful Knowledge*. I B.J. Fraser et al. (red.), *Second International Handbook of Science Education*. Springer international Handbooks of Education 24, Springer Science+Business Media B.V. Kap. 49, s. 737-749.

Wahlgren (2014). *Læring i skolens naturfagsundervisning*. Lokaliseret d.17.2.2018 på:
<https://astra.dk/blog/ntsadmin/l%C3%A6ringsteori-og-naturfag>.

Wei, B. (2009). *In Search of Meaningful Integration: The experiences of developing integrated science curricula in junior secondary schools in China*. International Journal of Science Education 3, s. 259-277.

Wellington, J. (2000). *Educational Research. Contemporary Issues and Practical Approaches*. Continuum, London.

Wikipedia (2018). *Norsk utdanningshistorie*. Lokaliseret d. 11.3.2018 på:
https://no.wikipedia.org/wiki/Norsk_utdanningshistorie.

Woolnough, J. (2015). *Curriculum in Teacher Education*. I R. Gunstone (red.), *Encyclopedia of Science Education*, Springer, s. 273-275.

Zollman, A. (2012). *Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning*. School Science and Mathematics, 112 (1), s. 12-18.

Øster, K., Nørregaard, H. & Norrild, P. (2013). *Naturfag i tiden: nytænkning af folkeskolens naturfag på 7.-9. klassetrin*. København, NTS-centeret.

